



***Companhia de Desenvolvimento dos Vales do  
São Francisco e do Parnaíba***  
*4ª Superintendência Regional*

**ELABORAÇÃO DE PROJETOS BÁSICOS DOS SISTEMAS DE  
ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

**RF02 – Relatório Final do Projeto Básico do Sistema de  
Esgotamento Sanitário da Cidade de  
Ilha das Flores**

**Volume 1 – Texto**

## APRESENTAÇÃO

O presente documento se constitui no Relatório correspondente a Fase D – **RF02 – Relatório Final do Projeto Básico do Sistema de Esgotamento Sanitário da Cidade de Ilha das Flores**, parte integrante dos SERVIÇOS DE CONSULTORIA PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS BÁSICOS DOS SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DAS CIDADES DE AMPARO DO SÃO FRANCISCO, AQUIDABÃ, BREJO GRANDE, CANHOBA, GRACHO CARDOSO, ILHA DAS FLORES, ITABI, JAPOATÃ, MALHADA DOS BOIS, GARARU, NOSSA SENHORA DA GLÓRIA, NOSSA SENHORA DE LOURDES, PACATUBA, POÇO REDONDO E TELHA, no âmbito do contrato firmado entre a TECHNE Engenheiros Consultores Ltda. e a CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba.

Ressaltamos que o Sistema de Esgotamento Sanitário da cidade de Ilha das Flores teve sua 1.ª Etapa implantada através de contrato firmado entre a T&T Engenharia, Irrigação e Sistemas de Automação Ltda. e a CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Informamos ainda que o presente projeto sofreu adequações e retificações, sendo que neste memorial descritivo as partes alteradas foram realçadas com fundo cinza, similar a esse parágrafo.

Os serviços de consultoria objeto do contrato com a TECHNE foram consubstanciados nos seguintes relatórios:

- **Relatórios Parciais**

- RP01 – Relatório Parcial dos Estudos Básicos;
- RP02 – Relatório Parcial dos Estudos de Concepção e Viabilidade;
- RP03 – Relatório Parcial dos Estudos Ambientais;
- RP04 – Relatório Parcial dos Estudos Topográficos, Geotécnicos e Geológicos.

- **Relatórios Finais**

- RF01 – Minuta do Relatório Final do Projeto Básico;
- RF02 – Relatório Final do Projeto Básico;
- RF03 – Relatório Síntese do Projeto Básico.

O **Relatório RF02** foi dividido em dois volumes, a saber:

- Volume 1 – Texto;
- Volume 2 – Desenhos.

O **Volume 1 – Texto**, além desta apresentação, é composto por seis Capítulos denominados:

- 1. Introdução;
- 2. Parâmetros Básicos;
- 3. Memória Descritiva;
- 4. Memória de Cálculo;

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>I</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>III</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>III</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>2</b>
<b>2. PARÂMETROS BÁSICOS .....</b>	<b>4</b>
<b>3. MEMÓRIA DESCRITIVA .....</b>	<b>7</b>
3.1 REDE COLETORA .....	7
3.2 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS/EMISSIONÁRIOS .....	9
3.3 TRATAMENTO .....	12
3.4 PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS .....	16
3.4.1 Concepção do Projeto .....	16
3.4.2 Critérios de Projeto .....	16
3.4.3 Descrição do Sistema de Suprimento Elétrico .....	16
3.4.4 Premissas para Desenvolvimento de Estudos .....	16
3.4.5 Situação e Locação .....	17
3.4.6 Potência Instalada .....	17
3.4.7 Entrada de Serviço .....	18
3.4.8 Proteção de Entrada .....	18
3.4.9 Aterramento .....	19
3.4.10 Condutores .....	19
3.4.11 Conexões Elétricas .....	19
3.4.12 Proteção Contra Incêndio .....	20
<b>4. MEMÓRIA DE CÁLCULO .....</b>	<b>22</b>
4.1 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO .....	22
4.1.1 Rede Coletora .....	22
4.1.2 Estações Elevatórias/Emissionários .....	48
4.1.3 Estação de Tratamento de Esgotos – ETE .....	67
4.2 PROJETO ELÉTRICO .....	71
4.2.1 Estação Elevatória de Esgoto EEE-01 .....	71
4.2.2 Estação Elevatória de Esgoto EEE-02 .....	82
4.2.3 Estação Elevatória de Esgoto EEE-03 .....	93
4.2.4 Estação Elevatória de Esgoto EEE-04 .....	104

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Esquema do Sistema de Esgotamento Sanitário da Cidade de Ilha das Flores .....	8
Figura 3.2 – Distâncias, a Partir de Propriá onde Encontra-se uma Estação Fluviométrica que Monitora a Relação Cota-Descarga, e as Respectivas Cotas Estimadas do NA para Vazões de 4.000 e 8.000 m³/s .....	14
Figura 3.3 – Localização da Jazida do Material a ser Utilizado no Fundo das Lagoas de Estabilização.....	15
Figura 4.1 – Curva do Sistema da Estação Elevatória EEE-01 .....	51
Figura 4.2 – Curva do Sistema da Estação Elevatória EEE-02 .....	54
Figura 4.3 – Curva do Sistema da Estação Elevatória EEE-03 .....	59
Figura 4.4 – Curva do Sistema da Estação Elevatória EEE-04 .....	62

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Contribuição por Bacia .....	4
Tabela 2.2 – Evolução da População e das Contribuições de Ilha das Flores .....	5
Tabela 3.1 – Extensão da Rede por Diâmetro da Respectiva Bacia.....	9
Tabela 3.2 – Resultados Obtidos nos Dimensionamentos das Lagoas .....	13
Tabela 3.3 – Potência Instalada em Motores e Outras Cargas – EEE-01 .....	17
Tabela 3.4 – Potência Instalada em Motores e Outras Cargas – EEE-02.....	17
Tabela 3.5 – Potência Instalada em Motores e Outras Cargas – EEE-03.....	18
Tabela 3.6 – Potência Instalada em Motores e Outras Cargas – EEE-04.....	18
Tabela 3.7 – Proteção Secundária .....	18
Tabela 3.8 – Proteção/Acionamento dos Motores .....	19
Tabela 3.9 – Sistema de Aterramento.....	19
Tabela 4.1 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 1 (Dados Gerais dos Trechos).....	22
Tabela 4.2 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 1 (Resultados dos Trechos).....	23
Tabela 4.3 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 2 (Dados Gerais dos Trechos).....	25
Tabela 4.4 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 2 (Resultados dos Trechos).....	27
Tabela 4.5 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 3 (Dados Gerais dos Trechos).....	31
Tabela 4.6 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 3 (Resultados dos Trechos).....	33
Tabela 4.7 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 4 (Dados Gerais dos Trechos).....	37
Tabela 4.8 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 4 (Resultados dos Trechos).....	40
Tabela 4.9 – Preço da Tubulação (R\$).....	48

## ***1. INTRODUÇÃO***

---

## 1. INTRODUÇÃO

Neste documento estão apresentados todos os elementos relativos à elaboração do Projeto Básico do Sistema de Esgotamento Sanitário para a Cidade de Ilha das Flores no Estado de Sergipe. A concepção básica do sistema de coleta, transporte e tratamento dos esgotos que aqui se descreve, assim como os parâmetros básicos a serem utilizados no dimensionamento hidráulico de suas unidades, foram definidos no Relatório de Concepção elaborado anteriormente e já aprovado pela CODEVASF. No desenvolvimento deste Projeto Básico, foram utilizadas plantas, elaboradas no âmbito deste Contrato, planialtimétricas, semicadastrais, com equidistância entre curvas de nível de 1 metro, apresentadas na escala de 1:2.000.

Este projeto foi desenvolvido de acordo com os Termos de Referência da CODEVASF, específicos para este fim.

O presente documento é constituído de dois volumes, o primeiro composto por esta Introdução e mais outros cinco capítulos, e o segundo volume corresponde aos desenhos. No Capítulo 2 é feita uma recapitulação dos parâmetros básicos utilizados neste estudo, para facilitar a análise por parte da CODEVASF. Nos Capítulos 3 e 4 estão apresentados, respectivamente, a descrição do sistema projetado e os métodos de cálculo utilizados (Memória Descritiva), e os resumos de cálculo e os correspondentes resultados dos dimensionamentos das diversas unidades (Memória de Cálculo). O Capítulo 5 consta das especificações técnicas detalhadas (revisadas e atualizadas pela CODEVASF) dos serviços a serem contratados, assim como dos materiais e equipamentos a serem adquiridos para a implantação do sistema. No Capítulo 6, finalmente, são apresentados os orçamentos (revisados e atualizados pela CODEVASF) de todas as obras, serviços, materiais e equipamentos constantes do projeto ora elaborado. Primeiramente é mostrado o orçamento resumo com o valor total das obras, e, em seguida, é feito o detalhamento por grupo de unidades.

## ***2. PARÂMETROS BÁSICOS***

---

## 2. PARÂMETROS BÁSICOS

Os levantamentos topográficos específicos, mencionados no capítulo anterior, foram concluídos após a elaboração e entrega do Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade. Apenas nesta fase de desenvolvimento do Projeto Básico é que foi possível utilizar esse material cartográfico. Sendo assim, somente agora, a definição das bacias de contribuição pôde ser feita com total segurança.

Em virtude disso, o quadro “Contribuição por Bacia” é reapresentado a seguir, onde podem ser constatadas algumas mudanças em relação às extensões das bacias de coleta consideradas por ocasião da elaboração do Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade.

A **Tabela 2.1** a seguir mostra as respectivas contribuições por bacia.

**Tabela 2.1 – Contribuição por Bacia**

Contribuição por Bacia								
Bacia	Área (ha)	Densidades (hab/ha)		Populações (hab)		Vazão Média (l/s)		Infiltração Final (l/s)
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
1	6,74	52,20	82,02	372	553	0,31	0,46	0,35
2	14,85	55,20	82,02	820	1.218	0,68	1,01	0,64
3	19,41	52,20	82,02	1071	1.592	0,89	1,33	0,80
4	36,45	52,20	82,02	2012	2.990	1,68	2,49	1,47
<b>Total</b>	<b>77,45</b>	<b>55,20</b>	<b>82,02</b>	<b>4.275</b>	<b>6.352</b>	<b>3,56</b>	<b>5,29</b>	<b>3,26</b>

Devido ao porte da localidade e às suas características de ocupação, sua densidade demográfica foi considerada espacialmente uniforme, embora variável ao longo do tempo.

As vazões relacionadas acima foram obtidas com base nos seguintes parâmetros relativos ao cálculo das contribuições de esgoto:

- Consumo de água per capita: ..... 120,0 l/hab.dia;
- Consumo de água per capita (perdas de 25%): ..... 90,0 l/hab.dia;
- Coeficiente de retorno água/esgoto: ..... 0,80;
- Contribuição de esgoto “per capita”: ..... 72,0 l/hab.dia;
- Coeficiente de contribuição máxima diária: .....  $K_1 = 1,20$ ;
- Coeficiente de contribuição máxima horária: .....  $K_2 = 1,50$ ;
- Coeficiente de contribuição mínima diária: .....  $K_3 = 0,50$ ;
- Coeficiente de infiltração na rede coletora: ..... 0,30 l/s.km.

A **Tabela 2.2** a seguir, mostra a evolução das contribuições de esgoto para a localidade ao longo do período de projeto (2007 a 2027).



**Tabela 2.2 – Evolução da População e das Contribuições de Ilha das Flores**

<b>Ano</b>	<b>População (hab)</b>	<b>Qm (l/s)</b>	<b>Q1 (l/s)</b>	<b>Q2 (l/s)</b>	<b>Q3 (l/s)</b>
2007	4.275	3,56	4,27	6,41	1,78
2008	4.360	3,63	4,36	6,54	1,82
2009	4.448	3,71	4,45	6,67	1,85
2010	4.537	3,78	4,54	6,80	1,89
2011	4.627	3,86	4,63	6,94	1,93
2012	4.720	3,93	4,72	7,08	1,97
2013	4.814	4,01	4,81	7,22	2,01
2014	4.911	4,09	4,91	7,37	2,05
2015	5.009	4,17	5,01	7,51	2,09
2016	5.109	4,26	5,11	7,66	2,13
2017	5.211	4,34	5,21	7,82	2,17
2018	5.315	4,43	5,32	7,97	2,21
2019	5.422	4,52	5,42	8,13	2,26
2020	5.530	4,61	5,53	8,30	2,30
2021	5.641	4,70	5,64	8,46	2,35
2022	5.753	4,79	5,75	8,63	2,40
2023	5.869	4,89	5,87	8,80	2,45
2024	5.986	4,99	5,99	8,98	2,49
2025	6.106	5,09	6,11	9,16	2,54
2026	6.228	5,19	6,23	9,34	2,59
2027	6.352	5,29	6,35	9,53	2,65

### ***3. MEMÓRIA DESCRITIVA***

---

### 3. MEMÓRIA DESCRITIVA

Neste capítulo é feita a descrição do sistema de esgotos aqui projetado para a cidade de Ilha das Flores, a partir dos elementos apresentados e dos critérios definidos no Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade para este sistema. É importante acrescentar aqui que, além dos elementos já referidos, muitas das informações foram obtidas *in loco*, a partir de várias visitas técnicas feitas à área.

O sistema aqui projetado é composto de uma rede coletora dividida em quatro bacias de esgotamento, duas estações elevatórias, com os respectivos emissários de recalque e da unidade de tratamento formada por lagoas de estabilização. A divisão da rede coletora em módulos, correspondentes às bacias de esgotamento, permite à CODEVASF construir o sistema em etapas distintas, em função da disponibilidade de recursos.

A seguir é feita uma descrição detalhada de cada uma das unidades projetadas, assim como dos critérios técnicos utilizados nos seus dimensionamentos.

#### 3.1 REDE COLETORA

---

Neste sistema, a rede coletora, estendida à totalidade da área de projeto, será do tipo convencional. Em razão das condições topográficas da área, o sistema de coleta foi dividido em quatro bacias de contribuição, como já foi dito anteriormente, com a seguinte configuração:

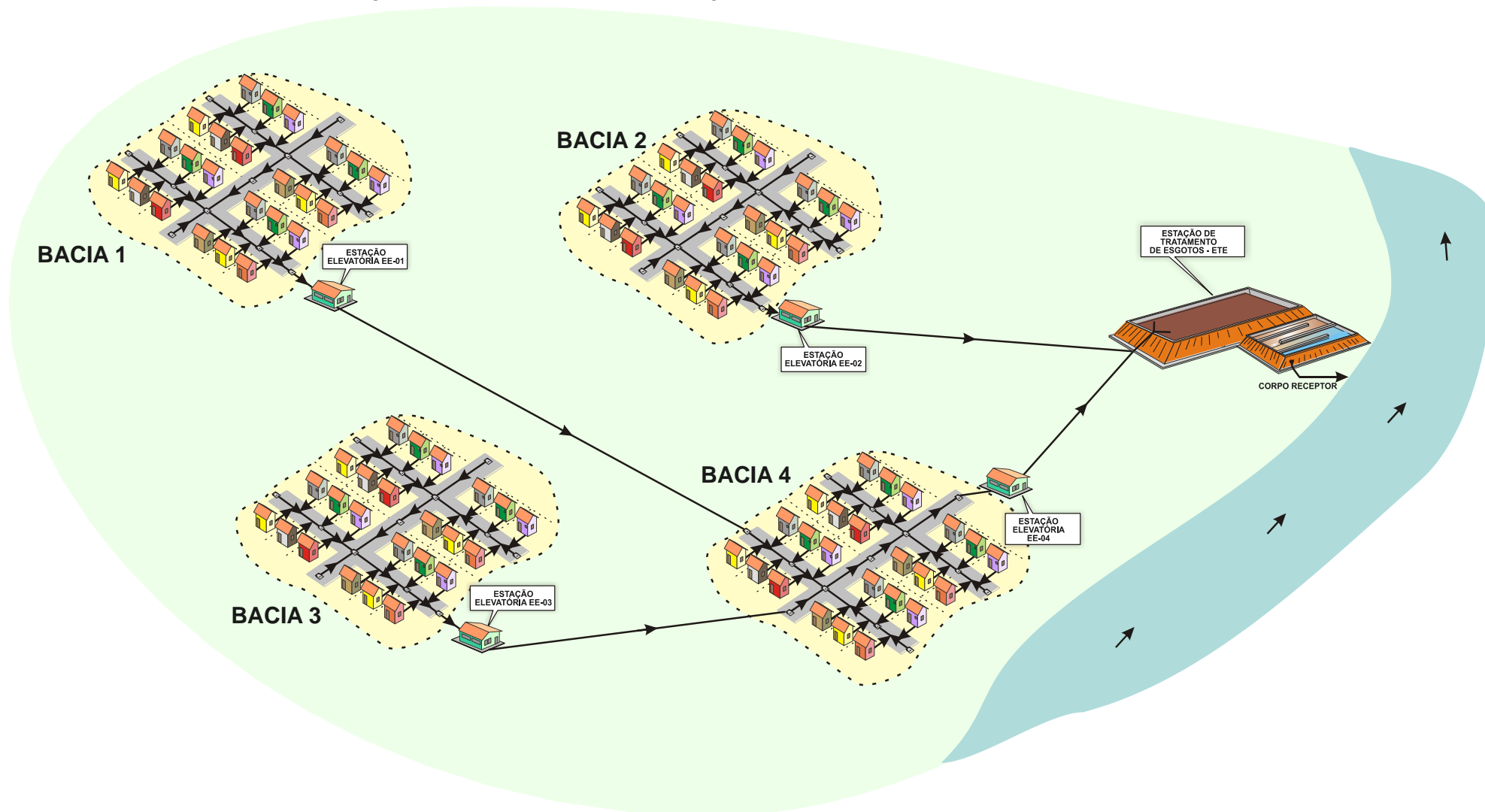
- Os esgotos da bacia 1 seguem pela rede até o seu ponto mais baixo, onde haverá um sistema de recalque EEE-01, o qual lançará os esgotos num poço de visita da Bacia 4;
- Da mesma forma, os esgotos da bacia 3 seguem pela rede até o seu ponto mais baixo, onde haverá um outro sistema de recalque, EEE-03, o qual lançará os esgotos num outro poço de visita da também da Bacia 4;
- Os esgotos da Bacia 4, juntamente com os das Bacias 1 e 3, serão reunidos no seu ponto mais baixo, de onde será feito um recalque, através da EEE-4, para a ETE;
- Finalmente, a Bacia 2, os esgotos seguem pela rede até o seu ponto mais baixo, onde está projetada a estação elevatória EEE-02. Esse sistema de recalque lançará os esgotos até a ETE, independentemente do recalque da Bacia 4.

A **Figura 3.1** apresenta um esquema de todo o sistema projetado para a cidade de Ilha das Flores.

O dimensionamento hidráulico da rede, efetuado por meio do programa CESSG, foi desenvolvido para as vazões apresentadas no Capítulo anterior e de acordo com a norma NBR 9649, que estabelece os parâmetros já definidos anteriormente.

Os coletores novos terão diâmetro mínimo de 150 mm e, em planta, seus poços de visita terão espaçamento máximo de 60 metros; o recobrimento mínimo admitido para as tubulações foi de 0,90 m.

**Figura 3.1 – Esquema do Sistema de Esgotamento Sanitário da Cidade de Ilha das Flores**



No cálculo hidráulico foi admitido o emprego da equação de Manning, cuja expressão básica é a seguinte:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} I^{1/2}$$

onde:  $Q$  = vazão, em  $m^3/s$ ;

$A$  = área da seção molhada, em  $m^2$ ;

$R$  = raio hidráulico da seção molhada, em  $m$ ;

$I$  = declividade do trecho, em  $m/m$ ;

$n$  = coeficiente de rugosidade da tubulação.

Aqui é importante esclarecer que o programa CESG, na realidade, utiliza a fórmula universal para o cálculo das tubulações e, como é solicitado o uso da fórmula de Manning, é feito um cálculo retroativo para ajustar a rugosidade. Por isto é que, nas planilhas, o valor de "n" aparece como variável.

As redes serão implantadas em tubos de PVC rígido. As ligações domiciliares e os poços de visita serão do tipo normalmente adotado pela DESO.

Os dimensionamentos dessas redes, que, juntas, somam 10.876,26 m (extensão projetada originalmente), estão apresentados nas planilhas do próximo Capítulo, e os resumos em termos de extensões por diâmetro, em cada uma das bacias, na **Tabela 3.1**. As extensões foram medidas em metros.

**Tabela 3.1 – Extensão da Rede por Diâmetro da Respectiva Bacia**

Rede Coletora				
Bacia	150 mm	200 mm	250 mm	Total
1	1.179,72			1.179,72
2	2.661,17			2.661,17
3	2.138,65			2.138,65
4	4.393,70	274,56	228,46	4.896,72
<b>Total</b>	<b>10.373,24</b>	<b>274,56</b>	<b>228,46</b>	<b>10.876,26</b>

### 3.2 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS/EMISSIONÁRIOS

Em função do porte das vazões a serem recalçadas, as estações elevatórias deste sistema serão do tipo poço úmido, equipadas com bombas submersíveis, e dotadas de grade de barras para evitar a obstrução das bombas. Os poços de sucção foram dimensionados para um tempo de detenção hidráulica médio de 10 minutos. Este tipo de unidade tem se mostrado mais econômico e de mais fácil implantação do que as convencionais, com poço seco.

Como é usual neste tipo de projeto, quando a vazão afluyente à estação é inferior a 5,00 l/s, não se indica caixa de areia convencional, pois a quantidade de matéria sólida em suspensão, nesses casos, é muito pequena (proporcional à vazão) e não justifica a construção de uma estrutura dessas. As elevatórias que recalcam diretamente para a ETE, no entanto, serão sempre dotadas dessa caixa de areia, independentemente da vazão de recalque, tendo em vista evitar o assoreamento da lagoa facultativa.

As vazões afluentes às elevatórias, assim como as cotas de chegada dos coletores afluentes, foram determinadas das planilhas de cálculo das redes, que fornecem as vazões máximas horárias correspondentes a cada uma delas. As demais vazões (média e mínima diárias) foram obtidas a partir dos resultados do Capítulo anterior. As vazões de recalque foram admitidas como sendo igual ao dobro da vazão média correspondente.

Os resultados dos dimensionamentos das elevatórias são apresentados a seguir:

**RECALQUE DA BACIA 1 PARA A BACIA 4**

• **Estação Elevatória EEE-01**

- Vazão de Recalque: ..... 2,66 l/s;
- Altura Manométrica: ..... 7,26 m.c.a.;
- Bomba Escolhida:
  - Imersão;
  - Rotação: ..... 3.450 rpm;
  - Potência do Motor: ..... 0,3 cv;
  - Nº de Unidades: ..... 2 (sendo uma de reserva).
- Poço de Sucção:
  - Diâmetro Interno: ..... 1,40 m;
  - Profundidade Útil: ..... 0,60 m.

• **Emissário**

- Extensão: ..... 382,29 m;
- Diâmetro: ..... 75 mm;
- Material: ..... PVC PBA;
- Velocidade de Escoamento ..... 0,60 m/s;
- Perda de Carga Unitária: ..... 0,006045 m/m.

**RECALQUE DA BACIA 3 PARA A BACIA 4**

• **Estação Elevatória EEE-03**

- Vazão de Recalque: ..... 2,67 l/s;
- Altura Manométrica: ..... 6,32 m.c.a.;
- Bomba Escolhida:
  - Imersão;
  - Rotação: ..... 3.450 rpm;
  - Potência do Motor: ..... 0,3 cv;
  - Nº de Unidades: ..... 2 (sendo uma de reserva).
- Poço de Sucção:
  - Diâmetro Interno: ..... 1,40 m;
  - Profundidade Útil: ..... 0,60 m.

• **Emissário**

- Extensão: ..... 286,00 m;
- Diâmetro: ..... 75 mm;
- Material: ..... PVC PBA;
- Velocidade de Escoamento: ..... 0,61 m/s;
- Perda de Carga Unitária: ..... 0,00,6102 m/m.

#### **RECALQUE DA BACIA 4 PARA A ETE**

##### • Estação Elevatória EEE-04

- Vazão de Recalque: ..... 11,78 l/s;
- Altura Manométrica: ..... 7,05 m.c.a.;
- Bomba Escolhida:
  - Imersão;
  - Rotação: ..... 1.750 rpm;
  - Potência do Motor: ..... 4,00 cv;
  - Nº de Unidades: ..... 2 (sendo uma de reserva);
- Poço de Sucção:
  - Diâmetro Interno: ..... 1,40 m;
  - Profundidade Útil: ..... 0,60 m.

##### • Emissário

- Extensão: ..... 365,00 m;
- Diâmetro: ..... 150 mm;
- Material: ..... PVC PBA;
- Velocidade de Escoamento: ..... 0,67 m/s;
- Perda de Carga Unitária: ..... 0,003088 m/m.

#### **RECALQUE DA BACIA 2 PARA A ETE**

##### • Estação Elevatória EEE-02

- Vazão de Recalque: ..... 3,46 l/s;
- Altura Manométrica: ..... 13,42 m.c.a.;
- Bomba Escolhida:
  - Imersão;
  - Rotação: ..... 3.450 rpm;
  - Potência do Motor: ..... 1,00 cv;
  - Nº de Unidades: ..... 2 (sendo uma de reserva);
- Poço de Sucção:
  - Diâmetro Interno: ..... 1,40 m;
  - Profundidade Útil: ..... 0,60 m.

##### • Emissário

- Extensão: ..... 876,00 m;
- Diâmetro: ..... 75 mm;
- Material: ..... PVC PBA;
- Velocidade de Escoamento: ..... 0,78 m/s;
- Perda de Carga Unitária: ..... 0,009857 m/m.

As grades de barras, a serem utilizadas nas estações elevatórias acima, serão compostas de barras metálicas de seção retangular, com dimensões de 3/8" x 1 1/2", espaçadas entre si de 2,54 cm.

### 3.3 TRATAMENTO

---

A unidade de tratamento dos esgotos tem a finalidade de garantir ao efluente final do sistema o alcance das condições que lhe foram fixadas de antemão. Neste caso, foi considerado para o corpo receptor a classe 2 do CONAMA, para a qual se deve ter no máximo: 1.000 coliformes fecais/100ml e DBO menor ou igual a 5 mg/l. Por outro lado, buscou-se também na literatura técnica pertinente a este assunto, como, por exemplo, o livro Lagoas de Estabilização de Marcos Von Sperling, parâmetros hidráulicos que melhor se adequassem às condições locais, quais sejam: relação comprimento/largura (L/B) igual a 2; coeficiente de dispersão (d) calculado conforme equação de Yanes; coeficiente de remoção da DBO (k) através da aplicação da equação de Arceivala; correção da temperatura pela equação de Arrhenius para  $\theta=1,05$  /  $\theta=1,07$ , respectivamente para a DBO e os coliformes; coeficiente de redução dos coliformes ( $k_b$ ) definido por Sperling e remoção da DBO e de coliformes adotando fluxo disperso.

Procedendo dessa forma, então, pôde-se concluir que as duas lagoas em série, aqui consideradas, tendo, respectivamente, profundidades úteis de 1,80 m e 1,50 m, previamente fixadas, requererá um tempo de 29,51 dias para a primeira (facultativa) e 8,00 dias para a seguinte (de maturação) para que sejam capazes de garantir a redução daqueles parâmetros para os níveis pré-estabelecidos, com o que seus volumes e dimensões foram os abaixo indicados:

- 1ª Lagoa:  $V_u = 21.188,90 \text{ m}^3$  ou  $153,50 \text{ m} \times 76,75 \text{ m} \times 1,80 \text{ m}$  (dimensões originais, alteradas conforme desenho);
- 2ª Lagoa:  $V_u = 5.743,84 \text{ m}^3$  ou  $61,90 \text{ m} \times 61,90 \text{ m} \times 1,50 \text{ m}$  (dimensões originais, alteradas conforme desenho).

A lagoa de maturação tem a sua seção quadrada em planta, mas aqui funcionará como fluxo disperso, pois será dotada de três chicanas, o que equivale a uma unidade de 15,50 m de largura por 247,60 m de extensão, ou seja, com uma relação L/B igual a 16, o que a aproxima de uma unidade com regime hidráulico de fluxo de pistão.

Com esta configuração, a  $\text{DBO}_5$  efluente será de 0,74 mg/l e a concentração de coliformes chegará a 897 CF/100 ml, o que implica eficiências totais, respectivamente, de 99,8446% e 99,9975%.

Como definido no estudo de alternativas, estas lagoas terão as suas paredes em alvenaria de pedra (alterada para aterro compactado, mantendo as características hidráulicas, devido à indisponibilidade de jazidas de pedra à distância viável economicamente), conforme indicações constantes dos desenhos específicos apresentados no **Volume 2 – Desenhos**. De modo resumido, os parâmetros utilizados no dimensionamento das lagoas e os resultados principais obtidos estão apresentados na **Tabela 3.2**.



**Tabela 3.2 – Resultados Obtidos nos Dimensionamentos das Lagoas**

Descrição	Lagoa Facultativa	Lagoa de Maturação
Taxa de aplicação superficial – (kgDBO/ha.dia)	291,39	14,47
Vazão média (2027) – (m³/dia)	717,98	717,98
Carga de DBO afluente – (kg/dia)	343,01	5,50
DBO afluente – mg/l	477,74	7,66
Concentração de coliformes afluente – (CF/100 ml)	$3,54 \times 10^7$	$2,32 \times 10^5$
Profundidade útil adotada – (m)	1,80	1,50
Tempo de detenção – (dia)	29,51	8,00
DBO efluente – (mg/l)	7,66	0,74
Concentração de coliformes efluente (CF/100 ml)	$2,32 \times 10^5$	$8,97 \times 10^2$
Volume útil – (m³)	21.188,90	5.743,84
Material construtivo	Alvenaria de Pedras	Alvenaria de Pedras

Os efluentes dessas lagoas serão lançados num afluente do Rio São Francisco, através de uma tubulação de PVC, com extensão de aproximadamente 270 metros e diâmetro de 200 mm, em cuja extremidade será colocada uma estrutura de ponta de ala, com enrocamento, para evitar erosão.

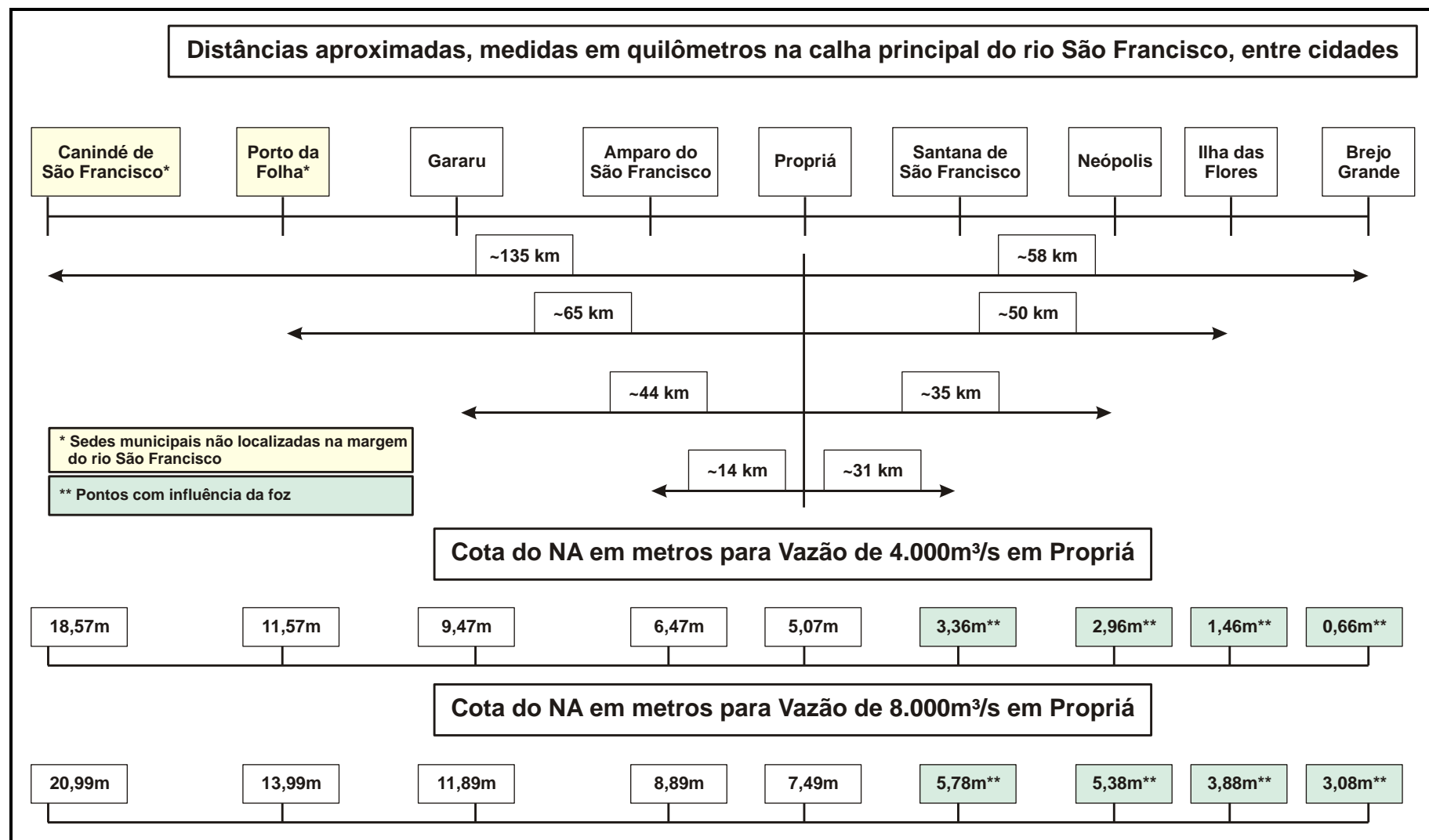
As coordenadas UTM's do ponto de lançamento dos efluentes das lagoas para a cidade de Ilha das Flores são 769.022 (L) e 8.844.827 (N).

Para as cidades situadas às margens do Rio São Francisco, foi definido, em comum acordo com a CODEVASF, que, para evitar inundações e, conseqüentemente, transbordamentos dos efluentes contidos nas lagoas de estabilização, a cota do coroamento destas lagoas deve estar acima da cota do NA correspondente à vazão de 4.000 m³/s.

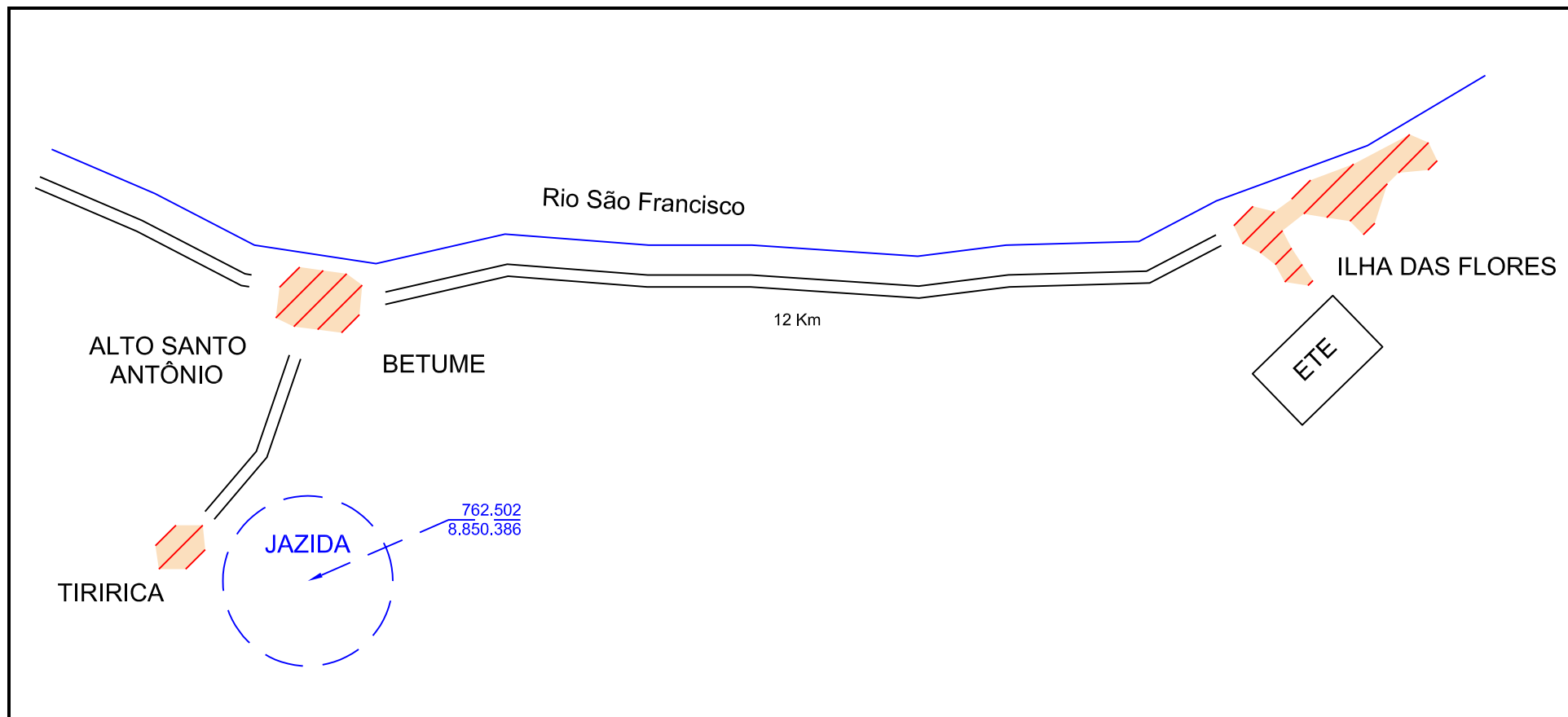
A **Figura 3.2** apresenta distâncias, a partir de Propriá onde encontra-se uma estação fluviométrica que monitora a relação cota-descarga, e as respectivas cotas estimadas do NA para vazões de 4.000 e 8.000 m³/s, de várias cidades contempladas no presente estudo.

Para a impermeabilização do fundo da lagoa com material impermeável, com espessura de 0,20 m e geomembrana em PEAD com espessura de 2 mm, será utilizado material argiloso a ser obtido em jazida. Nesta cidade, não há jazidas a pequenas distâncias. De acordo com pesquisas feitas na região, a fonte mais próxima está localizada no povoado de Tiririca, em Betume, no entorno do ponto de coordenada 762.502 (L) e 8.850.386 (N). Esta área fica a uma distância de aproximadamente 12 km de Ilha das Flores (**Figura 3.3**).

**Figura 3.2 – Distâncias, a Partir de Propriá onde Encontra-se uma Estação Fluviométrica que Monitora a Relação Cota-Descarga, e as Respectivas Cotas Estimadas do NA para Vazões de 4.000 e 8.000 m³/s**



**Figura 3.3 – Localização da Jazida do Material a ser Utilizado no Fundo das Lagoas de Estabilização**



### **3.4 PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

---

Este item tem como finalidade descrever o escopo do fornecimento de energia elétrica para as diversas instalações que constituem o Projeto do Sistema de Esgotamento Sanitário integrantes do Plano da CODEVASF para a cidade de Ilha das Flores a ser construído, no Estado de Sergipe.

#### **3.4.1 Concepção do Projeto**

Para a elaboração do projeto básico elétrico do Sistema de Esgotamento Sanitário, foram consultados, preliminarmente, os seguintes projetos e documentos:

- Planejamento Físico da Área do Projeto;
- Projeto Arquitetônico das Instalações Prediais;
- Oferta de energia elétrica na região operada pela Concessionária ENERGISA.

#### **3.4.2 Critérios de Projeto**

O critério do projeto elétrico foi baseado estritamente nas normas da ABNT, Normas Internacionais para Equipamentos, e nas normas específicas da CODEVASF e ENERGISA.

#### **3.4.3 Descrição do Sistema de Suprimento Elétrico**

Na região predomina oferta de energia derivada de sistema de distribuição primária em 13.800 Volt, e secundária em 380/220 V, operados pela ENERGISA, para atendimento a cargas de alimentação comercial, e iluminação externa. A concessionária ENERGISA desenvolverá estudos para atendimento das cargas acima, definindo, dessa forma, os respectivos Pontos de Ligação.

NOTA: A demanda requerida enquadra o atendimento da instalação em Baixa Tensão conforme preconiza item específico da norma da Concessionária ENERGISA. Portanto, o atendimento dessa instalação será diretamente do sistema de distribuição secundária na tensão de 380 Volts, trifásico em 60 Hz.

#### **3.4.4 Premissas para Desenvolvimento de Estudos**

- As potências instaladas foram calculadas a partir da necessidade total, em kW, das cargas de motores e serviços auxiliares, (considerando o fator de potência corrigido de 92%) e, subsequentemente, convertida em potência equivalente em kVA, e a seguir, compatibilizadas com o normativo da ENERGISA;
- No presente projeto, por orientação do corpo técnico da CODEVASF, os motores com potência menor ou igual a 10 cv poderão ser acionados por partida direta à plena tensão. Acima dessa potência os motores deverão ser acionados pelo método de redução de tensão mediante o emprego de chave de partida suave (Chave Estática);
- Os motores trifásicos serão alimentados no nível de tensão de 380 V;
- As cargas dos serviços auxiliares (iluminação e tomadas para eventual serviço de manutenção) deverão ser alimentadas em 380/220 V;
- Os condutores elétricos foram dimensionados levando em conta a capacidade de condução em condições de regime das cargas e queda de tensão na partida dos motores;
- Nas condições acima, foram realizadas simulações para determinação das condições técnicas de projeto para o dimensionamento da rede de alimentação dos motores, a fim de assegurar níveis aceitáveis de queda de tensão, em regime conforme preconiza a NBR-5410/97;

- O projeto de iluminação, interna e externa, foi desenvolvido propondo uma solução simples, porém bastante confiável e eficiente, sob o ponto de vista da luminotécnica;
- Foi considerado para cálculo o nível de iluminância média de 250 lux para a iluminação interna e de 10 lux para as áreas externas;
- O projeto de sistema de aterramento da instalação e dos equipamentos elétricos foi desenvolvido observando o critério de segurança física para o pessoal de operação e, de proteção dos equipamentos quanto a eventuais surtos de tensão decorrentes de manobras, e/ou, descargas atmosféricas;
- O SPDA foi desenvolvido com base no modelo eletro-geométrico e em função de informações estatísticas quanto ao nível cerâmico da região;
- Em virtude da legislação tarifária, o Fator de Potência da instalação deverá situar-se, no mínimo, em 92%. A compensação será feita mediante a injeção de reativos com o uso de capacitores trifásicos para correção.

### 3.4.5 Situação e Localização

Conforme descrito precedentemente, o presente projeto destina-se ao suprimento de energia elétrica para atendimento das cargas principais (motores elétricos de acionamento de equipamentos industriais) e demais cargas auxiliares (iluminação interna e externa, e tomadas de energia para pequenos serviços de manutenção) das instalações do Sistema de Esgotamento Sanitário componente do Projeto.

A localização das unidades acha-se conforme indicado no desenho de situação.

### 3.4.6 Potência Instalada

As cargas elétricas estão demonstradas nas **Tabelas 3.3 a 3.6** correspondentes aos apresentados nas respectivas memórias de cálculo.

**Tabela 3.3 – Potência Instalada em Motores e Outras Cargas – EEE-01**

Carga a ser Instalada	Quantid. instalada	Quantid. reserva	Potência em cv	Potência em kW	Demanda em kW
Motor da bomba da E. Elevatória	2	1	0,30	0,89	0,89
Iluminação interna/externa	1			1,00	1,00
Tomada mono p/serv. de manut.	1			2,19	2,19
Tomada trif. p/serv. de manutenção	1			10,53	10,53
				<b>Total</b>	<b>14,62</b>

Instalação com demanda ( $D \leq 45\text{kVA}$ ):	SIM - ALIMENTAÇÃO EM BAIXA TENSÃO				
Potência da instalação em kVA:	15,89 kVA				
Tensão secundária de alimentação das cargas:	380 Volt				
Corrente máxima de projeto (no secundário):	24,14 A				

**Tabela 3.4 – Potência Instalada em Motores e Outras Cargas – EEE-02**

Carga a ser Instalada	Quantid. instalada	Quantid. reserva	Potência em cv	Potência em kW	Demanda em kW
Motor da bomba da E. Elevatória	2	1	1,0	1,19	1,19
Iluminação interna/externa	1			1,00	1,00
Tomada mono p/serv. de manut.	1			2,19	2,19
Tomada trif. p/serv. de manutenção	1			10,53	10,53
				<b>Total</b>	<b>14,92</b>

Instalação com demanda ( $D \leq 45\text{kVA}$ ):	SIM - ALIMENTAÇÃO EM BAIXA TENSÃO				
Potência da instalação em kVA:	16,21 kVA				
Tensão secundária de alimentação das cargas:	380 Volt				
Corrente máxima de projeto (no secundário):	24,63 A				

**Tabela 3.5 – Potência Instalada em Motores e Outras Cargas – EEE-03**

Carga a ser Instalada	Quantid. instalada	Quantid. reserva	Potência em cv	Potência em kW	Demanda em kW
Motor da bomba da E. Elevatória	2	1	0,30	0,89	0,89
Iluminação interna/externa	1			1,00	1,00
Tomada mono p/serv. de manut.	1			2,19	2,19
Tomada trif. p/serv. de manutenção	1			10,53	10,53
				<b>Total</b>	<b>14,62</b>
Instalação com demanda ( $D \leq 45 \text{kVA}$ ):			SIM - ALIMENTAÇÃO EM BAIXA TENSÃO		
Potência da instalação em kVA:			15,89 kVA		
Tensão secundária de alimentação das cargas:			380 Volt		
Corrente máxima de projeto (no secundário):			24,14 A		

**Tabela 3.6 – Potência Instalada em Motores e Outras Cargas – EEE-04**

Carga a ser Instalada	Quantid. instalada	Quantid. reserva	Potência em cv	Potência em kW	Demanda em kW
Motor da bomba da E. Elevatória	2	1	4,0	4,08	4,08
Iluminação interna/externa	1			1,00	1,00
Tomada mono p/serv. de manut.	1			2,19	2,19
Tomada trif. p/serv. de manutenção	1			10,53	10,53
				<b>Total</b>	<b>17,80</b>
Instalação com demanda ( $D \leq 45 \text{kVA}$ ):			SIM - ALIMENTAÇÃO EM BAIXA TENSÃO		
Potência da instalação em kVA:			19,35 kVA		
Tensão secundária de alimentação das cargas:			380 Volt		
Corrente máxima de projeto (no secundário):			29,40 A		

### 3.4.7 Entrada de Serviço

A entrada de serviço será constituída por ramal aéreo conforme mostrado nos desenhos de referência.

Serão empregados materiais elétricos de comprovada qualidade e fabricados em estrita obediência aos preconizados pelas Normas da ENERGISA, ABNT e Normas Internacionais quando aplicáveis.

### 3.4.8 Proteção de Entrada

#### Contra Sobre-Corrente

Será obtida mediante a instalação de disjuntor geral na barra de entrada do QDG bem como, para cada ramal de motor.

Os disjuntores serão dotados de disparador eletrônico de sobre-corrente para proteção contra sobrecarga e curto-circuito, demais características conforme **Tabelas 3.7 e 3.8** e mostrado no diagrama unifilar.

**Tabela 3.7 – Proteção Secundária**

Disjuntor Tripolar Geral	EE-1	EE-2	EE-3	EE-4
Tensão de Isolamento	500V	500V	500V	500V
Capacidade Nominal	50 A	50 A	50 A	50 A
Capacidade de Interrupção	$\geq 10 \text{kA}$	$\geq 10 \text{kA}$	$\geq 10 \text{kA}$	$\geq 20 \text{kA}$

**Tabela 3.8 – Proteção/Acionamento dos Motores**

Dispositivos	EE-1	EE-2	EE-3	EE-4
Motor da Bomba	0,3 cv	1,0 cv	0,3 cv	4,0 cv
Fusíveis Retardados	10 A	10 A	10 A	16 A
Contactor Tripolar	9 A	9 A	9 A	12 A
Relé de Sobrecarga	1,0-2,0 A	1,8-2,8 A	1,0-2,0 A	5,6-8 A

### 3.4.9 Aterramento

A instalação terá para todos os equipamentos e demais partes metálicas (não energizadas), devidamente aterradas, mediante o emprego de cabo de cobre nu, flexível, têmpera mole, conforme descrito na memória de cálculo.

O sistema de aterramento será constituído de cabo e eletrodos de aterramento com as seguintes características:

- Sistema único, interligado e sem emendas;
- Condutor de escoamento em cabo de cobre nu, têmpera mole, protegido mecanicamente por eletroduto de PVC rígido;
- Haste de aterramento, em aço com revestimento de cobre;
- Posição de enterramento na vertical, em formação de malha;
- A resistência final do sistema de aterramento não deverá ser superior a 10 ohms em qualquer época do ano.

**Tabela 3.9 – Sistema de Aterramento**

Condutor de Escoamento (mm <sup>2</sup> )	16
Haste de Terra (Φ" x m)	5/8"x2,40
Quantidade de Hastes	6

### 3.4.10 Condutores

#### **Cabos de Baixa Tensão - 380 V**

Os cabos condutores de energia que serão empregados na instalação serão compostos de fios de cobre, têmpera mole, com isolamento de composto termofixo (EPR/XLPE), cobertura de PVC, tipo unipolar, classe de tensão de 0,6/1 kV e fabricados de acordo com as Normas da ABNT.

- **Cabos Condutores:**

- Alimentador Principal ..... 16 mm<sup>2</sup>;
- Serviços Auxiliares ..... 4,0 e 2,5 mm<sup>2</sup>.

Os cabos (alimentação dos motores, iluminação, etc.) serão instalados de forma mista (eletroduto de PVC rígido roscável, canaleta, duto flexível, etc.) conforme mostrado nos detalhes do projeto.

### 3.4.11 Conexões Elétricas

Todas as conexões elétricas serão do tipo “a parafuso/cavilhada” com arruela de pressão. Não serão empregadas conexões soldadas.

**3.4.12 Proteção Contra Incêndio**

Foram previstos 2 (dois) extintores de incêndio, Classe "C", de pó químico seco, PQS-6, devidamente instalados um no Abrigo da Medição e QGDFC e outro dentro da Edificação da Estação Elevatória de Esgoto.



## ***4. MEMÓRIA DE CÁLCULO***

---

## 4. MEMÓRIA DE CÁLCULO

### 4.1 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

A seguir estão apresentados os resumos dos cálculos efetuados no pré-dimensionamento hidráulico das diversas unidades que compõem o sistema ora estudado.

Para facilitar a análise, será seguida a seguinte ordem para o resumo dos cálculos:

- Rede Coletora (Dados dos Trechos e Resultados);
- Estações Elevatórias/Emissários;
- Estação de Tratamento de Esgotos - ETE.

#### 4.1.1 Rede Coletora

##### 4.1.1.1 Bacia 1

**Tabela 4.1 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 1  
(Dados Gerais dos Trechos)**

Col. nº	PV		Extensão (m)	Nome do Trecho	Diâmetro (mm)	Cota (m)		Recob. Mínimo (m)
	Inicial	Final				Montante	Jusante	
C1	1	2	47,86	T1	150	2,72	2,58	0,90
	2	3	49,57	T2	150	2,58	2,44	0,90
	3	4	49,12	T3	150	2,44	2,30	0,90
	4	5	12,09	T4	150	2,30	2,27	0,90
	5	6	29,15	T5	150	1,45	1,37	0,90
	6	7	34,35	T6	150	1,37	1,27	0,90
	7	8	25,63	T7	150	1,27	1,19	0,90
	8	9	19,61	T8	150	1,19	1,14	0,90
	9	10	13,97	T9	150	1,09	1,05	0,90
	10	11	59,28	T10	150	1,05	0,88	0,90
C2	11	EE-01	15,49	T11	150	0,88	0,84	0,90
	14	15	48,83	T14	150	2,72	2,58	0,90
	15	16	49,74	T15	150	2,58	2,44	0,90
C3	16	5	47,82	T16	150	2,44	2,30	0,90
	18	22	23,93	T24	150	3,00	2,56	0,90
	22	23	34,57	T22	150	2,54	2,44	0,90
	23	13	30,72	T23	150	2,44	2,36	0,90
C4	13	6	55,92	T13	150	2,36	2,20	0,90
	17	18	25,82	T17	150	3,06	2,99	0,90
	18	19	35,81	T18	150	2,99	2,55	0,90
	19	20	32,79	T19	150	2,55	1,88	0,90
	20	21	23,44	T20	150	1,88	1,63	0,90
C5	21	11	31,76	T21	150	1,61	1,52	0,90
C6	22	20	59,60	T25	150	2,56	1,88	0,90
C7	24	25	27,49	T26	150	2,69	2,60	0,90
	25	4	26,96	T27	150	2,60	2,52	0,90
	8	29	27,72	T31	150	2,09	1,88	0,90
C8	29	30	30,73	T32	150	1,88	1,26	0,90
	30	9	53,57	T33	150	1,24	1,09	0,90
C9	12	13	38,82	T12	150	3,13	2,66	0,90
C10	26	27	27,10	T28	150	1,70	1,62	0,90
	27	28	33,06	T29	150	1,62	1,53	0,90
	28	5	27,36	T30	150	1,53	1,45	0,90
C10	31	10	30,04	T34	150	1,43	1,34	0,90

**Tabela 4.2 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 1 (Resultados dos Trechos)**

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C1	T1	47,86	0,70 1,00	0,033 0,048	0,000 0,000	0,033 0,048	150	0,0029	3,62 3,64	2,72 2,58	0,90 1,06	1,05 1,21	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T2	49,57	0,70 1,00	0,034 0,050	0,033 0,048	0,068 0,098	150	0,0029	3,64 3,58	2,58 2,44	1,06 1,14	1,21 1,29	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T3	49,12	0,70 1,00	0,034 0,049	0,068 0,098	0,102 0,147	150	0,0029	3,58 3,46	2,44 2,30	1,14 1,16	1,29 1,31	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T4	12,09	0,70 1,00	0,008 0,012	0,140 0,202	0,148 0,214	150	0,0029	3,46 3,39	2,30 2,27	1,16 1,12	1,31 1,27	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T5	29,15	0,70 1,00	0,020 0,029	0,311 0,448	0,331 0,478	150	0,0029	3,39 3,24	1,45 1,37	1,94 1,87	2,09 2,02	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T6	34,35	0,70 1,00	0,024 0,034	0,459 0,662	0,483 0,697	150	0,0029	3,24 3,12	1,37 1,27	1,87 1,85	2,02 2,00	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T7	25,63	0,70 1,00	0,018 0,026	0,483 0,697	0,501 0,722	150	0,0029	3,12 2,99	1,27 1,19	1,85 1,80	2,00 1,95	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T8	19,61	0,70 1,00	0,014 0,020	0,501 0,722	0,514 0,742	150	0,0029	2,99 2,88	1,19 1,14	1,80 1,74	1,95 1,89	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T9	13,97	0,70 1,00	0,010 0,014	0,592 0,854	0,602 0,868	150	0,0029	2,88 2,73	1,09 1,05	1,79 1,68	1,94 1,83	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T10	59,28	0,70 1,00	0,041 0,059	0,623 0,899	0,664 0,958	150	0,0029	2,73 2,53	1,05 0,88	1,68 1,65	1,83 1,80	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T11	15,49	0,70 1,00	0,011 0,016	0,809 1,168	0,820 1,183	150	0,0029	2,53 2,53	0,88 0,83	1,65 1,70	1,80 1,85	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
C2	T14	48,83	0,70 1,00	0,034 0,049	0,000 0,000	0,034 0,049	150	0,0029	3,62 3,64	2,72 2,58	0,90 1,06	1,05 1,21	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T15	49,74	0,70 1,00	0,035 0,050	0,034 0,049	0,069 0,099	150	0,0029	3,64 3,58	2,58 2,44	1,06 1,14	1,21 1,29	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T16	47,82	0,70 1,00	0,033 0,048	0,069 0,099	0,102 0,147	150	0,0029	3,58 3,39	2,44 2,30	1,14 1,09	1,29 1,24	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
C3	T24	23,93	0,70 1,00	0,017 0,024	0,000 0,000	0,017 0,024	150	0,0184	3,90 3,46	3,00 2,56	0,90 0,90	1,05 1,05	0,17 0,17	0,76 0,76	2,81 2,34	0,011 0,011
	T22	34,57	0,70 1,00	0,024 0,035	0,017 0,024	0,041 0,059	150	0,0029	3,46 3,56	2,54 2,44	0,92 1,12	1,07 1,27	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T23	30,72	0,70 1,00	0,021 0,031	0,041 0,059	0,062 0,089	150	0,0029	3,56 3,56	2,44 2,36	1,12 1,20	1,27 1,35	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T13	55,92	0,70 1,00	0,039 0,056	0,089 0,128	0,128 0,185	150	0,0029	3,56 3,24	2,36 2,20	1,20 1,04	1,35 1,19	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012

**Tabela 4.2 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 1 (Resultados dos Trechos) – Continuação**

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C4	T17	25,82	0,70 1,00	0,018 0,026	0,000 0,000	0,018 0,026	150	0,0029	3,96 3,90	3,06 2,99	0,90 0,91	1,05 1,06	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T18	35,81	0,70 1,00	0,025 0,036	0,018 0,026	0,043 0,062	150	0,0122	3,90 3,45	2,99 2,55	0,91 0,90	1,06 1,05	0,19 0,19	0,63 0,63	2,08 2,48	0,012 0,012
	T19	32,79	0,70 1,00	0,023 0,033	0,043 0,062	0,066 0,095	150	0,0204	3,45 2,78	2,55 1,88	0,90 0,90	1,05 1,05	0,16 0,16	0,79 0,79	3,04 2,31	0,011 0,011
	T20	23,44	0,70 1,00	0,016 0,024	0,107 0,155	0,123 0,178	150	0,0107	2,78 2,53	1,87 1,62	0,91 0,91	1,06 1,06	0,20 0,20	0,60 0,60	1,89 2,53	0,012 0,012
	T21	31,76	0,70 1,00	0,022 0,032	0,123 0,178	0,145 0,210	150	0,0029	2,53 2,53	1,61 1,52	0,92 1,01	1,07 1,16	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
C5	T25	59,60	0,70 1,00	0,041 0,060	0,000 0,000	0,041 0,060	150	0,0114	3,46 2,78	2,56 1,88	0,90 0,90	1,05 1,05	0,20 0,20	0,61 0,62	1,99 2,50	0,012 0,012
C6	T26	27,49	0,70 1,00	0,019 0,028	0,000 0,000	0,019 0,028	150	0,0033	3,59 3,50	2,69 2,60	0,90 0,90	1,05 1,05	0,27 0,27	0,38 0,38	0,76 2,90	0,012 0,012
	T27	26,96	0,70 1,00	0,019 0,027	0,019 0,028	0,038 0,055	150	0,0029	3,50 3,46	2,60 2,52	0,90 0,94	1,05 1,09	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
C7	T31	27,72	0,70 1,00	0,019 0,028	0,000 0,000	0,019 0,028	150	0,0076	2,99 2,78	2,09 1,88	0,90 0,90	1,05 1,05	0,22 0,22	0,52 0,52	1,47 2,64	0,012 0,012
	T32	30,73	0,70 1,00	0,021 0,031	0,019 0,028	0,041 0,059	150	0,0202	2,78 2,16	1,88 1,26	0,90 0,90	1,05 1,05	0,17 0,16	0,79 0,79	3,01 2,32	0,011 0,011
	T33	53,57	0,70 1,00	0,037 0,054	0,041 0,059	0,078 0,112	150	0,0029	2,16 2,88	1,24 1,09	0,92 1,79	1,07 1,94	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
C8	T12	38,82	0,70 1,00	0,027 0,039	0,000 0,000	0,027 0,039	150	0,0121	4,03 3,56	3,13 2,66	0,90 0,90	1,05 1,05	0,19 0,19	0,63 0,63	2,08 2,48	0,012 0,012
C9	T28	27,10	0,70 1,00	0,019 0,027	0,000 0,000	0,019 0,027	150	0,0029	2,60 2,90	1,70 1,62	0,90 1,28	1,05 1,43	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T29	33,06	0,70 1,00	0,023 0,033	0,019 0,027	0,042 0,060	150	0,0029	2,90 3,50	1,62 1,53	1,28 1,97	1,43 2,12	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T30	27,36	0,70 1,00	0,019 0,027	0,042 0,060	0,061 0,088	150	0,0029	3,50 3,39	1,53 1,45	1,97 1,94	2,12 2,09	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
C10	T34	30,04	0,70 1,00	0,021 0,030	0,000 0,000	0,021 0,030	150	0,0029	2,33 2,73	1,43 1,34	0,90 1,39	1,05 1,54	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012

#### 4.1.1.2 Bacia 2

**Tabela 4.3 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 2  
(Dados Gerais dos Trechos)**

Col. nº	PV		Extensão (m)	Nome do Trecho	Diâmetro (mm)	Cota (m)		Recob. Mínimo (m)
	Inicial	Final				Montante	Jusante	
C1	1	2	40,21	T1	150	2,79	2,68	0,90
	2	3	37,08	T2	150	2,68	2,55	0,90
	3	4	37,73	T3	150	2,55	2,39	0,90
	4	5	38,41	T4	150	2,35	2,24	0,90
	5	6	19,01	T5	150	2,24	2,18	0,90
	6	7	37,80	T6	150	2,18	2,07	0,90
	7	8	44,65	T7	150	2,07	1,95	0,90
	8	9	44,55	T8	150	1,87	1,74	0,90
	9	10	46,35	T9	150	1,74	1,61	0,90
	10	11	44,47	T10	150	1,19	1,07	0,90
	11	12	38,31	T11	150	1,00	0,91	0,90
	12	13	37,06	T12	150	0,91	0,82	0,90
	13	EE-02	15,18	T13	150	0,82	0,78	0,90
C2	27	28	52,07	T28	150	2,18	2,03	0,90
	28	29	45,15	T29	150	1,82	1,69	0,90
	29	30	44,06	T30	150	1,27	1,14	0,90
	30	11	41,60	T31	150	1,14	1,02	0,90
C3	33	34	59,88	T34	150	2,72	2,05	0,90
	34	8	59,60	T35	150	2,04	1,87	0,90
C4	36	39	56,23	T40	150	2,12	1,96	0,90
	39	38	46,28	T41	150	1,96	1,83	0,90
	38	10	42,52	T39	150	1,31	1,19	0,90
C5	9	39	41,46	T42	150	2,19	2,02	0,90
C6	15	2	9,67	T43	150	2,79	2,75	0,90
C7	40	37	22,99	T44	150	1,54	1,47	0,90
	37	38	55,91	T38	150	1,47	1,31	0,90
C8	6	41	17,39	T45	150	2,42	2,37	0,90
	41	42	19,27	T46	150	2,37	2,32	0,90
	42	5	13,98	T47	150	2,32	2,28	0,90
C9	17	44	34,81	T49	150	2,63	2,53	0,90
	44	7	34,31	T50	150	2,53	2,37	0,90
C10	46	47	50,66	T52	150	2,63	2,49	0,90
	47	20	47,63	T53	150	2,43	2,30	0,90
	20	21	51,92	T21	150	2,25	2,11	0,90
	21	22	50,16	T22	150	2,11	1,96	0,90
	22	23	53,28	T23	150	1,96	1,81	0,90
	23	24	51,74	T24	150	1,81	1,66	0,90
	24	25	36,19	T25	150	1,66	1,56	0,90
	25	56	52,25	T65	150	1,56	1,41	0,90
C11	56	29	49,14	T66	150	1,41	1,27	0,90
	27	26	48,17	T68	150	2,18	2,04	0,90
	26	25	43,84	T67	150	1,92	1,80	0,90
C12	1	14	46,17	T14	150	2,79	2,66	0,90
	14	15	18,41	T15	150	2,66	2,61	0,90
	15	16	9,49	T16	150	2,61	2,58	0,90
	16	17	37,90	T17	150	2,58	2,47	0,90
	17	18	11,37	T18	150	2,47	2,44	0,90
	18	19	54,69	T19	150	2,44	2,28	0,90
	19	20	9,09	T20	150	2,28	2,25	0,90

**Tabela 4.3 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 2  
(Dados Gerais dos Trechos) – Continuação**

Col. nº	PV		Extensão (m)	Nome do Trecho	Diâmetro (mm)	Cota (m)		Recob. Mínimo (m)
	Inicial	Final				Montante	Jusante	
C13	31	32	47,80	T32	150	3,10	2,87	0,90
	32	7	49,92	T33	150	2,87	2,37	0,90
C14	35	36	31,25	T36	150	2,35	2,12	0,90
	36	37	46,94	T37	150	2,12	1,70	0,90
C15	43	16	30,72	T48	150	2,76	2,67	0,90
C16	45	4	22,25	T51	150	2,41	2,35	0,90
C17	18	47	33,96	T54	150	2,53	2,43	0,90
C18	46	48	52,35	T55	150	2,63	2,24	0,90
	48	49	50,64	T56	150	2,23	2,09	0,90
	49	50	53,78	T57	150	2,09	1,93	0,90
	50	24	45,66	T58	150	1,93	1,80	0,90
C19	52	53	50,55	T60	150	2,24	2,06	0,90
	53	26	45,29	T61	150	2,05	1,92	0,90
C20	54	55	48,64	T63	150	2,33	1,96	0,90
	55	28	45,21	T64	150	1,95	1,82	0,90
C21	51	30	56,95	T59	150	1,40	1,24	0,90
C22	54	53	49,17	T62	150	2,33	2,06	0,90

**Tabela 4.4 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 2 (Resultados dos Trechos)**

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C1	T1	40,21	0,80 1,20	0,032 0,048	0,000 0,000	0,032 0,048	150	0,0029	3,69 3,65	2,79 2,67	0,90 0,98	1,05 1,13	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T2	37,08	0,80 1,20	0,030 0,044	0,040 0,060	0,070 0,104	150	0,0034	3,65 3,45	2,67 2,55	0,98 0,90	1,13 1,05	0,27 0,27	0,39 0,39	0,78 2,89	0,012 0,012
	T3	37,73	0,80 1,20	0,030 0,045	0,070 0,104	0,100 0,149	150	0,0042	3,45 3,29	2,55 2,39	0,90 0,90	1,05 1,05	0,26 0,26	0,42 0,42	0,94 2,82	0,012 0,012
	T4	38,41	0,80 1,20	0,031 0,046	0,118 0,176	0,149 0,222	150	0,0029	3,29 3,30	2,35 2,24	0,94 1,06	1,09 1,21	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T5	19,01	0,80 1,20	0,015 0,023	0,190 0,283	0,205 0,305	150	0,0029	3,30 3,32	2,24 2,18	1,06 1,14	1,21 1,29	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T6	37,80	0,80 1,20	0,030 0,045	0,205 0,305	0,235 0,351	150	0,0029	3,32 3,27	2,18 2,07	1,14 1,20	1,29 1,35	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T7	44,65	0,80 1,20	0,036 0,053	0,369 0,551	0,405 0,604	150	0,0029	3,27 3,12	2,07 1,95	1,20 1,17	1,35 1,32	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T8	44,55	0,80 1,20	0,036 0,053	0,501 0,747	0,537 0,801	150	0,0029	3,12 3,09	1,87 1,74	1,25 1,35	1,40 1,50	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T9	46,35	0,80 1,20	0,037 0,056	0,537 0,801	0,574 0,856	150	0,0029	3,09 3,06	1,74 1,61	1,35 1,45	1,50 1,60	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T10	44,47	0,80 1,20	0,036 0,053	0,850 1,268	0,886 1,321	150	0,0029	3,06 3,09	1,19 1,06	1,87 2,03	2,02 2,18	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T11	38,31	0,80 1,20	0,031 0,046	2,066 3,079	2,096 3,125	150	0,0024	3,09 2,60	1,00 0,91	2,09 1,69	2,24 1,84	0,35 0,44	0,37 0,42	0,69 3,49	0,012 0,012
	T12	37,06	0,80 1,20	0,030 0,044	2,096 3,125	2,126 3,170	150	0,0024	2,60 2,00	0,91 0,82	1,69 1,18	1,84 1,33	0,36 0,44	0,38 0,42	0,69 3,50	0,012 0,012
	T13	15,18	0,80 1,20	0,012 0,018	2,126 3,170	2,138 3,188	150	0,0024	2,00 2,00	0,82 0,78	1,18 1,22	1,33 1,37	0,36 0,45	0,38 0,42	0,69 3,50	0,012 0,012
C2	T28	52,07	0,80 1,20	0,042 0,062	0,000 0,000	0,042 0,062	150	0,0029	3,08 3,06	2,18 2,03	0,90 1,03	1,05 1,18	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T29	45,15	0,80 1,20	0,036 0,054	0,117 0,175	0,154 0,229	150	0,0029	3,06 2,90	1,82 1,69	1,24 1,21	1,39 1,36	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T30	44,06	0,80 1,20	0,035 0,053	1,065 1,588	1,100 1,640	150	0,0029	2,90 2,89	1,27 1,14	1,63 1,75	1,78 1,90	0,28 0,30	0,36 0,37	0,69 3,00	0,012 0,012
	T31	41,60	0,80 1,20	0,033 0,050	1,146 1,709	1,180 1,758	150	0,0029	2,89 3,09	1,14 1,02	1,75 2,07	1,90 2,22	0,28 0,31	0,36 0,38	0,69 3,04	0,012 0,012

**Tabela 4.4 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 2 (Resultados dos Trechos) – Continuação**

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C3	T34	59,88	0,80	0,048	0,000	0,048	150	0,0112	3,62	2,72	0,90	1,05	0,20	0,61	1,96	0,012
			1,20	0,072	0,000	0,072			2,95	2,05	0,90	1,05	0,20	0,61	2,51	0,012
C4	T35	59,60	0,80	0,048	0,048	0,096	150	0,0029	2,95	2,04	0,91	1,06	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,20	0,071	0,072	0,143			3,12	1,87	1,25	1,40	0,28	0,36	2,94	0,012
	T40	56,23	0,80	0,045	0,000	0,045	150	0,0029	3,02	2,12	0,90	1,05	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,20	0,067	0,000	0,067			2,92	1,96	0,96	1,11	0,28	0,36	2,94	0,012
	T41	46,28	0,80	0,037	0,079	0,116	150	0,0029	2,92	1,96	0,96	1,11	0,28	0,36	0,69	0,012
1,20			0,055	0,117	0,172	2,77			1,83	0,94	1,09	0,28	0,36	2,94	0,012	
C4	T39	42,52	0,80	0,034	0,242	0,276	150	0,0029	2,77	1,31	1,46	1,61	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,20	0,051	0,361	0,412			3,06	1,19	1,87	2,02	0,28	0,36	2,94	0,012
	T42	41,46	0,80	0,033	0,000	0,033	150	0,0041	3,09	2,19	0,90	1,05	0,26	0,41	0,91	0,012
C5	T42	41,46	1,20	0,050	0,000	0,050	150	0,0041	2,92	2,02	0,90	1,05	0,26	0,41	2,83	0,012
			C6	T43	9,67	0,80			0,008	0,000	0,008	150	0,0041	3,69	2,79	0,90
1,20	0,012	0,000				0,012	3,65	2,75	0,90	1,05	0,26			0,41	2,83	0,012
C7	T44	22,99	0,80	0,018	0,000	0,018	150	0,0029	2,44	1,54	0,90	1,05	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,20	0,028	0,000	0,028			2,60	1,47	1,13	1,28	0,28	0,36	2,94	0,012
	T38	55,91	0,80	0,045	0,081	0,126	150	0,0029	2,60	1,47	1,13	1,28	0,28	0,36	0,69	0,012
C8	T38	55,91	1,20	0,067	0,121	0,188	150	0,0029	2,77	1,31	1,46	1,61	0,28	0,36	2,94	0,012
			T45	17,39	0,80	0,014			0,000	0,014	150	0,0029	3,32	2,42	0,90	1,05
	1,20	0,021			0,000	0,021	3,33	2,37	0,96	1,11			0,28	0,36	2,94	0,012
	T46	19,27	0,80	0,015	0,014	0,029	150	0,0029	3,33	2,37	0,96	1,11	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,20	0,023	0,021	0,044			3,29	2,32	0,97	1,12	0,28	0,36	2,94	0,012
T47	13,98	0,80	0,011	0,029	0,041	150	0,0029	3,29	2,32	0,97	1,12	0,28	0,36	0,69	0,012	
C9	T49	34,81	1,20	0,017	0,044	0,061	150	0,0029	3,30	2,28	1,02	1,17	0,28	0,36	2,94	0,012
			T49	34,81	0,80	0,028			0,000	0,028	150	0,0029	3,53	2,63	0,90	1,05
	1,20	0,042			0,000	0,042	3,49	2,53	0,96	1,11			0,28	0,36	2,94	0,012
	T50	34,31	0,80	0,028	0,028	0,056	150	0,0047	3,49	2,53	0,96	1,11	0,25	0,43	1,01	0,012
1,20			0,041	0,042	0,083	3,27			2,37	0,90	1,05	0,25	0,43	2,79	0,012	
C10	T52	50,66	0,80	0,041	0,000	0,041	150	0,0029	3,53	2,63	0,90	1,05	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,20	0,061	0,000	0,061			3,40	2,48	0,92	1,07	0,28	0,36	2,94	0,012
	T53	47,63	0,80	0,038	0,068	0,106	150	0,0029	3,40	2,43	0,97	1,12	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,20	0,057	0,101	0,158			3,25	2,30	0,95	1,10	0,28	0,36	2,94	0,012
	T21	51,92	0,80	0,042	0,281	0,323	150	0,0029	3,25	2,25	1,00	1,15	0,28	0,36	0,69	0,012
C10	T21	51,92	1,20	0,062	0,419	0,482	150	0,0029	3,15	2,11	1,04	1,19	0,28	0,36	2,94	0,012



**Tabela 4.4 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 2 (Resultados dos Trechos) – Continuação**

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n Início/Fim
C10	T22	50,16	0,80 1,20	0,040 0,060	0,323 0,482	0,363 0,542	150	0,0029	3,15 3,39	2,11 1,96	1,04 1,43	1,19 1,58	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T23	53,28	0,80 1,20	0,043 0,064	0,363 0,542	0,406 0,605	150	0,0029	3,39 3,07	1,96 1,81	1,43 1,26	1,58 1,41	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T24	51,74	0,80 1,20	0,042 0,062	0,406 0,605	0,448 0,667	150	0,0029	3,07 2,99	1,81 1,66	1,26 1,33	1,41 1,48	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T25	36,19	0,80 1,20	0,029 0,043	0,610 0,910	0,639 0,953	150	0,0029	2,99 2,80	1,66 1,56	1,33 1,24	1,48 1,39	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T65	52,25	0,80 1,20	0,042 0,063	0,830 1,237	0,872 1,300	150	0,0029	2,80 3,38	1,56 1,41	1,24 1,97	1,39 2,12	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T66	49,14	0,80 1,20	0,039 0,059	0,872 1,300	0,911 1,359	150	0,0029	3,38 2,90	1,41 1,27	1,97 1,63	2,12 1,78	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
C11	T68	48,17	0,80 1,20	0,039 0,058	0,000 0,000	0,039 0,058	150	0,0029	3,08 3,06	2,18 2,04	0,90 1,02	1,05 1,17	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T67	43,84	0,80 1,20	0,035 0,053	0,155 0,231	0,190 0,284	150	0,0029	3,06 2,80	1,92 1,80	1,14 1,00	1,29 1,15	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
C12	T14	46,17	0,80 1,20	0,037 0,055	0,000 0,000	0,037 0,055	150	0,0029	3,69 3,64	2,79 2,66	0,90 0,98	1,05 1,13	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T15	18,41	0,80 1,20	0,015 0,022	0,037 0,055	0,052 0,077	150	0,0029	3,64 3,69	2,66 2,61	0,98 1,08	1,13 1,23	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T16	9,49	0,80 1,20	0,008 0,011	0,052 0,077	0,060 0,089	150	0,0029	3,69 3,69	2,61 2,58	1,08 1,11	1,23 1,26	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T17	37,90	0,80 1,20	0,030 0,045	0,084 0,126	0,115 0,171	150	0,0029	3,69 3,53	2,58 2,47	1,11 1,06	1,26 1,21	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T18	11,37	0,80 1,20	0,009 0,014	0,115 0,171	0,124 0,185	150	0,0029	3,53 3,43	2,47 2,44	1,06 0,99	1,21 1,14	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T19	54,69	0,80 1,20	0,044 0,066	0,124 0,185	0,168 0,250	150	0,0029	3,43 3,28	2,44 2,28	0,99 1,00	1,14 1,15	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T20	9,09	0,80 1,20	0,007 0,011	0,168 0,250	0,175 0,261	150	0,0029	3,28 3,25	2,28 2,25	1,00 1,00	1,15 1,15	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T32	47,80	0,80 1,20	0,038 0,057	0,000 0,000	0,038 0,057	150	0,0048	4,00 3,77	3,10 2,87	0,90 0,90	1,05 1,05	0,25 0,25	0,44 0,44	1,03 2,78	0,012 0,012
C13	T33	49,92	0,80 1,20	0,040 0,060	0,038 0,057	0,079 0,117	150	0,0100	3,77 3,27	2,87 2,37	0,90 0,90	1,05 1,05	0,20 0,20	0,58 0,58	1,81 2,55	0,012 0,012

**Tabela 4.4 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 2 (Resultados dos Trechos) – Continuação**

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C14	T36	31,25	0,80	0,025	0,000	0,025	150	0,0074	3,25	2,35	0,90	1,05	0,22	0,51	1,44	0,012
			1,20	0,037	0,000	0,037			3,02	2,12	0,90	1,05	0,22	0,51	2,65	0,012
	T37	46,94	0,80	0,038	0,025	0,063	150	0,0089	3,02	2,12	0,90	1,05	0,21	0,55	1,66	0,012
			1,20	0,056	0,037	0,094			2,60	1,70	0,90	1,05	0,21	0,55	2,59	0,012
C15	T48	30,72	0,80	0,025	0,000	0,025	150	0,0029	3,66	2,76	0,90	1,05	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,20	0,037	0,000	0,037			3,69	2,67	1,02	1,17	0,28	0,36	2,94	0,012
C16	T51	22,25	0,80	0,018	0,000	0,018	150	0,0029	3,31	2,41	0,90	1,05	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,20	0,027	0,000	0,027			3,29	2,35	0,94	1,09	0,28	0,36	2,94	0,012
C17	T54	33,96	0,80	0,027	0,000	0,027	150	0,0029	3,43	2,53	0,90	1,05	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,20	0,041	0,000	0,041			3,40	2,43	0,97	1,12	0,28	0,36	2,94	0,012
C18	T55	52,35	0,80	0,042	0,000	0,042	150	0,0074	3,53	2,63	0,90	1,05	0,22	0,51	1,45	0,012
			1,20	0,063	0,000	0,063			3,14	2,24	0,90	1,05	0,22	0,51	2,65	0,012
	T56	50,64	0,80	0,041	0,042	0,083	150	0,0029	3,14	2,23	0,91	1,06	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,20	0,061	0,063	0,123			3,15	2,09	1,06	1,21	0,28	0,36	2,94	0,012
	T57	53,78	0,80	0,043	0,083	0,126	150	0,0029	3,15	2,09	1,06	1,21	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,20	0,064	0,123	0,188			3,21	1,93	1,28	1,43	0,28	0,36	2,94	0,012
	T58	45,66	0,80	0,037	0,126	0,163	150	0,0029	3,21	1,93	1,28	1,43	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,20	0,055	0,188	0,242			2,99	1,80	1,19	1,34	0,28	0,36	2,94	0,012
	T60	50,55	0,80	0,041	0,000	0,041	150	0,0036	3,14	2,24	0,90	1,05	0,27	0,39	0,82	0,012
			1,20	0,061	0,000	0,061			2,96	2,06	0,90	1,05	0,27	0,39	2,87	0,012
C19	T61	45,29	0,80	0,036	0,080	0,117	150	0,0029	2,96	2,05	0,91	1,06	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,20	0,054	0,119	0,174			3,06	1,92	1,14	1,29	0,28	0,36	2,94	0,012
C20	T63	48,64	0,80	0,039	0,000	0,039	150	0,0076	3,23	2,33	0,90	1,05	0,22	0,52	1,47	0,012
			1,20	0,058	0,000	0,058			2,86	1,96	0,90	1,05	0,22	0,52	2,64	0,012
	T64	45,21	0,80	0,036	0,039	0,075	150	0,0029	2,86	1,95	0,91	1,06	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,20	0,054	0,058	0,112			3,06	1,82	1,24	1,39	0,28	0,36	2,94	0,012
C21	T59	56,95	0,80	0,046	0,000	0,046	150	0,0029	2,30	1,40	0,90	1,05	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,20	0,068	0,000	0,068			2,89	1,24	1,65	1,80	0,28	0,36	2,94	0,012
C22	T62	49,17	0,80	0,040	0,000	0,040	150	0,0055	3,23	2,33	0,90	1,05	0,24	0,46	1,15	0,012
			1,20	0,059	0,000	0,059			2,96	2,06	0,90	1,05	0,24	0,46	2,74	0,012

#### 4.1.1.3 Bacia 3

**Tabela 4.5 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 3  
(Dados Gerais dos Trechos)**

Col. nº	PV		Extensão (m)	Nome do Trecho	Diâmetro (mm)	Cota (m)		Recob. Mínimo (m)
	Inicial	Final				Montante	Jusante	
C1	1	2	45,79	T1	150	2,82	2,65	0,90
	2	3	20,00	T2	150	2,55	1,69	0,90
	3	4	35,71	T3	150	1,57	1,47	0,90
	4	5	29,31	T4	150	1,47	1,38	0,90
	5	6	57,20	T5	150	1,38	1,22	0,90
	6	7	44,32	T6	150	1,22	1,09	0,90
	7	8	23,26	T7	150	1,09	1,02	0,90
	8	9	37,21	T8	150	1,02	0,92	0,90
	9	10	31,26	T9	150	0,92	0,83	0,90
	10	11	41,47	T10	150	0,83	0,71	0,90
	11	12	46,97	T11	150	0,70	0,57	0,90
	12	13	56,43	T12	150	0,57	0,41	0,90
	13	EE-03	11,92	T13	150	0,40	0,37	0,90
C2	14	15	33,88	T20	150	2,86	2,76	0,90
	15	16	39,11	T21	150	2,76	2,59	0,90
	16	17	41,17	T22	150	2,59	1,98	0,90
	17	18	38,89	T23	150	1,96	1,85	0,90
	18	19	14,55	T24	150	1,85	1,81	0,90
	19	20	21,08	T25	150	1,81	1,75	0,90
	20	21	39,24	T26	150	1,75	1,62	0,90
	21	50	32,25	T62	150	1,62	1,53	0,90
C3	50	13	35,31	T63	150	1,53	1,43	0,90
	24	25	59,99	T14	150	2,75	2,40	0,90
	25	26	26,93	T15	150	2,30	2,23	0,90
	26	27	11,54	T16	150	2,15	2,12	0,90
	27	28	42,91	T17	150	2,07	1,94	0,90
	28	29	43,43	T18	150	1,94	1,82	0,90
C4	29	7	22,60	T19	150	1,82	1,75	0,90
C5	16	8	46,97	T28	150	2,59	2,09	0,90
C6	7	22	39,64	T29	150	2,11	2,00	0,90
C7	22	11	36,79	T30	150	2,00	1,62	0,90
C8	20	10	40,00	T34	150	1,99	1,19	0,90
C9	21	23	18,46	T33	150	1,62	1,45	0,90
C10	23	12	16,93	T35	150	1,44	1,39	0,90
C11	31	26	45,38	T37	150	2,28	2,15	0,90
C12	31	30	16,04	T38	150	2,28	2,23	0,90
C13	30	27	58,80	T36	150	2,23	2,07	0,90
C14	32	33	51,79	T39	150	2,83	2,28	0,90
C15	33	29	10,74	T40	150	2,28	2,12	0,90
C16	32	35	45,94	T43	150	2,83	2,33	0,90
C17	35	36	27,90	T44	150	2,28	2,06	0,90
C18	36	37	36,61	T45	150	1,71	1,60	0,90
C19	37	3	11,22	T46	150	1,60	1,57	0,90
C20	42	41	35,09	T51	150	3,04	2,10	0,90
C21	41	37	40,32	T50	150	2,09	1,82	0,90

**Tabela 4.5 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 3  
(Dados Gerais dos Trechos) – Continuação**

Col. nº	PV		Extensão (m)	Nome do Trecho	Diâmetro (mm)	Cota (m)		Recob. Mínimo (m)
	Inicial	Final				Montante	Jusante	
C13	38	43	30,18	T52	150	2,69	2,59	0,90
	43	44	18,54	T53	150	2,59	2,39	0,90
	44	45	50,29	T54	150	2,39	1,98	0,90
	45	46	48,81	T55	150	1,97	1,83	0,90
	46	36	42,30	T56	150	1,83	1,71	0,90
C14	34	25	44,54	T60	150	2,43	2,30	0,90
C15	49	35	46,84	T61	150	2,41	2,28	0,90
C16	15	6	56,74	T32	150	2,78	2,62	0,90
C17	34	33	45,86	T41	150	2,43	2,28	0,90
C18	38	39	30,74	T47	150	2,69	2,55	0,90
	39	40	38,57	T48	150	2,55	2,28	0,90
	40	41	34,82	T49	150	2,28	2,10	0,90
C19	14	47	29,26	T57	150	2,86	2,77	0,90
	47	48	39,87	T58	150	2,77	2,61	0,90
	48	2	18,94	T59	150	2,61	2,55	0,90

**Tabela 4.6 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 3 (Resultados dos Trechos)**

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C1	T1	45,79	0,78 1,15	0,036 0,053	0,000 0,000	0,036 0,053	150	0,0037	3,72 3,55	2,82 2,65	0,90 0,90	1,05 1,05	0,27 0,27	0,40 0,40	0,84 2,86	0,012 0,012
	T2	20,00	0,78 1,15	0,016 0,023	0,104 0,155	0,120 0,178	150	0,0431	3,55 2,59	2,55 1,69	1,00 0,90	1,15 1,05	0,13 0,13	1,08 1,09	5,26 2,09	0,010 0,010
	T3	35,71	0,78 1,15	0,028 0,041	0,540 0,799	0,568 0,841	150	0,0029	2,59 2,96	1,57 1,47	1,02 1,49	1,17 1,64	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T4	29,31	0,78 1,15	0,023 0,034	0,568 0,841	0,590 0,874	150	0,0029	2,96 3,27	1,47 1,38	1,49 1,89	1,64 2,04	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T5	57,20	0,78 1,15	0,045 0,066	0,590 0,874	0,635 0,940	150	0,0029	3,27 3,56	1,38 1,22	1,89 2,34	2,04 2,49	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T6	44,32	0,78 1,15	0,035 0,051	0,679 1,006	0,714 1,057	150	0,0029	3,56 3,01	1,22 1,09	2,34 1,92	2,49 2,07	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T7	23,26	0,78 1,15	0,018 0,027	1,089 1,612	1,107 1,639	150	0,0029	3,01 2,99	1,09 1,02	1,92 1,97	2,07 2,12	0,28 0,30	0,36 0,37	0,69 3,00	0,012 0,012
	T8	37,21	0,78 1,15	0,029 0,043	1,143 1,693	1,172 1,736	150	0,0029	2,99 2,42	1,02 0,92	1,97 1,50	2,12 1,65	0,28 0,31	0,36 0,38	0,69 3,03	0,012 0,012
	T9	31,26	0,78 1,15	0,024 0,036	1,172 1,736	1,197 1,772	150	0,0029	2,42 2,09	0,92 0,83	1,50 1,26	1,65 1,41	0,28 0,31	0,36 0,38	0,69 3,05	0,012 0,012
	T10	41,47	0,78 1,15	0,032 0,048	1,228 1,819	1,260 1,866	150	0,0029	2,09 2,52	0,82 0,71	1,27 1,81	1,42 1,96	0,28 0,32	0,36 0,39	0,69 3,08	0,012 0,012
	T11	46,97	0,78 1,15	0,037 0,054	1,320 1,955	1,357 2,009	150	0,0029	2,52 2,46	0,70 0,57	1,82 1,89	1,97 2,04	0,28 0,33	0,36 0,40	0,69 3,13	0,012 0,012
	T12	56,43	0,78 1,15	0,044 0,065	1,384 2,050	1,428 2,115	150	0,0029	2,46 2,40	0,57 0,41	1,89 1,99	2,04 2,14	0,28 0,34	0,36 0,40	0,69 3,16	0,012 0,012
	T13	11,92	0,78 1,15	0,009 0,014	1,659 2,456	1,668 2,470	150	0,0027	2,40 2,40	0,40 0,37	2,00 2,03	2,15 2,18	0,30 0,37	0,37 0,41	0,69 3,28	0,012 0,012
C2	T20	33,88	0,78 1,15	0,026 0,039	0,000 0,000	0,026 0,039	150	0,0029	3,76 3,68	2,86 2,76	0,90 0,92	1,05 1,07	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T21	39,11	0,78 1,15	0,031 0,045	0,026 0,039	0,057 0,084	150	0,0044	3,68 3,49	2,76 2,59	0,92 0,90	1,07 1,05	0,25 0,25	0,42 0,42	0,97 2,81	0,012 0,012
	T22	41,17	0,78 1,15	0,032 0,048	0,057 0,084	0,089 0,132	150	0,0148	3,49 2,88	2,59 1,98	0,90 0,90	1,05 1,05	0,18 0,18	0,69 0,69	2,40 2,41	0,011 0,011
	T23	38,89	0,78 1,15	0,030 0,045	0,089 0,132	0,119 0,177	150	0,0029	2,88 2,97	1,96 1,85	0,92 1,12	1,07 1,27	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012

**Tabela 4.6 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 3 (Resultados dos Trechos) – Continuação**

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C2	T24	14,55	0,78	0,011	0,119	0,131	150	0,0029	2,97	1,85	1,12	1,27	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,017	0,177	0,194			2,93	1,81	1,12	1,27	0,28	0,36	2,94	0,012
	T25	21,08	0,78	0,016	0,131	0,147	150	0,0029	2,93	1,81	1,12	1,27	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,024	0,194	0,218			2,89	1,75	1,14	1,29	0,28	0,36	2,94	0,012
	T26	39,24	0,78	0,031	0,147	0,178	150	0,0033	2,89	1,75	1,14	1,29	0,27	0,38	0,78	0,012
			1,15	0,045	0,218	0,263			2,52	1,62	0,90	1,05	0,27	0,38	2,89	0,012
C3	T62	32,25	0,78	0,025	0,178	0,203	150	0,0029	2,52	1,62	0,90	1,05	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,037	0,263	0,300			2,55	1,53	1,02	1,17	0,28	0,36	2,94	0,012
	T63	35,31	0,78	0,028	0,203	0,230	150	0,0029	2,55	1,53	1,02	1,17	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,041	0,300	0,341			2,40	1,43	0,97	1,12	0,28	0,36	2,94	0,012
	T14	59,99	0,78	0,047	0,000	0,047	150	0,0058	3,65	2,75	0,90	1,05	0,24	0,47	1,20	0,012
			1,15	0,069	0,000	0,069			3,30	2,40	0,90	1,05	0,24	0,47	2,72	0,012
C4	T15	26,93	0,78	0,021	0,082	0,103	150	0,0029	3,30	2,30	1,00	1,15	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,031	0,121	0,152			3,17	2,23	0,94	1,09	0,28	0,36	2,94	0,012
	T16	11,54	0,78	0,009	0,138	0,147	150	0,0029	3,17	2,15	1,02	1,17	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,013	0,204	0,218			3,18	2,12	1,06	1,21	0,28	0,36	2,94	0,012
	T17	42,91	0,78	0,033	0,205	0,239	150	0,0029	3,18	2,07	1,11	1,26	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,050	0,304	0,354			3,05	1,94	1,11	1,26	0,28	0,36	2,94	0,012
C5	T18	43,43	0,78	0,034	0,239	0,273	150	0,0029	3,05	1,94	1,11	1,26	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,050	0,354	0,404			3,02	1,82	1,20	1,35	0,28	0,36	2,94	0,012
	T19	22,60	0,78	0,018	0,357	0,375	150	0,0029	3,02	1,82	1,20	1,35	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,026	0,529	0,555			3,01	1,75	1,26	1,41	0,28	0,36	2,94	0,012
	T28	46,97	0,78	0,037	0,000	0,037	150	0,0106	3,49	2,59	0,90	1,05	0,20	0,60	1,89	0,012
			1,15	0,054	0,000	0,054			2,99	2,09	0,90	1,05	0,20	0,60	2,53	0,012
C6	T29	39,64	0,78	0,031	0,000	0,031	150	0,0029	3,01	2,11	0,90	1,05	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,046	0,000	0,046			2,92	2,00	0,92	1,07	0,28	0,36	2,94	0,012
C7	T30	36,79	0,78	0,029	0,031	0,060	150	0,0102	2,92	2,00	0,92	1,07	0,20	0,59	1,84	0,012
			1,15	0,042	0,046	0,088			2,52	1,62	0,90	1,05	0,20	0,59	2,54	0,012
C8	T34	40,00	0,78	0,031	0,000	0,031	150	0,0200	2,89	1,99	0,90	1,05	0,17	0,78	2,99	0,011
			1,15	0,046	0,000	0,046			2,09	1,19	0,90	1,05	0,17	0,79	2,32	0,011
C9	T33	18,46	0,78	0,014	0,000	0,014	150	0,0092	2,52	1,62	0,90	1,05	0,21	0,56	1,70	0,012
			1,15	0,021	0,000	0,021			2,35	1,45	0,90	1,05	0,21	0,56	2,58	0,012
C10	T35	16,93	0,78	0,013	0,014	0,028	150	0,0029	2,35	1,44	0,91	1,06	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,020	0,021	0,041			2,46	1,39	1,07	1,22	0,28	0,36	2,94	0,012

**Tabela 4.6 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 3 (Resultados dos Trechos) – Continuação**

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C8	T37	45,38	0,78	0,035	0,000	0,035	150	0,0029	3,18	2,28	0,90	1,05	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,052	0,000	0,052			3,17	2,15	1,02	1,17	0,28	0,36	2,94	0,012
C9	T38	16,04	0,78	0,013	0,000	0,013	150	0,0029	3,18	2,28	0,90	1,05	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,019	0,000	0,019			3,25	2,23	1,02	1,17	0,28	0,36	2,94	0,012
	T36	58,80	0,78	0,046	0,013	0,058	150	0,0029	3,25	2,23	1,02	1,17	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,068	0,019	0,086			3,18	2,07	1,11	1,26	0,28	0,36	2,94	0,012
C10	T39	51,79	0,78	0,040	0,000	0,040	150	0,0106	3,73	2,83	0,90	1,05	0,20	0,59	1,89	0,012
			1,15	0,060	0,000	0,060			3,18	2,28	0,90	1,05	0,20	0,59	2,53	0,012
	T40	10,74	0,78	0,008	0,076	0,085	150	0,0149	3,18	2,28	0,90	1,05	0,18	0,69	2,41	0,011
			1,15	0,012	0,113	0,125			3,02	2,12	0,90	1,05	0,18	0,69	2,41	0,011
C11	T43	45,94	0,78	0,036	0,000	0,036	150	0,0109	3,73	2,83	0,90	1,05	0,20	0,60	1,92	0,012
			1,15	0,053	0,000	0,053			3,23	2,33	0,90	1,05	0,20	0,60	2,52	0,012
	T44	27,90	0,78	0,022	0,072	0,094	150	0,0077	3,23	2,28	0,95	1,10	0,22	0,52	1,49	0,012
			1,15	0,032	0,107	0,139			2,96	2,06	0,90	1,05	0,22	0,52	2,63	0,012
	T45	36,61	0,78	0,029	0,242	0,271	150	0,0029	2,96	1,71	1,25	1,40	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,042	0,359	0,401			2,73	1,60	1,13	1,28	0,28	0,36	2,94	0,012
	T46	11,22	0,78	0,009	0,411	0,420	150	0,0029	2,73	1,60	1,13	1,28	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,013	0,609	0,622			2,59	1,57	1,02	1,17	0,28	0,36	2,94	0,012
C12	T51	35,09	0,78	0,027	0,000	0,027	150	0,0268	3,94	3,04	0,90	1,05	0,15	0,88	3,72	0,011
			1,15	0,041	0,000	0,041			3,00	2,10	0,90	1,05	0,15	0,89	2,23	0,011
	T50	40,32	0,78	0,031	0,109	0,140	150	0,0066	3,00	2,09	0,91	1,06	0,23	0,49	1,33	0,012
			1,15	0,047	0,161	0,207			2,73	1,82	0,91	1,06	0,23	0,49	2,69	0,012
C13	T52	30,18	0,78	0,024	0,000	0,024	150	0,0033	3,59	2,69	0,90	1,05	0,27	0,38	0,77	0,012
			1,15	0,035	0,000	0,035			3,49	2,59	0,90	1,05	0,27	0,38	2,89	0,012
	T53	18,54	0,78	0,014	0,024	0,038	150	0,0108	3,49	2,59	0,90	1,05	0,20	0,60	1,91	0,012
			1,15	0,021	0,035	0,056			3,29	2,39	0,90	1,05	0,20	0,60	2,52	0,012
	T54	50,29	0,78	0,039	0,038	0,077	150	0,0082	3,29	2,39	0,90	1,05	0,22	0,53	1,55	0,012
			1,15	0,058	0,056	0,114			2,88	1,98	0,90	1,05	0,22	0,53	2,62	0,012
	T55	48,81	0,78	0,038	0,077	0,115	150	0,0029	2,88	1,97	0,91	1,06	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,056	0,114	0,171			2,79	1,83	0,96	1,11	0,28	0,36	2,94	0,012
	T56	42,30	0,78	0,033	0,115	0,148	150	0,0029	2,79	1,83	0,96	1,11	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,049	0,171	0,220			2,96	1,71	1,25	1,40	0,28	0,36	2,94	0,012
C14	T60	44,54	0,78	0,035	0,000	0,035	150	0,0029	3,33	2,43	0,90	1,05	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,051	0,000	0,051			3,30	2,30	1,00	1,15	0,28	0,36	2,94	0,012

**Tabela 4.6 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 3 (Resultados dos Trechos) – Continuação**

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C15	T61	46,84	0,78	0,037	0,000	0,037	150	0,0029	3,31	2,41	0,90	1,05	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,054	0,000	0,054			3,23	2,28	0,95	1,10	0,28	0,36	2,94	0,012
C16	T32	56,74	0,78	0,044	0,000	0,044	150	0,0029	3,68	2,78	0,90	1,05	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,066	0,000	0,066			3,56	2,62	0,94	1,09	0,28	0,36	2,94	0,012
C17	T41	45,86	0,78	0,036	0,000	0,036	150	0,0033	3,33	2,43	0,90	1,05	0,27	0,38	0,76	0,012
			1,15	0,053	0,000	0,053			3,18	2,28	0,90	1,05	0,27	0,38	2,90	0,012
C18	T47	30,74	0,78	0,024	0,000	0,024	150	0,0046	3,59	2,69	0,90	1,05	0,25	0,43	0,99	0,012
			1,15	0,036	0,000	0,036			3,45	2,55	0,90	1,05	0,25	0,43	2,80	0,012
	T48	38,57	0,78	0,030	0,024	0,054	150	0,0070	3,45	2,55	0,90	1,05	0,23	0,50	1,38	0,012
			1,15	0,045	0,036	0,080			3,18	2,28	0,90	1,05	0,23	0,50	2,67	0,012
	T49	34,82	0,78	0,027	0,054	0,081	150	0,0052	3,18	2,28	0,90	1,05	0,24	0,45	1,09	0,012
			1,15	0,040	0,080	0,120			3,00	2,10	0,90	1,05	0,24	0,45	2,76	0,012
C19	T57	29,26	0,78	0,023	0,000	0,023	150	0,0031	3,76	2,86	0,90	1,05	0,28	0,37	0,73	0,012
			1,15	0,034	0,000	0,034			3,67	2,77	0,90	1,05	0,28	0,37	2,92	0,012
	T58	39,87	0,78	0,031	0,023	0,054	150	0,0040	3,67	2,77	0,90	1,05	0,26	0,41	0,90	0,012
			1,15	0,046	0,034	0,080			3,51	2,61	0,90	1,05	0,26	0,41	2,84	0,012
	T59	18,94	0,78	0,015	0,054	0,069	150	0,0029	3,51	2,61	0,90	1,05	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,15	0,022	0,080	0,102			3,55	2,55	1,00	1,15	0,28	0,36	2,94	0,012



#### 4.1.1.4 Bacia 4

**Tabela 4.7 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 4  
(Dados Gerais dos Trechos)**

Col. nº	PV		Extensão (m)	Nome do Trecho	Diâmetro (mm)	Cota (m)		Recob. Mínimo (m)
	Inicial	Final				Montante	Jusante	
C1	1	2	45,27	T1	150	2,53	2,03	0,90
	2	3	42,86	T2	150	2,02	1,89	0,90
	3	4	35,72	T3	150	0,86	0,79	0,90
	4	5	42,14	T4	150	0,79	0,71	0,90
	5	6	53,33	T5	150	0,71	0,62	0,90
	6	7	57,65	T6	150	0,61	0,51	0,90
	7	8	34,68	T7	150	0,51	0,45	0,90
	8	9	33,58	T8	150	0,45	0,39	0,90
	9	10	7,86	T9	250	-0,02	-0,03	0,90
	10	11	54,45	T10	250	-0,03	-0,09	0,90
	11	12	51,39	T11	250	-0,09	-0,15	0,90
	12	13	40,81	T12	250	-0,15	-0,20	0,90
	13	14	59,54	T13	250	-0,20	-0,27	0,90
	14	EE-04	14,41	T14	250	-0,27	-0,29	0,90
C2	13	40	59,46	T41	150	0,81	0,50	0,90
	40	41	54,01	T42	150	0,49	0,34	0,90
	41	9	57,13	T43	150	0,34	0,18	0,90
C3	43	44	57,84	T45	150	3,66	2,26	0,90
	44	45	59,81	T46	150	2,25	1,72	0,90
	45	46	48,45	T47	150	1,70	1,60	0,90
	46	47	22,70	T48	150	1,59	1,55	0,90
	47	48	36,82	T49	150	1,55	1,47	0,90
	48	49	12,17	T50	150	1,47	1,45	0,90
	49	50	8,21	T51	150	1,45	1,43	0,90
	50	51	6,27	T52	150	1,43	1,41	0,90
	51	22	41,19	T53	150	1,03	0,95	0,90
	22	23	22,57	T23	150	0,94	0,90	0,90
	23	24	30,87	T24	150	0,70	0,64	0,90
	24	25	31,62	T25	150	0,64	0,59	0,90
	25	26	56,30	T26	150	0,58	0,49	0,90
	26	27	29,95	T27	150	0,47	0,43	0,90
	27	28	32,49	T28	200	0,43	0,37	0,90
	28	29	32,46	T29	200	0,37	0,32	0,90
	29	30	44,35	T30	200	0,32	0,25	0,90
	30	31	45,65	T31	200	0,25	0,17	0,90
	31	32	59,94	T32	200	0,17	0,08	0,90
	32	9	59,67	T33	200	0,08	-0,02	0,90
C4	42	32	33,08	T44	150	1,39	1,30	0,90
C5	48	52	47,27	T54	150	1,92	1,79	0,90
	52	53	45,66	T55	150	1,79	1,40	0,90
	53	54	23,51	T56	150	1,40	1,33	0,90
	54	55	45,41	T57	150	1,33	1,20	0,90
	55	51	46,43	T58	150	1,20	1,07	0,90
C6	57	59	35,69	T62	150	1,97	1,75	0,90
	59	47	37,36	T63	150	1,74	1,64	0,90

**Tabela 4.7 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 4  
(Dados Gerais dos Trechos) – Continuação**

Col. nº	PV		Extensão (m)	Nome do Trecho	Diâmetro (mm)	Cota (m)		Recob. Mínimo (m)
	Inicial	Final				Montante	Jusante	
C7	56	62	24,78	T67	150	2,50	2,32	0,90
	62	63	8,44	T68	150	2,31	2,29	0,90
	63	64	31,96	T69	150	2,29	2,05	0,90
	64	20	30,70	T70	150	2,05	1,96	0,90
	20	21	45,89	T21	150	1,95	1,78	0,90
	21	22	42,89	T22	150	1,78	1,65	0,90
C8	56	57	46,15	T59	150	2,50	1,97	0,90
	57	58	42,28	T60	150	1,96	1,84	0,90
	58	46	35,80	T61	150	1,84	1,73	0,90
C9	56	60	22,04	T64	150	2,50	2,44	0,90
	60	61	44,17	T65	150	2,44	2,31	0,90
	61	18	43,10	T66	150	2,31	2,19	0,90
	18	19	32,50	T19	150	2,19	2,07	0,90
	19	20	28,97	T20	150	2,07	1,96	0,90
C10	62	65	53,76	T71	150	2,32	2,15	0,90
	65	49	49,10	T72	150	2,15	1,92	0,90
C11	67	68	38,23	T75	150	2,89	2,78	0,90
	68	16	37,38	T76	150	2,78	2,67	0,90
	16	17	46,32	T17	150	2,66	2,35	0,90
	17	18	53,27	T18	150	2,34	2,19	0,90
C12	63	66	50,95	T73	150	2,30	2,13	0,90
	66	50	50,29	T74	150	2,13	1,94	0,90
C13	67	69	44,24	T77	150	2,89	2,55	0,90
	69	70	36,07	T78	150	2,55	2,29	0,90
	70	25	34,54	T79	150	2,29	2,01	0,90
C14	77	78	31,25	T87	150	2,52	2,38	0,90
	78	79	35,04	T88	150	2,38	1,81	0,90
	79	73	46,37	T89	150	1,79	1,66	0,90
	73	74	6,75	T83	150	1,66	1,64	0,90
	74	75	30,41	T84	150	1,64	1,56	0,90
	75	76	47,19	T85	150	1,56	1,42	0,90
	76	26	39,60	T86	150	1,42	1,31	0,90
C15	33	87	45,97	T97	150	2,26	2,13	0,90
	87	84	46,30	T98	150	2,13	1,93	0,90
	84	85	2,45	T94	150	1,75	1,74	0,90
	85	86	34,42	T95	150	1,74	1,65	0,90
	86	36	35,18	T96	150	1,65	1,36	0,90
	36	37	40,04	T37	150	1,15	1,08	0,90
	37	38	39,85	T38	150	1,08	1,00	0,90
	38	39	35,25	T39	150	1,00	0,93	0,90
	39	3	36,92	T40	150	0,93	0,86	0,90
C16	69	71	41,96	T80	150	2,55	2,13	0,90
	71	20	39,41	T81	150	2,12	1,95	0,90
C17	88	34	57,89	T99	150	1,63	1,46	0,90
	34	35	46,89	T35	150	1,46	1,33	0,90
	35	36	48,78	T36	150	1,33	1,19	0,90
C18	89	90	55,76	T100	150	1,37	1,21	0,90
	90	4	59,72	T101	150	1,21	1,04	0,90
C19	92	93	58,35	T103	150	2,52	1,99	0,90
	93	85	21,61	T104	150	1,98	1,89	0,90

**Tabela 4.7 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 4**  
**(Dados Gerais dos Trechos) – Continuação**

Col. nº	PV		Extensão (m)	Nome do Trecho	Diâmetro (mm)	Cota (m)		Recob. Mínimo (m)
	Inicial	Final				Montante	Jusante	
C20	74	98	39,29	T110	150	1,94	1,83	0,90
	98	25	39,87	T111	150	1,83	1,71	0,90
C21	32-3	101	46,16	T114	150	2,83	2,64	0,90
	101	102	45,54	T115	150	2,64	2,33	0,90
	102	83	46,74	T116	150	2,33	1,94	0,90
	83	84	56,49	T93	150	1,86	1,75	0,90
C22	92	94	31,53	T105	150	2,52	2,38	0,90
	94	95	46,47	T106	150	2,38	2,01	0,90
	95	96	15,14	T107	150	2,00	1,94	0,90
	96	97	45,35	T108	150	1,94	1,81	0,90
	97	26	39,63	T109	150	1,81	1,70	0,90
C23	99	100	47,75	T112	150	1,02	0,88	0,90
	100	23	47,15	T113	150	0,88	0,75	0,90
C24	77	91	58,83	T117	150	2,52	1,99	0,90
	91	85	21,05	T102	150	1,98	1,89	0,90
C25	78	103	45,88	T118	150	2,38	1,99	0,90
	103	75	13,96	T119	150	1,98	1,92	0,90
C26	48-3	80	49,69	T121	150	2,41	2,24	0,90
	80	81	47,41	T90	150	2,24	2,10	0,90
	81	82	37,42	T91	150	2,10	2,00	0,90
	82	83	37,73	T92	150	2,00	1,89	0,90
C27	30-3	33	24,57	T120	150	2,35	2,26	0,90
	33	34	57,57	T34	150	2,26	1,89	0,90
C28	42-3	15	37,21	T122	150	3,04	2,79	0,90
	15	16	4,47	T16	150	2,67	2,66	0,90
C29	38-3	72	32,48	T123	150	2,69	2,39	0,90
	72	73	29,30	T82	150	2,39	1,99	0,90
C30	6	30	45,38	T124	150	1,82	1,38	0,90
C31	1-3	15	51,45	T15	150	2,82	2,67	0,90

**Tabela 4.8 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 4 (Resultados dos Trechos)**

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C1	T1	45,27	0,81 1,22	0,037 0,055	0,000 0,000	0,037 0,055	150	0,0110	3,43 2,93	2,53 2,03	0,90 0,90	1,05 1,05	0,20 0,20	0,60 0,60	1,94 2,52	0,012 0,012
	T2	42,86	0,81 1,22	0,035 0,052	0,037 0,055	0,072 0,107	150	0,0030	2,93 2,80	2,02 1,89	0,91 0,91	1,06 1,06	0,28 0,28	0,37 0,37	0,72 2,92	0,012 0,012
	T3	35,72	0,81 1,22	0,029 0,043	3,620 4,090	3,649 4,133	150	0,0019	2,80 2,72	0,86 0,79	1,94 1,93	2,09 2,08	0,52 0,56	0,40 0,41	0,70 3,76	0,012 0,012
	T4	42,14	0,81 1,22	0,034 0,051	3,743 4,273	3,777 4,325	150	0,0018	2,72 2,92	0,79 0,71	1,93 2,21	2,08 2,36	0,53 0,58	0,40 0,41	0,70 3,80	0,012 0,012
	T5	53,33	0,81 1,22	0,043 0,065	3,777 4,325	3,821 4,390	150	0,0018	2,92 2,72	0,71 0,62	2,21 2,10	2,36 2,25	0,54 0,58	0,40 0,41	0,70 3,81	0,012 0,012
	T6	57,65	0,81 1,22	0,047 0,070	3,821 4,390	3,868 4,460	150	0,0018	2,72 2,57	0,61 0,51	2,11 2,06	2,26 2,21	0,54 0,59	0,40 0,41	0,70 3,82	0,012 0,012
	T7	34,68	0,81 1,22	0,028 0,042	3,868 4,460	3,896 4,502	150	0,0018	2,57 2,35	0,51 0,45	2,06 1,90	2,21 2,05	0,54 0,60	0,40 0,41	0,70 3,83	0,012 0,012
	T8	33,58	0,81 1,22	0,027 0,041	3,896 4,502	3,923 4,543	150	0,0018	2,35 1,43	0,45 0,39	1,90 1,04	2,05 1,19	0,55 0,60	0,40 0,41	0,70 3,84	0,012 0,012
	T9	7,86	0,81 1,22	0,006 0,010	9,129 11,008	9,136 11,017	250	0,0012	1,43 1,37	-0,02 -0,03	1,45 1,40	1,70 1,65	0,45 0,51	0,42 0,44	0,69 4,72	0,012 0,012
	T10	54,45	0,81 1,22	0,044 0,066	9,136 11,017	9,180 11,083	250	0,0012	1,37 1,39	-0,03 -0,09	1,40 1,48	1,65 1,73	0,46 0,51	0,42 0,44	0,69 4,72	0,012 0,012
	T11	51,39	0,81 1,22	0,042 0,063	9,180 11,083	9,222 11,146	250	0,0012	1,39 1,53	-0,09 -0,15	1,48 1,68	1,73 1,93	0,46 0,51	0,42 0,44	0,69 4,73	0,012 0,012
	T12	40,81	0,81 1,22	0,033 0,050	9,222 11,146	9,255 11,196	250	0,0012	1,53 1,71	-0,15 -0,20	1,68 1,91	1,93 2,16	0,46 0,51	0,42 0,44	0,69 4,73	0,012 0,012
	T13	59,54	0,81 1,22	0,048 0,072	9,255 11,196	9,304 11,268	250	0,0012	1,71 1,56	-0,20 -0,27	1,91 1,83	2,16 2,08	0,46 0,51	0,42 0,44	0,69 4,74	0,012 0,012
	T14	14,41	0,81 1,22	0,012 0,018	9,304 11,268	9,315 11,286	250	0,0012	1,56 1,56	-0,27 -0,29	1,83 1,85	2,08 2,10	0,46 0,52	0,42 0,44	0,69 4,74	0,012 0,012
C2	T41	59,46	0,81 1,22	0,048 0,072	0,000 0,000	0,048 0,072	150	0,0052	1,71 1,40	0,81 0,50	0,90 0,90	1,05 1,05	0,24 0,24	0,45 0,45	1,10 2,76	0,012 0,012
	T42	54,01	0,81 1,22	0,044 0,066	0,048 0,072	0,092 0,138	150	0,0029	1,40 1,31	0,49 0,34	0,91 0,97	1,06 1,12	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T43	57,13	0,81 1,22	0,046 0,069	0,092 0,138	0,139 0,207	150	0,0029	1,31 1,43	0,34 0,18	0,97 1,25	1,12 1,40	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012

**Tabela 4.8 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 4 (Resultados dos Trechos) – Continuação**

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C3	T45	57,84	0,81 1,22	0,047 0,070	2,660 2,660	2,707 2,730	150	0,0242	4,56 3,16	3,66 2,26	0,90 0,90	1,05 1,05	0,20 0,21	1,04 1,04	4,39 2,56	0,010 0,010
	T46	59,81	0,81 1,22	0,049 0,073	2,707 2,730	2,756 2,803	150	0,0089	3,16 2,63	2,25 1,72	0,91 0,91	1,06 1,06	0,28 0,28	0,68 0,69	2,10 2,93	0,012 0,012
	T47	48,45	0,81 1,22	0,039 0,059	2,756 2,803	2,795 2,862	150	0,0021	2,63 2,78	1,70 1,60	0,93 1,18	1,08 1,33	0,43 0,44	0,38 0,39	0,69 3,48	0,012 0,012
	T48	22,70	0,81 1,22	0,018 0,028	2,896 3,013	2,915 3,041	150	0,0020	2,78 2,73	1,59 1,55	1,19 1,18	1,34 1,33	0,44 0,45	0,39 0,39	0,69 3,52	0,012 0,012
	T49	36,82	0,81 1,22	0,030 0,045	2,974 3,130	3,004 3,174	150	0,0020	2,73 2,82	1,54 1,47	1,19 1,35	1,34 1,50	0,45 0,47	0,39 0,39	0,69 3,56	0,012 0,012
	T50	12,17	0,81 1,22	0,010 0,015	3,004 3,174	3,014 3,189	150	0,0020	2,82 2,82	1,47 1,45	1,35 1,37	1,50 1,52	0,45 0,47	0,39 0,39	0,69 3,56	0,012 0,012
	T51	8,21	0,81 1,22	0,007 0,010	3,098 3,314	3,104 3,324	150	0,0020	2,82 2,84	1,45 1,43	1,37 1,41	1,52 1,56	0,46 0,48	0,39 0,40	0,71 3,59	0,012 0,012
	T52	6,27	0,81 1,22	0,005 0,008	3,187 3,447	3,192 3,455	150	0,0020	2,84 2,86	1,43 1,41	1,41 1,45	1,56 1,60	0,47 0,49	0,39 0,40	0,71 3,62	0,012 0,012
	T53	41,19	0,81 1,22	0,034 0,050	3,361 3,708	3,395 3,758	150	0,0019	2,86 2,64	1,03 0,95	1,83 1,69	1,98 1,84	0,49 0,52	0,39 0,40	0,70 3,69	0,012 0,012
	T23	22,57	0,81 1,22	0,018 0,027	3,969 4,616	3,987 4,643	150	0,0018	2,64 2,62	0,94 0,90	1,70 1,72	1,85 1,87	0,55 0,61	0,40 0,41	0,70 3,85	0,012 0,012
	T24	30,87	0,81 1,22	0,025 0,038	4,065 4,759	4,090 4,796	150	0,0018	2,62 2,82	0,70 0,64	1,92 2,18	2,07 2,33	0,56 0,63	0,40 0,41	0,69 3,88	0,012 0,012
	T25	31,62	0,81 1,22	0,026 0,038	4,090 4,796	4,115 4,835	150	0,0017	2,82 2,91	0,64 0,59	2,18 2,32	2,33 2,47	0,57 0,63	0,40 0,41	0,69 3,88	0,012 0,012
	T26	56,30	0,81 1,22	0,046 0,068	4,273 5,071	4,319 5,139	150	0,0017	2,91 3,05	0,58 0,49	2,33 2,56	2,48 2,71	0,59 0,66	0,40 0,41	0,69 3,92	0,012 0,012
	T27	29,95	0,81 1,22	0,024 0,036	4,756 5,792	4,780 5,828	150	0,0016	3,05 2,92	0,47 0,42	2,58 2,50	2,73 2,65	0,64 0,75	0,40 0,41	0,68 4,00	0,012 0,012
	T28	32,49	0,81 1,22	0,026 0,040	4,780 5,828	4,806 5,868	200	0,0016	2,92 2,71	0,42 0,37	2,50 2,34	2,70 2,54	0,41 0,45	0,40 0,42	0,69 4,07	0,012 0,012
	T29	32,46	0,81 1,22	0,026 0,039	4,806 5,868	4,833 5,907	200	0,0016	2,71 2,59	0,37 0,32	2,34 2,27	2,54 2,47	0,41 0,46	0,40 0,42	0,69 4,08	0,012 0,012
	T30	44,35	0,81 1,22	0,036 0,054	4,833 5,907	4,869 5,961	200	0,0016	2,59 2,28	0,32 0,25	2,27 2,03	2,47 2,23	0,41 0,46	0,40 0,42	0,69 4,09	0,012 0,012

**Tabela 4.8 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 4 (Resultados dos Trechos) – Continuação**

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C3	T31	45,65	0,81 1,22	0,037 0,056	4,906 6,016	4,943 6,072	200	0,0016	2,28 2,56	0,25 0,17	2,03 2,39	2,23 2,59	0,41 0,47	0,40 0,42	0,69 4,11	0,012 0,012
	T32	59,94	0,81 1,22	0,049 0,073	4,943 6,072	4,992 6,145	200	0,0016	2,56 2,56	0,17 0,08	2,39 2,48	2,59 2,68	0,42 0,47	0,40 0,42	0,69 4,12	0,012 0,012
	T33	59,67	0,81 1,22	0,049 0,073	5,019 6,185	5,067 6,257	200	0,0016	2,56 1,43	0,08 -0,02	2,48 1,45	2,68 1,65	0,42 0,48	0,40 0,42	0,69 4,13	0,012 0,012
C4	T44	33,08	0,81 1,22	0,027 0,040	0,000 0,000	0,027 0,040	150	0,0029	2,29 2,56	1,39 1,30	0,90 1,26	1,05 1,41	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
C5	T54	47,27	0,81 1,22	0,038 0,057	0,000 0,000	0,038 0,057	150	0,0029	2,82 2,79	1,92 1,78	0,90 1,01	1,05 1,16	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T55	45,66	0,81 1,22	0,037 0,056	0,038 0,057	0,076 0,113	150	0,0084	2,79 2,30	1,78 1,40	1,01 0,90	1,16 1,05	0,21 0,21	0,54 0,54	1,59 2,61	0,012 0,012
	T56	23,51	0,81 1,22	0,019 0,029	0,076 0,113	0,095 0,142	150	0,0029	2,30 2,47	1,40 1,33	0,90 1,14	1,05 1,29	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T57	45,41	0,81 1,22	0,037 0,055	0,095 0,142	0,132 0,197	150	0,0029	2,47 2,75	1,33 1,20	1,14 1,55	1,29 1,70	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T58	46,43	0,81 1,22	0,038 0,056	0,132 0,197	0,170 0,253	150	0,0029	2,75 2,86	1,20 1,07	1,55 1,79	1,70 1,94	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T62	35,69	0,81 1,22	0,029 0,043	0,000 0,000	0,029 0,043	150	0,0062	2,87 2,65	1,97 1,75	0,90 0,90	1,05 1,05	0,23 0,23	0,48 0,48	1,25 2,71	0,012 0,012
C6	T63	37,36	0,81 1,22	0,030 0,045	0,029 0,043	0,059 0,089	150	0,0029	2,65 2,73	1,74 1,64	0,91 1,09	1,06 1,24	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
C7	T67	24,78	0,81 1,22	0,020 0,030	0,000 0,000	0,020 0,030	150	0,0073	3,40 3,22	2,50 2,32	0,90 0,90	1,05 1,05	0,22 0,22	0,51 0,51	1,42 2,65	0,012 0,012
	T68	8,44	0,81 1,22	0,007 0,010	0,020 0,030	0,027 0,040	150	0,0029	3,22 3,20	2,31 2,29	0,91 0,91	1,06 1,06	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T69	31,96	0,81 1,22	0,026 0,039	0,027 0,040	0,053 0,079	150	0,0074	3,20 2,95	2,29 2,05	0,91 0,90	1,06 1,05	0,22 0,22	0,51 0,51	1,45 2,65	0,012 0,012
	T70	30,70	0,81 1,22	0,025 0,037	0,053 0,079	0,078 0,117	150	0,0029	2,95 2,86	2,05 1,96	0,90 0,90	1,05 1,05	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T21	45,89	0,81 1,22	0,037 0,056	0,502 0,750	0,539 0,805	150	0,0038	2,86 2,68	1,95 1,78	0,91 0,90	1,06 1,05	0,26 0,26	0,40 0,40	0,85 2,86	0,012 0,012
	T22	42,89	0,81 1,22	0,035 0,052	0,539 0,805	0,574 0,858	150	0,0029	2,68 2,64	1,78 1,65	0,90 0,99	1,05 1,14	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012

**Tabela 4.8 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 4 (Resultados dos Trechos) – Continuação**

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C8	T59	46,15	0,81 1,22	0,038 0,056	0,000 0,000	0,038 0,056	150	0,0115	3,40 2,87	2,50 1,97	0,90 0,90	1,05 1,05	0,20 0,20	0,62 0,62	2,00 2,50	0,012 0,012
	T60	42,28	0,81 1,22	0,034 0,051	0,038 0,056	0,072 0,108	150	0,0029	2,87 2,75	1,96 1,84	0,91 0,91	1,06 1,06	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T61	35,80	0,81 1,22	0,029 0,044	0,072 0,108	0,101 0,151	150	0,0029	2,75 2,78	1,84 1,73	0,91 1,05	1,06 1,20	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
C9	T64	22,04	0,81 1,22	0,018 0,027	0,000 0,000	0,018 0,027	150	0,0029	3,40 3,39	2,50 2,44	0,90 0,95	1,05 1,10	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T65	44,17	0,81 1,22	0,036 0,054	0,018 0,027	0,054 0,081	150	0,0029	3,39 3,31	2,44 2,31	0,95 1,00	1,10 1,15	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T66	43,10	0,81 1,22	0,035 0,052	0,054 0,081	0,089 0,133	150	0,0029	3,31 3,10	2,31 2,19	1,00 0,91	1,15 1,06	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T19	32,50	0,81 1,22	0,026 0,040	0,307 0,459	0,334 0,499	150	0,0036	3,10 2,97	2,19 2,07	0,91 0,90	1,06 1,05	0,27 0,27	0,39 0,39	0,82 2,87	0,012 0,012
	T20	28,97	0,81 1,22	0,024 0,035	0,334 0,499	0,357 0,534	150	0,0038	2,97 2,86	2,07 1,96	0,90 0,90	1,05 1,05	0,26 0,26	0,40 0,40	0,86 2,85	0,012 0,012
C10	T71	53,76	0,81 1,22	0,044 0,065	0,000 0,000	0,044 0,065	150	0,0032	3,22 3,05	2,32 2,15	0,90 0,90	1,05 1,05	0,28 0,28	0,38 0,38	0,74 2,91	0,012 0,012
	T72	49,10	0,81 1,22	0,040 0,060	0,044 0,065	0,084 0,125	150	0,0047	3,05 2,82	2,15 1,92	0,90 0,90	1,05 1,05	0,25 0,25	0,43 0,43	1,01 2,79	0,012 0,012
C11	T75	38,23	0,81 1,22	0,031 0,046	0,000 0,000	0,031 0,046	150	0,0029	3,79 3,70	2,89 2,78	0,90 0,92	1,05 1,07	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T76	37,38	0,81 1,22	0,030 0,045	0,031 0,046	0,062 0,092	150	0,0029	3,70 3,62	2,78 2,67	0,92 0,95	1,07 1,10	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T17	46,32	0,81 1,22	0,038 0,056	0,137 0,205	0,175 0,262	150	0,0067	3,62 3,25	2,66 2,35	0,96 0,90	1,11 1,05	0,23 0,23	0,49 0,49	1,34 2,68	0,012 0,012
	T18	53,27	0,81 1,22	0,043 0,065	0,175 0,262	0,218 0,326	150	0,0029	3,25 3,10	2,34 2,19	0,91 0,91	1,06 1,06	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
C12	T73	50,95	0,81 1,22	0,041 0,062	0,000 0,000	0,041 0,062	150	0,0033	3,20 3,03	2,30 2,13	0,90 0,90	1,05 1,05	0,27 0,27	0,38 0,38	0,78 2,89	0,012 0,012
	T74	50,29	0,81 1,22	0,041 0,061	0,041 0,062	0,082 0,123	150	0,0038	3,03 2,84	2,13 1,94	0,90 0,90	1,05 1,05	0,26 0,26	0,40 0,40	0,85 2,85	0,012 0,012
C13	T77	44,24	0,81 1,22	0,036 0,054	0,000 0,000	0,036 0,054	150	0,0077	3,79 3,45	2,89 2,55	0,90 0,90	1,05 1,05	0,22 0,22	0,52 0,52	1,48 2,64	0,012 0,012

**Tabela 4.8 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 4 (Resultados dos Trechos) – Continuação**

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C13	T78	36,07	0,81 1,22	0,029 0,044	0,036 0,054	0,065 0,098	150	0,0072	3,45 3,19	2,55 2,29	0,90 0,90	1,05 1,05	0,22 0,22	0,51 0,51	1,42 2,66	0,012 0,012
	T79	34,54	0,81 1,22	0,028 0,042	0,065 0,098	0,093 0,140	150	0,0081	3,19 2,91	2,29 2,01	0,90 0,90	1,05 1,05	0,22 0,22	0,53 0,53	1,54 2,62	0,012 0,012
C14	T87	31,25	0,81 1,22	0,025 0,038	0,000 0,000	0,025 0,038	150	0,0045	3,42 3,28	2,52 2,38	0,90 0,90	1,05 1,05	0,25 0,25	0,43 0,43	0,98 2,80	0,012 0,012
	T88	35,04	0,81 1,22	0,029 0,043	0,025 0,038	0,054 0,081	150	0,0163	3,28 2,71	2,38 1,81	0,90 0,90	1,05 1,05	0,18 0,18	0,72 0,72	2,57 2,38	0,011 0,011
	T89	46,37	0,81 1,22	0,038 0,056	0,054 0,081	0,092 0,137	150	0,0029	2,71 2,89	1,79 1,66	0,92 1,23	1,07 1,38	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T83	6,75	0,81 1,22	0,005 0,008	0,142 0,212	0,147 0,220	150	0,0029	2,89 2,84	1,66 1,64	1,23 1,20	1,38 1,35	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T84	30,41	0,81 1,22	0,025 0,037	0,147 0,220	0,172 0,257	150	0,0029	2,84 2,83	1,64 1,55	1,20 1,28	1,35 1,43	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T85	47,19	0,81 1,22	0,038 0,057	0,221 0,330	0,259 0,388	150	0,0029	2,83 3,00	1,55 1,42	1,28 1,58	1,43 1,73	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T86	39,60	0,81 1,22	0,032 0,048	0,259 0,388	0,292 0,436	150	0,0029	3,00 3,05	1,42 1,31	1,58 1,74	1,73 1,89	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T97	45,97	0,81 1,22	0,037 0,056	0,000 0,000	0,037 0,056	150	0,0029	3,16 3,16	2,26 2,13	0,90 1,03	1,05 1,18	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
C15	T98	46,30	0,81 1,22	0,038 0,056	0,037 0,056	0,075 0,112	150	0,0043	3,16 2,83	2,13 1,93	1,03 0,90	1,18 1,05	0,26 0,26	0,42 0,42	0,94 2,82	0,012 0,012
	T94	2,45	0,81 1,22	0,002 0,003	3,044 3,229	3,046 3,232	150	0,0020	2,83 2,80	1,75 1,74	1,08 1,06	1,23 1,21	0,46 0,47	0,39 0,39	0,69 3,57	0,012 0,012
	T95	34,42	0,81 1,22	0,028 0,042	3,176 3,426	3,204 3,468	150	0,0026	2,80 2,55	1,74 1,65	1,06 0,90	1,21 1,05	0,43 0,45	0,43 0,44	0,88 3,53	0,012 0,012
	T96	35,18	0,81 1,22	0,029 0,043	3,204 3,468	3,233 3,511	150	0,0082	2,55 2,26	1,65 1,36	0,90 0,90	1,05 1,05	0,31 0,32	0,70 0,72	2,11 3,09	0,011 0,011
	T37	40,04	0,81 1,22	0,033 0,049	3,424 3,797	3,457 3,846	150	0,0019	2,26 2,56	1,15 1,08	1,11 1,48	1,26 1,63	0,50 0,53	0,39 0,40	0,70 3,70	0,012 0,012
	T38	39,85	0,81 1,22	0,032 0,048	3,457 3,846	3,489 3,895	150	0,0019	2,56 2,60	1,08 1,00	1,48 1,60	1,63 1,75	0,50 0,53	0,39 0,41	0,70 3,71	0,012 0,012
	T39	35,25	0,81 1,22	0,029 0,043	3,489 3,895	3,518 3,938	150	0,0019	2,60 2,75	1,00 0,93	1,60 1,82	1,75 1,97	0,50 0,54	0,39 0,41	0,70 3,72	0,012 0,012



**Tabela 4.8 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 4 (Resultados dos Trechos) – Continuação**

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C15	T40	36,92	0,81	0,030	3,518	3,548	150	0,0019	2,75	0,93	1,82	1,97	0,51	0,39	0,70	0,012
			1,22	0,045	3,938	3,982			2,80	0,86	1,94	2,09	0,54	0,41	3,73	0,012
C16	T80	41,96	0,81	0,034	0,000	0,034	150	0,0100	3,45	2,55	0,90	1,05	0,20	0,58	1,81	0,012
			1,22	0,051	0,000	0,051			3,03	2,13	0,90	1,05	0,20	0,58	2,55	0,012
	T81	39,41	0,81	0,032	0,034	0,066	150	0,0043	3,03	2,12	0,91	1,06	0,26	0,42	0,95	0,012
			1,22	0,048	0,051	0,099			2,86	1,95	0,91	1,06	0,26	0,42	2,81	0,012
C17	T99	57,89	0,81	0,047	0,000	0,047	150	0,0029	2,53	1,63	0,90	1,05	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,22	0,070	0,000	0,070			2,79	1,46	1,33	1,48	0,28	0,36	2,94	0,012
	T35	46,89	0,81	0,038	0,114	0,152	150	0,0029	2,79	1,46	1,33	1,48	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,22	0,057	0,170	0,227			2,72	1,33	1,39	1,54	0,28	0,36	2,94	0,012
	T36	48,78	0,81	0,040	0,152	0,192	150	0,0029	2,72	1,33	1,39	1,54	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,22	0,059	0,227	0,287			2,26	1,19	1,07	1,22	0,28	0,36	2,94	0,012
C18	T100	55,76	0,81	0,045	0,000	0,045	150	0,0029	2,27	1,37	0,90	1,05	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,22	0,068	0,000	0,068			2,50	1,21	1,29	1,44	0,28	0,36	2,94	0,012
	T101	59,72	0,81	0,049	0,045	0,094	150	0,0029	2,50	1,21	1,29	1,44	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,22	0,073	0,068	0,140			2,72	1,04	1,68	1,83	0,28	0,36	2,94	0,012
C19	T103	58,35	0,81	0,047	0,000	0,047	150	0,0091	3,42	2,52	0,90	1,05	0,21	0,56	1,68	0,012
			1,22	0,071	0,000	0,071			2,89	1,99	0,90	1,05	0,21	0,56	2,58	0,012
	T104	21,61	0,81	0,018	0,047	0,065	150	0,0042	2,89	1,98	0,91	1,06	0,26	0,42	0,92	0,012
			1,22	0,026	0,071	0,097			2,80	1,89	0,91	1,06	0,26	0,42	2,82	0,012
C20	T110	39,29	0,81	0,032	0,000	0,032	150	0,0029	2,84	1,94	0,90	1,05	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,22	0,048	0,000	0,048			3,64	1,83	1,81	1,96	0,28	0,36	2,94	0,012
	T111	39,87	0,81	0,032	0,032	0,064	150	0,0029	3,64	1,83	1,81	1,96	0,28	0,36	0,69	0,012
			1,22	0,048	0,048	0,096			2,91	1,71	1,20	1,35	0,28	0,36	2,94	0,012
C21	T114	46,16	0,81	0,038	2,670	2,708	150	0,0041	3,73	2,83	0,90	1,05	0,35	0,49	1,17	0,012
			1,22	0,056	2,670	2,726			3,54	2,64	0,90	1,05	0,35	0,49	3,21	0,012
	T115	45,54	0,81	0,037	2,708	2,745	150	0,0068	3,54	2,64	0,90	1,05	0,30	0,61	1,73	0,012
			1,22	0,055	2,726	2,782			3,23	2,33	0,90	1,05	0,31	0,61	3,04	0,012
	T116	46,74	0,81	0,038	2,745	2,783	150	0,0083	3,23	2,33	0,90	1,05	0,29	0,67	2,02	0,012
			1,22	0,057	2,782	2,838			2,84	1,94	0,90	1,05	0,29	0,67	2,96	0,012
	T93	56,49	0,81	0,046	2,923	2,969	150	0,0020	2,84	1,86	0,98	1,13	0,45	0,39	0,69	0,012
			1,22	0,069	3,048	3,117			2,83	1,75	1,08	1,23	0,46	0,39	3,54	0,012
C22	T105	31,53	0,81	0,026	0,000	0,026	150	0,0044	3,42	2,52	0,90	1,05	0,25	0,43	0,97	0,012
			1,22	0,038	0,000	0,038			3,28	2,38	0,90	1,05	0,25	0,43	2,80	0,012

**Tabela 4.8 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 4 (Resultados dos Trechos) – Continuação**

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C22	T106	46,47	0,81 1,22	0,038 0,057	0,026 0,038	0,063 0,095	150	0,0080	3,28 2,91	2,38 2,01	0,90 0,90	1,05 1,05	0,22 0,22	0,53 0,53	1,52 2,62	0,012 0,012
	T107	15,14	0,81 1,22	0,012 0,018	0,063 0,095	0,076 0,113	150	0,0040	2,91 2,85	2,00 1,94	0,91 0,91	1,06 1,06	0,26 0,26	0,41 0,41	0,89 2,84	0,012 0,012
	T108	45,35	0,81 1,22	0,037 0,055	0,076 0,113	0,113 0,168	150	0,0029	2,85 2,97	1,94 1,81	0,91 1,16	1,06 1,31	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T109	39,63	0,81 1,22	0,032 0,048	0,113 0,168	0,145 0,217	150	0,0029	2,97 3,05	1,81 1,70	1,16 1,35	1,31 1,50	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
C23	T112	47,75	0,81 1,22	0,039 0,058	0,000 0,000	0,039 0,058	150	0,0029	1,92 2,56	1,02 0,88	0,90 1,68	1,05 1,83	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T113	47,15	0,81 1,22	0,038 0,057	0,039 0,058	0,077 0,115	150	0,0029	2,56 2,62	0,88 0,75	1,68 1,87	1,83 2,02	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
C24	T117	58,83	0,81 1,22	0,048 0,072	0,000 0,000	0,048 0,072	150	0,0090	3,42 2,89	2,52 1,99	0,90 0,90	1,05 1,05	0,21 0,21	0,56 0,56	1,67 2,58	0,012 0,012
	T102	21,05	0,81 1,22	0,017 0,026	0,048 0,072	0,065 0,097	150	0,0043	2,89 2,80	1,98 1,89	0,91 0,91	1,06 1,06	0,26 0,26	0,42 0,42	0,94 2,82	0,012 0,012
C25	T118	45,88	0,81 1,22	0,037 0,056	0,000 0,000	0,037 0,056	150	0,0085	3,28 2,89	2,38 1,99	0,90 0,90	1,05 1,05	0,21 0,21	0,54 0,54	1,60 2,60	0,012 0,012
	T119	13,96	0,81 1,22	0,011 0,017	0,037 0,056	0,049 0,073	150	0,0043	2,89 2,83	1,98 1,92	0,91 0,91	1,06 1,06	0,26 0,26	0,42 0,42	0,94 2,81	0,012 0,012
C26	T121	49,69	0,81 1,22	0,040 0,060	0,000 0,000	0,040 0,060	150	0,0034	3,31 3,14	2,41 2,24	0,90 0,90	1,05 1,05	0,27 0,27	0,39 0,39	0,79 2,88	0,012 0,012
	T90	47,41	0,81 1,22	0,039 0,058	0,040 0,060	0,079 0,118	150	0,0029	3,14 3,19	2,24 2,10	0,90 1,09	1,05 1,24	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T91	37,42	0,81 1,22	0,030 0,046	0,079 0,118	0,109 0,164	150	0,0029	3,19 2,95	2,10 2,00	1,09 0,95	1,24 1,10	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
	T92	37,73	0,81 1,22	0,031 0,046	0,109 0,164	0,140 0,209	150	0,0029	2,95 2,84	2,00 1,89	0,95 0,95	1,10 1,10	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
C27	T120	24,57	0,81 1,22	0,020 0,030	0,000 0,000	0,020 0,030	150	0,0037	3,25 3,16	2,35 2,26	0,90 0,90	1,05 1,05	0,27 0,27	0,40 0,40	0,83 2,86	0,012 0,012
	T34	57,57	0,81 1,22	0,047 0,070	0,020 0,030	0,067 0,100	150	0,0064	3,16 2,79	2,26 1,89	0,90 0,90	1,05 1,05	0,23 0,23	0,49 0,49	1,30 2,69	0,012 0,012
C28	T122	37,21	0,81 1,22	0,030 0,045	0,000 0,000	0,030 0,045	150	0,0067	3,94 3,69	3,04 2,79	0,90 0,90	1,05 1,05	0,23 0,23	0,49 0,49	1,34 2,68	0,012 0,012

**Tabela 4.8 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 4 (Resultados dos Trechos) – Continuação**

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n mannings Início/Fim
C28	T16	4,47	0,81 1,22	0,004 0,005	0,072 0,108	0,076 0,113	150	0,0029	3,69 3,62	2,67 2,66	1,02 0,96	1,17 1,11	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012
C29	T123	32,48	0,81 1,22	0,026 0,040	0,000 0,000	0,026 0,040	150	0,0092	3,59 3,29	2,69 2,39	0,90 0,90	1,05 1,05	0,21 0,21	0,56 0,56	1,70 2,58	0,012 0,012
	T82	29,30	0,81 1,22	0,024 0,036	0,026 0,040	0,050 0,075	150	0,0136	3,29 2,89	2,39 1,99	0,90 0,90	1,05 1,05	0,19 0,18	0,66 0,67	2,26 2,44	0,012 0,012
C30	T124	45,38	0,81 1,22	0,037 0,055	0,000 0,000	0,037 0,055	150	0,0097	2,72 2,28	1,82 1,38	0,90 0,90	1,05 1,05	0,21 0,21	0,57 0,57	1,76 2,56	0,012 0,012
C31	T15	51,45	0,81 1,22	0,042 0,063	0,000 0,000	0,042 0,063	150	0,0029	3,72 3,69	2,82 2,67	0,90 1,02	1,05 1,17	0,28 0,28	0,36 0,36	0,69 2,94	0,012 0,012

**4.1.2 Estações Elevatórias/Emissários****Tabela 4.9 – Preço da Tubulação (R\$)**

<b>Largura da Vala (m)</b>		<b>Preço Tubo+Assentamento</b>		
<b>D (mm)</b>	<b>L (m)</b>	<b>PVC</b>	<b>FoFoK-7</b>	<b>FoFoK-9</b>
50	0,65	5,28	-	-
75	0,65	9,43	30,87	30,87
100	0,65	14,89	36,93	42,89
150	0,65	31,12	56,32	65,04
200	0,70	50,28	74,97	86,41
250	0,75	76,19	97,59	114,17
300	0,80	105,60	119,14	142,36
350	0,80	-	150,34	180,92
400	0,90	-	179,55	214,23
450	0,90	-	210,25	251,86
500	1,00	-	241,75	290,30
600	1,15	-	317,39	381,79
700	1,30	-	403,03	484,43
800	1,40	-	491,96	612,87
900	1,60	-	588,66	710,67
1.000	1,80	-	691,29	836,27
1.200	2,00	-	924,28	1.121,52

### 4.1.2.1 Cálculo da Estação Elevatória EEE-01

. Recalque	$Q_r = 1,27$
. Mínima diária da bacia	$Q_3 = 0,58$
Vazão adotada (l/s) =	$Q_r = 2,66$
Extensão do recalque (m) =	$L_r = 382,29$
Diâmetro de recalque (mm) =	$D_r = 75$
Velocidade média no recalque (m/s) =	$V_r = 0,60$
Rugosidade média (mm) =	$e = 0,08$
Cota do NA na Elevatória =	$C_M = -0,32$
Cota do NA a jusante =	$C_J = 4,56$
Altura geométrica (m) =	$H_g = 4,88$
Cálculo das perdas de carga localizadas	

. No recalque                      DN = 75

.. Peça	K	
Vál.Borboleta	0,15	
Tê entrada lateral	2,00	
Vál. Retenção	1,50	
Total	3,65	$h_r (m) = 0,07$

Cálculo das perdas de carga distribuídas                       $hf = j.L$

No recalque                       $j_r (m/m) = 0,006045$   
     $hf_r (m) = 2,31$

Altura manométrica:                       $H_m (m) = 7,26$

Bomba projetada

. Marca	ABS
. Modelo	ROB-25M
. Nº de conjuntos	
..Total	2,00
..Em operação	1,00
. Potência do motor	0,3 CV
. Rotação	3.450 rpm
. Diâmetro do recalque	50 mm

**Cálculo dos pontos da curva do sistema**

Q (l/s)	hp (m)	hf (m)	Hf (m)	Hm (m)
0,00	0,00	0,00	0,00	4,88
0,40	0,002	0,08	0,08	4,96
0,80	0,006	0,26	0,26	5,14
1,20	0,014	0,54	0,55	5,43
1,60	0,024	0,91	0,93	5,81
2,00	0,038	1,36	1,40	6,28
2,40	0,055	1,91	1,96	6,84
2,80	0,075	2,54	2,62	7,50
3,20	0,098	3,26	3,36	8,24
3,60	0,124	4,07	4,19	9,07
4,00	0,153	4,96	5,11	9,99
4,40	0,185	5,94	6,13	11,01

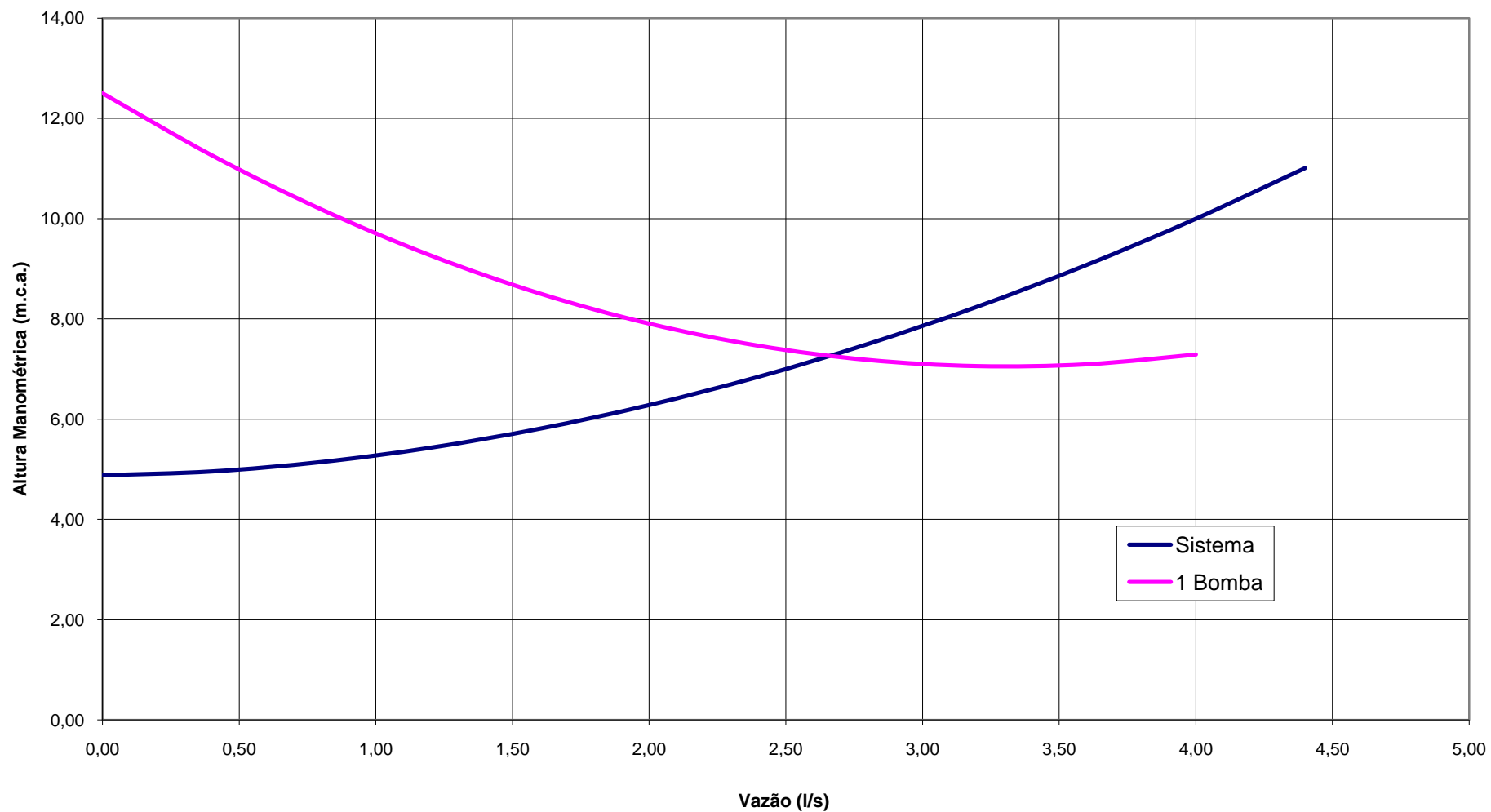
 Curva da bomba:  $H = aQ^2 + bQ + c$ 
 $a = 0,49748431$ 
 $b = -3,29323308$ 
 $c = 12,5000000$ 
**Dimensionamento do poço de sucção**

. Tempo de detenção máximo	$t \text{ (min)} = 12,00$
. Altura útil	$h \text{ (m)} = 0,60$
. Volume útil	$V_u \text{ (m}^3\text{)} = 0,58$
. Área do poço	$A \text{ (m}^2\text{)} = 0,97$
. Diâmetro do poço	$d \text{ (m)} = 1,15$
. Diâmetro Adotado	$d \text{ (m)} = 1,40$
. Tempo de esvaziamento do poço	$t_o \text{ (min)} = 4,68$
. Tempo de enchimento do poço	$t_s \text{ (min)} = 16,77$
. Tempo total de ciclo	$T \text{ (min)} = 21,45$
. Submersão mínima	$sub \text{ (m)} = 0,30$

**Pontos da curva da bomba**

Q (l/s)	Sistema	1 Bomba	2 Bombas	3 Bombas
0,00	0,00	12,50	0,00	0,00
0,40	0,002	11,26	0,00	0,00
0,80	0,006	10,18	0,00	0,00
1,20	0,014	9,26	0,00	0,00
1,60	0,024	8,50	0,00	0,00
2,00	0,038	7,90	0,00	0,00
2,40	0,055	7,46	0,00	0,00
2,80	0,075	7,18	0,00	0,00
3,20	0,098	7,06	0,00	0,00
3,60	0,124	7,09	0,00	0,00
4,00	0,153	7,29	0,00	0,00

**Figura 4.1 – Curva do Sistema da Estação Elevatória EEE-01**



#### 4.1.2.2 Cálculo da Estação Elevatória EEE-02

Vazões (l/s)	
. Máx. horária da bacia	$Q_2 = 2,39$
. Média da bacia	$Q = 1,33$
. Concentradas externas	$Q_{ext.} = 0,00$
. Infiltração	$q_i = 0,80$
. Recalque	$Q_r = 3,46$
. Mínima diária da bacia	$Q_3 = 1,46$
Vazão adotada (l/s) =	$Q_r = 3,46$
Extensão do recalque (m) =	$L_r = 876,00$
Diâmetro de recalque (mm) =	$D_r = 75$
Velocidade média no recalque (m/s) =	$V_r = 0,78$
Rugosidade média (mm) =	$e = 0,08$
Cota do NA na Elevatória =	$C_M = -0,37$
Cota do NA a jusante =	$C_J = 4,30$
Altura geométrica (m) =	$H_g = 4,67$
Cálculo das perdas de carga localizadas	

. No recalque DN = 75

.. Peça	K	
Vál.Borboleta	0,15	
Tê entrada lateral	2,00	
Vál. Retenção	1,50	
Total	3,65	$h_r (m) = 0,11$

Cálculo das perdas de carga distribuídas  $hf = j.L$

No recalque  $j_r (m/m) = 0,009857$   
 $hf_r (m) = 8,63$

Altura manométrica:  $H_m (m) = 13,42$

Bomba projetada

. Marca	ABS
. Modelo	ROB-400 M
. Nº de conjuntos	
..Total	2,00
..Em operação	1,00
. Potência do motor	1 CV
. Rotação	3.450 rpm
. Diâmetro do recalque	50 mm



**Cálculo dos pontos da curva do sistema**

Q (l/s)	hp (m)	hf (m)	Hf (m)	Hm (m)
0,00	0,00	0,00	0,00	4,67
0,40	0,002	0,17	0,18	4,85
0,80	0,006	0,59	0,60	5,27
1,20	0,014	1,23	1,24	5,91
1,60	0,024	2,07	2,10	6,77
2,00	0,038	3,12	3,16	7,83
2,40	0,055	4,37	4,43	9,10
2,80	0,075	5,83	5,90	10,57
3,20	0,098	7,48	7,57	12,24
3,60	0,124	9,33	9,45	14,12
4,00	0,153	11,37	11,52	16,19
4,40	0,185	13,61	13,80	18,47

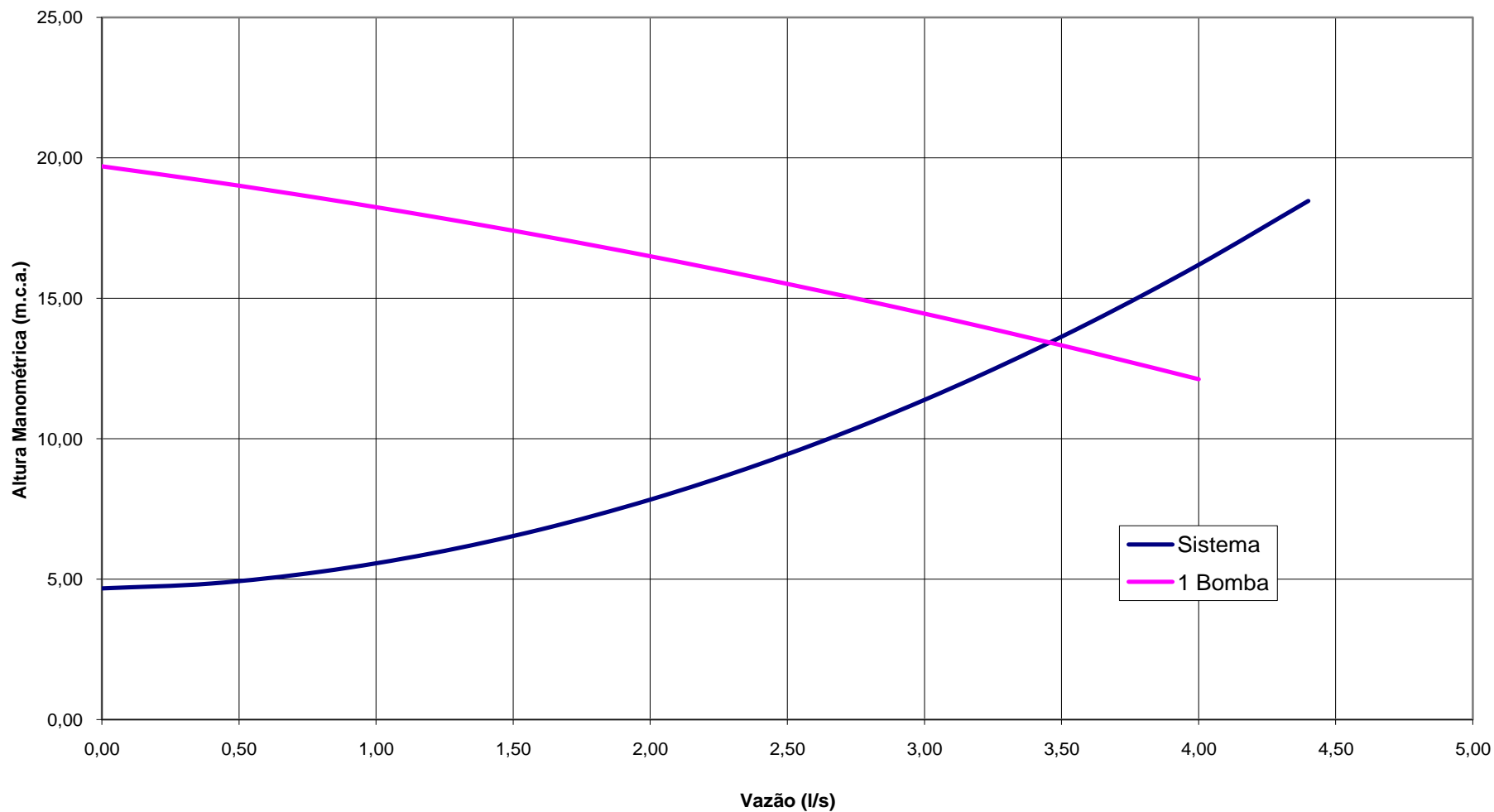
 Curva da bomba:  $H = aQ^2 + bQ + c$ 
 $a = -0,1470146$ 
 $b = -1,30635838$ 
 $c = 19,7000000$ 
**Dimensionamento do poço de sucção**

. Tempo de detenção máximo	$t \text{ (min)} = 12,00$
. Altura útil	$h \text{ (m)} = 0,60$
. Volume útil	$V_u \text{ (m}^3\text{)} = 1,53$
. Área do poço	$A \text{ (m}^2\text{)} = 2,55$
. Diâmetro do poço	$d \text{ (m)} = 1,85$
. Diâmetro Adotado	$d \text{ (m)} = 1,40$
. Tempo de esvaziamento do poço	$t_o \text{ (min)} = 12,82$
. Tempo de enchimento do poço	$t_s \text{ (min)} = 17,44$
. Tempo total de ciclo	$T \text{ (min)} = 30,26$
. Submersão mínima	$sub \text{ (m)} = 0,40$

**Pontos da curva da bomba**

Q (l/s)	Sistema	1 Bomba	2 Bombas	3 Bombas
0,00	0,00	19,70	0,00	0,00
0,40	0,002	19,15	0,00	0,00
0,80	0,006	18,56	0,00	0,00
1,20	0,014	17,92	0,00	0,00
1,60	0,024	17,23	0,00	0,00
2,00	0,038	16,50	0,00	0,00
2,40	0,055	15,72	0,00	0,00
2,80	0,075	14,89	0,00	0,00
3,20	0,098	14,01	0,00	0,00
3,60	0,124	13,09	0,00	0,00
4,00	0,153	12,12	0,00	0,00

**Figura 4.2 – Curva do Sistema da Estação Elevatória EEE-02**



#### 4.1.2.3 Dimensionamento da Caixa de Areia e Calha Parshall (EEE-02)

$$\begin{aligned}Q_{\text{máx}} &= 3,19 \text{ l/s} \\Q_{\text{méd}} &= 2,13 \text{ l/s} \\Q_{\text{mín}} &= 1,464 \text{ l/s}\end{aligned}$$

##### Cálculo da Caixa de Areia

Dados da Calha Parshall Adotada

Largura da Garganta:  $W \text{ (cm)} = 7,60$

Cálculo da alturas na calha

$$H = k.Q^n$$

$$k = 3,704$$

$$n = 0,646$$

$$H_{\text{máx}} = 0,090 \text{ m}$$

$$H_{\text{méd}} = 0,070 \text{ m}$$

$$H_{\text{mín}} = 0,055 \text{ m}$$

Rebaixamento da Calha Parshall - Z

$$\frac{Q_{\text{mín}} - Z}{Q_{\text{máx}} - Z} = \frac{H_{\text{mín}} - Z}{H_{\text{máx}} - Z}$$

Resolvendo, tem-se  $Z \text{ (m)} = 0,02$

Altura líquida máxima na caixa de areia

$$H \text{ (m)} = 0,07$$

Largura útil da seção transversal da caixa de areia

$$S = H \times B$$

$$S = \frac{Q}{v} \therefore v = 0,30 \text{ m/s}$$

$$B = 0,16 \text{ m}$$

Verificação da velocidade para diferentes vazões

Q(l/s)	H(m)	H - Z (m)	S = [H - Z].B (m <sup>2</sup> )	V = Q/S (m/s)
3,19	0,09	0,07	0,011	0,300
2,13	0,07	0,05	0,007	0,292
1,46	0,05	0,03	0,005	0,300

Comprimento da caixa

$$L = 25 \times H$$

$$L = 1,65 \text{ m}$$

Área (Superfície)

$$A = L \times B$$

$$A = 0,266 \text{ m}^2$$

Taxa de escoamento superficial

Para  $Q_{méd} = 2,13 \text{ l/s} = 183,84 \text{ m}^3/\text{dia}$

$$\frac{Q}{A} = 691,56 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$$

Quantidade de material retido

Base :  $30 \text{ l}/1000 \text{ m}^3$

$q = 5,52 \text{ l}/\text{dia} = 0,00552 \text{ m}^3/\text{dia}$

Tempo para limpeza = 15 dias

Profundidade do depósito inferior de areia

$$h = \frac{q \times t}{A}$$

$h = 0,31 \text{ m}$

### Cálculo da Grade de Barras

Seção das barras: Retangular

.Dimensões: Largura  $t \text{ (cm)} = 0,95$

Comprimento  $l \text{ (cm)} = 4,00$

.Espaçamento  $a \text{ (cm)} = 2,54$

Eficiência  $E = 0,727$

Velocidade adotada:  $V \text{ (m/s)} = 0,50$

Área útil de escoamento:  $A_u \text{ (m}^2\text{)} = 0,006$

Área total da seção  $S \text{ (m}^2\text{)} = 0,009$

Largura do canal  $b \text{ (m)} = 0,133$

Largura adotada  $b \text{ (m)} = 0,15$

Verificação das velocidades

Q (l/s)	H (m)	S=bH (m <sup>2</sup> )	A <sub>u</sub> =E.S (m <sup>2</sup> )	V=Q/A <sub>u</sub> (m/s)
3,19	0,07	0,010	0,007	0,443
2,13	0,05	0,007	0,005	0,431
1,46	0,03	0,005	0,003	0,443

Cálculo das perdas de carga

$$h_f = 1,43 \left( E^2 \frac{V^2}{2g} \right)$$

.Para grade limpa  $V \text{ (m/s)} = 0,443$

$h_f \text{ (m)} = 0,007$

.Para a grade suja 50%  $V \text{ (m/s)} = 0,885$

$h_f \text{ (m)} = 0,027$

Quantidade de material retido

.Taxa adotada  $T \text{ (l/m}^3\text{)} = 0,015$

.Volume de material  $\text{Vol (l/dia)} = 2,76$

#### 4.1.2.4 Cálculo da Estação Elevatória EEE-03

Vazões (l/s)	
. Máx. horária da bacia	$Q_2 = 1,83$
. Média da bacia	$Q = 1,02$
. Concentradas externas	$Q_{ext.} = 0,00$
. Infiltração	$q_i = 0,64$
. Recalque	$Q_r = 2,67$
. Mínima diária da bacia	$Q_3 = 1,15$
Vazão adotada (l/s) =	$Q_r = 2,67$
Extensão do recalque (m) =	$L_r = 286,00$
Diâmetro de recalque (mm) =	$D_r = 75$
Velocidade média no recalque (m/s) =	$V_r = 0,61$
Rugosidade média (mm) =	$e = 0,08$
Cota do NA na Elevatória =	$C_M = -0,78$
Cota do NA a jusante =	$C_J = 3,73$
Altura geométrica (m) =	$H_g = 4,51$
Cálculo das perdas de carga localizadas	

. No recalque                      DN = 75

.. Peça	K	
Vál.Borboleta	0,15	
Tê entrada lateral	2,00	
Vál. Retenção	1,50	
Total	<u>3,65</u>	$h_r (m) = 0,07$

Cálculo das perdas de carga distribuídas                       $h_f = j.L$

No recalque                       $j_r (m/m) = 0,006102$   
     $h_{f_r} (m) = 1,75$

Altura manométrica:                       $H_m (m) = 6,32$

Bomba projetada

. Marca	ABS
. Modelo	ROB-25M
. Nº de conjuntos	
..Total	2,00
..Em operação	1,00
. Potência do motor	0,3 CV
. Rotação	3.450 rpm
. Diâmetro do recalque	50 mm

**Cálculo dos pontos da curva do sistema**

Q (l/s)	hp (m)	hf (m)	Hf (m)	Hm (m)
0,00	0,00	0,00	0,00	4,51
0,40	0,002	0,06	0,06	4,57
0,80	0,006	0,19	0,20	4,71
1,20	0,014	0,40	0,41	4,92
1,60	0,024	0,68	0,70	5,21
2,00	0,038	1,02	1,06	5,57
2,40	0,055	1,43	1,48	5,99
2,80	0,075	1,90	1,98	6,49
3,20	0,098	2,44	2,54	7,05
3,60	0,124	3,04	3,17	7,68
4,00	0,153	3,71	3,86	8,37
4,40	0,185	4,44	4,63	9,14

Curva da bomba:  $H = aQ^2 + bQ + c$

$a = 0,2019947$

$b = -2,66666667$

$c = 12,0000000$

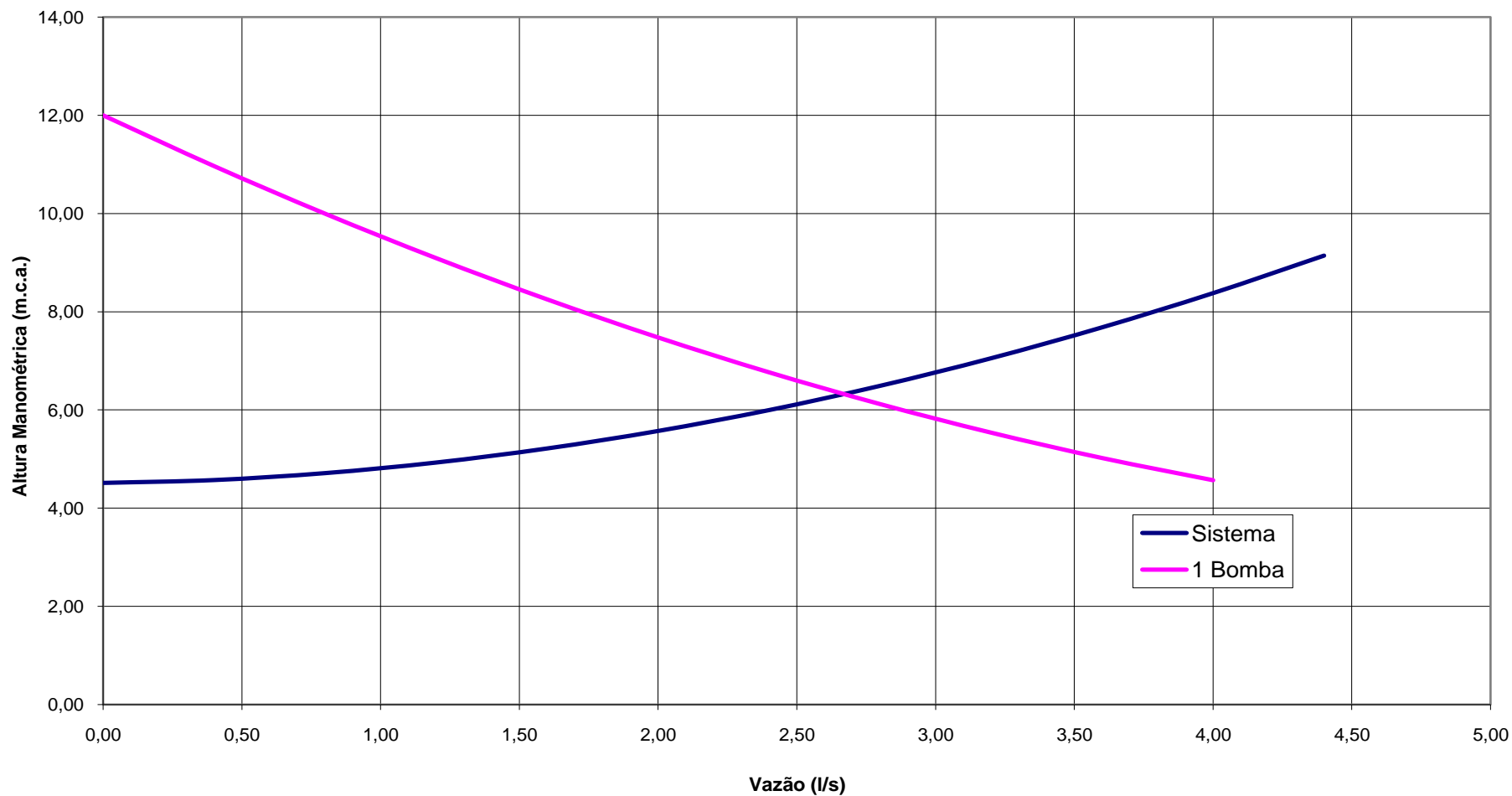
**Dimensionamento do poço de sucção**

. Tempo de detenção máximo	$t \text{ (min)} = 12,00$
. Altura útil	$h \text{ (m)} = 0,60$
. Volume útil	$V_u \text{ (m}^3\text{)} = 1,19$
. Área do poço	$A \text{ (m}^2\text{)} = 1,99$
. Diâmetro do poço	$d \text{ (m)} = 1,60$
. Diâmetro Adotado	$d \text{ (m)} = 1,40$
. Tempo de esvaziamento do poço	$t_o \text{ (min)} = 13,04$
. Tempo de enchimento do poço	$t_s \text{ (min)} = 17,31$
. Tempo total de ciclo	$T \text{ (min)} = 30,35$
. Submersão mínima	$sub \text{ (m)} = 0,30$

**Pontos da curva da bomba**

Q (l/s)	Sistema	1 Bomba	2 Bombas	3 Bombas
0,00	0,00	12,00	0,00	0,00
0,40	0,002	10,97	0,00	0,00
0,80	0,006	10,00	0,00	0,00
1,20	0,014	9,09	0,00	0,00
1,60	0,024	8,25	0,00	0,00
2,00	0,038	7,47	0,00	0,00
2,40	0,055	6,76	0,00	0,00
2,80	0,075	6,12	0,00	0,00
3,20	0,098	5,54	0,00	0,00
3,60	0,124	5,02	0,00	0,00
4,00	0,153	4,57	0,00	0,00

**Figura 4.3 – Curva do Sistema da Estação Elevatória EEE-03**



#### 4.1.2.5 Cálculo da Estação Elevatória EEE-04

Vazões (l/s)	
. Máx. horária da bacia	$Q_2 = 4,48$
. Média da bacia	$Q = 2,49$
. Concentradas externas	$Q_{ext.} = 5,33$
. Infiltração	$q_i = 1,47$
. Recalque	$Q_r = 11,78$
. Mínima diária da bacia	$Q_3 = 8,04$
Vazão adotada (l/s) =	$Q_r = 11,78$
Extensão do recalque (m) =	$L_r = 365,00$
Diâmetro de recalque (mm) =	$D_r = 150$
Velocidade média no recalque (m/s) =	$V_r = 0,67$
Rugosidade média (mm) =	$e = 0,08$
Cota do NA na Elevatória =	$C_M = -1,54$
Cota do NA a jusante =	$C_J = 4,30$
Altura geométrica (m) =	$H_g = 5,84$
Cálculo das perdas de carga localizadas	

. No recalque                  DN = 150

.. Peça	K	
Vál.Borboleta	0,15	
Tê entrada lateral	2,00	
Vál. Retenção	1,50	
Total	3,65	$h_r (m) = 0,08$

Cálculo das perdas de carga distribuídas                   $hf = j.L$

No recalque                   $j_r (m/m) = 0,003088$   
    $hf_r (m) = 1,13$

Altura manométrica:                   $H_m (m) = 7,05$

Bomba projetada

. Marca	ABS
. Modelo	ROB-80-4T
. Nº de conjuntos	
..Total	2,00
..Em operação	1,00
. Potência do motor	4 CV
. Rotação	1.750 rpm
. Diâmetro do recalque	75 mm



**Cálculo dos pontos da curva do sistema**

Q (l/s)	hp (m)	hf (m)	Hf (m)	Hm (m)
0,00	0,00	0,00	0,00	5,84
3,00	0,005	0,09	0,10	5,94
6,00	0,021	0,32	0,34	6,18
9,00	0,048	0,68	0,73	6,57
12,00	0,086	1,17	1,25	7,09
15,00	0,134	1,78	1,91	7,75
18,00	0,193	2,51	2,70	8,54
21,00	0,263	3,36	3,62	9,46
24,00	0,343	4,34	4,68	10,52
27,00	0,434	5,43	5,87	11,71
30,00	0,536	6,65	7,19	13,03
33,00	0,649	7,99	8,64	14,48

 Curva da bomba:  $H = aQ^2 + bQ + c$ 

$$a = -0,01297125$$

$$b = -0,26315789$$

$$c = 11,9500000$$

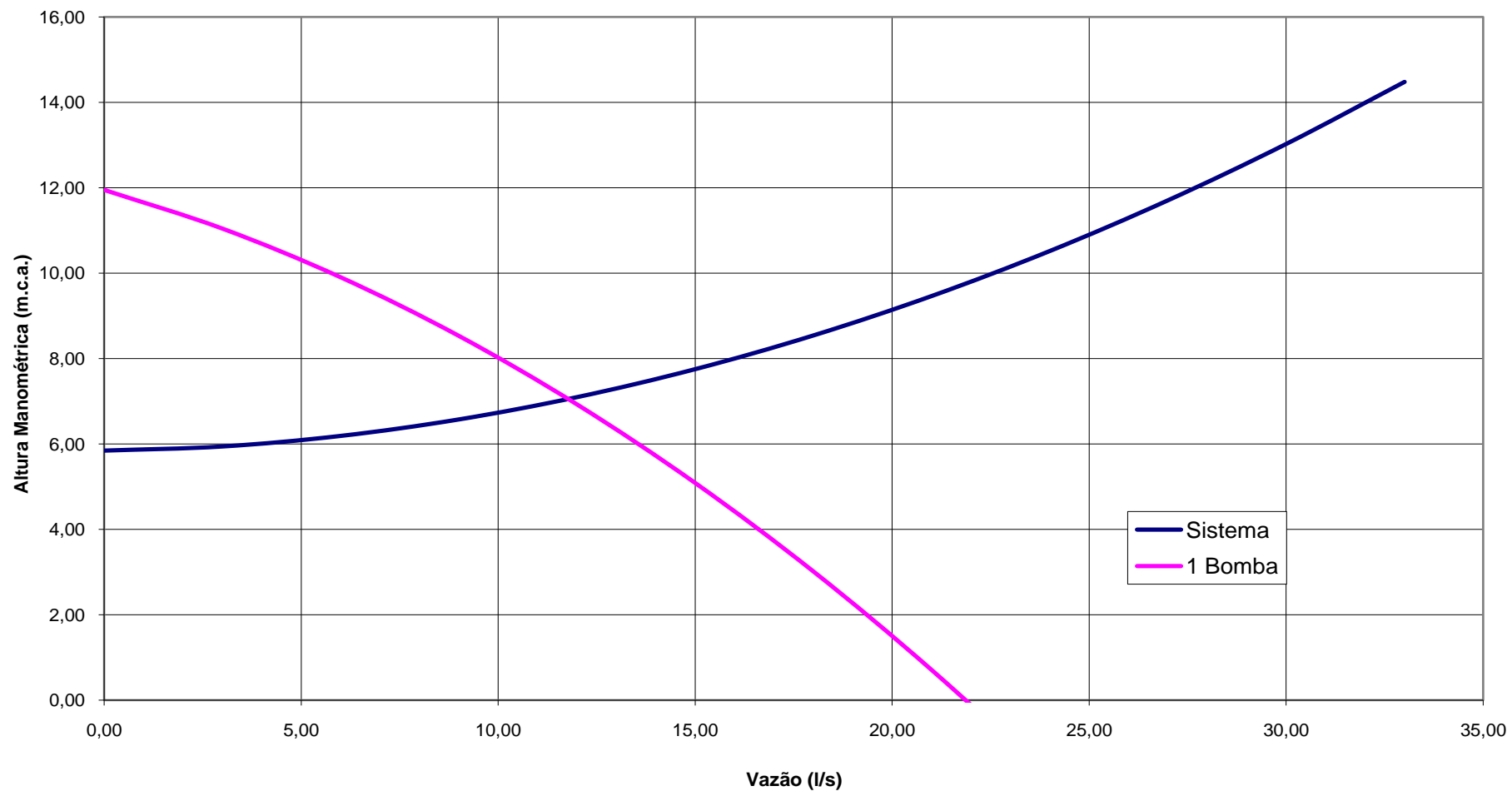
**Dimensionamento do poço de sucção**

. Tempo de detenção máximo	t (min) = 12,00
. Altura útil	h (m) = 0,60
. Volume útil	$V_u (m^3) = 6,69$
. Área do poço	$A (m^2) = 11,15$
. Diâmetro do poço	d (m) = 3,80
. Diâmetro Adotado	d (m) = 1,40
. Tempo de esvaziamento do poço	$t_o (min) = 29,86$
. Tempo de enchimento do poço	$t_s (min) = 13,86$
. Tempo total de ciclo	T(min) = 43,71
. Submersão mínima	sub (m) = 0,38

**Pontos da curva da bomba**

Q (l/s)	Sistema	1 Bomba	2 Bombas	3 Bombas
0,00	0,00	11,95	0,00	0,00
3,00	0,005	11,04	0,00	0,00
6,00	0,021	9,90	0,00	0,00
9,00	0,048	8,53	0,00	0,00
12,00	0,086	6,92	0,00	0,00
15,00	0,134	5,08	0,00	0,00
18,00	0,193	3,01	0,00	0,00
21,00	0,263	0,70	0,00	0,00
24,00	0,343	-1,84	0,00	0,00
27,00	0,434	-4,61	0,00	0,00
30,00	0,536	-7,62	0,00	0,00

**Figura 4.4 – Curva do Sistema da Estação Elevatória EEE-04**



#### 4.1.2.6 Estudo Econômico de Emissário de Recalque EEE-04

Vazão de Recalque (l/s):	11,78		
Extensão da Linha (m):	365,00		
Cota do NA de Montante:	-1,54		
Cota do NA de jusante:	4,30		
Altura Geométrica (m):	5,84		
Rugosidade (mm):	0,08	0,08	0,08
Diâmetros Estudados (mm):	100	150	200
Velocidades Médias (m/s):	1,50	0,67	0,37
Perdas de carga (m.c.a.)			
. Localizadas ( $10 \cdot V^2/2 \cdot g$ ):	1,15	0,23	0,07
. Distribuídas (j.L):	8,71	1,13	0,27
. Total:	9,86	1,36	0,34
Altura Manométrica (m.c.a.):	15,70	7,20	6,18
Potência (kW):	2,59	1,19	1,02
Custo das Tubulações (R\$):			
. Unitário	14,89	31,12	50,28
. Total	5.434,85	11.358,80	18.352,20
Valor Presente dos			
Custos de Energia (R\$):	11.915,14	5.464,76	4.694,21
Custo da Alternativa (R\$):	17.349,99	16.823,56	23.046,41
Diâmetro Escolhido:	150 mm		
Diâm. Col. de chegada (mm):			
Cota Terreno chegada (m):			
Cota Coletor chegada (m):			
k*RAIZ(Q)	130,231		

#### CÁLCULO DO VALOR PRESENTE DOS CUSTOS DE ENERGIA

Taxa de Crescimento	$r(\% \text{ a.a.}) = 5,56$
Taxa de Juros	$i(\% \text{ a.a.}) = 12,00$
Tarifas de Energia Elétrica	
. Demanda (R\$/kW.mês)	$C_d = 39,09$
. Consumo (R\$/kWh)	$C_c = 0,11813$

ANO	VAZÃO (l/s)	PERÍODO DE FUNCION. (FRAÇ.DIA)	CUSTO ANUAL DE ENERGIA		
			DIÂMETROS ESTUDADOS		
			100	150	200
2006	3,15				
2007	3,33	0,36	960,07	440,33	378,24
2008	3,51	0,38	1.013,42	464,79	399,26
2009	3,70	0,40	1.069,72	490,62	421,44
2010	3,91	0,42	1.129,15	517,88	444,85
2011	4,13	0,44	1.191,89	546,65	469,57
2012	4,36	0,47	1.258,11	577,02	495,66
2013	4,60	0,50	1.328,01	609,08	523,20
2014	4,85	0,52	1.401,79	642,92	552,26
2015	5,12	0,55	1.479,68	678,64	582,95
2016	5,41	0,58	1.561,89	716,34	615,34
2017	5,71	0,61	1.648,66	756,14	649,52
2018	6,03	0,65	1.740,26	798,15	685,61
2019	6,36	0,68	1.836,95	842,50	723,70
2020	6,72	0,72	1.939,01	889,31	763,91
2021	7,09	0,76	2.046,74	938,72	806,35
2022	7,48	0,81	2.160,45	990,87	851,16
2023	7,90	0,85	2.280,49	1.045,92	898,44
2024	8,34	0,90	2.407,19	1.104,03	948,36
2025	8,80	0,95	2.540,93	1.165,37	1.001,05
2026	<b>9,29</b>	1,00	2.682,10	1.230,12	1.056,67
2027	9,29	1,00	2.682,10	1.230,12	1.056,67
2028	9,29	1,00	2.682,10	1.230,12	1.056,67
2029	9,29	1,00	2.682,10	1.230,12	1.056,67
2030	9,29	1,00	2.682,10	1.230,12	1.056,67
2031	9,29	1,00	2.682,10	1.230,12	1.056,67
2032	9,29	1,00	2.682,10	1.230,12	1.056,67
2033	9,29	1,00	2.682,10	1.230,12	1.056,67
2034	9,29	1,00	2.682,10	1.230,12	1.056,67
2035	9,29	1,00	2.682,10	1.230,12	1.056,67
2036	9,29	1,00	2.682,10	1.230,12	1.056,67
2037	9,29	1,00	2.682,10	1.230,12	1.056,67
2038	9,29	1,00	2.682,10	1.230,12	1.056,67
Valor Presente dos Custos de Energia			11.915,14	5.464,76	4.694,21

#### 4.1.2.7 Dimensionamento da Caixa de Areia e Calha Parshall (EEE-04 Final)

$$\begin{aligned}Q_{\text{máx}} &= 11,28 \text{ l/s} \\Q_{\text{méd}} &= 9,29 \text{ l/s} \\Q_{\text{mín}} &= 8,044 \text{ l/s}\end{aligned}$$

##### Cálculo da Caixa de Areia

Dados da Calha Parshall Adotada

Largura da Garganta:  $W \text{ (cm)} = 7,60$

Cálculo da alturas na calha

$$H = k \cdot Q^n$$

$$k = 3,704$$

$$n = 0,646$$

$$H_{\text{máx}} = 0,204 \text{ m}$$

$$H_{\text{méd}} = 0,180 \text{ m}$$

$$H_{\text{mín}} = 0,164 \text{ m}$$

Rebaixamento da Calha Parshall - Z

$$\frac{Q_{\text{mín}} - Z}{Q_{\text{máx}} - Z} = \frac{H_{\text{mín}} - Z}{H_{\text{máx}} - Z}$$

Resolvendo, tem-se  $Z \text{ (m)} = 0,06$

Altura líquida máxima na caixa de areia

$$H \text{ (m)} = 0,14$$

Largura útil da seção transversal da caixa de areia

$$S = H \times B$$

$$S = \frac{Q}{v} \therefore v = 0,30 \text{ m/s}$$

$$B = 0,27 \text{ m}$$

Verificação da velocidade para diferentes vazões

Q(l/s)	H(m)	H - Z (m)	S = [H - Z].B (m <sup>2</sup> )	V = Q/S (m/s)
11,28	0,20	0,14	0,038	0,300
9,29	0,18	0,12	0,031	0,299
8,04	0,16	0,10	0,027	0,300

Comprimento da caixa

$$L = 25 \times H$$

$$L = 3,49 \text{ m}$$

Área (Superfície)

$$A = L \times B$$

$$A = 0,940 \text{ m}^2$$

Taxa de escoamento superficial

Para  $Q_{méd} = 9,29 \text{ l/s} = 802,56 \text{ m}^3/\text{dia}$

$$\frac{Q}{A} = 853,79 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$$

Quantidade de material retido

Base :  $30 \text{ l}/1000 \text{ m}^3$

$q = 24,08 \text{ l}/\text{dia} = 0,02408 \text{ m}^3/\text{dia}$

Tempo para limpeza = 15 dias

Profundidade do depósito inferior de areia

$$h = \frac{q \times t}{A}$$

$h = 0,38 \text{ m}$

### Cálculo da Grade de Barras

Seção das barras: Retangular

.Dimensões: Largura  $t \text{ (cm)} = 0,95$

Comprimento  $l \text{ (cm)} = 4,00$

.Espaçamento  $a \text{ (cm)} = 2,54$

Eficiência  $E = 0,727$

Velocidade adotada:  $V \text{ (m/s)} = 0,50$

Área útil de escoamento:  $A_u \text{ (m}^2\text{)} = 0,023$

Área total da seção  $S \text{ (m}^2\text{)} = 0,031$

Largura do canal  $b \text{ (m)} = 0,222$

Largura adotada  $b \text{ (m)} = 0,20$

Verificação das velocidades

Q (l/s)	H (m)	S=bH (m <sup>2</sup> )	A <sub>u</sub> =E.S (m <sup>2</sup> )	V=Q/A <sub>u</sub> (m/s)
11,28	0,14	0,028	0,020	0,555
9,29	0,12	0,023	0,017	0,552
8,04	0,10	0,020	0,015	0,555

Cálculo das perdas de carga

$$h_f = 1,43 \left( E^2 \frac{V^2}{2g} \right)$$

.Para grade limpa  $V \text{ (m/s)} = 0,555$

$h_f \text{ (m)} = 0,011$

.Para a grade suja 50%  $V \text{ (m/s)} = 1,110$

$h_f \text{ (m)} = 0,042$

Quantidade de material retido

.Taxa adotada  $T \text{ (l/m}^3\text{)} = 0,015$

.Volume de material  $\text{Vol (l/dia)} = 12,04$

### 4.1.3 Estação de Tratamento de Esgotos – ETE

#### 4.1.3.1 Lagoa Facultativa

##### DADOS BÁSICOS

.População atendida	P (hab) = 6.352
.Vazão afluyente média	Q (m <sup>3</sup> /dia) = 717,98
.DBO afluyente	S <sub>0</sub> (mg/l) = 477,74
.Concentração de Coliformes Fecais	
..Produção diária média <i>per capita</i>	CF (hab <sup>-1</sup> ) = 4,00E+10
..Carga diária	CF (d <sup>-1</sup> ) = 2,54E+14
..Concentração de coliformes	N <sub>0</sub> (CF/m <sup>3</sup> ) = 3,54E+11
	N <sub>0</sub> (CF/100 ml) = 3,54E+07
.Temperatura do esgoto	T (°C) = 22,00

##### DIMENSIONAMENTO

.Cálculo da carga afluyente de DBO	L (kgDBO/dia) = 343,01
.Taxa de aplicação superficial (Mara)	

$$L_s = 350 \left( 107 - 0,002T^{(T-25)} \right) \quad L_s \text{ (kgDBO/ha.dia)} = 291,39$$

.Área requerida	A (ha) = L/L <sub>s</sub> = 1,1772
	A (m <sup>2</sup> ) = 11.771,61
.Profundidade útil adotada	<b>h (m) = 1,80</b>
.Volume resultante	V (m <sup>3</sup> ) = 21.188,90
.Tempo de detenção hidráulica correspondente	t (dia) = 29,51

##### Cálculo dos coeficientes de Remoção

.Coeficiente de remoção de DBO a 20 °C	K (d <sup>-1</sup> ) = 0,30
.Correção para T = 22 °C (Mara) K <sub>T</sub> = Kθ <sup>(T-20)</sup>	
	θ = 1,05
	K <sub>T</sub> (d <sup>-1</sup> ) = 0,33
.Coeficiente de remoção de coliformes	K <sub>b</sub> (d <sup>-1</sup> ) = 0,40
.Correção para T = 22 °C K <sub>bT</sub> = K <sub>b</sub> θ <sup>(T-20)</sup>	
	θ = 1,07
	K <sub>bT</sub> (d <sup>-1</sup> ) = 0,46

##### Cálculo das Dimensões de cada Lagoa

.Número de lagoas em paralelo	np = 1,00
.Relação Comprimento/Largura	L/B = 2,00
.Largura	<b>B (m) = 76,75</b>
.Comprimento	<b>L (m) = 153,50</b>

##### Remoção da DBO e dos Coliformes para o Fluxo Disperso

.Número de dispersão (Yanez)

$$d = \frac{\left( \frac{L}{B} \right)}{-0,261 + 0,254 \times \left( \frac{L}{B} \right) + 1,014 \times \left( \frac{L}{B} \right)^2} \quad d = 0,46$$

.Número de lagoas em série	ns = 1
----------------------------	--------

.Concentração de DBO no efluente

$$a = \sqrt{1 + 4K_T t_d}$$

$$a = 4,38$$

$$S = S_0 \cdot \left( \frac{4ae^{1/2d}}{(1+a)^2 e^{a/2d} - (1-a)^2 e^{-a/2d}} \right)^n$$

$$S \text{ (mg/l)} = 7,66$$

$$L \text{ (kgDBO/dia)} = 5,50$$

.Eficiência  $E(\%) = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100$

$$E (\%) = 98,40$$

.Concentração de coliformes no efluente

$$a = \sqrt{1 + 4K_{bt} \cdot t \cdot d}$$

$$a = 5,11$$

$$N = N_0 \cdot \left( \frac{4ae^{1/2d}}{(1+a)^2 e^{a/2d} - (1-a)^2 e^{-a/2d}} \right)^n$$

$$N \text{ (CF/100 ml)} = 2,32E+05$$

..eficiência de remoção de coliformes

$$E = \frac{N_0 - N}{N_0} \times 100$$

$$E (\%) = 99,34$$



### 4.1.3.2 Lagoa de Maturação

#### DADOS BÁSICOS

.População atendida	P (hab) = 6.352
.Vazão afluyente média	Q (m <sup>3</sup> /dia) = 717,98
.Temperatura do esgoto	T (°C) = 22,00
.Número de lagoas	n = 1
Obs.: Será utilizada uma lagoa única, com três chicanas (quatro canais)	
.Tempo de detenção adotado	t (dia) = 8

#### DIMENSIONAMENTO

.Volume útil da lagoa	V (m <sup>3</sup> ) = 5.743,84
.Profundidade útil adotada	h (m) = 1,50
.Área necessária de lagoa	A (m <sup>2</sup> ) = 3.829,23
.Número de lagoas em paralelo	np = 1,00
.Lado da lagoa (quadrada)	<b>L<sub>l</sub> (m) = 61,90</b>
.Dimensões dos canais	
..Número de canais	nc = 4
..Largura	B (m) = 15,50
..Comprimento	L (m) = 247,60

#### Remoção da DBO e dos Coliformes para o Fluxo Disperso

.Coeficiente de remoção de DBO a 20 °C	K (d <sup>-1</sup> ) = 0,30
.Correção para T = 22 °C (Mara) $K_T = K\theta^{(T-20)}$	
$\theta = 1,05$	$K_T (d^{-1}) = 0,33$
.Coeficiente de remoção de coliformes	$K_b (d^{-1}) = 0,80$
.Correção para T = 22 °C $K_{bT} = K_b\theta^{(T-20)}$	
$\theta = 1,07$	$K_{bT} (d^{-1}) = 0,92$

.Número de dispersão (Yanez)

.Coeficiente de decaimento bacteriológico	$K_{b20} (d^{-1}) = 0,80$
.Coeficiente de temperatura	$\theta = 1,07$

.Concentração afluyente de coliformes  
na lagoa

$$N_0 \text{ (CF/100 ml)} = 2,32E+05$$

.Concentração de coliformes no  
efluente final

.número de dispersão

$$d = \frac{\left(\frac{C}{C_0}\right)}{-0,261 + 0,254 \times \left(\frac{C}{C_0}\right) + 1,014 \times \left(\frac{C}{C_0}\right)^2}$$

$$d = 0,06$$

.concentração efluente de coliformes

$$a = \sqrt{1 + 4K_{bt} \cdot t \cdot d}$$

$$a = 1,67$$

$$N = N_0 \cdot \left( \frac{4ae^{1/2d}}{(1+a)^2 e^{a/2d} - (1-a)^2 e^{-a/2d}} \right)^n$$

$$N \text{ (CF/100 ml)} = 8,97E+02$$

..eficiência de remoção de coliformes (maturação)

$$E = \frac{N_0 - N}{N_0} \times 100$$

$$E \text{ (\%)} = 99,61$$

..eficiência de remoção de coliformes (global)

$$E = \frac{N_0 - N}{N_0} \times 100$$

$$E \text{ (\%)} = 99,9975$$

.Concentração de DBO no efluente

$$a = \sqrt{1 + 4K_T t d}$$

$$a = 1,28$$

$$S = S_0 \cdot \left( \frac{4ae^{1/2d}}{(1+a)^2 e^{a/2d} - (1-a)^2 e^{-a/2d}} \right)^n$$

$$S \text{ (mg/l)} = 0,74$$

.Eficiência (maturação)  $E(\%) = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100$

$$E \text{ (\%)} = 90,31$$

.Eficiência (global)  $E(\%) = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100$

$$E \text{ (\%)} = 99,8446$$

## 4.2 PROJETO ELÉTRICO

### 4.2.1 Estação Elevatória de Esgoto EEE-01

#### 4.2.1.1 Dimensionamento de Equipamentos Comando/Controle/Proteção

#### POTÊNCIA DA SUBESTAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES E EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

##### DADOS DE ENTRADA DA INSTALAÇÃO

Sistema trifásico a cinco condutores	TN-S
Tensão de alimentação das cargas:	380 V
Fator de potência final da instalação	0,92 pu
Motores de potência (CV) igual/menor a:	7,5 acionamento com partida direta
Demanda total (kVA), igual ou maior a:	45 a instalação requer subestação primária

##### CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES - DADOS DE ENTRADA

NOTA:	potência: CV	Número de polos	$\rho = 100\%$ carga	$\cos\phi = 100\%$ carga	$\cos\phi =$ na partida	$I_p/I_r =$	Tensão (V) alimentação
EE-01	0,30	2	0,745	0,830	0,35	7,1	380

##### QUADRO DE CARGAS

Carga a ser instalada	Quantid. instalada	Quantid. reserva	Potência em CV	Potência em kW	Demanda em kW
motor da bomba da E. Elevatória	2	1	0,30	0,89	0,89
iluminação interna/externa	1			1,00	1,00
tomada mono p/serv. de manut.	1			2,19	2,19
tomada trif. p/serv. de manutenção	1			10,53	10,53
Total					14,62

Instalação com demanda ( $D \leq 45\text{kVA}$ ):	SIM - ALIMENTAÇÃO EM BAIXA TENSÃO
Potência da instalação em kVA:	15,89 kVA
Tensão secundária de alimentação das cargas:	380 Volt
Corrente máxima de projeto (no secundário):	24,14 A

NOTA: A demanda requerida enquadra o atendimento da instalação em Baixa Tensão conforme preconizam as normas da Concessionária local. Portanto o atendimento desta instalação será diretamente do sistema de distribuição secundária da ENERGEPE na tensão de 380Volts, sistema trifásico a cinco condutores.

#### CÁLCULO DA DEMANDA DO SISTEMA

Potência nominal do motor:	0,89 kW
Motores em operação:	1
Pot. requerida motores:	0,89 kW
Potência auxiliares:	13,72 kW
Potência da instalação:	14,62 kW

$$D = (a+b+c+d+e) / f_p$$

$$a = 13,72$$

$$b=c=d = 0$$

$$e = 0,89$$

$$f_p = 0,92$$

$$D = 15,89 \text{ kVA}$$

## VALORES LIMITES PARA QUEDA DE TENSÃO

As condições operacionais do Projeto recomendam os seguintes limites:

Queda de tensão (%), em relação ao PDE, para a condição de **PARTIDA** do motor: 10 %  
Queda de tensão (%), em relação ao PDE, para a condição de **REGIME** do motor: 7 %

## 1 - DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES E EQUIPAMENTOS

### 1.1 - CÁLCULO DO CONDUTOR DO ALIMENTADOR GERAL DE BAIXA TENSÃO

#### CARACTERÍSTICAS DO CIRCUITO DO ALIMENTADOR GERAL

Valores das correntes do circuito do alimentador geral:

$$I_{\text{alimentador}} = 24,14 \text{ A}$$

Comprimento do alimentador (metros):	20	Fatores de correção:	
Tipo de condutor:	cobre	K1 (temperatura do solo 35°):	0,89
Resistividade do material:	0,0179	k2 (agrup. de cabos):	1,00
Nível de isolamento:	0,6/1kV	k3 (agrup. de circuitos):	1,00
Temp. máxima permitida (condutor):	90°C	k4 (agrup. de eletrodutos):	1,00
Temperatura do ambiente:	40°C	fs (fator de serviço)	1,00
Maneira de instalar:	eletroduto enterrado no piso		
Tipo de instalação:	D		
Queda de tensão admitida no ramal (%):	2		

#### 1.1.1 Cálculo da seção do condutor função da CAPACIDADE DE CONDUÇÃO para o tipo de instalação:

tipo do isolamento	corrente de projeto (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap.cond por cabo (A)	seção em (mm <sup>2</sup> )	resist. Ω/km	reatância Ω/km
PVC	24,14	0,89	27,12	79	16	1,3800	0,1200

A seção do condutor será em função da capacidade de condução do condutor:

seção escolhida:	16 mm <sup>2</sup>
condutor por fase:	1

#### 1.1.2 Cálculo da seção do condutor em função da queda de tensão ADMITIDA para o circuito:

$$S_{\text{condutor}} = 1,96 \text{ mm}^2$$

#### 1.1.3 - Cálculo da seção do condutor em função da CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO:

I <sub>cc</sub> =	2,00 kA	(cf. Concessionária)
T <sub>elim. defeito</sub> =	0,5 seg	
condutor:	PVC	
T <sub>final</sub> =	250 °C	
T <sub>inicial</sub> =	90 °C	

temp em °C	Isolamento do condutor	
	PVC	XLPE
T <sub>final</sub>	160	250
T <sub>inicial</sub>	70	90

$$S_{\text{condutor}} = 9,96 \text{ mm}^2$$

Pelo cálculo acima, essa deveria ser a seção mínima, em função da máxima temperatura a que deve suportar com base no valor considerado para a corrente de curto circuito (simétrica), nos terminais secundários do transformador.

Resumo, a seção do condutor a ser adotada será, em função da que conduzir à maior seção dentre as três condições acima:

tipo do isolamento	corrente de projeto (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap.cond por cabo (A)	seção em (mm <sup>2</sup> )	resist. Ω/km	reatância Ω/km
PVC	24,14	0,89	27,12	79	16	1,3800	0,1200

#### 1.1.4 - Dimensionamento do condutor NEUTRO

Seção calculada	mm <sup>2</sup> :	16	(NBR 5410/97)
Seção escolhida	mm <sup>2</sup> :	16	
Quantidade por fase	ud:	1	

### 1.1.5 - Dimensionamento do condutor de PROTEÇÃO

condutor: cobre nú

Seção escolhida	mm <sup>2</sup> :	16
Quantidade por fase	ud:	1

### 1.1.6 - RESUMO DOS CONDUTORES ESCOLHIDOS

A seção escolhida do condutor será em função da capacidade de condução:

	FASE	NEUTRO	PE
Seção escolhida	16	16	16
Diâmetro externo	10,51	10,51	4,51
Quantidade por fase	1	1	1

### 1.1.7 - DIMENSIONAMENTO DO ELETRODUTO

$$S_{\text{total condutor}} = 363,25 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 1.100,77 \text{ mm}^2$$

$$\Phi_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 37,44 \text{ mm}$$

Empregaremos, portanto, eletroduto de:

tamanho nominal= 40	PVC ou
tamanho nominal= 41	AÇO GALV.

## 1.2 - DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO

### 1.2.1 - SECCIONADOR TRIPOLAR - LADO DE 380V

Tipo do equipamento:	seccionador fusível sob carga
Corrente nominal da chave:	63 A
Corrente nominal dos fusíveis:	50 A

### 1.2.2 - TC DE MEDIÇÃO DE CORRENTE - LADO DE 380V

A máxima corrente no secundário do transformador será: 24,14 A  
Logo, usaremos TC's com classe de exatidão para medição

classe de exatidão:	0,6 %
carga:	C25
relação de transformação:	50/5 A
quantidade:	3 unid.

### 1.2.3 - MULTI MEDIDOR DE GRANDÊZAS ELÉTRICAS - LADO DE 380V

multi-medidor digital, dimensões de 96x96mm:	
tipo de instalação	rede 3Φ desequilibrada
entrada - tensão	380 V - 60Hz
entrada - corrente	0-5 A
saída: pulso e serial	RS485
quantidade:	1 ud

### 1.2.4 - DIMENSIONAMENTO DO DISJUNTOR GERAL DE BAIXA TENSÃO - PROTEÇÃO SECUNDÁRIA

Tipo do disjuntor	Caixa moldada tipo L
Aplicação do disjuntor:	Proteção circuito: Ramal de Entrada
Fator de multiplicação de corrente:	K= 1,10
Corrente do circuito (corrente de projeto):	I <sub>projeto</sub> = 24,14 A
Capacidade de condução condutores ramal:	I <sub>condução</sub> = 79 A
Corrente de curto circuito nos bornes do disjuntor:	I <sub>curto circuito</sub> = 2.000 A
Corrente nominal escolhida para o disjuntor:	I <sub>nominal disjuntor</sub> = 50 A
Corrente ajustável de sobre carga para o disjuntor:	40-50 A
Corrente nominal de operação para o disjuntor:	I <sub>nominal disjuntor</sub> = 27 A
Corrente ajustável de curto circuito para o disjuntor:	fixo
Capacidade de interrupção mínima necessária:	I <sub>interrupção</sub> >= 20 kA
Tempo de atuação/operação do disjuntor:	T <sub>operação disjuntor</sub> <= 0,50 s

Verificação das condições:

$I_{\text{nominal do disjuntor}} \geq I_{\text{projeto}}$	CONDIÇÃO ATENDIDA
$I_{\text{nominal disjuntor}} \leq I_{\text{condutor}}$	CONDIÇÃO ATENDIDA
$K \times I_{\text{nominal disjuntor}} \leq 1,45 \times I_{\text{condutor}}$	CONDIÇÃO ATENDIDA
$I_{\text{interrupção disjuntor}} \geq I_{\text{cc máximo}}$	CONDIÇÃO ATENDIDA

Disjuntor indicado	caixa moldada
Corrente nominal $I_{\text{nominal}}$	50 A
Faixa de ajuste para sobrecarga	40-50
Faixa de ajuste para curto-circuito	fixo kA
Capacidade de interrupção em 380V CA $\geq$	20 kA

## 2 - CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES - DADOS DE ENTRADA

### 2.1 - CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES DO RAMAL DO MOTOR

NOTA:	potência: CV	Número de polos	$\rho = 100\%$ carga	$\cos\phi = 100\%$ carga	$\cos\phi =$ na partida	$I_p/I_r =$	Tensão (V) alimentação
Ilha das Flores	0,30	2	0,745	0,830	0,35	7,1	380

#### 2.1.1 - CARACTERÍSTICAS DO MOTOR DA BOMBA DA: EE-01

Tipo de partida:	Partida Direta à Plena Tensão
Corrente de partida:	7,1 x $I_{\text{nominal}}$
número de polos	2 polos
rotação nominal - rpm	2350 rpm
Tempo de aceleração - seg	
Classe de isolamento	
Sensor de temperatura - enrolamentos	
Sensor de temperatura - mancais	

Valores das correntes do circuito do ramal do motor:

$I_{\text{nominal motor}} =$	1,36 A	$I_{\text{partida motor}} =$	9,63 A
------------------------------	--------	------------------------------	--------

#### 2.1.2 - CARACTERÍSTICAS CIRCUITO DO RAMAL MOTOR DA BOMBA DA: EE-01

Comprimento do ramal motor (metros):	15	Fatores de correção:	
Comprimento do alimentador (metros):	20	k1 (temperatura do solo):	0,85
Tipo de condutor:	cobre	k2 (agrup. de cabos):	1
Resistividade do material:	0,0179	k3 (agrup. de circuitos):	1
Nível de isolamento:	0,6/1kV	k4 (agrup. de eletrodutos):	1
Temp. máxima permitida no condutor:	90°C	fs (fator de serviço)	1
Temperatura do ambiente:	40°C		
Maneira de instalar:	eletroduto flexível enterrado		
Tipo de instalação:	D		
Queda de tensão admitida no ramal (%):	4		

Cálculo da seção do condutor em função da capacidade de condução para o tipo de instalação:

tipo do isolamento	$I_{\text{projeto}}$ (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap. condução	seção em (mm <sup>2</sup> )	resist. $\Omega/\text{km}$	reatância $\Omega/\text{km}$
0,6/1kV	1,36	0,85	1,60	37	4	5,5200	0,1400

 Seção escolhida: 4 mm<sup>2</sup> cond. por fase: 1

Cálculo da seção do condutor em função da queda de tensão ADMITIDA para o circuito

$$S_{\text{condutor}} = 0,10 \text{ mm}^2$$

Cálculo da seção do condutor em função da CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO:

$$I_{cc \max} = 2,00 \text{ kA}$$

$$T_{\text{elim. defeito}} = 0,5 \text{ seg}$$

condutor: PVC

$$T_{\text{final}} = 250 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{inicial}} = 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$S_{\text{condutor}} = 9,96 \text{ mm}^2$$

Isolamento do condutor		
temp em $^{\circ}\text{C}$	PVC	XLPE
$T_{\text{final}}$	160	250
$T_{\text{inicial}}$	70	90

A seção do condutor será em função da capacidade de condução do condutor

$$\begin{aligned} \text{Seção escolhida:} & 4 \text{ mm}^2 \\ \text{Diâmetro externo condutor:} & 8,26 \text{ mm} \\ \text{Quantidade por fase:} & 1 \end{aligned}$$

### 2.1.3 - DIMENSIONAMENTO DO ELETRODUTO

$$S_{\text{total condutor}} = 160,63 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 486,76 \text{ mm}^2$$

$$\Phi_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 24,90 \text{ mm}$$

Empregaremos, portanto, eletroduto de:

$$\begin{aligned} \text{tamanho nominal} &= 40 \\ \text{tamanho nominal} &= 32 \end{aligned}$$

 PVC ou  
AÇO GALV.

### 3 - CONDIÇÕES DOS CIRCUITOS RAMAIS DE MOTOR

MOTOR: ILHA DAS FLORES

 Seção dos cabos do ramal do motor da bomba  $4 \text{ mm}^2$ 

$$\text{Parâmetros do cabo ramal motor-1} \quad R_{\text{ramal-1}} = 5,5200 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\text{Parâmetros do cabo ramal motor-1} \quad X_{\text{ramal-1}} = 0,1400 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\text{Comprimento do ramal do motor-1} \quad 15 \text{ m}$$

$$\text{Número de cabos por fase do motor-1} \quad 1$$

$$\text{Maneira de instalar do motor-1} \quad D$$

$$\text{Eletroduto para os cabos do motor-1} \quad \text{PVC}$$

### 4 - CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DOS MOTORES

$$\text{Impedância do circuito: Ramal de Entrada} \quad R_{\text{cabo sec}} = 0,0276 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

$$X_{\text{cabo sec}} = 0,0024 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

$$Z_{\text{cabo sec}} = 0,0277 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

#### 4.1 - CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DO MOTOR-1 EE-01

$$\text{Impedância circuito motor} \quad R_{\text{ramal-1}} = 0,0828 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

$$X_{\text{ramal-1}} = 0,0021 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

$$Z_{\text{ramal-1}} = 0,0828 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

$$\text{Impedância do motor-1 na partida} \quad P_{\text{motor-1}} = 0,89 \text{ kVA}$$

$$R_{\text{motor-1}} = 0,00$$

$$X_{\text{motor-1}} = 1000 \times V_{\text{nm}}^2 / K \times P_{\text{motor}}$$

$$X_{\text{motor-1}} = 22,78264 \text{ } (\Omega)$$

$$Z_{\text{motor-1}} = 22,7826 \text{ } (\Omega)$$

$$\text{Impedância do motor-1 em regime} \quad R_{\text{motor-1 reg}} = 0,00$$

$$X_{\text{motor-1 reg}} = 161,7568 \text{ } (\Omega)$$

$$Z_{\text{motor-1 reg}} = 161,7568 \text{ } (\Omega)$$

$$\text{Corrente de partida do motor-1} \quad I_{\text{partida}} = (1000 \times V_{\text{nm}}) / [\text{raiz}(3) \times (Z_{\text{total}} + Z_{\text{motor}})]$$

$$\text{CORRENTE NA PARTIDA DIRETA:} \quad I_{\text{partida}} = 9,63 \text{ A}$$

#### VALORES DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DO MOTOR:

##### PARTIDA DIRETA

Partida do motor-1

$$\Delta V = Z_{\text{total}} \times I_{\text{partida}}$$

$$\Delta V = 1,06 \text{ V}$$

$$\Delta V = 0,28 \%$$

CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90

**POSSÍVEL A PARTIDA**

#### VALORES DA QUEDA DE TENSÃO EM REGIME:

Queda de tensão em regime

$$\Delta V = Z_{\text{total-1}} \times I_{\text{regime}}$$

$$\Delta V = 0,15 \text{ V}$$

$$\Delta V = 0,04 \%$$

CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90

**POSSÍVEL A OPERAÇÃO**

#### 5 - CAPACITOR DE CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA DOS MOTORES

##### 5.1-CAPACITOR CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA MOTOR DA BOMBA

EE-01

motor da bomba principal	0,3 CV
fator de potência do motor a 100% da carga:	0,83 pu
fator de potência desejado para o motor:	0,92 pu
potência ativa requerida pelo motor (100% da carga):	1 kW
coeficiente para correção para 0,92:	0,141
potência reativa requerida pelo motor (100% carga):	0,13 kVar

#### 6 - DISPOSITIVOS DE MEDIÇÃO, PROTEÇÃO, ACIONAMENTO E CONTROLE DOS MOTORES

##### 6.1 - DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO, ACIONAMENTO E CONTROLE DO MOTOR DA BOMBA

EE-01

##### 6.1.1 - DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO C.C. DO RAMAL DO MOTOR: FUSÍVEL RETARDADO

Fusível indicado

Potência do motor:	P=	0,30 CV
Corrente nominal do motor	In=	1,36 A
Corrente nominal do fusível In=	In=	10 A

##### 6.1.2 - DISPOSITIVO DE ACIONAMENTO DO MOTOR BOMBA: CONTACTOR

Capacidade de acionamento do motor de:	0,30 CV
Corrente nominal do motor:	1,36 A
Corrente nominal do Contactor:	9 A
Faixa de ajuste do relé de sobrecarga:	1,8-2,8 A

#### 7 - DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES DE ATERRAMENTO DOS EQUIPAMENTOS

O dimensionamento dos cabos da malha de terra principal (à qual deverão ser conectados os cabos de descida dos pára-raios, neutro e tanque do transformador (quando existentes) e demais partes metálicas da instalação), obedecerá ao procedimento do cálculo dos condutores da malha de terra, em função do tipo de instalação, conforme a seguir, com base no valor da corrente de curto-circuito informada pela Concessionária para o PDE/Ponto de Ligação:

$$\text{Fórmula de Onderdonk: } I_{\text{def}} = 226,53 \times S_{\text{cobre}} \{ \text{raiz}[1/t_{\text{def}} \times \ln[(T_{\text{emp. solda}} - T_{\text{emp. amb}})/(234 + T_{\text{emp. amb}}) + 1]] \}$$

$I_{\text{defeito}}$  = corrente de defeito, em Ampère, através do condutor

$S_{\text{cobre}}$  = seção do condutor de cobre da malha de terra  $\text{mm}^2$

$T_{\text{defeito}}$  = tempo de duração do defeito em segundos

$T_{\text{emp. solda}}$  = temperatura da solda (pelo tipo de solda/conexão)

$T_{\text{emp. ambiente}}$  = temperatura ambiente da instalação

Máxima temperatura suportada pelos vários tipos de conexão:  $T_{\text{emp. solda}}$

Tipo de conexão	Temp.max. suportável
Cavilhada (conexão por aperto de parafuso)	250 graus Celsius
Solda exotérmica	850 graus Celsius



A premissa de cálculo será para a temperatura suportável das conexões **cavilhadas/a parafuso**, em face de ser este o ponto mais fraco na cadeia do sistema de aterramento, e por ser um tipo de conexão que estará presente nos principais pontos de ligação dos equipamentos ao sistema de aterramento.

### 7.1 - Cabos da malha de terra principal

$I_{\text{defeito}}$ no ponto considerado:	$I_{\text{defeito}} =$	2.000 A
$I_{\text{defeito}}$ no cabo de ligação dos equipamentos/malha:	$I_{\text{def.}} =$	2.000 A
Percentual da corrente de defeito na malha:		60 %
$I_{\text{defeito}}$ nos cabos da malha:	$I_{\text{def. Malha}} =$	1.200 A
Tempo de duração do defeito (seg)	$t_{\text{duração}} =$	0,50 s
Temp. ambiente (graus Celsius)	$\theta_a =$	35 graus
Temp. solda (graus Celsius) conexão cavilhada	$\theta_m =$	250 graus
cálculo da seção mínima do condutor de cobre (cabo ligação):		8,15 mm <sup>2</sup>

Entretanto, face às recomendações das Normas da Concessionária, será empregado condutor de seção maior

**Portanto, o condutor da malha deverá ter seção de:**  $S_{\text{cond.malha}} =$  **16 mm<sup>2</sup>**

### 7.2 - Cabos de aterramento dos equipamentos de baixa tensão

O condutor de ligação para aterramento dos equipamentos de baixa tensão (lado de 380V) poderá ter seção de:  $S_{\text{condutor}} =$  8,15 mm<sup>2</sup>

**Portanto, o condutor de aterramento dos equipamentos:**  $S_{\text{cond.}} =$  **16 mm<sup>2</sup>**

Estas deverão ser, portanto, as seções dos condutores para aterramento de TODOS os equipamentos de baixa tensão da instalação.

## 8 - PARÂMETRO DOS EQUIPAMENTOS/MATERIAIS

**EE-01**

### 8.1 - CONDUTORES

CIRCUITOS		$I_{\text{projeto}}$ (A)	Seção adotada mm <sup>2</sup>	Condutores por fase	Parâmetros $\Omega$ /km	
					Rca	XL
ALIMENTADOR GERAL - FASE		24,14	16	1	1,38	0,12
ALIMENTADOR GERAL - NEUTRO			16	1	1,38	0,12
RAMAL DO MOTOR DA ELEVATÓRIA (CV)	0,3	1,36	4	1	5,52	0,14
CIRCUITOS AUXILIARES		5,22	4	1	5,52	0,14
CIRCUITOS ILUMINAÇÃO INTERNA			2,5	1	8,87	0,15
CIRCUITOS ILUMINAÇÃO EXTERNA			4	1	5,62	0,14
CABO DO ATERRAM. DESCIDA P. RAIOS		2.000	16	cobre nú	têmpera mole	
CABO DO ATERRAMENTO DA MALHA		1.200	16	cobre nú	têmpera mole	
ATERRAM. DEMAIS EQUIPAMENTOS		2.000	16	cobre nú	têmpera mole	

### 8.2 - DISJUNTORES

CIRCUITOS	$I_{\text{nominal}}$ (A)	Cap. Interrup. kA	Tensão nominal	Disparador S/C	Disparador C/C
ALIMENTADOR GERAL	50	$\geq 30$	500V	40-50	fixo
RAMAL DO MOTOR DA E. ELEVATÓRIA	10	$\geq 30$	500V	9-12,5	12x

### 8.3 - ACIONAMENTOS

CIRCUITOS	DISPOSITIVO	$I_{\text{nominal}}$ (A)	Tensão nominal
MOTOR 0,30 CV	CONTACTOR	9	380

### 8.4 - INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

GERAL	CIRCUITOS	Escala (A)	Tensão nominal
	MULTIMEDIDOR		380
	TC DE MEDIÇÃO	50/5	380

#### **4.2.1.2 Iluminação Interna da Edificação da Estação Elevatória de Esgoto EEE-01**

##### **DADOS DE ENTRADA DA INSTALAÇÃO**

A Iluminação Interna destina-se a dotar a área da Estação Elevatória de Esgoto EEE-01, de condições de visibilidade e deslocamento de pessoas para execução da operação/observação noturna da Estação de Bombeamento. Diante da natureza do trabalho a ser, eventualmente, desenvolvido na referida instalação, o nível de iluminamento adotado equipara-se àquele destinado para ambientes industriais de operação/observação de máquinas/instrumentos. Segundo o que estabelecem a Norma Brasileira NBR 5413, em suas exigências mínimas, o iluminamento médio para essa situação está em 150lux (considerados ao final do período de manutenção do conjunto luminária/lâmpada).

A área da EEE-01 é formada por três módulos, sendo: um de acesso às grades de barra, um do poço de sucção e dois conjuntos de moto-bomba e o outro destinado ao Registro Geral de saída. Nos módulos aqui referidos, só não contará com iluminação, o destinado ao Registro Geral de saída.

##### **PREMISSAS DO PROJETO DE ILUMINAÇÃO INTERNA PREDIAL**

Para a elaboração do presente estudo foram consultados, preliminarmente, os seguintes projetos e documentos:

1. Planejamento Físico da Área do Projeto;
2. Projeto Arquitetônico e Civil das Edificações.

A instalação elétrica será toda executada de forma aparente, (nas paredes laterais, nos espaços de construção e sob a laje de concreto). As luminárias, tomadas em geral, interruptores, etc. obedecerão a esse critério de instalação. A distribuição dos circuitos será obtida mediante o emprego de condutores isolados, instalados dentro de eletrocalhas ou eletrodutos rígidos.

No que diz respeito às exigências de condições de trabalho consideradas pela Legislação Trabalhista, os aspectos a serem observados estão delineados conforme a respectiva Norma Regulamentadora do MTE.

Por outro lado, segundo o que estabelecem as Normas Brasileiras, o iluminamento para essa situação (média de 150lux) deve ser considerado para o final do período de manutenção do conjunto luminária/lâmpada, o que acarreta portanto, que o projeto deva levar em consideração esse fator de depreciação do nível de iluminamento entre os períodos de manutenção (troca de lâmpadas, lavagem das lâmpadas, limpeza dos vidros protetores, etc.), visando a garantir que o nível de iluminamento não fique comprometido nesse intervalo. Para isso o projeto tomará o índice indicado pela Norma como referência mínima. O projeto será desenvolvido para um valor de iluminância maior a fim de que fique assegurado o nível mínimo quando da proximidade do término do período de manutenção do conjunto de iluminação.

##### **CONDIÇÕES INFLUÊNCIAS EXTERNAS**

Outro aspecto de natureza de concepção para o Projeto de Iluminação é de que o nível de iluminância pretendido deverá ser obtido com o emprego dos aparelhos de iluminação destinados especificamente para o referido projeto, ou seja, não serão levados em consideração quaisquer contribuições de outras fontes luminosas, sejam artificiais ou provenientes de outros aparelhos de iluminação que situem no mesmo local.

##### **CONDIÇÕES NORTEADORAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO**

De modo geral os locais de trabalho das pessoas (áreas de operação e áreas auxiliares de manutenção) devem ser devidamente iluminados a fim de que sejam obtidos níveis de iluminação para o conforto e a segurança das atividades que serão ali desenvolvidas. Dentro desse princípio geral, o Projeto Luminotécnico, para ambientes internos ou externos, deverá manter compromisso com os objetivos aqui

delineados. A orientação a ser seguida para os projetos luminotécnicos a serem desenvolvidos estarão buscando, dentre outras condições, as seguintes:

- Nível de iluminação suficiente para cada atividade específica;
- Distribuição espacial da luz sobre o ambiente considerado;
- Escolha do tipo de luminária e de sua melhor instalação;
- Escolha do tipo de lâmpada e seu respectivo rendimento.

Quanto ao Nível de Iluminamento a ser alcançado com o referido projeto, deve-se adequar a natureza dos trabalhos na Estação Elevatória de Esgoto, representada, basicamente, por atividades operativas industriais e de manutenção, com as condições de segurança pretendidas. Por outro lado, diante da natureza descrita para a operação dos trabalhos na área, não há exigência no grau de reprodução de cores. Portanto, buscando-se maximizar os aspectos de ordem econômica para o projeto, deve-se optar por adotar o emprego de lâmpadas de descarga, de baixo consumo, na busca de maior rendimento energético para o sistema de iluminação.

Para melhor distribuição espacial da luz, estudou-se a distribuição das luminárias obedecendo ao critério de dotar-se zonas com níveis de iluminação (iluminâncias intermediárias entre os pontos) que atendam ao nível mínimo exigido pelas Normas. Assim, a distância média entre as luminárias decorreu da resultante superposição das curvas isolux correspondentes ao conjunto luminária/lâmpada escolhidos para a presente situação.

As luminárias e respectivos suportes de fixação foram escolhidas em função da condição ambiental. Os materiais de construção dessas luminárias deverão, portanto, serem altamente resistentes às condições do local da instalação, sendo altamente recomendável a menor quantidade de materiais ferrosos em sua composição. O mesmo procedimento foi adotado para a escolha dos suportes de sustentação das luminárias, que além dos aspectos retro deverão guardar compromisso com o partido arquitetônico do ambiente.

Escolha do tipo de Lâmpada - em se tratando de Iluminação de Área Industrial, procurou-se conciliar a disponibilidade do que há no mercado de lâmpadas com os vários tipos de tecnologia associada. É importante considerar que a escolha do tipo de lâmpada deverá levar em consideração, principalmente, os seguintes fatores: potência elétrica de consumo da lâmpada (W), rendimento luminoso (Lum/W), energia elétrica consumida por tempo de operação, por exemplo, no mês (kWh/mês), Fluxo luminoso inicial da lâmpada (Lumens), Vida útil (horas) e o Custo operacional mensal (R\$/mês). Esses fatores deverão ser conjugados conjuntamente com outras condições do projeto, como por exemplo, tipo de serviço/atividade a que se destina o projeto de iluminação, condições ambientais do local, altura de montagem da luminária, grau de uniformização da iluminação no plano de trabalho/atividade, etc.

Os circuitos elétricos de alimentação das luminárias serão monofásicos, em 220V, derivados de sistema trifásico em 380V. Será adotado o sistema TN-S, a cinco (ou três) condutores (F-N-PE). Cada circuito monofásico deverá ser alimentado por uma das três fases, e deverá ser provida a alternância entre elas com o intuito de aumentar a confiabilidade da área a ser iluminada, no caso de contingência de perda de uma das fases.

A alimentação dessa Unidade de Consumo será derivada de circuitos provenientes de Quadro de Distribuição Geral - QDG existente a ser alimentado por rede de distribuição de Baixa Tensão proveniente da Concessionária de energia elétrica local.

## **CÁLCULO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DAS DIVERSAS ÁREAS DA EDIFICAÇÃO**

### **A) ÁREA 1 – POÇO DE SUÇÃO E CONJUNTO DE BOMBAS**

#### **TIPO DE LUMINÁRIA A SER USADA**

- tipo de luminária:..... projetor retangular fechado, para instalação ao tempo

- comando de operação liga/desliga: ..... em grupo, por interruptor
- tipo de circuito: ..... circuito monofásico, a três condutores
- montagem da luminária: ..... fixada lateralmente na parede
- tensão de alimentação da lâmpada: ..... 220 Volts
- nível de iluminamento desejado: ..... 100 lux
- altura de montagem da luminária: ..... variável
- número de luminárias por ponto: ..... 1
- número de lâmpadas/luminária: ..... 1

#### TIPO DE LÂMPADA A SER USADA

- Fluorescente compacta, eletrônica ..... 23 Watts
- Fluxo luminoso da lâmpada: ..... 1.450 lumens
- Consumo do reator: ..... 0 Watts

#### DIMENSÕES DO AMBIENTE

- Comprimento da edificação ..... 0,80 m
- Pé direito ..... 2,20 m
- Altura do plano de trabalho ..... 0,00 m
- Altura de suspensão da luminária ..... 0,00 m
- Altura de montagem ..... 2,20 m

#### PREMISSAS DO PROJETO

- Iluminamento para o local ..... 100 lux
- Área do local ..... 2,01 m²
- Área EFETIVA a ser iluminada ..... 2,01 m²
- Número de lâmpadas/luminária ..... 1 ud
- Fluxo lum. da lâmpada ..... 1.450 lumens
- Potência da lâmpada ..... 23 watts
- Consumo do acessório ..... 0 watts

As condições do ambiente são:

Ambiente NORMAL

Período de manutenção de 3.000h

Como consequência da arquitetura da edificação, serão empregadas luminárias fixadas no teto da área destinada à Sala das Bombas.

condições:	teto	parede	piso
pintura	claro	claro	escuro
refletâncias:	70%	50%	10%

Fator de Depreciação  $F_d = 0,70$

Índice do recinto  $K = (C \times L) / H_m \times (C + L)$   $K = 0,45$

Coefficiente de utilização da luminária  $F_u = 0,32$

O número de luminárias necessário será:  $N = \frac{E_m \times A}{n \times \Phi \times F_u}$

$N = 0,44$  ou em inteiros  $N = 1$

FACE À ARQUITETURA DO AMBIENTE, USAREMOS: **1 luminária**

Com a quantidade de luminárias acima, a Iluminância média será:  $E_{\text{medio}} = \frac{N \times n \times \Phi \times n \times \Phi \times f \times 1,1}{A}$

Iluminância média calculada:  $E_{\text{medio}} = 252,41 \text{ lux}$

#### **B) RESUMO QUALI-QUANTITATIVO DO PROJETO DE ILUMINAÇÃO INTERNA DA ELEVATÓRIA**

ÁREA	LUMINÁRIA TIPO	LÂMPADA	QUANT.	POT. (W)	CONSUMO TOTAL
ÁREA 1:	projektor retangular fechado	Fluorescente compacta	1	23	23 Watts
				<b>Total</b>	<b>23 Watts</b>

ÁREA	TOMADA TIPO		CONSUMO TOTAL
	1Ø-10A	3Ø-16A	
ÁREA 1:	1	1	13.838 Watts
		<b>Total</b>	<b>13.838 Watts</b>

- Fator de demanda lâmpadas: ..... 1
- Fator de demanda tomadas: ..... 0,5
- Demanda TOTAL a ser considerada: ..... 13.861 W
- Corrente máxima no alimentador: ..... 21,06 A
- Seção condutor do alimentador tronco: ..... 4 mm<sup>2</sup>
- Seção do condutor do ramal lâmpada: ..... 2,5 mm<sup>2</sup>
- Seção do condutor do ramal tomada: ..... 4 mm<sup>2</sup>
- Disjuntor trifásico: ..... 30 A
- Disjuntor monofásico: ..... 10 A

## 4.2.2 Estação Elevatória de Esgoto EEE-02

### 4.2.2.1 Dimensionamento de Equipamentos Comando/Controle/Proteção

#### POTÊNCIA DA SUBESTAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES E EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

##### DADOS DE ENTRADA DA INSTALAÇÃO

Sistema trifásico a cinco condutores	TN-S
Tensão de alimentação das cargas:	380 V
Fator de potência final da instalação	0,92 pu
Motores de potência (CV) igual/menor a:	7,5 acionamento com partida direta
Demanda total (kVA), igual ou maior a:	45 a instalação requer subestação primária

##### CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES - DADOS DE ENTRADA

NOTA:	potência: CV	Número de polos	$\rho = 100\%$ carga	$\cos\phi = 100\%$ carga	$\cos\phi =$ na partida	$I_p/I_r =$	Tensão (V) alimentação
EE -02	1,0	2	0,745	0,830	0,35	7,1	380

##### QUADRO DE CARGAS

Carga a ser instalada	Quantid. instalada	Quantid. reserva	Potência em CV	Potência em kW	Demanda em kW
motor da bomba da E. Elevatória	2	1	1,0	1,19	1,19
iluminação interna/externa	1			1,00	1,00
tomada mono p/serv. de manut.	1			2,19	2,19
tomada trif. p/serv. de manutenção	1			10,53	10,53
				Total	14,92

Instalação com demanda ( $D \leq 45\text{kVA}$ ):	SIM - ALIMENTAÇÃO EM BAIXA TENSÃO
Potência da instalação em kVA:	16,21 kVA
Tensão secundária de alimentação das cargas:	380 Volt
Corrente máxima de projeto (no secundário):	24,63 A

NOTA: A demanda requerida enquadra o atendimento da instalação em Baixa Tensão conforme preconizam as normas da Concessionária local. Portanto o atendimento desta instalação será diretamente do sistema de distribuição secundária da ENERGIPE na tensão de 380Volts, sistema trifásico a cinco condutores.

#### CÁLCULO DA DEMANDA DO SISTEMA

Potência nominal do motor:	1,19 kW
Motores em operação:	1
Pot. requerida motores:	1,19 kW
Potência auxiliares:	13,72 kW
Potência da instalação:	14,92 kW

$$D = (a+b+c+d+e) / f_p$$

$$a = 13,72$$

$$b=c=d = 0$$

$$e = 1,19$$

$$f_p = 0,92$$

$$D = 16,21 \text{ kVA}$$

## VALORES LIMITES PARA QUEDA DE TENSÃO

As condições operacionais do Projeto recomendam os seguintes limites:

Queda de tensão (%), em relação ao PDE, para a condição de **PARTIDA** do motor: 10 %  
Queda de tensão (%), em relação ao PDE, para a condição de **REGIME** do motor: 7 %

## 1 - DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES E EQUIPAMENTOS

### 1.1 - CÁLCULO DO CONDUTOR DO ALIMENTADOR GERAL DE BAIXA TENSÃO

#### CARACTERÍSTICAS DO CIRCUITO DO ALIMENTADOR GERAL

Valores das correntes do circuito do alimentador geral:

$$I_{\text{alimentador}} = 24,63 \text{ A}$$

Comprimento do alimentador (metros):	20	Fatores de correção:	
Tipo de condutor:	cobre	K1 (temperatura do solo 35°):	0,89
Resistividade do material:	0,0179	k2 (agrup. de cabos):	1,00
Nível de isolamento:	0,6/1kV	k3 (agrup. de circuitos):	1,00
Temp. máxima permitida (condutor):	90°C	k4 (agrup. de eletrodutos):	1,00
Temperatura do ambiente:	40°C	fs (fator de serviço)	1,00
Maneira de instalar:	eletroduto enterrado no piso		
Tipo de instalação:	D		
Queda de tensão admitida no ramal (%):	2		

#### 1.1.1 Cálculo da seção do condutor função da CAPACIDADE DE CONDUÇÃO para o tipo de instalação:

tipo do isolamento	corrente de projeto (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap.cond por cabo (A)	seção em (mm <sup>2</sup> )	resist. Ω/km	reatância Ω/km
PVC	24,63	0,89	27,68	79	16	1,3800	0,1200

A seção do condutor será em função da capacidade de condução do condutor:

seção escolhida:	16 mm <sup>2</sup>
condutor por fase:	1

#### 1.1.2 Cálculo da seção do condutor em função da queda de tensão ADMITIDA para o circuito:

$$S_{\text{condutor}} = 2,00 \text{ mm}^2$$

#### 1.1.3 - Cálculo da seção do condutor em função da CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO:

I <sub>cc</sub> =	2,00 kA	(cf. Concessionária)
T <sub>elim. defeito</sub> =	0,5 seg	
condutor:	PVC	
T <sub>final</sub> =	250 °C	
T <sub>inicial</sub> =	90 °C	

temp em °C	Isolamento do condutor	
	PVC	XLPE
T <sub>final</sub>	160	250
T <sub>inicial</sub>	70	90

$$S_{\text{condutor}} = 9,96 \text{ mm}^2$$

Pelo cálculo acima, essa deveria ser a seção mínima, em função da máxima temperatura a que deve suportar com base no valor considerado para a corrente de curto circuito (simétrica), nos terminais secundários do transformador.

Resumo, a seção do condutor a ser adotada será, em função da que conduzir à maior seção dentre as três condições acima:

tipo do isolamento	corrente de projeto (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap.cond por cabo (A)	seção em (mm <sup>2</sup> )	resist. Ω/km	reatância Ω/km
PVC	24,63	0,89	27,68	79	16	1,3800	0,1200

#### 1.1.4 - Dimensionamento do condutor NEUTRO

Seção calculada	mm <sup>2</sup> :	16	(NBR 5410/97)
Seção escolhida	mm <sup>2</sup> :	16	
Quantidade por fase	ud:	1	



### 1.1.5 - Dimensionamento do condutor de PROTEÇÃO

condutor: cobre nú

Seção escolhida	mm <sup>2</sup> :	16
Quantidade por fase	ud:	1

### 1.1.6 - RESUMO DOS CONDUTORES ESCOLHIDOS

A seção escolhida do condutor será em função da capacidade de condução:

	FASE	NEUTRO	PE
Seção escolhida	16	16	16
Diâmetro externo	10,51	10,51	4,51
Quantidade por fase	1	1	1

### 1.1.7 - DIMENSIONAMENTO DO ELETRODUTO

$$S_{\text{total condutor}} = 363,25 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 1.100,77 \text{ mm}^2$$

$$\Phi_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 37,44 \text{ mm}$$

Empregaremos, portanto, eletroduto de:

tamanho nominal= 40	PVC ou
tamanho nominal= 41	AÇO GALV.

## 1.2 - DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO

### 1.2.1 - SECCIONADOR TRIPOLAR - LADO DE 380V

Tipo do equipamento:	seccionador fusível sob carga
Corrente nominal da chave:	63 A
Corrente nominal dos fusíveis:	50 A

### 1.2.2 - TC DE MEDIÇÃO DE CORRENTE - LADO DE 380V

A máxima corrente no secundário do transformador será: 24,63 A  
Logo, usaremos TC's com classe de exatidão para medição

classe de exatidão:	0,6 %
carga:	C25
relação de transformação:	50/5 A
quantidade:	3 unid.

### 1.2.3 - MULTI MEDIDOR DE GRANDÊZAS ELÉTRICAS - LADO DE 380V

multi-medidor digital, dimensões de 96x96mm:	
tipo de instalação	rede 3Φ desequilibrada
entrada - tensão	380 V - 60Hz
entrada - corrente	0-5 A
saída: pulso e serial	RS485
quantidade:	1 ud

### 1.2.4 - DIMENSIONAMENTO DO DISJUNTOR GERAL DE BAIXA TENSÃO - PROTEÇÃO SECUNDÁRIA

Tipo do disjuntor	Caixa moldada tipo L
Aplicação do disjuntor:	Proteção circuito: Ramal de Entrada
Fator de multiplicação de corrente:	K= 1,10
Corrente do circuito (corrente de projeto):	I <sub>projeto</sub> = 24,63 A
Capacidade de condução condutores ramal:	I <sub>condução</sub> = 79 A
Corrente de curto circuito nos bornes do disjuntor:	I <sub>curto circuito</sub> = 2.000 A
Corrente nominal escolhida para o disjuntor:	I <sub>nominal disjuntor</sub> = 50 A
Corrente ajustável de sobre carga para o disjuntor:	40-50 A
Corrente nominal de operação para o disjuntor:	I <sub>nominal disjuntor</sub> = 27 A
Corrente ajustável de curto circuito para o disjuntor:	fixo
Capacidade de interrupção mínima necessária:	I <sub>interrupção</sub> >= 20 kA
Tempo de atuação/operação do disjuntor:	T <sub>operação disjuntor</sub> <= 0,50 s



**Verificação das condições:**

$I_{\text{nominal do disjuntor}} \geq I_{\text{projeto}}$	CONDIÇÃO ATENDIDA
$I_{\text{nominal disjuntor}} \leq I_{\text{condutor}}$	CONDIÇÃO ATENDIDA
$K \times I_{\text{nominal disjuntor}} \leq 1,45 \times I_{\text{condutor}}$	CONDIÇÃO ATENDIDA
$I_{\text{interrupção disjuntor}} \geq I_{\text{cc máximo}}$	CONDIÇÃO ATENDIDA

Disjuntor indicado	caixa moldada
Corrente nominal $I_{\text{nominal}}$	50 A
Faixa de ajuste para sobrecarga	40-50
Faixa de ajuste para curto-circuito	fixo kA
Capacidade de interrupção em 380V CA $\geq$	10 kA

**2 - CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES - DADOS DE ENTRADA**
**2.1 - CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES DO RAMAL DO MOTOR**

NOTA:	potência: CV	Número de polos	$\rho = 100\%$ carga	$\cos\phi = 100\%$ carga	$\cos\phi =$ na partida	$I_p/I_r =$	Tensão (V) alimentação
Ilha das Flores	1,0	2	0,745	0,830	0,35	7,1	380

**2.1.1 - CARACTERÍSTICAS DO MOTOR DA BOMBA DA: EE -02**

Tipo de partida:	Partida Direta à Plena Tensão
Corrente de partida:	7,1 x $I_{\text{nominal}}$
número de polos	2 polos
rotação nominal - rpm	2350 rpm
Tempo de aceleração - seg	
Classe de isolamento	
Sensor de temperatura - enrolamentos	
Sensor de temperatura - mancais	

**Valores das correntes do circuito do ramal do motor:**

$I_{\text{nominal motor}} =$	1,81 A	$I_{\text{partida motor}} =$	12,84 A
------------------------------	--------	------------------------------	---------

**2.1.2 - CARACTERÍSTICAS CIRCUITO DO RAMAL MOTOR DA BOMBA DA: EE -02**

Comprimento do ramal motor (metros):	15	Fatores de correção:	
Comprimento do alimentador (metros):	20	k1 (temperatura do solo):	0,85
Tipo de condutor:	cobre	k2 (agrup. de cabos):	1
Resistividade do material:	0,0179	k3 (agrup. de circuitos):	1
Nível de isolamento:	0,6/1kV	k4 (agrup. de eletrodutos):	1
Temp. máxima permitida no condutor:	90°C	fs (fator de serviço)	1
Temperatura do ambiente:	40°C		
Maneira de instalar:	eletroduto flexível enterrado		
Tipo de instalação:	D		
Queda de tensão admitida no ramal (%):	4		

**Cálculo da seção do condutor em função da capacidade de condução para o tipo de instalação:**

tipo do isolamento	$I_{\text{projeto}}$ (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap. condução	seção em (mm <sup>2</sup> )	resist. $\Omega/\text{km}$	reatância $\Omega/\text{km}$
0,6/1kV	1,81	0,85	2,13	37	4	5,5200	0,1400

 Seção escolhida: 4 mm<sup>2</sup> cond. por fase: 1

**Cálculo da seção do condutor em função da queda de tensão ADMITIDA para o circuito**

$$S_{\text{condutor}} = 0,13 \text{ mm}^2$$

Cálculo da seção do condutor em função da CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO:

$$I_{cc \max} = 2,00 \text{ kA}$$

$$T_{\text{elim. defeito}} = 0,5 \text{ seg}$$

condutor: PVC

$$T_{\text{final}} = 250 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{inicial}} = 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$S_{\text{condutor}} = 9,96 \text{ mm}^2$$

temp em $^{\circ}\text{C}$	Isolamento do condutor	
	PVC	XLPE
$T_{\text{final}}$	160	250
$T_{\text{inicial}}$	70	90

A seção do condutor será em função da capacidade de condução do condutor

$$\text{Seção escolhida: } 4 \text{ mm}^2$$

$$\text{Diâmetro externo condutor: } 8,26 \text{ mm}$$

$$\text{Quantidade por fase: } 1$$

### 2.1.3 - DIMENSIONAMENTO DO ELETRODUTO

$$S_{\text{total condutor}} = 160,63 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 486,76 \text{ mm}^2$$

$$\Phi_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 24,90 \text{ mm}$$

Empregaremos, portanto, eletroduto de:

$$\text{tamanho nominal} = 40$$

$$\text{tamanho nominal} = 32$$

PVC ou

AÇO GALV.

### 3 - CONDIÇÕES DOS CIRCUITOS RAMAIS DE MOTOR

MOTOR: ILHA DAS FLORES

$$\text{Seção dos cabos do ramal do motor da bomba } 4 \text{ mm}^2$$

$$\text{Parâmetros do cabo ramal motor-1 } R_{\text{ramal-1}} = 5,5200 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\text{Parâmetros do cabo ramal motor-1 } X_{\text{ramal-1}} = 0,1400 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\text{Comprimento do ramal do motor-1 } 15 \text{ m}$$

$$\text{Número de cabos por fase do motor-1 } 1$$

$$\text{Maneira de instalar do motor-1 } D$$

$$\text{Eletroduto para os cabos do motor-1 } PVC$$

### 4 - CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DOS MOTORES

$$\text{Impedância do circuito: Ramal de Entrada } R_{\text{cabo sec}} = 0,0276 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

$$X_{\text{cabo sec}} = 0,0024 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

$$Z_{\text{cabo sec}} = 0,0277 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

#### 4.1 - CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DO MOTOR-1 EE -02

$$\text{Impedância circuito motor } R_{\text{ramal-1}} = 0,0828 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

$$X_{\text{ramal-1}} = 0,0021 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

$$Z_{\text{ramal-1}} = 0,0828 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

$$\text{Impedância do motor-1 na partida } P_{\text{motor-1}} = 1,19 \text{ kVA}$$

$$R_{\text{motor-1}} = 0,00$$

$$X_{\text{motor-1}} = 1000 \times V_{\text{nm}}^2 / K \times P_{\text{motor}}$$

$$X_{\text{motor-1}} = 17,08698 \text{ } (\Omega)$$

$$Z_{\text{motor-1}} = 17,0870 \text{ } (\Omega)$$

$$\text{Impedância do motor-1 em regime } R_{\text{motor-1 reg}} = 0,00$$

$$X_{\text{motor-1 reg}} = 121,3176 \text{ } (\Omega)$$

$$Z_{\text{motor-1 reg}} = 121,3176 \text{ } (\Omega)$$

$$\text{Corrente de partida do motor-1 } I_{\text{partida}} = (1000 \times V_{\text{nm}}) / [\text{raiz}(3) \times (Z_{\text{total}} + Z_{\text{motor}})]$$

$$\text{CORRENTE NA PARTIDA DIRETA: } I_{\text{partida}} = 12,84 \text{ A}$$

#### VALORES DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DO MOTOR:

##### PARTIDA DIRETA

Partida do motor-1

$$\Delta V = Z_{\text{total}} \times I_{\text{partida}}$$

$$\Delta V = 1,42 \text{ V}$$

$$\Delta V = 0,37 \%$$

CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90

**POSSÍVEL A PARTIDA**

#### VALORES DA QUEDA DE TENSÃO EM REGIME:

Queda de tensão em regime

$$\Delta V = Z_{\text{total-1}} \times I_{\text{regime}}$$

$$\Delta V = 0,20 \text{ V}$$

$$\Delta V = 0,05 \%$$

CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90

**POSSÍVEL A OPERAÇÃO**

#### 5 - CAPACITOR DE CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA DOS MOTORES

##### 5.1-CAPACITOR CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA MOTOR DA BOMBA

EE -02

motor da bomba principal

1 CV

fator de potência do motor a 100% da carga:

0,83 pu

fator de potência desejado para o motor:

0,92 pu

potência ativa requerida pelo motor (100% da carga):

1 kW

coeficiente para correção para 0,92:

0,141

potência reativa requerida pelo motor (100% carga):

0,17 kVar

#### 6 - DISPOSITIVOS DE MEDIÇÃO, PROTEÇÃO, ACIONAMENTO E CONTROLE DOS MOTORES

##### 6.1 - DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO, ACIONAMENTO E CONTROLE DO MOTOR DA BOMBA

EE -02

##### 6.1.1 - DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO C.C. DO RAMAL DO MOTOR: FUSÍVEL RETARDADO

Fusível indicado

Potência do motor:

P= 1,0 CV

Corrente nominal do motor

In= 1,81 A

Corrente nominal do fusível In=

In= 10 A

##### 6.1.2 - DISPOSITIVO DE ACIONAMENTO DO MOTOR BOMBA: CONTACTOR

Capacidade de acionamento do motor de:

1,0 CV

Corrente nominal do motor:

1,81 A

Corrente nominal do Contactor:

9 A

Faixa de ajuste do relé de sobrecarga:

1,8-2,8 A

#### 7 - DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES DE ATERRAMENTO DOS EQUIPAMENTOS

O dimensionamento dos cabos da malha de terra principal (à qual deverão ser conectados os cabos de descida dos pára-raios, neutro e tanque do transformador (quando existentes) e demais partes metálicas da instalação), obedecerá ao procedimento do cálculo dos condutores da malha de terra, em função do tipo de instalação, conforme a seguir, com base no valor da corrente de curto-circuito informada pela Concessionária para o PDE/Ponto de Ligação:

$$\text{Fórmula de Onderdonk: } I_{\text{def}} = 226,53 \times S_{\text{cobre}} \{ \text{raiz}[1/t_{\text{def}} \times \ln[(T_{\text{emp. solda}} - T_{\text{emp. amb}})/(234 + T_{\text{emp. amb}}) + 1]] \}$$

$I_{\text{defeito}}$  = corrente de defeito, em Ampère, através do condutor

$S_{\text{cobre}}$  = seção do condutor de cobre da malha de terra  $\text{mm}^2$

$T_{\text{defeito}}$  = tempo de duração do defeito em segundos

$T_{\text{emp. solda}}$  = temperatura da solda (pelo tipo de solda/conexão)

$T_{\text{emp. ambiente}}$  = temperatura ambiente da instalação

Máxima temperatura suportada pelos vários tipos de conexão:  $T_{\text{emp. solda}}$

Tipo de conexão	Temp.max. suportável
Cavilhada (conexão por aperto de parafuso)	250 graus Celsius
Solda exotérmica	850 graus Celsius

A premissa de cálculo será para a temperatura suportável das conexões **cavilhadas/a parafuso**, em face de ser este o ponto mais fraco na cadeia do sistema de aterramento, e por ser um tipo de conexão que estará presente nos principais pontos de ligação dos equipamentos ao sistema de aterramento.

### 7.1 - Cabos da malha de terra principal

$I_{\text{defeito}}$ no ponto considerado:	$I_{\text{defeito}} =$	2.000 A
$I_{\text{defeito}}$ no cabo de ligação dos equipamentos/malha:	$I_{\text{def.}} =$	2.000 A
Percentual da corrente de defeito na malha:		60 %
$I_{\text{defeito}}$ nos cabos da malha:	$I_{\text{def. Malha}} =$	1.200 A

Tempo de duração do defeito (seg)	$t_{\text{duração}} =$	0,50 s
Temp. ambiente (graus Celsius)	$\theta_a =$	35 graus
Temp. solda (graus Celsius) conexão cavilhada	$\theta_m =$	250 graus
cálculo da seção mínima do condutor de cobre (cabo ligação):		8,15 mm <sup>2</sup>

Entretanto, face às recomendações das Normas da Concessionária, será empregado condutor de seção maior

**Portanto, o condutor da malha deverá ter seção de:**  $S_{\text{cond.malha}} =$  **16 mm<sup>2</sup>**

### 7.2 - Cabos de aterramento dos equipamentos de baixa tensão

O condutor de ligação para aterramento dos equipamentos de baixa tensão (lado de 380V) poderá ter seção de:  $S_{\text{condutor}} =$  8,15 mm<sup>2</sup>

**Portanto, o condutor de aterramento dos equipamentos:**  $S_{\text{cond.}} =$  **16 mm<sup>2</sup>**

Estas deverão ser, portanto, as seções dos condutores para aterramento de TODOS os equipamentos de baixa tensão da instalação.

## 8 - PARÂMETRO DOS EQUIPAMENTOS/MATERIAIS

**EE -02**

### 8.1 - CONDUTORES

CIRCUITOS		$I_{\text{projeto}}$ (A)	Seção adotada mm <sup>2</sup>	Condutores por fase	Parâmetros $\Omega$ /km Rca XL	
ALIMENTADOR GERAL - FASE		24,63	16	1	1,38	0,12
ALIMENTADOR GERAL - NEUTRO			16	1	1,38	0,12
RAMAL DO MOTOR DA ELEVATÓRIA (CV)	1	1,81	4	1	5,52	0,14
CIRCUITOS AUXILIARES		5,22	4	1	5,52	0,14
CIRCUITOS ILUMINAÇÃO INTERNA			2,5	1	8,87	0,15
CIRCUITOS ILUMINAÇÃO EXTERNA			4	1	5,62	0,14
CABO DO ATERRAM. DESCIDA P. RAIOS		2.000	16	cobre nú	têmpera mole	
CABO DO ATERRAMENTO DA MALHA		1.200	16	cobre nú	têmpera mole	
ATERRAM. DEMAIS EQUIPAMENTOS		2.000	16	cobre nú	têmpera mole	

### 8.2 - DISJUNTORES

CIRCUITOS	$I_{\text{nominal}}$ (A)	Cap. Interrup. kA	Tensão nominal	Disparador S/C	Disparador C/C
ALIMENTADOR GERAL	50	$\geq 10$	500V	40-50	fixo
RAMAL DO MOTOR DA E. ELEVATÓRIA	16	$\geq 10$	500V	9-12,5	12x

### 8.3 - ACIONAMENTOS

CIRCUITOS	DISPOSITIVO	$I_{\text{nominal}}$ (A)	Tensão nominal
MOTOR 1,0 CV	CONTACTOR	9	380

### 8.4 - INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

GERAL	CIRCUITOS	Escala (A)	Tensão nominal
	MULTIMEDIDOR		380
	TC DE MEDIÇÃO	50/5	380

#### **4.2.2.2 Iluminação Interna da Edificação da Estação Elevatória de Esgoto EEE-02**

##### **DADOS DE ENTRADA DA INSTALAÇÃO**

A Iluminação Interna destina-se a dotar a área da Estação Elevatória de Esgoto EEE-02, de condições de visibilidade e deslocamento de pessoas para execução da operação/observação noturna da Estação de Bombeamento. Diante da natureza do trabalho a ser, eventualmente, desenvolvido na referida instalação, o nível de iluminamento adotado equipara-se àquele destinado para ambientes industriais de operação/observação de máquinas/instrumentos. Segundo o que estabelecem a Norma Brasileira NBR 5413, em suas exigências mínimas, o iluminamento médio para essa situação está em 150lux (considerados ao final do período de manutenção do conjunto luminária/lâmpada).

A área da EEE-02 é formada por três módulos, sendo: um de acesso às grades de barra, um do poço de sucção e dois conjuntos de moto-bomba e o outro destinado ao Registro Geral de saída. Nos módulos aqui referidos, só não contará com iluminação, o destinado ao Registro Geral de saída.

##### **PREMISSAS DO PROJETO DE ILUMINAÇÃO INTERNA PREDIAL**

Para a elaboração do presente estudo foram consultados, preliminarmente, os seguintes projetos e documentos:

1. Planejamento Físico da Área do Projeto;
2. Projeto Arquitetônico e Civil das Edificações.

A instalação elétrica será toda executada de forma aparente, (nas paredes laterais, nos espaços de construção e sob a laje de concreto). As luminárias, tomadas em geral, interruptores, etc. obedecerão a esse critério de instalação. A distribuição dos circuitos será obtida mediante o emprego de condutores isolados, instalados dentro de eletrocalhas ou eletrodutos rígidos.

No que diz respeito às exigências de condições de trabalho consideradas pela Legislação Trabalhista, os aspectos a serem observados estão delineados conforme a respectiva Norma Regulamentadora do MTE.

Por outro lado, segundo o que estabelecem as Normas Brasileiras, o iluminamento para essa situação (média de 150lux) deve ser considerado para o final do período de manutenção do conjunto luminária/lâmpada, o que acarreta portanto, que o projeto deva levar em consideração esse fator de depreciação do nível de iluminamento entre os períodos de manutenção (troca de lâmpadas, lavagem das lâmpadas, limpeza dos vidros protetores, etc.), visando a garantir que o nível de iluminamento não fique comprometido nesse intervalo. Para isso o projeto tomará o índice indicado pela Norma como referência mínima. O projeto será desenvolvido para um valor de iluminância maior a fim de que fique assegurado o nível mínimo quando da proximidade do término do período de manutenção do conjunto de iluminação.

##### **CONDIÇÕES INFLUÊNCIAS EXTERNAS**

Outro aspecto de natureza de concepção para o Projeto de Iluminação é de que o nível de iluminância pretendido deverá ser obtido com o emprego dos aparelhos de iluminação destinados especificamente para o referido projeto, ou seja, não serão levados em consideração quaisquer contribuições de outras fontes luminosas, sejam artificiais ou provenientes de outros aparelhos de iluminação que situem no mesmo local.

##### **CONDIÇÕES NORTEADORAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO**

De modo geral os locais de trabalho das pessoas (áreas de operação e áreas auxiliares de manutenção) devem ser devidamente iluminados a fim de que sejam obtidos níveis de iluminação para o conforto e a segurança das atividades que serão ali desenvolvidas. Dentro desse princípio geral, o Projeto Luminotécnico, para ambientes internos ou externos, deverá manter compromisso com os objetivos aqui

delineados. A orientação a ser seguida para os projetos luminotécnicos a serem desenvolvidos estarão buscando, dentre outras condições, as seguintes:

- Nível de iluminação suficiente para cada atividade específica;
- Distribuição espacial da luz sobre o ambiente considerado;
- Escolha do tipo de luminária e de sua melhor instalação;
- Escolha do tipo de lâmpada e seu respectivo rendimento.

Quanto ao Nível de Iluminamento a ser alcançado com o referido projeto, deve-se adequar a natureza dos trabalhos na Estação Elevatória de Esgoto, representada, basicamente, por atividades operativas industriais e de manutenção, com as condições de segurança pretendidas. Por outro lado, diante da natureza descrita para a operação dos trabalhos na área, não há exigência no grau de reprodução de cores. Portanto, buscando-se maximizar os aspectos de ordem econômica para o projeto, deve-se optar por adotar o emprego de lâmpadas de descarga, de baixo consumo, na busca de maior rendimento energético para o sistema de iluminação.

Para melhor distribuição espacial da luz, estudou-se a distribuição das luminárias obedecendo ao critério de dotar-se zonas com níveis de iluminamento (iluminâncias intermediárias entre os pontos) que atendam ao nível mínimo exigido pelas Normas. Assim, a distância média entre as luminárias decorreu da resultante superposição das curvas isolux correspondentes ao conjunto luminária/lâmpada escolhidos para a presente situação.

As luminárias e respectivos suportes de fixação foram escolhidas em função da condição ambiental. Os materiais de construção dessas luminárias deverão, portanto, serem altamente resistentes às condições do local da instalação, sendo altamente recomendável a menor quantidade de materiais ferrosos em sua composição. O mesmo procedimento foi adotado para a escolha dos suportes de sustentação das luminárias, que além dos aspectos retro deverão guardar compromisso com o partido arquitetônico do ambiente.

Escolha do tipo de Lâmpada - em se tratando de Iluminação de Área Industrial, procurou-se conciliar a disponibilidade do que há no mercado de lâmpadas com os vários tipos de tecnologia associada. É importante considerar que a escolha do tipo de lâmpada deverá levar em consideração, principalmente, os seguintes fatores: potência elétrica de consumo da lâmpada (W), rendimento luminoso (Lum/W), energia elétrica consumida por tempo de operação, por exemplo, no mês (kWh/mês), Fluxo luminoso inicial da lâmpada (Lumens), Vida útil (horas) e o Custo operacional mensal (R\$/mês). Esses fatores deverão ser conjugados conjuntamente com outras condições do projeto, como por exemplo, tipo de serviço/atividade a que se destina o projeto de iluminação, condições ambientais do local, altura de montagem da luminária, grau de uniformização da iluminação no plano de trabalho/atividade, etc.

Os circuitos elétricos de alimentação das luminárias serão monofásicos, em 220V, derivados de sistema trifásico em 380V. Será adotado o sistema TN-S, a cinco (ou três) condutores (F-N-PE). Cada circuito monofásico deverá ser alimentado por uma das três fases, e deverá ser provida a alternância entre elas com o intuito de aumentar a confiabilidade da área a ser iluminada, no caso de contingência de perda de uma das fases.

A alimentação dessa Unidade de Consumo será derivada de circuitos provenientes de Quadro de Distribuição Geral - QDG existente a ser alimentado por rede de distribuição de Baixa Tensão proveniente da Concessionária de energia elétrica local.

## **CÁLCULO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DAS DIVERSAS ÁREAS DA EDIFICAÇÃO**

### **A) ÁREA 1 – POÇO DE SUÇÃO E CONJUNTO DE BOMBAS**

#### **TIPO DE LUMINÁRIA A SER USADA**



- tipo de luminária:..... projetor retangular fechado, para instalação ao tempo
- comando de operação liga/desliga:..... em grupo, por interruptor
- tipo de circuito:..... circuito monofásico, a três condutores
- montagem da luminária: ..... fixada lateralmente na parede
- tensão de alimentação da lâmpada:..... 220 Volts
- nível de iluminamento desejado:..... 100 lux
- altura de montagem da luminária:..... variável
- número de luminárias por ponto:..... 1
- número de lâmpadas/luminária: ..... 1

#### TIPO DE LÂMPADA A SER USADA

- Fluorescente compacta, eletrônica..... 23 Watts
- Fluxo luminoso da lâmpada: ..... 1.450 lumens
- Consumo do reator:..... 0 Watts

#### DIMENSÕES DO AMBIENTE

- Comprimento da edificação ..... 0,80 m
- Pé direito ..... 2,50 m
- Altura do plano de trabalho ..... 0,00 m
- Altura de suspensão da luminária ..... 0,00 m
- Altura de montagem ..... 2,50 m

#### PREMISSAS DO PROJETO

- Iluminamento para o local ..... 100 lux
- Área do local..... 2,01 m²
- Área EFETIVA a ser iluminada ..... 2,01 m²
- Número de lâmpadas/luminária ..... 1 ud
- Fluxo lum. da lâmpada ..... 1.450 lumens
- Potência da lâmpada ..... 23 watts
- Consumo do acessório..... 0 watts

As condições do ambiente são:

Ambiente NORMAL

Período de manutenção de 3.000h

Como consequência da arquitetura da edificação, serão empregadas luminárias fixadas no teto da área destinada à Sala das Bombas.

condições:	teto	parede	piso
pintura	claro	claro	escuro
refletâncias:	70%	50%	10%

Fator de Depreciação  $F_d = 0,70$

Índice do recinto  $K = (C \times L) / H_m \times (C + L)$   $K = 0,40$

Coefficiente de utilização da luminária  $F_u = 0,28$

O número de luminárias necessário será:  $N = \frac{E_m \times A}{n \times \Phi \times F_u}$

$N = 0,50$  ou em inteiros  **$N = 1$**

FACE À ARQUITETURA DO AMBIENTE, USAREMOS: **1 luminária**

Com a quantidade de luminárias acima, a Iluminância média será:  $E_{\text{medio}} = \frac{N \times n \times \Phi \times n \times \Phi \times f \times 1,1}{A}$

Iluminância média calculada:  **$E_{\text{medio}} = 222,12 \text{ lux}$**

#### **B) RESUMO QUALI-QUANTITATIVO DO PROJETO DE ILUMINAÇÃO INTERNA DA ELEVATÓRIA**

ÁREA	LUMINÁRIA TIPO	LÂMPADA	QUANT.	POT. (W)	CONSUMO TOTAL
ÁREA 1:	projektor retangular fechado	Fluorescente compacta	1	23	23 Watts
				<b>Total</b>	<b>23 Watts</b>

ÁREA	TOMADA TIPO		CONSUMO TOTAL
	1Ø-10A	3Ø-16A	
ÁREA 1:	1	1	13.838 Watts
		<b>Total</b>	<b>13.838 Watts</b>

- Fator de demanda lâmpadas: ..... 1
- Fator de demanda tomadas: ..... 0,5
- Demanda TOTAL a ser considerada: ..... 6.942 W
- Corrente máxima no alimentador: ..... 10,55 A
- Seção condutor do alimentador tronco: ..... 4 mm<sup>2</sup>
- Seção do condutor do ramal lâmpada: ..... 2,5 mm<sup>2</sup>
- Seção do condutor do ramal tomada: ..... 4 mm<sup>2</sup>
- Disjuntor trifásico: ..... 30 A
- Disjuntor monofásico: ..... 10 A



## 4.2.3 Estação Elevatória de Esgoto EEE-03

### 4.2.3.1 Dimensionamento de Equipamentos Comando/Controle/Proteção

#### POTÊNCIA DA SUBESTAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES E EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

##### DADOS DE ENTRADA DA INSTALAÇÃO

Sistema trifásico a cinco condutores	TN-S
Tensão de alimentação das cargas:	380 V
Fator de potência final da instalação	0,92 pu
Motores de potência (CV) igual/menor a:	7,5 acionamento com partida direta
Demanda total (kVA), igual ou maior a:	45 a instalação requer subestação primária

##### CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES - DADOS DE ENTRADA

NOTA:	potência: CV	Número de polos	$\rho = 100\%$ carga	$\cos\phi = 100\%$ carga	$\cos\phi =$ na partida	$I_p/I_r =$	Tensão (V) alimentação
EE-03	0,30	2	0,745	0,830	0,35	7,1	380

##### QUADRO DE CARGAS

Carga a ser instalada	Quantid. instalada	Quantid. reserva	Potência em CV	Potência em kW	Demanda em kW
motor da bomba da E. Elevatória	2	1	0,30	0,89	0,89
iluminação interna/externa	1			1,00	1,00
tomada mono p/serv. de manut.	1			2,19	2,19
tomada trif. p/serv. de manutenção	1			10,53	10,53
				Total	14,62

Instalação com demanda ( $D \leq 45\text{kVA}$ ):	SIM - ALIMENTAÇÃO EM BAIXA TENSÃO
Potência da instalação em kVA:	15,89 kVA
Tensão secundária de alimentação das cargas:	380 Volt
Corrente máxima de projeto (no secundário):	24,14 A

NOTA: A demanda requerida enquadra o atendimento da instalação em Baixa Tensão conforme preconizam as normas da Concessionária local. Portanto o atendimento desta instalação será diretamente do sistema de distribuição secundária da ENERGIPE na tensão de 380Volts, sistema trifásico a cinco condutores.

#### CÁLCULO DA DEMANDA DO SISTEMA

Potência nominal do motor:	0,89 kW
Motores em operação:	1
Pot. requerida motores:	0,89 kW
Potência auxiliares:	13,72 kW
Potência da instalação:	14,62 kW

$$D = (a+b+c+d+e) / f_p$$

$$a = 13,72$$

$$b=c=d = 0$$

$$e = 0,89$$

$$f_p = 0,92$$

$$D = 15,89 \text{ kVA}$$

## VALORES LIMITES PARA QUEDA DE TENSÃO

As condições operacionais do Projeto recomendam os seguintes limites:

Queda de tensão (%), em relação ao PDE, para a condição de **PARTIDA** do motor: 10 %  
Queda de tensão (%), em relação ao PDE, para a condição de **REGIME** do motor: 7 %

## 1 - DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES E EQUIPAMENTOS

### 1.1 - CÁLCULO DO CONDUTOR DO ALIMENTADOR GERAL DE BAIXA TENSÃO

#### CARACTERÍSTICAS DO CIRCUITO DO ALIMENTADOR GERAL

Valores das correntes do circuito do alimentador geral:

$$I_{\text{alimentador}} = 24,14 \text{ A}$$

Comprimento do alimentador (metros):	20	Fatores de correção:	
Tipo de condutor:	cobre	K1 (temperatura do solo 35°):	0,89
Resistividade do material:	0,0179	k2 (agrup. de cabos):	1,00
Nível de isolamento:	0,6/1kV	k3 (agrup. de circuitos):	1,00
Temp. máxima permitida (condutor):	90°C	k4 (agrup. de eletrodutos):	1,00
Temperatura do ambiente:	40°C	fs (fator de serviço)	1,00
Maneira de instalar:	eletroduto enterrado no piso		
Tipo de instalação:	D		
Queda de tensão admitida no ramal (%):	2		

#### 1.1.1 Cálculo da seção do condutor função da CAPACIDADE DE CONDUÇÃO para o tipo de instalação:

tipo do isolamento	corrente de projeto (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap.cond por cabo (A)	seção em (mm <sup>2</sup> )	resist. Ω/km	reatância Ω/km
PVC	24,14	0,89	27,12	79	16	1,3800	0,1200

A seção do condutor será em função da capacidade de condução do condutor:

seção escolhida:	16 mm <sup>2</sup>
condutor por fase:	1

#### 1.1.2 Cálculo da seção do condutor em função da queda de tensão ADMITIDA para o circuito:

$$S_{\text{condutor}} = 1,96 \text{ mm}^2$$

#### 1.1.3 - Cálculo da seção do condutor em função da CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO:

I <sub>cc</sub> =	2,00 kA	(cf. Concessionária)
T <sub>elim. defeito</sub> =	0,5 seg	
condutor:	PVC	
T <sub>final</sub> =	250 °C	
T <sub>inicial</sub> =	90 °C	

temp em °C	Isolamento do condutor	
	PVC	XLPE
T <sub>final</sub>	160	250
T <sub>inicial</sub>	70	90

$$S_{\text{condutor}} = 9,96 \text{ mm}^2$$

Pelo cálculo acima, essa deveria ser a seção mínima, em função da máxima temperatura a que deve suportar com base no valor considerado para a corrente de curto circuito (simétrica), nos terminais secundários do transformador.

Resumo, a seção do condutor a ser adotada será, em função da que conduzir à maior seção dentre as três condições acima:

tipo do isolamento	corrente de projeto (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap.cond por cabo (A)	seção em (mm <sup>2</sup> )	resist. Ω/km	reatância Ω/km
PVC	24,14	0,89	27,12	79	16	1,3800	0,1200

#### 1.1.4 - Dimensionamento do condutor NEUTRO

Seção calculada	mm <sup>2</sup> :	16	(NBR 5410/97)
Seção escolhida	mm <sup>2</sup> :	16	
Quantidade por fase	ud:	1	

### 1.1.5 - Dimensionamento do condutor de PROTEÇÃO

condutor: cobre nú

Seção escolhida	mm <sup>2</sup> :	16
Quantidade por fase	ud:	1

### 1.1.6 - RESUMO DOS CONDUTORES ESCOLHIDOS

A seção escolhida do condutor será em função da capacidade de condução:

	FASE	NEUTRO	PE
Seção escolhida	16	16	16
Diâmetro externo	10,51	10,51	4,51
Quantidade por fase	1	1	1

### 1.1.7 - DIMENSIONAMENTO DO ELETRODUTO

$$S_{\text{total condutor}} = 363,25 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 1.100,77 \text{ mm}^2$$

$$\Phi_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 37,44 \text{ mm}$$

Empregaremos, portanto, eletroduto de:

tamanho nominal= 40	PVC ou
tamanho nominal= 41	AÇO GALV.

## 1.2 - DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO

### 1.2.1 - SECCIONADOR TRIPOLAR - LADO DE 380V

Tipo do equipamento:	seccionador fusível sob carga
Corrente nominal da chave:	63 A
Corrente nominal dos fusíveis:	50 A

### 1.2.2 - TC DE MEDIÇÃO DE CORRENTE - LADO DE 380V

A máxima corrente no secundário do transformador será: 24,14 A

Logo, usaremos TC's com classe de exatidão para medição

classe de exatidão:	0,6 %
carga:	C25
relação de transformação:	50/5 A
quantidade:	3 unid.

### 1.2.3 - MULTI MEDIDOR DE GRANDÊZAS ELÉTRICAS - LADO DE 380V

multi-medidor digital, dimensões de 96x96mm:

tipo de instalação	rede 3Φ desequilibrada
entrada - tensão	380 V - 60Hz
entrada - corrente	0-5 A
saída: pulso e serial	RS485
quantidade:	1 ud

### 1.2.4 - DIMENSIONAMENTO DO DISJUNTOR GERAL DE BAIXA TENSÃO - PROTEÇÃO SECUNDÁRIA

Tipo do disjuntor	Caixa moldada tipo L
Aplicação do disjuntor:	Proteção circuito: Ramal de Entrada
Fator de multiplicação de corrente:	K= 1,10
Corrente do circuito (corrente de projeto):	I <sub>projeto</sub> = 24,14 A
Capacidade de condução condutores ramal:	I <sub>condução</sub> = 79 A
Corrente de curto circuito nos bornes do disjuntor:	I <sub>curto circuito</sub> = 2.000 A
Corrente nominal escolhida para o disjuntor:	I <sub>nominal disjuntor</sub> = 50 A
Corrente ajustável de sobre carga para o disjuntor:	40-50 A
Corrente nominal de operação para o disjuntor:	I <sub>nominal disjuntor</sub> = 27 A
Corrente ajustável de curto circuito para o disjuntor:	fixo
Capacidade de interrupção mínima necessária:	I <sub>interrupção</sub> >= 20 kA
Tempo de atuação/operação do disjuntor:	T <sub>operação disjuntor</sub> <= 0,50 s

**Verificação das condições:**

$I_{\text{nominal do disjuntor}} \geq I_{\text{projeto}}$	CONDIÇÃO ATENDIDA
$I_{\text{nominal disjuntor}} \leq I_{\text{condutor}}$	CONDIÇÃO ATENDIDA
$K \times I_{\text{nominal disjuntor}} \leq 1,45 \times I_{\text{condutor}}$	CONDIÇÃO ATENDIDA
$I_{\text{interrupção disjuntor}} \geq I_{\text{cc máximo}}$	CONDIÇÃO ATENDIDA

Disjuntor indicado	caixa moldada
Corrente nominal $I_{\text{nominal}}$	50 A
Faixa de ajuste para sobrecarga	40-50
Faixa de ajuste para curto-circuito	fixo kA
Capacidade de interrupção em 380V CA $\geq$	20 kA

**2 - CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES - DADOS DE ENTRADA**
**2.1 - CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES DO RAMAL DO MOTOR**

NOTA:	potência: CV	Número de polos	$\rho = 100\%$ carga	$\cos\phi = 100\%$ carga	$\cos\phi =$ na partida	$I_p/I_r =$	Tensão (V) alimentação
Ilha das Flores	0,30	2	0,745	0,830	0,35	7,1	380

**2.1.1 - CARACTERÍSTICAS DO MOTOR DA BOMBA DA: EE-03**

Tipo de partida:	Partida Direta à Plena Tensão
Corrente de partida:	7,1 x $I_{\text{nominal}}$
número de polos	2 polos
rotação nominal - rpm	2350 rpm
Tempo de aceleração - seg	
Classe de isolamento	
Sensor de temperatura - enrolamentos	
Sensor de temperatura - mancais	

**Valores das correntes do circuito do ramal do motor:**

$I_{\text{nominal motor}} =$	1,36 A	$I_{\text{partida motor}} =$	9,63 A
------------------------------	--------	------------------------------	--------

**2.1.2 - CARACTERÍSTICAS CIRCUITO DO RAMAL MOTOR DA BOMBA DA: EE-03**

Comprimento do ramal motor (metros):	15	Fatores de correção:	
Comprimento do alimentador (metros):	20	k1 (temperatura do solo):	0,85
Tipo de condutor:	cobre	k2 (agrup. de cabos):	1
Resistividade do material:	0,0179	k3 (agrup. de circuitos):	1
Nível de isolamento:	0,6/1kV	k4 (agrup. de eletrodutos):	1
Temp. máxima permitida no condutor:	90°C	fs (fator de serviço)	1
Temperatura do ambiente:	40°C		
Maneira de instalar:	eletroduto flexível enterrado		
Tipo de instalação:	D		
Queda de tensão admitida no ramal (%):	4		

**Cálculo da seção do condutor em função da capacidade de condução para o tipo de instalação:**

tipo do isolamento	$I_{\text{projeto}}$ (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap. condução	seção em (mm <sup>2</sup> )	resist. $\Omega/\text{km}$	reatância $\Omega/\text{km}$
0,6/1kV	1,36	0,85	1,60	37	4	5,5200	0,1400

Seção escolhida: 4 mm<sup>2</sup> cond. por fase: 1

**Cálculo da seção do condutor em função da queda de tensão ADMITIDA para o circuito**

$$S_{\text{condutor}} = 0,10 \text{ mm}^2$$

Cálculo da seção do condutor em função da CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO:

$$I_{cc \max} = 2,00 \text{ kA}$$

$$T_{\text{elim. defeito}} = 0,5 \text{ seg}$$

condutor: PVC

$$T_{\text{final}} = 250 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{inicial}} = 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$S_{\text{condutor}} = 9,96 \text{ mm}^2$$

Isolamento do condutor		
temp em $^{\circ}\text{C}$	PVC	XLPE
$T_{\text{final}}$	160	250
$T_{\text{inicial}}$	70	90

A seção do condutor será em função da capacidade de condução do condutor

Seção escolhida:	4 mm <sup>2</sup>
Diâmetro externo condutor:	8,26 mm
Quantidade por fase:	1

### 2.1.3 - DIMENSIONAMENTO DO ELETRODUTO

$$S_{\text{total condutor}} = 160,63 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 486,76 \text{ mm}^2$$

$$\Phi_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 24,90 \text{ mm}$$

Empregaremos, portanto, eletroduto de:

tamanho nominal= 40	PVC ou
tamanho nominal= 32	AÇO GALV.

## 3 - CONDIÇÕES DOS CIRCUITOS RAMAIS DE MOTOR

MOTOR: ILHA DAS FLORES

 Seção dos cabos do ramal do motor da bomba 4 mm<sup>2</sup>

$$\text{Parâmetros do cabo ramal motor-1} \quad R_{\text{ramal-1}} = 5,5200 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\text{Parâmetros do cabo ramal motor-1} \quad X_{\text{ramal-1}} = 0,1400 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\text{Comprimento do ramal do motor-1} \quad 15 \text{ m}$$

$$\text{Número de cabos por fase do motor-1} \quad 1$$

$$\text{Maneira de instalar do motor-1} \quad D$$

$$\text{Eletroduto para os cabos do motor-1} \quad \text{PVC}$$

## 4 - CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DOS MOTORES

$$\text{Impedância do circuito: Ramal de Entrada} \quad R_{\text{cabo sec}} = 0,0276 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

$$X_{\text{cabo sec}} = 0,0024 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

$$Z_{\text{cabo sec}} = 0,0277 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

### 4.1 - CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DO MOTOR-1 EE-03

$$\text{Impedância circuito motor} \quad R_{\text{ramal-1}} = 0,0828 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

$$X_{\text{ramal-1}} = 0,0021 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

$$Z_{\text{ramal-1}} = 0,0828 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

$$\text{Impedância do motor-1 na partida} \quad P_{\text{motor-1}} = 0,89 \text{ kVA}$$

$$R_{\text{motor-1}} = 0,00$$

$$X_{\text{motor-1}} = 1000 \times V_{\text{nm}}^2 / K \times P_{\text{motor}}$$

$$X_{\text{motor-1}} = 22,78264 \text{ } (\Omega)$$

$$Z_{\text{motor-1}} = 22,7826 \text{ } (\Omega)$$

$$\text{Impedância do motor-1 em regime} \quad R_{\text{motor-1 reg}} = 0,00$$

$$X_{\text{motor-1 reg}} = 161,7568 \text{ } (\Omega)$$

$$Z_{\text{motor-1 reg}} = 161,7568 \text{ } (\Omega)$$

$$\text{Corrente de partida do motor-1} \quad I_{\text{partida}} = (1000 \times V_{\text{nm}}) / [\text{raiz}(3) \times (Z_{\text{total}} + Z_{\text{motor}})]$$

$$\text{CORRENTE NA PARTIDA DIRETA:} \quad I_{\text{partida}} = 9,63 \text{ A}$$

#### VALORES DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DO MOTOR:

##### PARTIDA DIRETA

Partida do motor-1

$$\Delta V = Z_{\text{total}} \times I_{\text{partida}}$$

$$\Delta V = 1,06 \text{ V}$$

$$\Delta V = 0,28 \%$$

CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90

**POSSÍVEL A PARTIDA**

#### VALORES DA QUEDA DE TENSÃO EM REGIME:

Queda de tensão em regime

$$\Delta V = Z_{\text{total-1}} \times I_{\text{regime}}$$

$$\Delta V = 0,15 \text{ V}$$

$$\Delta V = 0,04 \%$$

CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90

**POSSÍVEL A OPERAÇÃO**

#### 5 - CAPACITOR DE CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA DOS MOTORES

##### 5.1-CAPACITOR CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA MOTOR DA BOMBA

EE-03

motor da bomba principal	0,3 CV
fator de potência do motor a 100% da carga:	0,83 pu
fator de potência desejado para o motor:	0,92 pu
potência ativa requerida pelo motor (100% da carga):	1 kW
coeficiente para correção para 0,92:	0,141
potência reativa requerida pelo motor (100% carga):	0,13 kVar

#### 6 - DISPOSITIVOS DE MEDIÇÃO, PROTEÇÃO, ACIONAMENTO E CONTROLE DOS MOTORES

##### 6.1 - DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO, ACIONAMENTO E CONTROLE DO MOTOR DA BOMBA

EE-03

##### 6.1.1 - DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO C.C. DO RAMAL DO MOTOR: FUSÍVEL RETARDADO

Fusível indicado

Potência do motor:	P=	0,30 CV
Corrente nominal do motor	In=	1,36 A
Corrente nominal do fusível In=	In=	10 A

##### 6.1.2 - DISPOSITIVO DE ACIONAMENTO DO MOTOR BOMBA: CONTACTOR

Capacidade de acionamento do motor de:	0,30 CV
Corrente nominal do motor:	1,36 A
Corrente nominal do Contactor:	9 A
Faixa de ajuste do relé de sobrecarga:	1,8-2,8 A

#### 7 - DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES DE ATERRAMENTO DOS EQUIPAMENTOS

O dimensionamento dos cabos da malha de terra principal (à qual deverão ser conectados os cabos de descida dos pára-raios, neutro e tanque do transformador (quando existentes) e demais partes metálicas da instalação), obedecerá ao procedimento do cálculo dos condutores da malha de terra, em função do tipo de instalação, conforme a seguir, com base no valor da corrente de curto-circuito informada pela Concessionária para o PDE/Ponto de Ligação:

$$\text{Fórmula de Onderdonk: } I_{\text{def}} = 226,53 \times S_{\text{cobre}} \{ \text{raiz}[1/t_{\text{def}} \times \ln[(T_{\text{emp. solda}} - T_{\text{emp. amb}})/(234 + T_{\text{emp. amb}}) + 1]] \}$$

$I_{\text{defeito}}$  = corrente de defeito, em Ampère, através do condutor

$S_{\text{cobre}}$  = seção do condutor de cobre da malha de terra mm<sup>2</sup>

$T_{\text{defeito}}$  = tempo de duração do defeito em segundos

$T_{\text{emp. solda}}$  = temperatura da solda (pelo tipo de solda/conexão)

$T_{\text{emp. ambiente}}$  = temperatura ambiente da instalação

Máxima temperatura suportada pelos vários tipos de conexão:  $T_{\text{emp. solda}}$

Tipo de conexão	Temp.max. suportável
Cavilhada (conexão por aperto de parafuso)	250 graus Celsius
Solda exotérmica	850 graus Celsius

A premissa de cálculo será para a temperatura suportável das conexões **cavilhadas/a parafuso**, em face de ser este o ponto mais fraco na cadeia do sistema de aterramento, e por ser um tipo de conexão que estará presente nos principais pontos de ligação dos equipamentos ao sistema de aterramento.

### 7.1 - Cabos da malha de terra principal

$I_{\text{defeito}}$ no ponto considerado:	$I_{\text{defeito}} =$	2.000 A
$I_{\text{defeito}}$ no cabo de ligação dos equipamentos/malha:	$I_{\text{def.}} =$	2.000 A
Percentual da corrente de defeito na malha:		60 %
$I_{\text{defeito}}$ nos cabos da malha:	$I_{\text{def. Malha}} =$	1.200 A
Tempo de duração do defeito (seg)	$t_{\text{duração}} =$	0,50 s
Temp. ambiente (graus Celsius)	$\theta_a =$	35 graus
Temp. solda (graus Celsius) conexão cavilhada	$\theta_m =$	250 graus
cálculo da seção mínima do condutor de cobre (cabo ligação):		8,15 mm <sup>2</sup>

Entretanto, face às recomendações das Normas da Concessionária, será empregado condutor de seção maior

**Portanto, o condutor da malha deverá ter seção de:**  $S_{\text{cond.malha}} =$  **16 mm<sup>2</sup>**

### 7.2 - Cabos de aterramento dos equipamentos de baixa tensão

O condutor de ligação para aterramento dos equipamentos de baixa tensão (lado de 380V) poderá ter seção de:  $S_{\text{condutor}} =$  8,15 mm<sup>2</sup>

**Portanto, o condutor de aterramento dos equipamentos:**  $S_{\text{cond.}} =$  **16 mm<sup>2</sup>**

Estas deverão ser, portanto, as seções dos condutores para aterramento de TODOS os equipamentos de baixa tensão da instalação.

## 8 - PARÂMETRO DOS EQUIPAMENTOS/MATERIAIS

**EE-03**

### 8.1 - CONDUTORES

CIRCUITOS		$I_{\text{projeto}}$ (A)	Seção adotada mm <sup>2</sup>	Condutores por fase	Parâmetros $\Omega$ /km	
					Rca	XL
ALIMENTADOR GERAL - FASE		24,14	16	1	1,38	0,12
ALIMENTADOR GERAL - NEUTRO			16	1	1,38	0,12
RAMAL DO MOTOR DA ELEVATÓRIA (CV)	0,3	1,36	4	1	5,52	0,14
CIRCUITOS AUXILIARES		5,22	4	1	5,52	0,14
CIRCUITOS ILUMINAÇÃO INTERNA			2,5	1	8,87	0,15
CIRCUITOS ILUMINAÇÃO EXTERNA			4	1	5,62	0,14
CABO DO ATERRAM. DESCIDA P. RAIOS		2.000	16	cobre nú	têmpera mole	
CABO DO ATERRAMENTO DA MALHA		1.200	16	cobre nú	têmpera mole	
ATERRAM. DEMAIS EQUIPAMENTOS		2.000	16	cobre nú	têmpera mole	

### 8.2 - DISJUNTORES

CIRCUITOS	$I_{\text{nominal}}$ (A)	Cap. Interrup. kA	Tensão nominal	Disparador S/C	Disparador C/C
ALIMENTADOR GERAL	50	$\geq 30$	500V	40-50	fixo
RAMAL DO MOTOR DA E. ELEVATÓRIA	10	$\geq 30$	500V	9-12,5	12x

### 8.3 - ACIONAMENTOS

CIRCUITOS	DISPOSITIVO	$I_{\text{nominal}}$ (A)	Tensão nominal
MOTOR 0,30 CV	CONTACTOR	9	380

### 8.4 - INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

GERAL	CIRCUITOS	Escala (A)	Tensão nominal
	MULTIMEDIDOR		380
	TC DE MEDIÇÃO	50/5	380



#### **4.2.3.2 Iluminação Interna da Edificação da Estação Elevatória de Esgoto EEE-03**

##### **DADOS DE ENTRADA DA INSTALAÇÃO**

A Iluminação Interna destina-se a dotar a área da Estação Elevatória de Esgoto EEE-03, de condições de visibilidade e deslocamento de pessoas para execução da operação/observação noturna da Estação de Bombeamento. Diante da natureza do trabalho a ser, eventualmente, desenvolvido na referida instalação, o nível de iluminamento adotado equipara-se àquele destinado para ambientes industriais de operação/observação de máquinas/instrumentos. Segundo o que estabelecem a Norma Brasileira NBR 5413, em suas exigências mínimas, o iluminamento médio para essa situação está em 150lux (considerados ao final do período de manutenção do conjunto luminária/lâmpada).

A área da EEE-03 é formada por três módulos, sendo: um de acesso às grades de barra, um do poço de sucção e dois conjuntos de moto-bomba e o outro destinado ao Registro Geral de saída. Nos módulos aqui referidos, só não contará com iluminação, o destinado ao Registro Geral de saída.

##### **PREMISSAS DO PROJETO DE ILUMINAÇÃO INTERNA PREDIAL**

Para a elaboração do presente estudo foram consultados, preliminarmente, os seguintes projetos e documentos:

1. Planejamento Físico da Área do Projeto;
2. Projeto Arquitetônico e Civil das Edificações.

A instalação elétrica será toda executada de forma aparente, (nas paredes laterais, nos espaços de construção e sob a laje de concreto). As luminárias, tomadas em geral, interruptores, etc. obedecerão a esse critério de instalação. A distribuição dos circuitos será obtida mediante o emprego de condutores isolados, instalados dentro de eletrocalhas ou eletrodutos rígidos.

No que diz respeito às exigências de condições de trabalho consideradas pela Legislação Trabalhista, os aspectos a serem observados estão delineados conforme a respectiva Norma Regulamentadora do MTE.

Por outro lado, segundo o que estabelecem as Normas Brasileiras, o iluminamento para essa situação (média de 150lux) deve ser considerado para o final do período de manutenção do conjunto luminária/lâmpada, o que acarreta portanto, que o projeto deva levar em consideração esse fator de depreciação do nível de iluminamento entre os períodos de manutenção (troca de lâmpadas, lavagem das lâmpadas, limpeza dos vidros protetores, etc.), visando a garantir que o nível de iluminamento não fique comprometido nesse intervalo. Para isso o projeto tomará o índice indicado pela Norma como referência mínima. O projeto será desenvolvido para um valor de iluminância maior a fim de que fique assegurado o nível mínimo quando da proximidade do término do período de manutenção do conjunto de iluminação.

##### **CONDIÇÕES INFLUÊNCIAS EXTERNAS**

Outro aspecto de natureza de concepção para o Projeto de Iluminação é de que o nível de iluminância pretendido deverá ser obtido com o emprego dos aparelhos de iluminação destinados especificamente para o referido projeto, ou seja, não serão levados em consideração quaisquer contribuições de outras fontes luminosas, sejam artificiais ou provenientes de outros aparelhos de iluminação que situem no mesmo local.

##### **CONDIÇÕES NORTEADORAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO**

De modo geral os locais de trabalho das pessoas (áreas de operação e áreas auxiliares de manutenção) devem ser devidamente iluminados a fim de que sejam obtidos níveis de iluminação para o conforto e a segurança das atividades que serão ali desenvolvidas. Dentro desse princípio geral, o Projeto Luminotécnico, para ambientes internos ou externos, deverá manter compromisso com os objetivos aqui



delineados. A orientação a ser seguida para os projetos luminotécnicos a serem desenvolvidos estarão buscando, dentre outras condições, as seguintes:

- Nível de iluminação suficiente para cada atividade específica;
- Distribuição espacial da luz sobre o ambiente considerado;
- Escolha do tipo de luminária e de sua melhor instalação;
- Escolha do tipo de lâmpada e seu respectivo rendimento.

Quanto ao Nível de Iluminamento a ser alcançado com o referido projeto, deve-se adequar a natureza dos trabalhos na Estação Elevatória de Esgoto, representada, basicamente, por atividades operativas industriais e de manutenção, com as condições de segurança pretendidas. Por outro lado, diante da natureza descrita para a operação dos trabalhos na área, não há exigência no grau de reprodução de cores. Portanto, buscando-se maximizar os aspectos de ordem econômica para o projeto, deve-se optar por adotar o emprego de lâmpadas de descarga, de baixo consumo, na busca de maior rendimento energético para o sistema de iluminação.

Para melhor distribuição espacial da luz, estudou-se a distribuição das luminárias obedecendo ao critério de dotar-se zonas com níveis de iluminação (iluminâncias intermediárias entre os pontos) que atendam ao nível mínimo exigido pelas Normas. Assim, a distância média entre as luminárias decorreu da resultante superposição das curvas isolux correspondentes ao conjunto luminária/lâmpada escolhidos para a presente situação.

As luminárias e respectivos suportes de fixação foram escolhidas em função da condição ambiental. Os materiais de construção dessas luminárias deverão, portanto, serem altamente resistentes às condições do local da instalação, sendo altamente recomendável a menor quantidade de materiais ferrosos em sua composição. O mesmo procedimento foi adotado para a escolha dos suportes de sustentação das luminárias, que além dos aspectos retro deverão guardar compromisso com o partido arquitetônico do ambiente.

Escolha do tipo de Lâmpada - em se tratando de Iluminação de Área Industrial, procurou-se conciliar a disponibilidade do que há no mercado de lâmpadas com os vários tipos de tecnologia associada. É importante considerar que a escolha do tipo de lâmpada deverá levar em consideração, principalmente, os seguintes fatores: potência elétrica de consumo da lâmpada (W), rendimento luminoso (Lum/W), energia elétrica consumida por tempo de operação, por exemplo, no mês (kWh/mês), Fluxo luminoso inicial da lâmpada (Lumens), Vida útil (horas) e o Custo operacional mensal (R\$/mês). Esses fatores deverão ser conjugados conjuntamente com outras condições do projeto, como por exemplo, tipo de serviço/atividade a que se destina o projeto de iluminação, condições ambientais do local, altura de montagem da luminária, grau de uniformização da iluminação no plano de trabalho/atividade, etc.

Os circuitos elétricos de alimentação das luminárias serão monofásicos, em 220V, derivados de sistema trifásico em 380V. Será adotado o sistema TN-S, a cinco (ou três) condutores (F-N-PE). Cada circuito monofásico deverá ser alimentado por uma das três fases, e deverá ser provida a alternância entre elas com o intuito de aumentar a confiabilidade da área a ser iluminada, no caso de contingência de perda de uma das fases.

A alimentação dessa Unidade de Consumo será derivada de circuitos provenientes de Quadro de Distribuição Geral - QDG existente a ser alimentado por rede de distribuição de Baixa Tensão proveniente da Concessionária de energia elétrica local.

## **CÁLCULO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DAS DIVERSAS ÁREAS DA EDIFICAÇÃO**

### **A) ÁREA 1 – POÇO DE SUÇÃO E CONJUNTO DE BOMBAS**

#### **TIPO DE LUMINÁRIA A SER USADA**

- tipo de luminária:..... projetor retangular fechado, para instalação ao tempo

- comando de operação liga/desliga: ..... em grupo, por interruptor
- tipo de circuito: ..... circuito monofásico, a três condutores
- montagem da luminária: ..... fixada lateralmente na parede
- tensão de alimentação da lâmpada: ..... 220 Volts
- nível de iluminamento desejado: ..... 100 lux
- altura de montagem da luminária: ..... variável
- número de luminárias por ponto: ..... 1
- número de lâmpadas/luminária: ..... 1

#### TIPO DE LÂMPADA A SER USADA

- Fluorescente compacta, eletrônica ..... 23 Watts
- Fluxo luminoso da lâmpada: ..... 1.450 lumens
- Consumo do reator: ..... 0 Watts

#### DIMENSÕES DO AMBIENTE

- Comprimento da edificação ..... 0,80 m
- Pé direito ..... 2,20 m
- Altura do plano de trabalho ..... 0,00 m
- Altura de suspensão da luminária ..... 0,00 m
- Altura de montagem ..... 2,20 m

#### PREMISSAS DO PROJETO

- Iluminamento para o local ..... 100 lux
- Área do local ..... 2,01 m²
- Área EFETIVA a ser iluminada ..... 2,01 m²
- Número de lâmpadas/luminária ..... 1 ud
- Fluxo lum. da lâmpada ..... 1.450 lumens
- Potência da lâmpada ..... 23 watts
- Consumo do acessório ..... 0 watts

As condições do ambiente são:

Ambiente NORMAL

Período de manutenção de 3.000h

Como consequência da arquitetura da edificação, serão empregadas luminárias fixadas no teto da área destinada à Sala das Bombas.

condições:	teto	parede	piso
pintura	claro	claro	escuro
refletâncias:	70%	50%	10%

Fator de Depreciação  $F_d = 0,70$

Índice do recinto  $K = (C \times L) / H_m \times (C + L)$   $K = 0,45$

Coefficiente de utilização da luminária  $F_u = 0,32$

O número de luminárias necessário será:  $N = \frac{E_m \times A}{n \times \Phi \times F_u}$

$N = 0,44$  ou em inteiros  $N = 1$

FACE À ARQUITETURA DO AMBIENTE, USAREMOS: **1 luminária**

Com a quantidade de luminárias acima, a Iluminância média será:  $E_{\text{medio}} = \frac{N \times n \times \Phi \times n \times \Phi \times f \times 1,1}{A}$

Iluminância média calculada:  $E_{\text{medio}} = 252,41 \text{ lux}$

#### **B) RESUMO QUALI-QUANTITATIVO DO PROJETO DE ILUMINAÇÃO INTERNA DA ELEVATÓRIA**

ÁREA	LUMINÁRIA TIPO	LÂMPADA	QUANT.	POT. (W)	CONSUMO TOTAL
ÁREA 1:	projektor retangular fechado	Fluorescente compacta	1	23	23 Watts
				<b>Total</b>	<b>23 Watts</b>

ÁREA	TOMADA TIPO		CONSUMO TOTAL
	1Ø-10A	3Ø-16A	
ÁREA 1:	1	1	13.838 Watts
		<b>Total</b>	<b>13.838 Watts</b>

- Fator de demanda lâmpadas: ..... 1
- Fator de demanda tomadas: ..... 0,5
- Demanda TOTAL a ser considerada: ..... 13.861 W
- Corrente máxima no alimentador: ..... 21,06 A
- Seção condutor do alimentador tronco: ..... 4 mm<sup>2</sup>
- Seção do condutor do ramal lâmpada: ..... 2,5 mm<sup>2</sup>
- Seção do condutor do ramal tomada: ..... 4 mm<sup>2</sup>
- Disjuntor trifásico: ..... 30 A
- Disjuntor monofásico: ..... 10 A

## 4.2.4 Estação Elevatória de Esgoto EEE-04

### 4.2.4.1 Dimensionamento de Equipamentos Comando/Controle/Proteção

#### POTÊNCIA DA SUBESTAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES E EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

##### DADOS DE ENTRADA DA INSTALAÇÃO

Sistema trifásico a cinco condutores	TN-S
Tensão de alimentação das cargas:	380 V
Fator de potência final da instalação	0,92 pu
Motores de potência (CV) igual/menor a:	7,5 acionamento com partida direta
Demanda total (kVA), igual ou maior a:	45 a instalação requer subestação primária

##### CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES - DADOS DE ENTRADA

NOTA:	potência: CV	Número de polos	$\rho = 100\%$ carga	$\cos\phi = 100\%$ carga	$\cos\phi =$ na partida	$I_p/I_r =$	Tensão (V) alimentação
EE -04	4,0	2	0,840	0,860	0,35	7,5	380

##### QUADRO DE CARGAS

Carga a ser instalada	Quantid. instalada	Quantid. reserva	Potência em CV	Potência em kW	Demanda em kW
motor da bomba da E. Elevatória	2	1	4,0	4,08	4,08
iluminação interna/externa	1			1,00	1,00
tomada mono p/serv. de manut.	1			2,19	2,19
tomada trif. p/serv. de manutenção	1			10,53	10,53
				Total	17,80

Instalação com demanda ( $D \leq 45\text{kVA}$ ):	SIM - ALIMENTAÇÃO EM BAIXA TENSÃO
Potência da instalação em kVA:	19,35 kVA
Tensão secundária de alimentação das cargas:	380 Volt
Corrente máxima de projeto (no secundário):	29,40 A

NOTA: A demanda requerida enquadra o atendimento da instalação em Baixa Tensão conforme preconizam as normas da Concessionária local. Portanto o atendimento desta instalação será diretamente do sistema de distribuição secundária da ENERGIPE na tensão de 380Volts, sistema trifásico a cinco condutores.

#### CÁLCULO DA DEMANDA DO SISTEMA

Potência nominal do motor:	4,08 kW
Motores em operação:	1
Pot. requerida motores:	4,08 kW
Potência auxiliares:	13,72 kW
Potência da instalação:	17,80 kW

$$D = (a+b+c+d+e) / f_p$$

$$a = 13,72$$

$$b=c=d = 0$$

$$e = 4,08$$

$$f_p = 0,92$$

$$D = 19,35 \text{ kVA}$$

## VALORES LIMITES PARA QUEDA DE TENSÃO

As condições operacionais do Projeto recomendam os seguintes limites:

Queda de tensão (%), em relação ao PDE, para a condição de **PARTIDA** do motor: 10 %  
Queda de tensão (%), em relação ao PDE, para a condição de **REGIME** do motor: 7 %

## 1 - DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES E EQUIPAMENTOS

### 1.1 - CÁLCULO DO CONDUTOR DO ALIMENTADOR GERAL DE BAIXA TENSÃO

#### CARACTERÍSTICAS DO CIRCUITO DO ALIMENTADOR GERAL

Valores das correntes do circuito do alimentador geral:

$$I_{\text{alimentador}} = 29,40 \text{ A}$$

Comprimento do alimentador (metros):	20	Fatores de correção:	
Tipo de condutor:	cobre	K1 (temperatura do solo 35°):	0,89
Resistividade do material:	0,0179	k2 (agrup. de cabos):	1,00
Nível de isolamento:	0,6/1kV	k3 (agrup. de circuitos):	1,00
Temp. máxima permitida (condutor):	90°C	k4 (agrup. de eletrodutos):	1,00
Temperatura do ambiente:	40°C	fs (fator de serviço)	1,00
Maneira de instalar:	eletroduto enterrado no piso		
Tipo de instalação:	D		
Queda de tensão admitida no ramal (%):	2		

#### 1.1.1 Cálculo da seção do condutor função da CAPACIDADE DE CONDUÇÃO para o tipo de instalação:

tipo do isolamento	corrente de projeto (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap.cond por cabo (A)	seção em (mm <sup>2</sup> )	resist. Ω/km	reatância Ω/km
PVC	29,40	0,89	33,03	79	16	1,3800	0,1200

A seção do condutor será em função da capacidade de condução do condutor:

seção escolhida:	16 mm <sup>2</sup>
condutor por fase:	1

#### 1.1.2 Cálculo da seção do condutor em função da queda de tensão ADMITIDA para o circuito:

$$S_{\text{condutor}} = 2,00 \text{ mm}^2$$

#### 1.1.3 - Cálculo da seção do condutor em função da CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO:

I <sub>cc</sub> =	2,00 kA	(cf. Concessionária)
T <sub>elim. defeito</sub> =	0,5 seg	
condutor:	PVC	
T <sub>final</sub> =	250 °C	
T <sub>inicial</sub> =	90 °C	

temp em °C	Isolamento do condutor	
	PVC	XLPE
T <sub>final</sub>	160	250
T <sub>inicial</sub>	70	90

$$S_{\text{condutor}} = 9,96 \text{ mm}^2$$

Pelo cálculo acima, essa deveria ser a seção mínima, em função da máxima temperatura a que deve suportar com base no valor considerado para a corrente de curto circuito (simétrica), nos terminais secundários do transformador.

Resumo, a seção do condutor a ser adotada será, em função da que conduzir à maior seção dentre as três condições acima:

tipo do isolamento	corrente de projeto (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap.cond por cabo (A)	seção em (mm <sup>2</sup> )	resist. Ω/km	reatância Ω/km
PVC	29,40	0,89	33,03	79	16	1,3800	0,1200

#### 1.1.4 - Dimensionamento do condutor NEUTRO

Seção calculada	mm <sup>2</sup> :	16	(NBR 5410/97)
Seção escolhida	mm <sup>2</sup> :	16	
Quantidade por fase	ud:	1	

### 1.1.5 - Dimensionamento do condutor de PROTEÇÃO

condutor: cobre nú

Seção escolhida	mm <sup>2</sup> :	16
Quantidade por fase	ud:	1

### 1.1.6 - RESUMO DOS CONDUTORES ESCOLHIDOS

A seção escolhida do condutor será em função da capacidade de condução:

	FASE	NEUTRO	PE
Seção escolhida	16	16	16
Diâmetro externo	10,51	10,51	4,51
Quantidade por fase	1	1	1

### 1.1.7 - DIMENSIONAMENTO DO ELETRODUTO

$$S_{\text{total condutor}} = 363,25 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 1.100,77 \text{ mm}^2$$

$$\Phi_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 37,44 \text{ mm}$$

Empregaremos, portanto, eletroduto de:

tamanho nominal= 40                      PVC ou  
tamanho nominal= 1 1/4                      AÇO GALV.

## 1.2 - DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO

### 1.2.1 - SECCIONADOR TRIPOLAR - LADO DE 380V

Tipo do equipamento:                      seccionador fusível sob carga  
Corrente nominal da chave:                      63 A  
Corrente nominal dos fusíveis:                      50 A

### 1.2.2 - TC DE MEDIÇÃO DE CORRENTE - LADO DE 380V

A máxima corrente no secundário do transformador será:                      29,40 A  
Logo, usaremos TC's com classe de exatidão para medição

classe de exatidão:                      0,6 %  
carga:                      C25  
relação de transformação:                      50/5 A  
quantidade:                      3 unid.

### 1.2.3 - MULTI MEDIDOR DE GRANDÊZAS ELÉTRICAS - LADO DE 380V

multi-medidor digital, dimensões de 96x96mm:  
tipo de instalação                      rede 3Φ desequilibrada  
entrada - tensão                      380 V - 60Hz  
entrada - corrente                      0-5 A  
saída: pulso e serial                      RS485  
quantidade:                      1 ud

### 1.2.4 - DIMENSIONAMENTO DO DISJUNTOR GERAL DE BAIXA TENSÃO - PROTEÇÃO SECUNDÁRIA

Tipo do disjuntor                      Caixa moldada tipo L  
Aplicação do disjuntor:                      Proteção circuito: Ramal de Entrada  
Fator de multiplicação de corrente:                      K= 1,10  
Corrente do circuito (corrente de projeto):                      I<sub>projeto</sub>= 29,40 A  
Capacidade de condução condutores ramal:                      I<sub>condução</sub>= 79 A  
Corrente de curto circuito nos bornes do disjuntor:                      I<sub>curto circuito</sub>= 2.000 A  
Corrente nominal escolhida para o disjuntor:                      I<sub>nominal disjuntor</sub>= 50 A  
Corrente ajustável de sobre carga para o disjuntor:                      40-50 A  
Corrente nominal de operação para o disjuntor:                      I<sub>nominal disjuntor</sub>= 32 A  
Corrente ajustável de curto circuito para o disjuntor:                      fixo  
Capacidade de interrupção mínima necessária:                      I<sub>interrupção</sub> >= 20 kA  
Tempo de atuação/operação do disjuntor:                      T<sub>operação disjuntor</sub> <= 0,50 s

**Verificação das condições:**

$I_{\text{nominal do disjuntor}} \geq I_{\text{projeto}}$	CONDIÇÃO ATENDIDA
$I_{\text{nominal disjuntor}} \leq I_{\text{condutor}}$	CONDIÇÃO ATENDIDA
$K \times I_{\text{nominal disjuntor}} \leq 1,45 \times I_{\text{condutor}}$	CONDIÇÃO ATENDIDA
$I_{\text{interrupção disjuntor}} \geq I_{\text{cc máximo}}$	CONDIÇÃO ATENDIDA

Disjuntor indicado	caixa moldada
Corrente nominal $I_{\text{nominal}}$	50 A
Faixa de ajuste para sobrecarga	40-50
Faixa de ajuste para curto-circuito	fixo kA
Capacidade de interrupção em 380V CA $\geq$	20 kA

**2 - CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES - DADOS DE ENTRADA**
**2.1 - CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES DO RAMAL DO MOTOR**

NOTA:	potência: CV	Número de polos	$\rho = 100\%$ carga	$\cos\phi = 100\%$ carga	$\cos\phi =$ na partida	$I_p/I_r =$	Tensão (V) alimentação
Ilha das Flores	4,0	2	0,840	0,860	0,35	7,5	380

**2.1.1 - CARACTERÍSTICAS DO MOTOR DA BOMBA DA: EE -04**

Tipo de partida:	Partida Direta à Plena Tensão
Corrente de partida:	7,5 x $I_{\text{nominal}}$
número de polos	2 polos
rotação nominal - rpm	2350 rpm
Tempo de aceleração - seg	
Classe de isolamento	
Sensor de temperatura - enrolamentos	
Sensor de temperatura - mancais	

**Valores das correntes do circuito do ramal do motor:**

$I_{\text{nominal motor}} =$	6,19 A	$I_{\text{partida motor}} =$	46,44 A
------------------------------	--------	------------------------------	---------

**2.1.2 - CARACTERÍSTICAS CIRCUITO DO RAMAL MOTOR DA BOMBA DA: EE -04**

Comprimento do ramal motor (metros):	15	Fatores de correção:	
Comprimento do alimentador (metros):	20	k1 (temperatura do solo):	0,85
Tipo de condutor:	cobre	k2 (agrup. de cabos):	1
Resistividade do material:	0,0179	k3 (agrup. de circuitos):	1
Nível de isolamento:	0,6/1kV	k4 (agrup. de eletrodutos):	1
Temp. máxima permitida no condutor:	90°C	fs (fator de serviço)	1
Temperatura do ambiente:	40°C		
Maneira de instalar:	eletroduto flexível enterrado		
Tipo de instalação:	D		
Queda de tensão admitida no ramal (%):	4		

**Cálculo da seção do condutor em função da capacidade de condução para o tipo de instalação:**

tipo do isolamento	$I_{\text{projeto}}$ (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap. condução	seção em (mm <sup>2</sup> )	resist. $\Omega/\text{km}$	reatância $\Omega/\text{km}$
0,6/1kV	6,19	0,85	7,28	37	4	5,5200	0,1400

Seção escolhida: 4 mm<sup>2</sup> cond. por fase: 1

**Cálculo da seção do condutor em função da queda de tensão ADMITIDA para o circuito**

$$S_{\text{condutor}} = 0,44 \text{ mm}^2$$

Cálculo da seção do condutor em função da CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO:

$$I_{cc \max} = 2,00 \text{ kA}$$

$$T_{\text{elim. defeito}} = 0,5 \text{ seg}$$

condutor: PVC

$$T_{\text{final}} = 250 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{inicial}} = 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$S_{\text{condutor}} = 9,96 \text{ mm}^2$$

Isolamento do condutor		
temp em $^{\circ}\text{C}$	PVC	XLPE
$T_{\text{final}}$	160	250
$T_{\text{inicial}}$	70	90

A seção do condutor será em função da capacidade de condução do condutor

$$\text{Seção escolhida: } 4 \text{ mm}^2$$

$$\text{Diâmetro externo condutor: } 8,26 \text{ mm}$$

$$\text{Quantidade por fase: } 1$$

### 2.1.3 - DIMENSIONAMENTO DO ELETRODUTO

$$S_{\text{total condutor}} = 160,63 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 486,76 \text{ mm}^2$$

$$\Phi_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 24,90 \text{ mm}$$

Empregaremos, portanto, eletroduto de:

$$\text{tamanho nominal} = 40$$

$$\text{tamanho nominal} = 32$$

PVC ou

AÇO GALV.

### 3 - CONDIÇÕES DOS CIRCUITOS RAMAIS DE MOTOR

MOTOR: ILHA DAS FLORES

$$\text{Seção dos cabos do ramal do motor da bomba } 4 \text{ mm}^2$$

$$\text{Parâmetros do cabo ramal motor-1 } R_{\text{ramal-1}} = 5,5200 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\text{Parâmetros do cabo ramal motor-1 } X_{\text{ramal-1}} = 0,1400 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\text{Comprimento do ramal do motor-1 } 15 \text{ m}$$

$$\text{Número de cabos por fase do motor-1 } 1$$

$$\text{Maneira de instalar do motor-1 } D$$

$$\text{Eletroduto para os cabos do motor-1 } PVC$$

### 4 - CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DOS MOTORES

$$\text{Impedância do circuito: Ramal de Entrada } R_{\text{cabo sec}} = 0,0276 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

$$X_{\text{cabo sec}} = 0,0024 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

$$Z_{\text{cabo sec}} = 0,0277 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

#### 4.1 - CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DO MOTOR-1 EE -04

$$\text{Impedância circuito motor } R_{\text{ramal-1}} = 0,0828 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

$$X_{\text{ramal-1}} = 0,0021 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

$$Z_{\text{ramal-1}} = 0,0828 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

$$\text{Impedância do motor-1 na partida } P_{\text{motor-1}} = 4,08 \text{ kVA}$$

$$R_{\text{motor-1}} = 0,00$$

$$X_{\text{motor-1}} = 1000 \times V_{\text{nm}}^2 / K \times P_{\text{motor}}$$

$$X_{\text{motor-1}} = 4,72439 \text{ } (\Omega)$$

$$Z_{\text{motor-1}} = 4,7244 \text{ } (\Omega)$$

$$\text{Impedância do motor-1 em regime } R_{\text{motor-1 reg}} = 0,00$$

$$X_{\text{motor-1 reg}} = 35,4329 \text{ } (\Omega)$$

$$Z_{\text{motor-1 reg}} = 35,4329 \text{ } (\Omega)$$

$$\text{Corrente de partida do motor-1 } I_{\text{partida}} = (1000 \times V_{\text{nm}}) / [\text{raiz}(3) \times (Z_{\text{total}} + Z_{\text{motor}})]$$

$$\text{CORRENTE NA PARTIDA DIRETA: } I_{\text{partida}} = 46,44 \text{ A}$$



#### VALORES DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DO MOTOR:

##### PARTIDA DIRETA

Partida do motor-1

$$\Delta V = Z_{\text{total}} \times I_{\text{partida}}$$

$$\Delta V = 5,13 \text{ V}$$

$$\Delta V = 1,35 \%$$

CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90

**POSSÍVEL A PARTIDA**

#### VALORES DA QUEDA DE TENSÃO EM REGIME:

Queda de tensão em regime

$$\Delta V = Z_{\text{total-1}} \times I_{\text{regime}}$$

$$\Delta V = 0,68 \text{ V}$$

$$\Delta V = 0,18 \%$$

CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90

**POSSÍVEL A OPERAÇÃO**

#### 5 - CAPACITOR DE CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA DOS MOTORES

##### 5.1-CAPACITOR CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA MOTOR DA BOMBA

motor da bomba principal	EE -04
fator de potência do motor a 100% da carga:	4 CV
fator de potência desejado para o motor:	0,86 pu
potência ativa requerida pelo motor (100% da carga):	0,92 pu
coeficiente para correção para 0,92:	1 kW
potência reativa requerida pelo motor (100% carga):	0,141
Capacitores necessários para correção do fator de potência:	0,57 kVAr
Tensão de alimentação da célula/banco	0,5 kVAr trifásico
5.1.1 - DISPOSITIVOS ACIONAMENTO/PROTEÇÃO CAPACITORES ESTÁTICOS: FUSÍVEL	380 Volt
Fusível retardado proteção dos capacitores:	0,5 kVAr
	Fusível= 6 A

#### 6 - DISPOSITIVOS DE MEDIÇÃO, PROTEÇÃO, ACIONAMENTO E CONTROLE DOS MOTORES

##### 6.1 - DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO, ACIONAMENTO E CONTROLE DO MOTOR DA BOMBA

EE -04

##### 6.1.1 - DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO C.C. DO RAMAL DO MOTOR: FUSÍVEL RETARDADO

Fusível indicado	
Potência do motor:	P= 4,0 CV
Corrente nominal do motor	In= 6,19 A
Corrente nominal do fusível In=	In= 16 A

##### 6.1.2 - DISPOSITIVO DE ACIONAMENTO DO MOTOR BOMBA: CONTACTOR

Capacidade de acionamento do motor de:	4,0 CV
Corrente nominal do motor:	6,19 A
Corrente nominal do Contactor:	12 A
Faixa de ajuste do relé de sobrecarga:	5,6-8 A

#### 7 - DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES DE ATERRAMENTO DOS EQUIPAMENTOS

O dimensionamento dos cabos da malha de terra principal (à qual deverão ser conectados os cabos de descida dos pára-raios, neutro e tanque do transformador (quando existentes) e demais partes metálicas da instalação), obedecerá ao procedimento do cálculo dos condutores da malha de terra, em função do tipo de instalação, conforme a seguir, com base no valor da corrente de curto-circuito informada pela Concessionária para o PDE/Ponto de Ligação:

$$\text{Fórmula de Onderdonk: } I_{\text{def}} = 226,53 \times S_{\text{cobre}} \{ \text{raiz}[1/t_{\text{def}} \times \ln[(T_{\text{emp. solda}} - T_{\text{emp. amb}})/(234 + T_{\text{emp. amb}}) + 1]] \}$$

$I_{\text{defeito}}$  = corrente de defeito, em Ampère, através do condutor

$S_{\text{cobre}}$  = seção do condutor de cobre da malha de terra  $\text{mm}^2$

$T_{\text{defeito}}$  = tempo de duração do defeito em segundos

$T_{\text{emp. solda}}$  = temperatura da solda (pelo tipo de solda/conexão)

$T_{\text{emp. ambiente}}$  = temperatura ambiente da instalação

Máxima temperatura suportada pelos vários tipos de conexão:  $T_{\text{emp. solda}}$

Tipo de conexão	Temp.max. suportável
Cavilhada (conexão por aperto de parafuso)	250 graus Celsius
Solda exotérmica	850 graus Celsius

A premissa de cálculo será para a temperatura suportável das conexões **cavilhadas/a parafuso**, em face de ser este o ponto mais fraco na cadeia do sistema de aterramento, e por ser um tipo de conexão que estará presente nos principais pontos de ligação dos equipamentos ao sistema de aterramento.

**7.1 - Cabos da malha de terra principal**

$I_{\text{defeito}}$ no ponto considerado:	$I_{\text{defeito}} =$	2.000 A
$I_{\text{defeito}}$ no cabo de ligação dos equipamentos/malha:	$I_{\text{def.}} =$	2.000 A
Percentual da corrente de defeito na malha:		60 %
$I_{\text{defeito}}$ nos cabos da malha:	$I_{\text{def. Malha}} =$	1.200 A
Tempo de duração do defeito (seg)	$t_{\text{duração}} =$	0,50 s
Temp. ambiente (graus Celsius)	$\theta_a =$	35 graus
Temp. solda (graus Celsius) conexão cavilhada	$\theta_m =$	250 graus
cálculo da seção mínima do condutor de cobre (cabo ligação):		8,15 mm <sup>2</sup>

Entretanto, face às recomendações das Normas da Concessionária, será empregado condutor de seção maior

**Portanto, o condutor da malha deverá ter seção de:**  $S_{\text{cond.malha}} =$  **16 mm<sup>2</sup>**

**7.2 - Cabos de aterramento dos equipamentos de baixa tensão**

O condutor de ligação para aterramento dos equipamentos de baixa tensão (lado de 380V) poderá ter seção de:  $S_{\text{condutor}} =$  8,15 mm<sup>2</sup>

**Portanto, o condutor de aterramento dos equipamentos:**  $S_{\text{cond.}} =$  **16 mm<sup>2</sup>**

Estas deverão ser, portanto, as seções dos condutores para aterramento de TODOS os equipamentos de baixa tensão da instalação.

**8 - PARÂMETRO DOS EQUIPAMENTOS/MATERIAIS**
**EE -04**
**8.1 - CONDUTORES**

CIRCUITOS		$I_{\text{projeto}}$ (A)	Seção adotada mm <sup>2</sup>	Condutores por fase	Parâmetros $\Omega$ /km Rca XL	
ALIMENTADOR GERAL - FASE		29,40	16	1	1,38	0,12
ALIMENTADOR GERAL - NEUTRO			16	1	1,38	0,12
RAMAL DO MOTOR DA ELEVATÓRIA (CV)	4	6,19	4	1	5,52	0,14
CAPACITOR CORREÇÃO INDIVID. p/MOTOR (kVar)	0,5	0,76	2,5	1	8,87	0,15
CIRCUITOS AUXILIARES		5,22	4	1	5,52	0,14
CIRCUITOS ILUMINAÇÃO INTERNA			2,5	1	8,87	0,15
CIRCUITOS ILUMINAÇÃO EXTERNA			4	1	5,62	0,14
CABO DO ATERRAM. DESCIDA P.RAIOS		2.000	16	cobre nú	têmpera mole	
CABO DO ATERRAMENTO DA MALHA		1.200	16	cobre nú	têmpera mole	
ATERRAM. DEMAIS EQUIPAMENTOS		2.000	16	cobre nú	têmpera mole	

**8.2 - DISJUNTORES**

CIRCUITOS	$I_{\text{nominal}}$ (A)	Cap. Interrup. kA	Tensão nominal	Disparador S/C	Disparador C/C
ALIMENTADOR GERAL	50	$\geq 30$	500V	40-50	fixo
RAMAL DO MOTOR DA E. ELEVATÓRIA	16	$\geq 30$	500V	9-12,5	12x

**8.3 - ACIONAMENTOS**

CIRCUITOS	DISPOSITIVO	$I_{\text{nominal}}$ (A)	Tensão nominal
MOTOR 4,0 CV	CONTACTOR	12	380
CAPACITOR 0,5 CV	FUSIVEL	6	380

**8.4 - INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO**

GERAL	CIRCUITOS	Escala (A)	Tensão nominal
	MULTIMEDIDOR		380
	TC DE MEDIÇÃO	50/5	380

#### **4.2.4.2 Iluminação Interna da Edificação da Estação Elevatória de Esgoto EEE-04**

##### **DADOS DE ENTRADA DA INSTALAÇÃO**

A Iluminação Interna destina-se a dotar a área da Estação Elevatória de Esgoto EEE-04, de condições de visibilidade e deslocamento de pessoas para execução da operação/observação noturna da Estação de Bombeamento. Diante da natureza do trabalho a ser, eventualmente, desenvolvido na referida instalação, o nível de iluminamento adotado equipara-se àquele destinado para ambientes industriais de operação/observação de máquinas/instrumentos. Segundo o que estabelecem a Norma Brasileira NBR 5413, em suas exigências mínimas, o iluminamento médio para essa situação está em 150lux (considerados ao final do período de manutenção do conjunto luminária/lâmpada).

A área da EEE-04 é formada por três módulos, sendo: um de acesso às grades de barra, um do poço de sucção e dois conjuntos de moto-bomba e o outro destinado ao Registro Geral de saída. Nos módulos aqui referidos, só não contará com iluminação, o destinado ao Registro Geral de saída.

##### **PREMISSAS DO PROJETO DE ILUMINAÇÃO INTERNA PREDIAL**

Para a elaboração do presente estudo foram consultados, preliminarmente, os seguintes projetos e documentos:

1. Planejamento Físico da Área do Projeto;
2. Projeto Arquitetônico e Civil das Edificações.

A instalação elétrica será toda executada de forma aparente, (nas paredes laterais, nos espaços de construção e sob a laje de concreto). As luminárias, tomadas em geral, interruptores, etc. obedecerão a esse critério de instalação. A distribuição dos circuitos será obtida mediante o emprego de condutores isolados, instalados dentro de eletrocalhas ou eletrodutos rígidos.

No que diz respeito às exigências de condições de trabalho consideradas pela Legislação Trabalhista, os aspectos a serem observados estão delineados conforme a respectiva Norma Regulamentadora do MTE.

Por outro lado, segundo o que estabelecem as Normas Brasileiras, o iluminamento para essa situação (média de 150lux) deve ser considerado para o final do período de manutenção do conjunto luminária/lâmpada, o que acarreta portanto, que o projeto deva levar em consideração esse fator de depreciação do nível de iluminamento entre os períodos de manutenção (troca de lâmpadas, lavagem das lâmpadas, limpeza dos vidros protetores, etc.), visando a garantir que o nível de iluminamento não fique comprometido nesse intervalo. Para isso o projeto tomará o índice indicado pela Norma como referência mínima. O projeto será desenvolvido para um valor de iluminância maior a fim de que fique assegurado o nível mínimo quando da proximidade do término do período de manutenção do conjunto de iluminação.

##### **CONDIÇÕES INFLUÊNCIAS EXTERNAS**

Outro aspecto de natureza de concepção para o Projeto de Iluminação é de que o nível de iluminância pretendido deverá ser obtido com o emprego dos aparelhos de iluminação destinados especificamente para o referido projeto, ou seja, não serão levados em consideração quaisquer contribuições de outras fontes luminosas, sejam artificiais ou provenientes de outros aparelhos de iluminação que situem no mesmo local.

##### **CONDIÇÕES NORTEADORAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO**

De modo geral os locais de trabalho das pessoas (áreas de operação e áreas auxiliares de manutenção) devem ser devidamente iluminados a fim de que sejam obtidos níveis de iluminação para o conforto e a segurança das atividades que serão ali desenvolvidas. Dentro desse princípio geral, o Projeto Luminotécnico, para ambientes internos ou externos, deverá manter compromisso com os objetivos aqui

delineados. A orientação a ser seguida para os projetos luminotécnicos a serem desenvolvidos estarão buscando, dentre outras condições, as seguintes:

- Nível de iluminamento suficiente para cada atividade específica;
- Distribuição espacial da luz sobre o ambiente considerado;
- Escolha do tipo de luminária e de sua melhor instalação;
- Escolha do tipo de lâmpada e seu respectivo rendimento.

Quanto ao Nível de Iluminamento a ser alcançado com o referido projeto, deve-se adequar a natureza dos trabalhos na Estação Elevatória de Esgoto, representada, basicamente, por atividades operativas industriais e de manutenção, com as condições de segurança pretendidas. Por outro lado, diante da natureza descrita para a operação dos trabalhos na área, não há exigência no grau de reprodução de cores. Portanto, buscando-se maximizar os aspectos de ordem econômica para o projeto, deve-se optar por adotar o emprego de lâmpadas de descarga, de baixo consumo, na busca de maior rendimento energético para o sistema de iluminação.

Para melhor distribuição espacial da luz, estudou-se a distribuição das luminárias obedecendo ao critério de dotar-se zonas com níveis de iluminamento (iluminâncias intermediárias entre os pontos) que atendam ao nível mínimo exigido pelas Normas. Assim, a distância média entre as luminárias decorreu da resultante superposição das curvas isolux correspondentes ao conjunto luminária/lâmpada escolhidos para a presente situação.

As luminárias e respectivos suportes de fixação foram escolhidas em função da condição ambiental. Os materiais de construção dessas luminárias deverão, portanto, serem altamente resistentes às condições do local da instalação, sendo altamente recomendável a menor quantidade de materiais ferrosos em sua composição. O mesmo procedimento foi adotado para a escolha dos suportes de sustentação das luminárias, que além dos aspectos retro deverão guardar compromisso com o partido arquitetônico do ambiente.

Escolha do tipo de Lâmpada - em se tratando de Iluminação de Área Industrial, procurou-se conciliar a disponibilidade do que há no mercado de lâmpadas com os vários tipos de tecnologia associada. É importante considerar que a escolha do tipo de lâmpada deverá levar em consideração, principalmente, os seguintes fatores: potência elétrica de consumo da lâmpada (W), rendimento luminoso (Lum/W), energia elétrica consumida por tempo de operação, por exemplo, no mês (kWh/mês), Fluxo luminoso inicial da lâmpada (Lumens), Vida útil (horas) e o Custo operacional mensal (R\$/mês). Esses fatores deverão ser conjugados conjuntamente com outras condições do projeto, como por exemplo, tipo de serviço/atividade a que se destina o projeto de iluminação, condições ambientais do local, altura de montagem da luminária, grau de uniformização da iluminação no plano de trabalho/atividade, etc.

Os circuitos elétricos de alimentação das luminárias serão monofásicos, em 220V, derivados de sistema trifásico em 380V. Será adotado o sistema TN-S, a cinco (ou três) condutores (F-N-PE). Cada circuito monofásico deverá ser alimentado por uma das três fases, e deverá ser provida a alternância entre elas com o intuito de aumentar a confiabilidade da área a ser iluminada, no caso de contingência de perda de uma das fases.

A alimentação dessa Unidade de Consumo será derivada de circuitos provenientes de Quadro de Distribuição Geral - QDG existente a ser alimentado por rede de distribuição de Baixa Tensão proveniente da Concessionária de energia elétrica local.

## **CÁLCULO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DAS DIVERSAS ÁREAS DA EDIFICAÇÃO**

### **A) ÁREA 1 – ÁREA DE LIMPEZA DAS GRADES DE BARRA**

#### **TIPO DE LUMINÁRIA A SER USADA**

- tipo de luminária:..... projetor retangular fechado, para instalação ao tempo
- comando de operação liga/desliga:..... individual, por interruptor
- tipo de circuito:..... circuito monofásico, a três condutores
- montagem da luminária: ..... fixada lateralmente na parede
- tensão de alimentação da lâmpada:..... 220 Volts
- nível de iluminamento desejado:..... 100 lux
- altura de montagem da luminária: ..... variável
- número de luminárias por ponto:..... 1
- número de lâmpadas/luminária: ..... 1

#### TIPO DE LÂMPADA A SER USADA

- Fluorescente compacta, eletrônica..... 23 Watts
- Fluxo luminoso da lâmpada: ..... 1.450 lumens
- Consumo do reator:..... 0 Watts

#### DIMENSÕES DO AMBIENTE

- Comprimento da edificação ..... 7,00 m
- Largura da edificação ..... 2,00 m
- Pé direito ..... 2,00 m
- Altura do plano de trabalho ..... 0,00 m
- Altura de suspensão da luminária ..... 0,00 m
- Altura de montagem ..... 2,00 m

#### PREMISSAS DO PROJETO

- Iluminamento para o local ..... 100 lux
- Área do local..... 14,00 m<sup>2</sup>
- Área EFETIVA a ser iluminada ..... 14,00 m<sup>2</sup>
- Número de lâmpadas/luminária ..... 1 ud
- Fluxo lum. da lâmpada ..... 1.450 lumens
- Potência da lâmpada ..... 23 watts
- Consumo do acessório..... 0 watts

As condições do ambiente são:

Ambiente NORMAL

Período de manutenção de 3.000h

Como consequência da arquitetura da edificação, serão empregadas luminárias, apropriado para instalação ao tempo, fixadas na lateral da parede que constitui a Área de limpeza das Grades de Barra.

condições:	teto	parede	piso
pintura	claro	claro	escuro
refletâncias:	70%	50%	10%

Fator de Depreciação  $F_d = 0,70$

Índice do recinto  $K = (C \times L) / H_m \times (C + L)$   $K = 0,78$

Coefficiente de utilização da luminária  $F_u = 0,54$

O número de luminárias necessário será:  $N = \frac{E_m \times A}{n \times \Phi \times F_u}$

$N = 1,77$  ou em inteiros  **$N = 2$**

FACE À ARQUITETURA DO AMBIENTE, USAREMOS: **2 luminárias**

Com a quantidade de luminárias acima, a Iluminância média será:  $E_{\text{medio}} = \frac{N \times n \times \Phi \times n \times \Phi \times f \times 1,1}{A}$

Iluminância média calculada:  **$E_{\text{medio}} = 124 \text{ lux}$**

### **B) ÁREA 2 – POÇO DE SUÇÃO E CONJUNTO DE BOMBAS**

#### TIPO DE LUMINÁRIA A SER USADA

- tipo de luminária:..... projetor retangular fechado, para instalação ao tempo
- comando de operação liga/desliga:..... em grupo, por interruptor
- tipo de circuito:..... circuito monofásico, a três condutores
- montagem da luminária: ..... fixada lateralmente na parede

- tensão de alimentação da lâmpada: ..... 220 Volts
- nível de iluminamento desejado: ..... 100 lux
- altura de montagem da luminária: ..... variável
- número de luminárias por ponto: ..... 1
- número de lâmpadas/luminária: ..... 2

#### TIPO DE LÂMPADA A SER USADA

- Fluorescente compacta, eletrônica ..... 23 Watts
- Fluxo luminoso da lâmpada: ..... 1.450 lumens
- Consumo do reator: ..... 0 Watts

#### DIMENSÕES DO AMBIENTE

- Comprimento da edificação ..... 1,10 m
- Pé direito ..... 3,50 m
- Altura do plano de trabalho ..... 0,00 m
- Altura de suspensão da luminária ..... 0,00 m
- Altura de montagem ..... 3,50 m

#### PREMISSAS DO PROJETO

- Iluminamento para o local ..... 100 lux
- Área do local ..... 3,80 m²
- Área EFETIVA a ser iluminada ..... 3,80 m²
- Número de lâmpadas/luminária ..... 2 ud
- Fluxo lum. da lâmpada ..... 1.450 lumens
- Potência da lâmpada ..... 23 watts
- Consumo do acessório ..... 0 watts

As condições do ambiente são:

Ambiente NORMAL

Período de manutenção de 3.000h

Como consequência da arquitetura da edificação, serão empregadas luminárias fixadas no teto da área destinada à Sala das Bombas.

condições:	teto	parede	piso
pintura	claro	claro	escuro
refletâncias:	70%	50%	10%

Fator de Depreciação  $F_d = 0,70$

Índice do recinto  $K = (C \times L) / H_m \times (C + L)$   $K = 0,43$

Coeficiente de utilização da luminária  $F_u = 0,21$

O número de luminárias necessário será:  $N = \frac{E_m \times A}{n \times \Phi \times F_u}$

$N = 0,61$  ou em inteiros  $N = 1$

FACE À ARQUITETURA DO AMBIENTE, USAREMOS: **2 luminárias**

Com a quantidade de luminárias acima, a Iluminância média será:  $E_{\text{medio}} = \frac{N \times n \times \Phi \times F_u \times F_d \times 1,1}{A}$

Iluminância média calculada:  $E_{\text{medio}} = 359,65 \text{ lux}$

#### **C) RESUMO QUALI-QUANTITATIVO DO PROJETO DE ILUMINAÇÃO INTERNA DA ELEVATÓRIA**

ÁREA	LUMINÁRIA TIPO	LÂMPADA	QUANT.	POT. (W)	CONSUMO TOTAL
ÁREA 1:	projektor retangular fechado	Fluorescente compacta	2	23	46 Watts
ÁREA 2:	projektor retangular fechado	Fluorescente compacta	2	23	46 Watts
				<b>Total</b>	<b>92 Watts</b>

ÁREA	TOMADA TIPO		CONSUMO TOTAL
	1Ø-10A	3Ø-16A	
ÁREA 2:	1	1	13.838 Watts
			<b>Total</b>
			<b>13.838 Watts</b>

- Fator de demanda lâmpadas: ..... 1
- Fator de demanda tomadas: ..... 0,5

- Demanda TOTAL a ser considerada: ..... 7.011 W
- Corrente máxima no alimentador: ..... 10,65 A
- Seção condutor do alimentador tronco: ..... 4 mm<sup>2</sup>
- Seção do condutor do ramal lâmpada: ..... 2,5 mm<sup>2</sup>
- Seção do condutor do ramal tomada: ..... 4 mm<sup>2</sup>
- Disjuntor trifásico: ..... 30 A
- Disjuntor monofásico: ..... 10 A