



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

**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**

**RF02 – Relatório Final do Projeto Básico do Sistema de  
Esgotamento Sanitário da Cidade de  
Japoatã**

**Volume 1 – Texto**



**Julho/2007 (Rev.1)**

## 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 Japoatã**, 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, CANHOBÁ, 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.

Os serviços de consultoria objeto do referido contrato serão 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;
- 5. Especificações Técnicas;
- 6. Estimativa de Custos.

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>I</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>V</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 Localização.....	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.....	20
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/Emissários.....	42
4.1.3 Estação de Tratamento de Esgotos – ETE .....	69
4.2 PROJETO ELÉTRICO.....	73
4.2.1 Estação Elevatória de Esgoto EE-01 .....	73
4.2.2 Estação Elevatória de Esgoto EE-02 .....	84
4.2.3 Estação Elevatória de Esgoto EE-03.....	96
4.2.4 Estação Elevatória de Esgoto EE-04.....	108
4.3 PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS .....	120
4.3.1 Introdução.....	120
4.3.2 Premissas de Cálculo.....	120
4.3.3 Estação Elevatória EE-01.....	120
4.3.4 Estação Elevatória EE-02.....	122
4.3.5 Estação Elevatória EE-03.....	125
4.3.6 Estação Elevatória EE-04.....	128
4.3.7 Lagoas Facultativa e de Maturação .....	132

<b>5. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS .....</b>	<b>135</b>
5.1 GENERALIDADES .....	135
5.2 INSTALAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DA OBRA.....	136
5.3 LIMPEZA DO TERRENO .....	137
5.4 SINALIZAÇÃO DA OBRA.....	137
5.5 LOCAÇÃO DAS UNIDADES .....	138
5.6 SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS PARA COLETORES E EMISSÁRIOS .....	139
5.7 ESCAVAÇÃO PARA COLETORES E EMISSÁRIOS.....	141
5.8 ASSENTAMENTO DE REDE DE ESGOTOS.....	144
5.9 POÇOS DE VISITA DE ESGOTOS .....	146
5.10 LIGAÇÕES PREDIAIS DE ESGOTOS.....	148
5.11 TESTE DE REDE DE ESGOTOS.....	149
5.12 MOVIMENTO DE TERRAS PARA OBRAS CIVIS.....	150
5.12.1 Terraplanagem .....	150
5.12.2 Escavação.....	152
5.12.3 Aterro e Reaterro .....	153
5.13 CONCRETO.....	153
5.13.1 Material .....	154
5.13.2 Dosagem .....	154
5.13.3 Formas e Escoramentos .....	155
5.13.4 Armaduras .....	156
5.13.5 Lançamento.....	156
5.13.6 Adensamento.....	157
5.13.7 Cura .....	157
5.13.8 Recomposição das Superfícies e Perfis Concretados.....	158
5.13.9 Juntas de Construção .....	158
5.13.10 Juntas de Dilatação .....	158
5.13.11 Mata-junta .....	158
5.13.12 Controle da Resistência à Compressão .....	159
5.13.13 Aditivos.....	159
5.13.14 Recomendações para Execução de Concreto Aparente .....	159
5.14 ALVENARIA DE TIJOLOS CERÂMICOS.....	160
5.14.1 Impermeabilização da Estrutura Hidráulica .....	160
5.14.2 Impermeabilização do Tipo Rígido .....	161
5.14.3 Impermeabilização do Tipo Elástico .....	161
5.15 ALVENARIA DE PEDRAS.....	162
5.16 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DAS ELEVATÓRIAS .....	163
5.16.1 Fornecimento de Equipamentos e Materiais Elétricos .....	163
5.16.2 Extensão do Fornecimento .....	163
5.16.3 Informações Conflitantes .....	164
5.16.4 Exceções às Especificações .....	164
5.16.5 Garantia.....	164
5.16.6 Propostas .....	165

5.16.7	Prazo de Entrega .....	165
5.16.8	Documentos Técnicos.....	165
5.16.9	Critérios para Aprovação de Desenhos .....	166
5.16.10	Manual de Instruções.....	167
5.16.11	Normas Recomendadas.....	167
5.16.12	Inspeção e Ensaios Durante a Fabricação .....	167
5.16.13	Embalagem, Transporte, Manuseio e Seguro.....	168
5.16.14	Supervisão de Montagem, Comissionamento e Ensaios Pré-Operacionais .....	170
5.16.15	Especificações Técnicas de Cabos de Energia de 0,6 kV, Cabos de Controle e Cabos de Cobre Nu.....	174
5.16.16	Especificações Técnicas de Chaves Estáticas .....	177
5.17	DIVERSOS .....	178
5.17.1	Urbanização das Áreas Edificadas.....	178
5.17.2	Arborização e Ajardinamento .....	179
5.17.3	Limpeza das Obras.....	179
5.18	TUBULAÇÃO .....	179
5.18.1	Objetivo .....	179
5.18.2	Tubulação de PVC Rígido com Junta Elástica para Líquidos sob Pressão .....	180
5.19	EXECUÇÃO DOS EMISSÁRIOS (ASSENTAMENTO DE TUBOS, CONEXÕES E PEÇAS ESPECIAIS) .....	182
5.19.1	Objetivo .....	182
5.19.2	Instalação e Administração da Obra.....	182
5.19.3	Sinalização e Segurança .....	183
5.19.4	Transporte da Tubulação e Equipamentos .....	184
5.19.5	Locação e Escavação.....	184
5.19.6	Escoramento e Esgotamento .....	185
5.19.7	Assentamento de Tubulação de PVC com Junta Elástica.....	186
5.19.8	Reaterro de Valas.....	187
5.19.9	Ancoragens .....	187
5.19.10	Caixas para Válvulas, Registros e Ventosas .....	187
5.19.11	Montagem de Válvulas, Ventosas e Peças Flangeadas.....	188
5.19.12	Ensaio da Linha .....	188
5.20	MONTAGEM DE EQUIPAMENTOS .....	189
6.	ESTIMATIVA DE CUSTOS .....	191

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Esquema do Sistema de Esgotamento Sanitário da Cidade de Japoatã .....	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 EE-01 .....	45
Figura 4.2 – Curva do Sistema da Estação Elevatória EE-02 .....	50
Figura 4.3 – Curva do Sistema da Estação Elevatória EE-03 .....	57
Figura 4.4 – Curva do Sistema da Estação Elevatória EE-04 .....	64

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Contribuição por Bacia .....	4
Tabela 2.2 – Evolução da População e das Contribuições de Japoatã .....	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 – EE-01 .....	17
Tabela 3.4 – Potência Instalada em Motores e Outras Cargas – EE-02 .....	18
Tabela 3.5 – Potência Instalada em Motores e Outras Cargas – EE-03 .....	18
Tabela 3.6 – Potência Instalada em Motores e Outras Cargas – EE-04 .....	18
Tabela 3.7 – Proteção Secundária .....	19
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) .....	24
Tabela 4.4 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 2 (Resultados dos Trechos) .....	25
Tabela 4.5 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 3 (Dados Gerais dos Trechos) .....	28
Tabela 4.6 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 3 (Resultados dos Trechos) .....	30
Tabela 4.7 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 4 (Dados Gerais dos Trechos) .....	35
Tabela 4.8 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 4 (Resultados dos Trechos) .....	36
Tabela 4.9 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 5 (Dados Gerais dos Trechos) .....	39
Tabela 4.10 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 5 (Resultados dos Trechos) .....	40
Tabela 4.11 – Preço da Tubulação (R\$) .....	42

## **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 Japoatã 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 dos serviços a serem contratados, assim como dos materiais e equipamentos a serem adquiridos pela CODEVASF, para a implantação do sistema. No Capítulo 6, finalmente, são apresentados os orçamentos 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 unidade, de modo que se possa ter o valor de implantação de cada uma delas.



## **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	2,42	68,18	92,15	165	223	0,14	0,19	0,11
2	18,2	68,35	92,09	1244	1676	1,04	1,40	0,80
3	18,74	68,36	92,10	1281	1726	1,07	1,44	1,09
4	10,28	68,39	92,12	703	947	0,59	0,79	0,51
5	12,18	68,39	92,12	833	1122	0,69	0,93	0,50

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 esgotos:

- 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 Japoatã**

Ano	População (hab)	Qm (l/s)	Q1 (l/s)	Q2 (l/s)	Q3 (l/s)
2007	4.227	3,52	4,23	6,34	1,76
2008	4.291	3,58	4,29	6,44	1,79
2009	4.355	3,63	4,36	6,53	1,81
2010	4.420	3,68	4,42	6,63	1,84
2011	4.487	3,74	4,49	6,73	1,87
2012	4.554	3,79	4,55	6,83	1,90
2013	4.622	3,85	4,62	6,93	1,93
2014	4.692	3,91	4,69	7,04	1,95
2015	4.762	3,97	4,76	7,14	1,98
2016	4.833	4,03	4,83	7,25	2,01
2017	4.906	4,09	4,91	7,36	2,04
2018	4.979	4,15	4,98	7,47	2,07
2019	5.054	4,21	5,05	7,58	2,11
2020	5.130	4,27	5,13	7,69	2,14
2021	5.207	4,34	5,21	7,81	2,17
2022	5.285	4,40	5,29	7,93	2,20
2023	5.364	4,47	5,36	8,05	2,24
2024	5.445	4,54	5,44	8,17	2,27
2025	5.526	4,61	5,53	8,29	2,30
2026	5.609	4,67	5,61	8,41	2,34
2027	5.693	4,74	5,69	8,54	2,37

### **3. MEMÓRIA DESCRITIVA**

### 3. MEMÓRIA DESCRITIVA

Neste capítulo é feita a descrição do sistema de esgotos aqui projetado para a cidade de Japoatã, 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, quatro 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

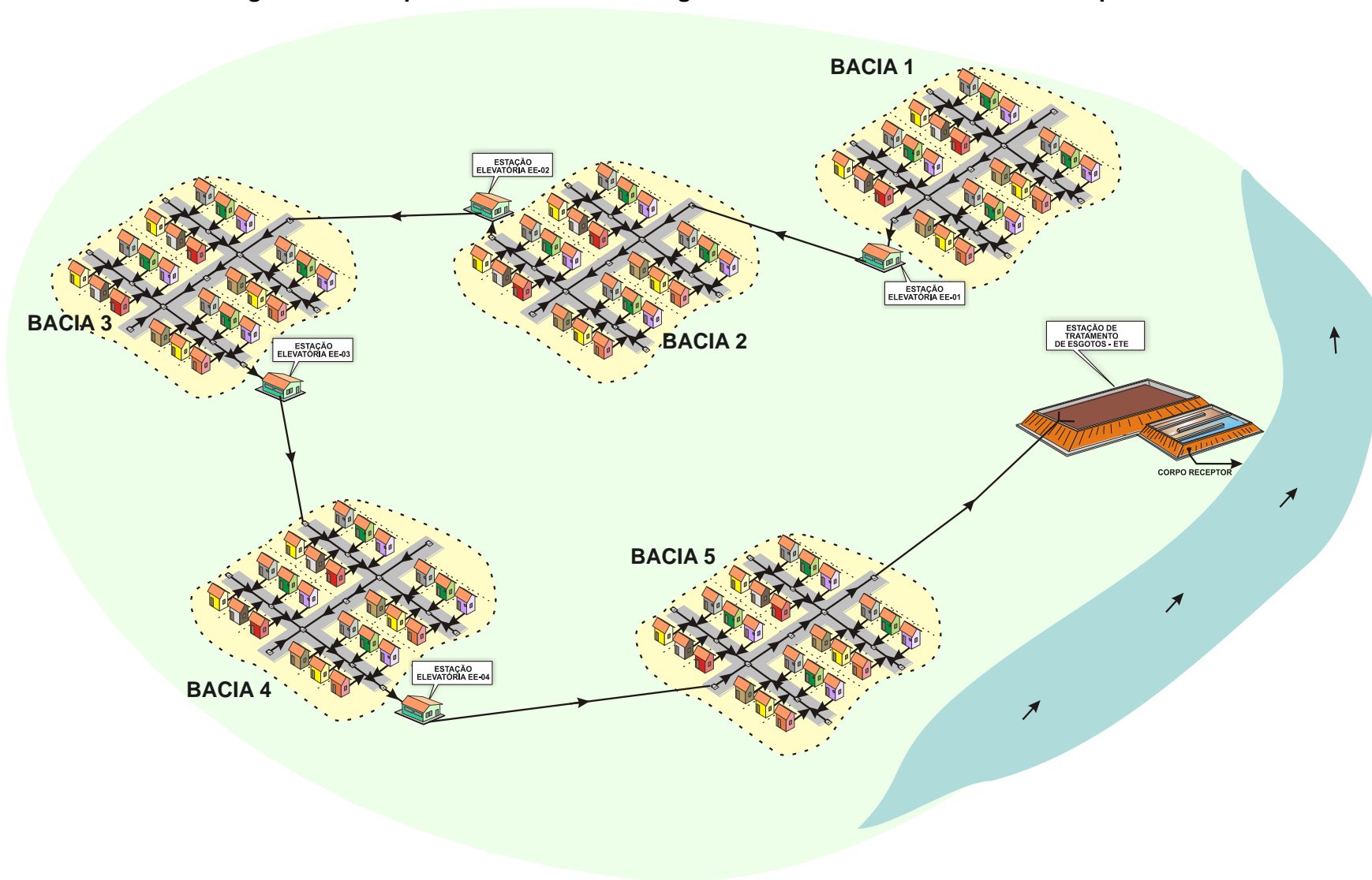
Neste sistema, a rede coletora, estendida à totalidade da área de projeto, será do tipo convencional. Em razão das condições topográficas da área, o sistema de coleta foi dividido em quatro bacias de contribuição, como já foi dito anteriormente, com a seguinte configuração:

- Os esgotos da bacia 1 seguem pela rede até o seu ponto mais baixo, onde haverá um sistema de recalque através da EE-01, o qual lançará os esgotos no poço de visita mais próximo da bacia 2;
- Os esgotos da bacia 2, que recebe os esgotos vindos da bacia 1 seguem pela rede até o seu ponto mais baixo, onde serão recalcados pela estação EE-02, o qual lançará os esgotos no poço de visita mais próximo da bacia 3;
- Os esgotos da bacia 3 que recebe os esgotos vindos das bacias 1 e 2 seguem pela rede até o seu ponto mais baixo, onde haverá um sistema de recalque através da EE-03, o qual lançará os esgotos no poço de visita mais próximo da bacia 4;
- Os esgotos da bacia 4 que recebe os esgotos vindos da bacia 3 seguem pela rede até o seu ponto mais baixo, onde haverá um sistema de recalque através da EE-04, o qual lançará os esgotos no poço de visita mais próximo da bacia 5
- Finalmente, a bacia 5, após receber os esgotos vindos da bacia 4, segue pela rede até o seu ponto mais baixo. Esse sistema final, por gravidade, lançará os esgotos na Estação de Tratamento de Esgotos - ETE.

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

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

**Figura 3.1 – Esquema do Sistema de Esgotamento Sanitário da Cidade de Japoatã**



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.

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 CESH, 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 que atendam à NBR 7362. As ligações domiciliares e os poços de visita serão do tipo normalmente adotado pela DESO.

Os dimensionamentos dessas redes, que, juntas, somam 10.042,97 m, 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	363,55	-	-	363,55
2	2.644,60	8,14	-	2.652,74
3	3.318,44	339,35	-	3.657,79
4	1.669,81	-	18,21	1.688,02
5	1.680,87	-	-	1.680,87
Total	9.677,27	347,49	18,21	10.042,97

### 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 2**

- **Estação Elevatória EE-01**

- Vazão de Recalque: ..... 2,66 l/s;
- Altura Manométrica: ..... 9,65 m.c.a.;
- Bomba Escolhida:
  - Imersão;
  - Rotação: ..... 1.750 rpm;
  - Potência do Motor: ..... 1,50 cv;
  - Nº de Unidades: ..... 2 (sendo uma de reserva);
- Poço de Sucção:
  - Diâmetro Interno: ..... 1,40 m;
  - Profundidade Útil: ..... 0,60 m.

- **Emissário**

- Extensão: ..... 220,00 m;
- Diâmetro: ..... 75 mm;
- Material: ..... PVC PBA;
- Velocidade de Escoamento: ..... 0,60 m/s;
- Perda de Carga Unitária: ..... 0,046378 m/m.

#### **RECALQUE DA BACIA 2 PARA A BACIA 3**

- **Estação Elevatória EE-02**

- Vazão de Recalque: ..... 6,25 l/s;
- Altura Manométrica: ..... 43,93 m.c.a.;
- Bomba Escolhida:
  - Imersão;
  - Rotação: ..... 1.750 rpm;
  - Potência do Motor: ..... 25,00 cv;
  - Nº de Unidades: ..... 2 (sendo uma de reserva);



- Poço de Sucção:
  - Diâmetro Interno: .....2,15 m;
  - Profundidade Útil: .....1,00 m.
- **Emissário**
  - Extensão: ..... 1010,00 m;
  - Diâmetro: ..... 100 mm;
  - Material:..... PVC PBA;
  - Velocidade de Escoamento: ..... 0,80 m/s;
  - Perda de Carga Unitária:..... 0,046378 m/m.

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

- **Estação Elevatória EE-03**
  - Vazão de Recalque:..... 10,23 l/s;
  - Altura Manométrica: ..... 24,70 m.c.a.;
  - Bomba Escolhida:
    - Marca: ..... ABS;
    - Modelo:..... AFP 101-415;
    - Rotação: ..... 1.750 rpm;
    - Potência do Motor: ..... 10,00 cv;
    - Nº de Unidades: .....2 (sendo uma de reserva);
  - Poço de Sucção:
    - Diâmetro Interno: .....2,85 m;
    - Profundidade Útil: .....1,00 m.
- **Emissário**
  - Extensão: .....430,00 m;
  - Diâmetro: ..... 150 mm;
  - Material:..... PVC PBA;
  - Velocidade de Escoamento: ..... 0,58 m/s;
  - Perda de Carga Unitária:..... 0,022409 m/m.

#### **RECALQUE DA BACIA 4 PARA A BACIA 5**

- **Estação Elevatória EE-04**
  - Vazão de Recalque:..... 12,32 l/s;
  - Altura Manométrica: ..... 13,03 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: .....3,30 m;
  - Profundidade Útil: .....1,00 m.
- **Emissário**
  - Extensão: .....415,00 m;
  - Diâmetro: .....150 mm;
  - Material: .....PVC PBA;
  - Velocidade de Escoamento: .....0,70 m/s;
  - Perda de Carga Unitária: .....0,022409 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 28,40 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:  $V_u = 18.990,62 \text{ m}^3$ , adotando-se as dimensões de 72,65 m x 145,30 m x 1,80 m;
- 2ª Lagoa:  $V_u = 5.349,89 \text{ m}^3$ , adotando-se as dimensões de 59,75 m x 59,75 m x 1,50 m.

A lagoa de maturação tem a sua seção quadrada em planta, mas aqui funcionará como fluxo de pistão, pois será dotada de três chicanas, o que equivale a uma unidade de 13,20 m de largura por 211,20 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 DBO<sub>5</sub> efluente será de 0,79 mg/l e a concentração de coliformes chegará a 9,66 CF/100 ml, o que implica eficiências totais, respectivamente, de 90,31% e 99,82%.

Como definido no estudo de alternativas, estas lagoas terão as suas paredes em alvenaria de pedra, 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	1,52
Vazão média – (m³/dia)	668,74	668,74
Carga de DBO afluente – (kg/dia)	307,42	5,43
DBO afluente – mg/l	459,71	8,12
Concentração de coliformes afluente – (CF/100 ml)	3.410.000,00	250.000,00
Profundidade útil adotada – (m)	1,80	1,50
Tempo de detenção – (dia)	28,40	8,00
DBO efluente – (mg/l)	8,12	0,79
Concentração de coliformes efluente (CF/100 ml)	250.000,00	966,00
Volume útil – (m³)	18.990,62	5.349,89
Material construtivo	Alvenaria de pedra	Alvenaria de pedra

Os efluentes dessas lagoas serão lançados no Rio São Francisco, através de uma tubulação de PVC, com extensão de aproximadamente 696 metros e diâmetro de 200mm, em cuja extremidade será colocada uma estrutura de ponta de ala, com enrocamento, para evitar erosão.

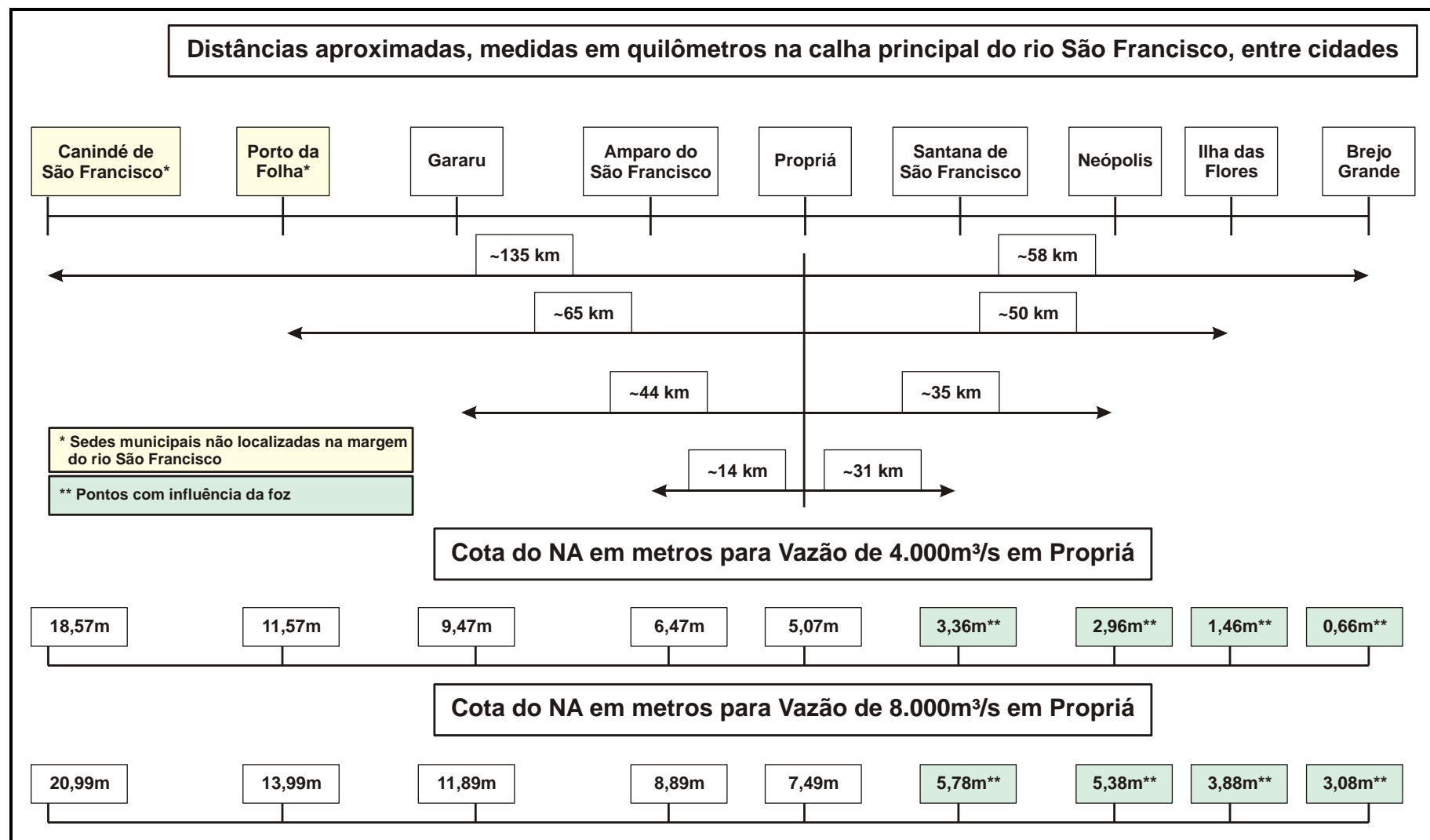
As coordenadas UTM's do ponto de lançamento dos efluentes das lagoas para a cidade de Japoatã são 741.290(L) e 8.856.511(N).

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.

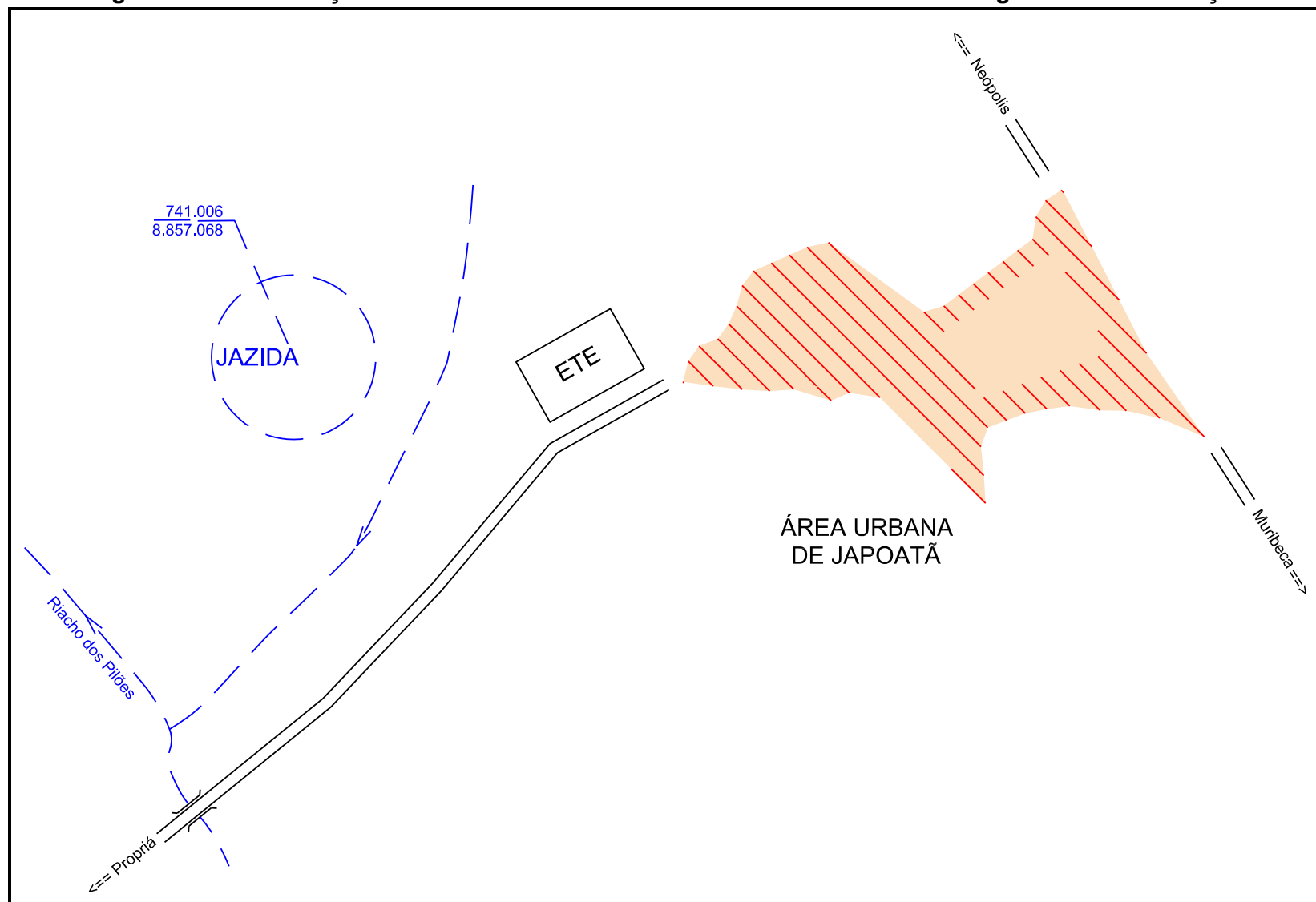
A **Figura 3.2** apresenta distâncias, a partir de Propriá onde encontra-se uma estação fluviométrica que monitora a relação cota-descarga, e as respectivas cotas estimadas do NA para vazões de 4.000 e 8.000 m³/s, de várias cidades contempladas no presente estudo.

Para a impermeabilização do fundo da lagoa com material impermeável, com espessura de 0,50 m, será utilizado material argiloso a ser obtido em jazida, neste caso, localizada a cerca de 500 metros da própria estação, nas proximidades do ponto de coordenadas 741.006 L e 8.857.068 N, conforme mostrado na **Figura 3.3**. Nessa área o solo é muito argiloso, a partir de aproximadamente 0,30 m de profundidade, de acordo com escavações exploratórias efetuadas no local

**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 m<sup>3</sup>/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 Japoatã 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 ENERGIPE.

#### **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 ENERGIPE.

#### **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 ENERGIPE, para atendimento a cargas de alimentação comercial, e iluminação externa. A concessionária ENERGIPE 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 ENERGIPE. 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 ENERGIPE;
- 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 – EE-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	1,5	1,68	1,68
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>15,40</b>

Instalação com demanda ( $D \leq 45 \text{ kVA}$ ):	SIM - ALIMENTAÇÃO EM BAIXA TENSÃO	
Potência da instalação em kVA:	16,74 kVA	
Tensão secundária de alimentação das cargas:	380 Volt	
Corrente máxima de projeto (no secundário):	25,43 A	



**Tabela 3.4 – Potência Instalada em Motores e Outras Cargas – EE-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	25,0	22,84	22,84
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>36,57</b>
Instalação com demanda ( $D \leq 45\text{kVA}$ ):			SIM - ALIMENTAÇÃO EM BAIXA TENSÃO		
Potência da instalação em kVA:			39,75 kVA		
Tensão secundária de alimentação das cargas:			380 Volt		
Corrente máxima de projeto (no secundário):			60,39 A		

**Tabela 3.5 – Potência Instalada em Motores e Outras Cargas – EE-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	10,0	9,61	9,61
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>23,34</b>
Instalação com demanda ( $D \leq 45\text{kVA}$ ):			SIM - ALIMENTAÇÃO EM BAIXA TENSÃO		
Potência da instalação em kVA:			25,37 kVA		
Tensão secundária de alimentação das cargas:			380 Volt		
Corrente máxima de projeto (no secundário):			38,54 A		

**Tabela 3.6 – Potência Instalada em Motores e Outras Cargas – EE-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 ENERGEIPE, 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	80 A	50 A	50 A
Capacidade de Interrupção	$\geq 10\text{kA}$	$\geq 10\text{kA}$	$\geq 20\text{kA}$	$\geq 20\text{kA}$

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

Dispositivos	EE-1	EE-2	EE-3	EE-4
Motor da Bomba	1,5 cv	25,0 cv	10,0 cv	4,0 cv
Fusíveis Retardados	10 A	16 A	32 A	16 A
Contactador Tripolar	9 A	22 A	18 A	12 A
Relé de Sobrecarga	1,8-2,8 A	32-40 A	11-17 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 ( $\Phi$ " 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 isolação 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	59,98	T1	150	88,04	85,79	0,90
	2	3	46,13	T2	150	85,79	83,89	0,90
	3	4	47,23	T3	150	83,89	82,06	0,90
	4	5	34,78	T4	150	82,06	80,90	0,90
	5	EE-1	10,50	T5	150	80,88	80,85	0,90
C2	6	7	58,72	T6	150	88,99	86,78	0,90
	7	8	13,23	T7	150	86,77	85,81	0,90
	8	9	45,96	T8	150	85,80	84,10	0,90
	9	4	47,02	T9	150	84,09	82,06	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	59,98	0,87 1,22	0,052 0,073	0,000 0,000	0,052 0,073	150	0,0375	88,95 86,70	88,04 85,79	0,91 0,91	1,06 1,06	0,14 0,14	1,01 1,02	4,76 2,13	0,011 0,011
	T2	46,13	0,87 1,22	0,040 0,056	0,052 0,073	0,092 0,130	150	0,0410	86,70 84,80	85,78 83,89	0,92 0,91	1,07 1,06	0,13 0,13	1,06 1,06	5,07 2,10	0,010 0,010
	T3	47,23	0,87 1,22	0,041 0,058	0,092 0,130	0,134 0,188	150	0,0388	84,80 82,96	83,89 82,06	0,91 0,90	1,06 1,05	0,14 0,14	1,03 1,04	4,88 2,12	0,011 0,010
	T4	34,78	0,87 1,22	0,030 0,043	0,277 0,390	0,307 0,432	150	0,0333	82,96 81,80	82,05 80,90	0,91 0,90	1,06 1,05	0,14 0,14	0,96 0,97	4,36 2,17	0,011 0,011
	T5	10,50	0,87 1,22	0,009 0,013	0,307 0,432	0,317 0,445	150	0,0029	81,80 81,90	80,88 80,85	0,92 1,05	1,07 1,20	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C2	T6	58,72	0,87 1,22	0,051 0,072	0,000 0,000	0,051 0,072	150	0,0376	89,90 87,69	88,99 86,78	0,91 0,91	1,06 1,06	0,14 0,14	1,02 1,02	4,77 2,13	0,011 0,011
	T7	13,23	0,87 1,22	0,012 0,016	0,051 0,072	0,063 0,088	150	0,0729	87,69 86,72	86,77 85,81	0,92 0,91	1,07 1,06	0,11 0,11	1,36 1,37	7,66 1,94	0,010 0,010
	T8	45,96	0,87 1,22	0,040 0,056	0,063 0,088	0,103 0,144	150	0,0372	86,72 85,00	85,80 84,10	0,92 0,90	1,07 1,05	0,14 0,14	1,01 1,02	4,73 2,13	0,011 0,011
	T9	47,02	0,87 1,22	0,041 0,058	0,103 0,144	0,144 0,202	150	0,0433	85,00 82,96	84,09 82,06	0,91 0,90	1,06 1,05	0,13 0,13	1,08 1,09	5,27 2,09	0,010 0,010

#### 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	57,27	T1	150	92,60	92,09	0,90
	2	3	29,14	T2	150	92,06	90,58	0,90
	3	1-1	50,61	T3	150	90,58	88,05	0,90
	1-1	4	34,68	T4	150	88,01	85,91	0,90
	4	5	12,90	T5	150	85,91	85,10	0,90
	5	6	35,32	T6	150	85,10	83,10	0,90
	6	7	34,78	T7	150	83,10	80,90	0,90
	7	8	24,10	T8	150	80,88	79,33	0,90
	8	9	59,90	T9	150	79,33	76,70	0,90
	9	10	59,98	T10	150	76,68	74,31	0,90
	10	11	59,99	T11	150	74,31	71,39	0,90
	11	12	59,99	T12	150	71,38	69,29	0,90
	12	13	59,96	T13	150	69,27	66,88	0,90
	13	14	49,26	T14	150	66,88	63,30	0,90
	14	15	58,49	T15	150	63,25	60,78	0,90
	15	16	57,06	T16	150	60,78	58,02	0,90
	16	17	58,72	T17	150	57,99	54,68	0,90
	17	18	37,24	T18	150	54,67	53,79	0,90
	18	19	35,36	T19	150	53,79	52,70	0,90
	19	20	47,74	T20	150	52,67	50,97	0,90
	20	21	38,49	T21	150	50,93	50,76	0,90
	21	22	38,58	T22	150	50,76	50,44	0,90
	22	23	33,27	T23	150	50,40	50,34	0,90
	23	24	55,44	T24	150	50,34	50,24	0,90
	24	25	54,57	T25	150	50,24	49,60	0,90
	25	EE-2	8,14	T26	200	49,56	49,55	0,90
C2	4	27	43,95	T28	150	85,95	85,82	0,90
	27	28	19,60	T29	150	85,82	85,76	0,90
	28	29	52,67	T30	150	85,76	85,61	0,90
	29	30	55,01	T31	150	85,61	84,50	0,90
	30	34	59,81	T47	150	84,50	83,40	0,90
	34	35	42,46	T35	150	83,36	79,87	0,90
	35	36	40,50	T36	150	79,82	76,65	0,90
	36	37	27,39	T37	150	76,65	75,89	0,90
	37	38	32,83	T38	150	75,87	75,78	0,90
	38	39	38,32	T39	150	75,78	75,66	0,90
	39	40	38,98	T40	150	75,66	75,55	0,90
	40	41	59,56	T41	150	75,55	74,10	0,90
	41	42	59,56	T42	150	74,08	72,08	0,90
	42	43	57,26	T43	150	72,07	69,59	0,90
	43	44	59,95	T44	150	69,59	67,11	0,90
	44	45	24,65	T45	150	67,11	65,60	0,90
	45	14	29,40	T46	150	65,57	63,27	0,90
C3	28	47	47,99	T49	150	86,56	80,46	0,90
	47	39	44,52	T50	150	80,42	77,27	0,90
C4	49	52	50,16	T56	150	54,69	53,14	0,90
	52	53	43,85	T57	150	53,14	51,60	0,90
	53	25	44,74	T58	150	51,59	49,59	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	57,27	0,89 1,25	0,051 0,071	0,000 0,000	0,051 0,071	150	0,0089	93,50 92,99	92,60 92,09	0,90 0,90	1,05 1,05	0,21 0,21	0,55 0,55	1,66 2,59	0,012 0,012
	T2	29,14	0,89 1,25	0,026 0,036	0,103 0,144	0,128 0,181	150	0,0511	92,99 91,50	92,06 90,58	0,93 0,92	1,08 1,07	0,13 0,12	1,17 1,18	5,91 2,04	0,010 0,010
	T3	50,61	0,89 1,25	0,045 0,063	0,128 0,181	0,173 0,244	150	0,0499	91,50 88,95	90,58 88,05	0,92 0,90	1,07 1,05	0,13 0,13	1,16 1,17	5,82 2,04	0,010 0,010
	T4	34,68	0,89 1,25	0,031 0,043	2,833 2,904	2,864 2,947	150	0,0606	88,95 86,85	88,01 85,91	0,94 0,94	1,09 1,09	0,16 0,16	1,58 1,60	8,74 2,29	0,009 0,009
	T5	12,90	0,89 1,25	0,011 0,016	2,864 2,947	2,875 2,963	150	0,0627	86,85 86,00	85,91 85,10	0,94 0,90	1,09 1,05	0,16 0,16	1,61 1,63	8,97 2,28	0,009 0,009
	T6	35,32	0,89 1,25	0,031 0,044	2,875 2,963	2,907 3,007	150	0,0566	86,00 84,00	85,10 83,10	0,90 0,90	1,05 1,05	0,16 0,17	1,55 1,57	8,37 2,32	0,009 0,009
	T7	34,78	0,89 1,25	0,031 0,043	2,907 3,007	2,938 3,051	150	0,0632	84,00 81,80	83,10 80,90	0,90 0,90	1,05 1,05	0,16 0,16	1,63 1,65	9,10 2,29	0,009 0,009
	T8	24,10	0,89 1,25	0,021 0,030	2,938 3,051	2,959 3,081	150	0,0642	81,80 80,25	80,88 79,33	0,92 0,92	1,07 1,07	0,16 0,16	1,64 1,67	9,23 2,29	0,009 0,009
	T9	59,90	0,89 1,25	0,053 0,075	2,959 3,081	3,012 3,156	150	0,0439	80,25 77,60	79,33 76,70	0,92 0,90	1,07 1,05	0,18 0,18	1,41 1,43	7,04 2,43	0,010 0,010
	T10	59,98	0,89 1,25	0,053 0,075	3,012 3,156	3,065 3,230	150	0,0395	77,60 75,23	76,68 74,31	0,92 0,92	1,07 1,07	0,19 0,19	1,36 1,38	6,55 2,47	0,010 0,010
	T11	59,99	0,89 1,25	0,053 0,075	3,065 3,230	3,118 3,305	150	0,0486	75,23 72,30	74,31 71,39	0,92 0,91	1,07 1,06	0,18 0,18	1,49 1,51	7,69 2,42	0,010 0,009
	T12	59,99	0,89 1,25	0,053 0,075	3,118 3,305	3,172 3,380	150	0,0349	72,30 70,20	71,38 69,29	0,92 0,91	1,07 1,06	0,20 0,20	1,31 1,33	6,05 2,54	0,010 0,010
	T13	59,96	0,89 1,25	0,053 0,075	3,172 3,380	3,225 3,455	150	0,0399	70,20 67,80	69,27 66,88	0,93 0,92	1,08 1,07	0,19 0,20	1,39 1,41	6,73 2,50	0,010 0,010
	T14	49,26	0,89 1,25	0,044 0,061	3,225 3,455	3,268 3,517	150	0,0728	67,80 64,20	66,88 63,30	0,92 0,90	1,07 1,05	0,16 0,16	1,81 1,87	10,47 2,31	0,009 0,009
	T15	58,49	0,89 1,25	0,052 0,073	4,192 4,816	4,243 4,889	150	0,0422	64,20 61,70	63,25 60,78	0,95 0,92	1,10 1,07	0,21 0,23	1,57 1,63	7,83 2,67	0,009 0,009
	T16	57,06	0,89 1,25	0,051 0,071	4,243 4,889	4,294 4,960	150	0,0484	61,70 58,92	60,78 58,02	0,92 0,90	1,07 1,05	0,20 0,22	1,68 1,74	8,69 2,63	0,009 0,009
	T17	58,72	0,89 1,25	0,052 0,073	4,294 4,960	4,346 5,034	150	0,0564	58,92 55,61	57,99 54,68	0,93 0,93	1,08 1,08	0,19 0,21	1,81 1,89	9,72 2,57	0,009 0,009
	T18	37,24	0,89 1,25	0,033 0,046	4,346 5,034	4,379 5,080	150	0,0235	55,61 54,70	54,67 53,79	0,94 0,91	1,09 1,06	0,25 0,27	1,25 1,30	5,14 2,89	0,010 0,010
	T19	35,36	0,89 1,25	0,031 0,044	4,379 5,080	4,410 5,124	150	0,0308	54,70 53,60	53,79 52,70	0,91 0,90	1,06 1,05	0,24 0,25	1,39 1,45	6,31 2,81	0,010 0,010
	T20	47,74	0,89 1,25	0,042 0,060	4,410 5,124	4,453 5,184	150	0,0356	53,60 51,90	52,67 50,97	0,93 0,93	1,08 1,08	0,23 0,24	1,48 1,55	7,05 2,76	0,010 0,009

**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
C1	T21	38,49	0,89 1,25	0,034 0,048	4,453 5,184	4,487 5,232	150	0,0044	51,90 51,70	50,93 50,76	0,97 0,94	1,12 1,09	0,44 0,49	0,60 0,61	1,50 3,61	0,012 0,012
	T22	38,58	0,89 1,25	0,034 0,048	4,487 5,232	4,521 5,280	150	0,0084	51,70 51,34	50,76 50,44	0,94 0,90	1,09 1,05	0,36 0,39	0,79 0,83	2,43 3,34	0,011 0,011
	T23	33,27	0,89 1,25	0,029 0,042	4,521 5,280	4,551 5,322	150	0,0017	51,34 51,54	50,40 50,34	0,94 1,20	1,09 1,35	0,61 0,68	0,40 0,41	0,70 3,94	0,012 0,012
	T24	55,44	0,89 1,25	0,049 0,069	4,646 5,456	4,695 5,525	150	0,0017	51,54 51,37	50,34 50,24	1,20 1,13	1,35 1,28	0,63 0,71	0,40 0,41	0,70 3,97	0,012 0,012
	T25	54,57	0,89 1,25	0,048 0,068	4,833 5,720	4,882 5,788	150	0,0118	51,37 50,50	50,24 49,60	1,13 0,90	1,28 1,05	0,33 0,37	0,94 0,98	3,24 3,26	0,011 0,011
	T26	8,14	0,89 1,25	0,007 0,010	5,005 5,961	5,012 5,971	200	0,0016	50,50 50,50	49,56 49,55	0,94 0,95	1,14 1,15	0,42 0,46	0,40 0,42	0,70 4,09	0,012 0,012
C2	T28	43,95	0,89 1,25	0,039 0,055	0,000 0,000	0,039 0,055	150	0,0029	86,85 87,40	85,95 85,82	0,90 1,58	1,05 1,73	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T29	19,60	0,89 1,25	0,017 0,024	0,039 0,055	0,056 0,079	150	0,0029	87,40 87,50	85,82 85,76	1,58 1,74	1,73 1,89	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T30	52,67	0,89 1,25	0,047 0,066	0,056 0,079	0,103 0,145	150	0,0029	87,50 86,69	85,76 85,61	1,74 1,08	1,89 1,23	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T31	55,01	0,89 1,25	0,049 0,069	0,103 0,145	0,152 0,214	150	0,0202	86,69 85,40	85,61 84,50	1,08 0,90	1,23 1,05	0,17 0,16	0,79 0,79	3,01 2,32	0,011 0,011
	T47	59,81	0,89 1,25	0,053 0,075	0,152 0,214	0,205 0,288	150	0,0184	85,40 84,30	84,49 83,39	0,91 0,91	1,06 1,06	0,17 0,17	0,76 0,76	2,81 2,34	0,011 0,011
	T35	42,46	0,89 1,25	0,038 0,053	0,388 0,546	0,426 0,599	150	0,0823	84,30 80,80	83,36 79,87	0,94 0,93	1,09 1,08	0,11 0,11	1,43 1,44	8,39 1,91	0,010 0,010
	T36	40,50	0,89 1,25	0,036 0,051	0,426 0,599	0,462 0,650	150	0,0781	80,80 77,60	79,82 76,65	0,98 0,95	1,13 1,10	0,11 0,11	1,40 1,41	8,07 1,92	0,010 0,010
	T37	27,39	0,89 1,25	0,024 0,034	0,462 0,650	0,486 0,684	150	0,0275	77,60 76,80	76,64 75,89	0,96 0,91	1,11 1,06	0,15 0,15	0,89 0,89	3,79 2,22	0,011 0,011
	T38	32,83	0,89 1,25	0,029 0,041	0,486 0,684	0,515 0,725	150	0,0029	76,80 76,85	75,87 75,78	0,93 1,07	1,08 1,22	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T39	38,32	0,89 1,25	0,034 0,048	0,515 0,725	0,549 0,773	150	0,0029	76,85 78,20	75,78 75,66	1,07 2,54	1,22 2,69	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T40	38,98	0,89 1,25	0,035 0,049	0,631 0,888	0,666 0,937	150	0,0029	78,20 77,20	75,66 75,55	2,54 1,65	2,69 1,80	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T41	59,56	0,89 1,25	0,053 0,074	0,666 0,937	0,718 1,011	150	0,0243	77,20 75,00	75,55 74,10	1,65 0,90	1,80 1,05	0,16 0,16	0,85 0,85	3,46 2,26	0,011 0,011
	T42	59,56	0,89 1,25	0,053 0,074	0,718 1,011	0,771 1,086	150	0,0336	75,00 73,00	74,08 72,08	0,92 0,92	1,07 1,07	0,14 0,14	0,97 0,97	4,39 2,17	0,011 0,011
	T43	57,26	0,89 1,25	0,051 0,071	0,771 1,086	0,822 1,157	150	0,0433	73,00 70,50	72,07 69,59	0,93 0,91	1,08 1,06	0,13 0,13	1,08 1,09	5,27 2,09	0,010 0,010



**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
C2	T44	59,95	0,89 1,25	0,053 0,075	0,822 1,157	0,875 1,232	150	0,0413	70,50 68,01	69,59 67,11	0,91 0,90	1,06 1,05	0,13 0,13	1,06 1,07	5,10 2,10	0,010 0,010
	T45	24,65	0,89 1,25	0,022 0,031	0,875 1,232	0,897 1,263	150	0,0612	68,01 66,50	67,11 65,60	0,90 0,90	1,05 1,05	0,12 0,12	1,27 1,27	6,73 1,99	0,010 0,010
	T46	29,40	0,89 1,25	0,026 0,037	0,897 1,263	0,923 1,300	150	0,0782	66,50 64,20	65,57 63,27	0,93 0,93	1,08 1,08	0,11 0,11	1,40 1,41	8,08 1,92	0,010 0,010
C3	T49	47,99	0,89 1,25	0,043 0,060	0,000 0,000	0,043 0,060	150	0,1271	87,50 81,40	86,56 80,46	0,94 0,94	1,09 1,09	0,10 0,10	1,72 1,76	11,47 1,79	0,009 0,009
	T50	44,52	0,89 1,25	0,039 0,056	0,043 0,060	0,082 0,115	150	0,0709	81,40 78,20	80,42 77,27	0,98 0,93	1,13 1,08	0,11 0,11	1,34 1,35	7,51 1,95	0,010 0,010
C4	T56	50,16	0,89 1,25	0,044 0,063	0,000 0,000	0,044 0,063	150	0,0309	55,60 54,05	54,69 53,14	0,91 0,91	1,06 1,06	0,15 0,15	0,93 0,94	4,13 2,19	0,011 0,011
	T57	43,85	0,89 1,25	0,039 0,055	0,044 0,063	0,083 0,117	150	0,0352	54,05 52,50	53,14 51,60	0,91 0,90	1,06 1,05	0,14 0,14	0,99 0,99	4,54 2,15	0,011 0,011
	T58	44,74	0,89 1,25	0,040 0,056	0,083 0,117	0,123 0,173	150	0,0447	52,50 50,50	51,59 49,59	0,91 0,91	1,06 1,06	0,13 0,13	1,10 1,11	5,39 2,08	0,010 0,010
C5	T60	29,47	0,89 1,25	0,026 0,037	0,000 0,000	0,026 0,037	150	0,0029	55,61 55,60	54,71 54,62	0,90 0,98	1,05 1,13	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T53	44,52	0,89 1,25	0,039 0,056	0,026 0,037	0,066 0,092	150	0,0252	55,60 54,40	54,62 53,50	0,98 0,90	1,13 1,05	0,16 0,15	0,86 0,86	3,56 2,25	0,011 0,011
	T54	40,90	0,89 1,25	0,036 0,051	0,066 0,092	0,102 0,143	150	0,0391	54,40 52,80	53,47 51,87	0,93 0,93	1,08 1,08	0,14 0,14	1,03 1,04	4,90 2,12	0,010 0,010
	T55	41,06	0,89 1,25	0,036 0,051	0,102 0,143	0,138 0,195	150	0,0342	52,80 51,37	51,86 50,45	0,94 0,92	1,09 1,07	0,14 0,14	0,97 0,98	4,45 2,16	0,011 0,011
C6	T59	26,75	0,89 1,25	0,024 0,033	0,000 0,000	0,024 0,033	150	0,0378	90,01 89,00	89,10 88,09	0,91 0,91	1,06 1,06	0,14 0,14	1,02 1,03	4,78 2,13	0,011 0,011
	T48	34,85	0,89 1,25	0,031 0,043	0,024 0,033	0,055 0,077	150	0,0875	89,00 85,94	88,08 85,03	0,92 0,91	1,07 1,06	0,11 0,11	1,46 1,48	8,77 1,89	0,010 0,010
	T33	51,85	0,89 1,25	0,046 0,065	0,088 0,125	0,134 0,189	150	0,0167	85,94 85,00	84,97 84,10	0,97 0,90	1,12 1,05	0,17 0,17	0,73 0,73	2,62 2,37	0,011 0,011
	T34	55,05	0,89 1,25	0,049 0,069	0,134 0,189	0,183 0,258	150	0,0127	85,00 84,30	84,10 83,40	0,90 0,90	1,05 1,05	0,19 0,19	0,64 0,65	2,15 2,46	0,012 0,012
C7	T51	52,66	0,89 1,25	0,047 0,066	0,000 0,000	0,047 0,066	150	0,0171	53,60 52,70	52,69 51,79	0,91 0,91	1,06 1,06	0,17 0,17	0,73 0,74	2,66 2,36	0,011 0,011
	T52	54,96	0,89 1,25	0,049 0,069	0,047 0,066	0,095 0,134	150	0,0209	52,70 51,54	51,78 50,63	0,92 0,91	1,07 1,06	0,16 0,16	0,80 0,80	3,09 2,30	0,011 0,011
C8	T27	58,35	0,89 1,25	0,052 0,073	0,000 0,000	0,052 0,073	150	0,0053	93,30 92,99	92,40 92,09	0,90 0,90	1,05 1,05	0,24 0,24	0,45 0,45	1,12 2,75	0,012 0,012
C9	T32	38,18	0,89 1,25	0,034 0,048	0,000 0,000	0,034 0,048	150	0,0029	85,98 85,94	85,08 84,97	0,90 0,97	1,05 1,12	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 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	2	20	11,55	T20	150	85,30	85,10	0,90
	20	21	34,70	T21	150	85,08	84,08	0,90
	21	22	34,45	T22	150	84,06	82,07	0,90
	22	23	49,33	T23	150	82,06	78,98	0,90
	23	24	48,71	T24	150	78,97	75,98	0,90
	24	25	59,92	T25	150	75,95	75,56	0,90
	25	26	59,92	T26	150	75,53	75,37	0,90
	26	27	59,95	T27	150	75,37	75,00	0,90
	27	31	59,71	T38	200	75,00	74,92	0,90
	31	32	59,96	T32	200	74,92	74,47	0,90
	32	33	38,23	T33	200	74,45	72,62	0,90
	33	34	57,97	T34	200	72,61	70,19	0,90
	34	35	59,77	T35	200	70,19	67,35	0,90
	35	19	55,41	T36	200	67,35	65,10	0,90
	19	EE-3	8,30	T19	200	65,00	64,99	0,90
C2	28	22	15,98	T28	150	83,34	82,10	0,90
C3	28	29	59,94	T29	150	83,33	81,59	0,90
	29	30	59,96	T30	150	81,57	78,88	0,90
	30	31	37,20	T31	150	78,88	77,42	0,90
C4	31-2	36	41,44	T37	150	85,08	84,24	0,90
	36	22	25,27	T39	150	84,22	82,08	0,90
C5	40	41	54,11	T44	150	83,79	81,59	0,90
	41	42	48,62	T45	150	81,59	79,20	0,90
	42	43	50,22	T46	150	79,20	75,80	0,90
	43	44	38,91	T47	150	75,80	74,56	0,90
	44	33	36,39	T48	150	74,56	72,62	0,90
C6	10	53	40,54	T57	150	79,51	79,00	0,90
	53	54	40,76	T58	150	78,99	78,09	0,90
	54	55	41,45	T59	150	78,09	76,99	0,90
	55	56	41,90	T60	150	76,99	74,90	0,90
	56	57	41,51	T61	150	74,89	72,39	0,90
	57	58	41,49	T62	150	72,39	70,44	0,90
	58	59	39,44	T63	150	70,42	68,99	0,90
	59	18	38,96	T64	150	68,99	66,49	0,90
	18	19	26,47	T18	150	66,46	65,06	0,90
C7	20	37	56,00	T40	150	85,10	83,40	0,90
	37	38	59,28	T41	150	83,40	80,50	0,90
	38	39	59,94	T42	150	80,49	77,59	0,90
	39	32	59,99	T43	150	77,58	74,46	0,90
C8	45	46	19,00	T49	150	84,39	84,07	0,90
	46	47	43,99	T50	150	84,05	82,78	0,90
	47	48	44,65	T51	150	82,78	81,85	0,90
	48	49	42,52	T52	150	81,84	80,95	0,90
	49	50	39,21	T53	150	80,94	79,09	0,90
	50	51	41,92	T54	150	79,08	78,81	0,90
	51	52	22,21	T55	150	78,79	78,19	0,90
	52	43	39,89	T56	150	78,19	75,80	0,90
C9	51	55	56,56	T65	150	78,82	76,99	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	
C10	60	61	45,76	T66	150	85,24	84,49	0,90
	61	62	48,37	T67	150	84,48	83,64	0,90
	62	64	44,21	T71	150	83,64	82,70	0,90
	64	65	45,22	T69	150	82,70	81,54	0,90
	65	8	42,60	T70	150	81,54	80,50	0,90
	8	9	10,57	T8	150	80,49	80,09	0,90
	9	10	22,25	T9	150	80,08	79,50	0,90
	10	11	31,41	T10	150	79,49	78,49	0,90
	11	12	56,82	T11	150	78,48	76,59	0,90
	12	13	52,29	T12	150	76,59	73,70	0,90
	13	14	60,00	T13	150	73,70	71,90	0,90
	14	15	39,92	T14	150	71,90	69,20	0,90
	15	16	39,55	T15	150	69,20	67,70	0,90
	16	17	59,92	T16	150	67,68	67,50	0,90
	17	18	37,95	T17	150	67,50	66,50	0,90
C11	63	64	40,59	T68	150	83,30	82,70	0,90
C12	60	4	59,43	T72	150	85,25	84,40	0,90
	4	5	47,13	T4	150	84,38	83,15	0,90
	5	6	48,52	T5	150	83,14	81,89	0,90
	6	7	44,38	T6	150	81,89	80,90	0,90
	7	8	26,43	T7	150	80,89	80,50	0,90
C13	66	70	58,24	T73	150	83,15	82,06	0,90
	70	71	32,38	T76	150	81,95	81,10	0,90
	71	72	32,45	T77	150	81,10	80,50	0,90
	72	9	9,64	T78	150	80,50	80,10	0,90
C14	14-5	67	47,30	T80	150	83,50	82,85	0,90
	67	68	47,61	T74	150	82,85	82,39	0,90
	68	69	48,69	T75	150	82,38	82,12	0,90
	69	70	53,14	T79	150	82,11	81,95	0,90
C15	73	74	55,41	T81	150	72,25	71,46	0,90
	74	58	48,35	T82	150	71,45	70,43	0,90
C16	26-5	1	36,51	T85	150	88,34	87,18	0,90
	1	2	58,09	T1	150	87,18	85,30	0,90
	2	3	22,09	T2	150	85,28	84,48	0,90
	3	4	24,92	T3	150	84,46	84,38	0,90
C17	74	75	42,52	T83	150	71,47	69,60	0,90
	75	17	33,53	T84	150	69,60	67,60	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	T20	11,55	0,74 1,01	0,009 0,012	0,000 0,000	0,009 0,012	150	0,0173	86,20 86,00	85,30 85,10	0,90 0,90	1,05 1,05	0,17 0,17	0,74 0,74	2,69 2,36	0,011 0,011
	T21	34,70	0,74 1,01	0,026 0,035	0,009 0,012	0,034 0,047	150	0,0287	86,00 85,00	85,08 84,08	0,92 0,92	1,07 1,07	0,15 0,15	0,91 0,91	3,91 2,21	0,011 0,011
	T22	34,45	0,74 1,01	0,025 0,035	0,034 0,047	0,060 0,081	150	0,0575	85,00 83,00	84,06 82,07	0,94 0,93	1,09 1,08	0,12 0,12	1,24 1,24	6,43 2,00	0,010 0,010
	T23	49,33	0,74 1,01	0,036 0,050	6,371 6,415	6,407 6,464	150	0,0623	83,00 79,90	82,06 78,98	0,94 0,92	1,09 1,07	0,23 0,23	2,13 2,13	12,35 2,68	0,009 0,009
	T24	48,71	0,74 1,01	0,036 0,049	6,407 6,464	6,443 6,514	150	0,0613	79,90 76,90	78,97 75,98	0,93 0,92	1,08 1,07	0,23 0,23	2,12 2,13	12,22 2,69	0,009 0,009
	T25	59,92	0,74 1,01	0,044 0,060	6,443 6,514	6,487 6,574	150	0,0064	76,90 76,50	75,95 75,56	0,95 0,94	1,10 1,09	0,47 0,48	0,79 0,79	2,28 3,59	0,011 0,011
	T26	59,92	0,74 1,01	0,044 0,060	6,487 6,574	6,531 6,634	150	0,0027	76,50 76,30	75,53 75,37	0,97 0,93	1,12 1,08	0,66 0,67	0,53 0,53	1,16 3,93	0,012 0,012
	T27	59,95	0,74 1,01	0,044 0,060	6,531 6,634	6,576 6,695	150	0,0062	76,30 75,90	75,37 75,00	0,93 0,90	1,08 1,05	0,48 0,49	0,78 0,78	2,22 3,61	0,011 0,011
	T38	59,71	0,74 1,01	0,044 0,060	6,576 6,695	6,620 6,755	200	0,0014	75,90 78,32	75,00 74,92	0,90 3,40	1,10 3,60	0,51 0,51	0,41 0,42	0,70 4,24	0,012 0,012
	T32	59,96	0,74 1,01	0,044 0,060	6,736 6,913	6,780 6,974	200	0,0074	78,32 75,37	74,92 74,47	3,40 0,90	3,60 1,10	0,31 0,31	0,83 0,84	2,53 3,52	0,011 0,011
	T33	38,23	0,74 1,01	0,028 0,039	6,954 7,211	6,982 7,250	200	0,0481	75,37 73,52	74,45 72,62	0,92 0,90	1,12 1,10	0,17 0,18	1,91 1,95	10,01 2,76	0,009 0,009
	T34	57,97	0,74 1,01	0,043 0,058	7,367 7,775	7,410 7,834	200	0,0417	73,52 71,10	72,61 70,19	0,91 0,91	1,11 1,11	0,19 0,19	1,83 1,87	9,25 2,86	0,009 0,009
	T35	59,77	0,74 1,01	0,044 0,060	7,410 7,834	7,454 7,894	200	0,0475	71,10 68,25	70,19 67,35	0,91 0,90	1,11 1,10	0,18 0,18	1,95 1,99	10,18 2,81	0,009 0,009
	T36	55,41	0,74 1,01	0,041 0,056	7,454 7,894	7,495 7,950	200	0,0406	68,25 66,00	67,35 65,10	0,90 0,90	1,10 1,10	0,19 0,19	1,82 1,86	9,12 2,88	0,009 0,009
	T19	8,30	0,74 1,01	0,006 0,008	8,944 9,929	8,950 9,938	200	0,0012	66,00 66,00	65,00 64,99	1,00 1,01	1,20 1,21	0,64 0,69	0,42 0,43	0,69 4,56	0,012 0,012
C2	T28	15,98	0,74 1,01	0,012 0,016	0,000 0,000	0,012 0,016	150	0,0776	84,24 83,00	83,34 82,10	0,90 0,90	1,05 1,05	0,11 0,11	1,39 1,40	8,03 1,93	0,010 0,010
C3	T29	59,94	0,74 1,01	0,044 0,060	0,000 0,000	0,044 0,060	150	0,0290	84,24 82,50	83,33 81,59	0,91 0,91	1,06 1,06	0,15 0,15	0,91 0,92	3,95 2,21	0,011 0,011
	T30	59,96	0,74 1,01	0,044 0,060	0,044 0,060	0,088 0,121	150	0,0449	82,50 79,80	81,57 78,88	0,93 0,92	1,08 1,07	0,13 0,13	1,10 1,11	5,40 2,08	0,010 0,010
	T31	37,20	0,74 1,01	0,027 0,038	0,088 0,121	0,116 0,158	150	0,0393	79,80 78,32	78,88 77,42	0,92 0,90	1,07 1,05	0,14 0,14	1,04 1,04	4,92 2,12	0,010 0,010

**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
C4	T37	41,44	0,74 1,01	0,031 0,042	6,250 6,250	6,281 6,292	150	0,0203	85,98 85,14	85,08 84,24	0,90 0,90	1,05 1,05	0,32 0,32	1,31 1,31	5,32 3,08	0,010 0,010
	T39	25,27	0,74 1,01	0,019 0,025	6,281 6,292	6,299 6,317	150	0,0845	85,14 83,00	84,22 82,08	0,92 0,92	1,07 1,07	0,21 0,21	2,36 2,36	15,56 2,58	0,009 0,009
C5	T44	54,11	0,74 1,01	0,040 0,055	0,000 0,000	0,040 0,055	150	0,0407	84,70 82,50	83,79 81,59	0,91 0,91	1,06 1,06	0,14 0,13	1,05 1,06	5,04 2,11	0,010 0,010
	T45	48,62	0,74 1,01	0,036 0,049	0,040 0,055	0,076 0,104	150	0,0492	82,50 80,10	81,59 79,20	0,91 0,90	1,06 1,05	0,13 0,13	1,15 1,16	5,77 2,05	0,010 0,010
	T46	50,22	0,74 1,01	0,037 0,051	0,076 0,104	0,113 0,154	150	0,0677	80,10 76,70	79,20 75,80	0,90 0,90	1,05 1,05	0,12 0,12	1,32 1,33	7,25 1,96	0,010 0,010
	T47	38,91	0,74 1,01	0,029 0,039	0,329 0,450	0,358 0,489	150	0,0318	76,70 75,46	75,79 74,56	0,91 0,90	1,06 1,05	0,15 0,14	0,95 0,95	4,23 2,18	0,011 0,011
	T48	36,39	0,74 1,01	0,027 0,037	0,358 0,489	0,385 0,526	150	0,0532	75,46 73,52	74,56 72,62	0,90 0,90	1,05 1,05	0,12 0,12	1,19 1,21	6,08 2,02	0,010 0,010
	T57	40,54	0,74 1,01	0,030 0,041	0,000 0,000	0,030 0,041	150	0,0126	80,41 79,90	79,51 79,00	0,90 0,90	1,05 1,05	0,19 0,19	0,64 0,64	2,13 2,47	0,012 0,012
C6	T58	40,76	0,74 1,01	0,030 0,041	0,030 0,041	0,060 0,082	150	0,0220	79,90 79,00	78,99 78,09	0,91 0,91	1,06 1,06	0,16 0,16	0,81 0,82	3,22 2,29	0,011 0,011
	T59	41,45	0,74 1,01	0,031 0,042	0,060 0,082	0,091 0,124	150	0,0266	79,00 77,89	78,09 76,99	0,91 0,90	1,06 1,05	0,15 0,15	0,88 0,88	3,70 2,23	0,011 0,011
	T60	41,90	0,74 1,01	0,031 0,042	0,132 0,181	0,163 0,223	150	0,0499	77,89 75,80	76,99 74,90	0,90 0,90	1,05 1,05	0,13 0,13	1,16 1,17	5,82 2,04	0,010 0,010
	T61	41,51	0,74 1,01	0,031 0,042	0,163 0,223	0,194 0,265	150	0,0602	75,80 73,30	74,89 72,39	0,91 0,91	1,06 1,06	0,12 0,12	1,26 1,27	6,65 1,99	0,010 0,010
	T62	41,49	0,74 1,01	0,031 0,042	0,194 0,265	0,225 0,307	150	0,0470	73,30 71,34	72,39 70,44	0,91 0,90	1,06 1,05	0,13 0,13	1,12 1,13	5,58 2,06	0,010 0,010
	T63	39,44	0,74 1,01	0,029 0,040	0,301 0,411	0,330 0,451	150	0,0362	71,34 69,90	70,42 68,99	0,92 0,91	1,07 1,06	0,14 0,14	1,00 1,01	4,64 2,14	0,011 0,011
	T64	38,96	0,74 1,01	0,029 0,039	0,330 0,451	0,359 0,490	150	0,0640	69,90 67,40	68,99 66,49	0,91 0,91	1,06 1,06	0,12 0,12	1,29 1,30	6,96 1,97	0,010 0,010
	T18	26,47	0,74 1,01	0,020 0,027	1,430 1,953	1,449 1,979	150	0,0526	67,40 66,00	66,46 65,06	0,94 0,94	1,09 1,09	0,12 0,14	1,21 1,32	5,97 2,15	0,010 0,010
	T40	56,00	0,74 1,01	0,041 0,056	0,000 0,000	0,041 0,056	150	0,0304	86,00 84,30	85,10 83,40	0,90 0,90	1,05 1,05	0,15 0,15	0,93 0,93	4,08 2,20	0,011 0,011
C7	T41	59,28	0,74 1,01	0,044 0,060	0,041 0,056	0,085 0,116	150	0,0489	84,30 81,40	83,40 80,50	0,90 0,90	1,05 1,05	0,13 0,13	1,15 1,16	5,74 2,05	0,010 0,010
	T42	59,94	0,74 1,01	0,044 0,060	0,085 0,116	0,129 0,177	150	0,0484	81,40 78,50	80,49 77,59	0,91 0,91	1,06 1,06	0,13 0,13	1,14 1,15	5,69 2,05	0,010 0,010
	T43	59,99	0,74 1,01	0,044 0,060	0,129 0,177	0,174 0,237	150	0,0520	78,50 75,37	77,58 74,46	0,92 0,91	1,07 1,06	0,12 0,12	1,18 1,19	5,99 2,03	0,010 0,010

**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	T49	19,00	0,74 1,01	0,014 0,019	0,000 0,000	0,014 0,019	150	0,0168	85,30 84,98	84,39 84,07	0,91 0,91	1,06 1,06	0,17 0,17	0,73 0,73	2,64 2,37	0,011 0,011
	T50	43,99	0,74 1,01	0,032 0,044	0,014 0,019	0,046 0,064	150	0,0288	84,98 83,70	84,05 82,78	0,93 0,92	1,08 1,07	0,15 0,15	0,91 0,91	3,92 2,21	0,011 0,011
	T51	44,65	0,74 1,01	0,033 0,045	0,046 0,064	0,079 0,109	150	0,0208	83,70 82,75	82,78 81,85	0,92 0,90	1,07 1,05	0,16 0,16	0,80 0,80	3,09 2,31	0,011 0,011
	T52	42,52	0,74 1,01	0,031 0,043	0,079 0,109	0,111 0,151	150	0,0209	82,75 81,86	81,84 80,95	0,91 0,91	1,06 1,06	0,16 0,16	0,80 0,80	3,09 2,30	0,011 0,011
	T53	39,21	0,74 1,01	0,029 0,040	0,111 0,151	0,140 0,191	150	0,0471	81,86 80,00	80,94 79,09	0,92 0,91	1,07 1,06	0,13 0,13	1,13 1,14	5,59 2,06	0,010 0,010
	T54	41,92	0,74 1,01	0,031 0,042	0,140 0,191	0,171 0,233	150	0,0064	80,00 79,72	79,07 78,80	0,93 0,92	1,08 1,07	0,23 0,23	0,49 0,49	1,30 2,69	0,012 0,012
	T55	22,21	0,74 1,01	0,016 0,022	0,171 0,233	0,187 0,256	150	0,0272	79,72 79,10	78,79 78,19	0,93 0,91	1,08 1,06	0,15 0,15	0,89 0,89	3,76 2,23	0,011 0,011
	T56	39,89	0,74 1,01	0,029 0,040	0,187 0,256	0,217 0,296	150	0,0599	79,10 76,70	78,19 75,80	0,91 0,90	1,06 1,05	0,12 0,12	1,26 1,26	6,62 1,99	0,010 0,010
C9	T65	56,56	0,74 1,01	0,042 0,057	0,000 0,000	0,042 0,057	150	0,0324	79,72 77,89	78,82 76,99	0,90 0,90	1,05 1,05	0,14 0,14	0,95 0,96	4,28 2,18	0,011 0,011
	T66	45,76	0,74 1,01	0,034 0,046	0,000 0,000	0,034 0,046	150	0,0164	86,15 85,40	85,24 84,49	0,91 0,91	1,06 1,06	0,18 0,17	0,72 0,72	2,58 2,38	0,011 0,011
C10	T67	48,37	0,74 1,01	0,036 0,049	0,034 0,046	0,069 0,095	150	0,0174	85,40 84,55	84,48 83,64	0,92 0,91	1,07 1,06	0,17 0,17	0,74 0,74	2,70 2,36	0,011 0,011
	T71	44,21	0,74 1,01	0,033 0,045	0,069 0,095	0,102 0,139	150	0,0212	84,55 83,60	83,64 82,70	0,91 0,90	1,06 1,05	0,16 0,16	0,80 0,81	3,13 2,30	0,011 0,011
	T69	45,22	0,74 1,01	0,033 0,046	0,132 0,180	0,165 0,226	150	0,0256	83,60 82,44	82,70 81,54	0,90 0,90	1,05 1,05	0,15 0,15	0,86 0,87	3,60 2,24	0,011 0,011
	T70	42,60	0,74 1,01	0,031 0,043	0,165 0,226	0,197 0,269	150	0,0244	82,44 81,40	81,54 80,50	0,90 0,90	1,05 1,05	0,16 0,16	0,85 0,85	3,47 2,26	0,011 0,011
	T8	10,57	0,74 1,01	0,008 0,011	0,468 0,639	0,476 0,650	150	0,0376	81,40 81,00	80,49 80,09	0,91 0,91	1,06 1,06	0,14 0,14	1,01 1,02	4,76 2,13	0,011 0,011
	T9	22,25	0,74 1,01	0,016 0,022	0,719 0,982	0,736 1,005	150	0,0260	81,00 80,41	80,08 79,50	0,92 0,91	1,07 1,06	0,15 0,15	0,87 0,87	3,64 2,24	0,011 0,011
	T10	31,41	0,74 1,01	0,023 0,032	0,736 1,005	0,759 1,036	150	0,0320	80,41 79,40	79,49 78,49	0,92 0,91	1,07 1,06	0,15 0,14	0,95 0,95	4,24 2,18	0,011 0,011
	T11	56,82	0,74 1,01	0,042 0,057	0,759 1,036	0,801 1,094	150	0,0332	79,40 77,50	78,48 76,59	0,92 0,91	1,07 1,06	0,14 0,14	0,96 0,97	4,36 2,17	0,011 0,011
	T12	52,29	0,74 1,01	0,039 0,053	0,801 1,094	0,839 1,146	150	0,0553	77,50 74,60	76,59 73,70	0,91 0,90	1,06 1,05	0,12 0,12	1,21 1,22	6,25 2,01	0,010 0,010

**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
C10	T13	60,00	0,74 1,01	0,044 0,060	0,839 1,146	0,884 1,207	150	0,0300	74,60 72,80	73,70 71,90	0,90 0,90	1,05 1,05	0,15 0,15	0,92 0,93	4,04 2,20	0,011 0,011
	T14	39,92	0,74 1,01	0,029 0,040	0,884 1,207	0,913 1,247	150	0,0675	72,80 70,10	71,90 69,20	0,90 0,90	1,05 1,05	0,12 0,12	1,32 1,33	7,24 1,96	0,010 0,010
	T15	39,55	0,74 1,01	0,029 0,040	0,913 1,247	0,942 1,287	150	0,0379	70,10 68,60	69,20 67,70	0,90 0,90	1,05 1,05	0,14 0,14	1,02 1,03	4,80 2,13	0,011 0,011
	T16	59,92	0,74 1,01	0,044 0,060	0,942 1,287	0,986 1,347	150	0,0029	68,60 68,50	67,67 67,50	0,93 1,00	1,08 1,15	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T17	37,95	0,74 1,01	0,028 0,038	1,043 1,424	1,071 1,462	150	0,0263	68,50 67,40	67,50 66,50	1,00 0,90	1,15 1,05	0,15 0,15	0,87 0,88	3,67 2,24	0,011 0,011
C11	T68	40,59	0,74 1,01	0,030 0,041	0,000 0,000	0,030 0,041	150	0,0148	84,20 83,60	83,30 82,70	0,90 0,90	1,05 1,05	0,18 0,18	0,69 0,69	2,40 2,41	0,012 0,011
C12	T72	59,43	0,74 1,01	0,044 0,060	0,000 0,000	0,044 0,060	150	0,0143	86,15 85,30	85,25 84,40	0,90 0,90	1,05 1,05	0,18 0,18	0,68 0,68	2,34 2,42	0,012 0,012
	T4	47,13	0,74 1,01	0,035 0,048	0,148 0,203	0,183 0,250	150	0,0261	85,30 84,05	84,38 83,15	0,92 0,90	1,07 1,05	0,15 0,15	0,87 0,88	3,65 2,24	0,011 0,011
	T5	48,52	0,74 1,01	0,036 0,049	0,183 0,250	0,219 0,299	150	0,0258	84,05 82,80	83,14 81,89	0,91 0,91	1,06 1,06	0,15 0,15	0,87 0,87	3,61 2,24	0,011 0,011
	T6	44,38	0,74 1,01	0,033 0,045	0,219 0,299	0,252 0,344	150	0,0223	82,80 81,80	81,89 80,90	0,91 0,90	1,06 1,05	0,16 0,16	0,82 0,82	3,25 2,29	0,011 0,011
	T7	26,43	0,74 1,01	0,020 0,027	0,252 0,344	0,271 0,371	150	0,0150	81,80 81,40	80,89 80,50	0,91 0,90	1,06 1,05	0,18 0,18	0,69 0,70	2,42 2,41	0,011 0,011
C13	T73	58,24	0,74 1,01	0,043 0,059	0,000 0,000	0,043 0,059	150	0,0187	84,05 82,96	83,15 82,06	0,90 0,90	1,05 1,05	0,17 0,17	0,76 0,76	2,85 2,34	0,011 0,011
	T76	32,38	0,74 1,01	0,024 0,033	0,188 0,257	0,212 0,290	150	0,0263	82,96 82,00	81,95 81,10	1,01 0,90	1,16 1,05	0,15 0,15	0,87 0,88	3,67 2,24	0,011 0,011
	T77	32,45	0,74 1,01	0,024 0,033	0,212 0,290	0,236 0,322	150	0,0185	82,00 81,40	81,10 80,50	0,90 0,90	1,05 1,05	0,17 0,17	0,76 0,76	2,82 2,34	0,011 0,011
	T78	9,64	0,74 1,01	0,007 0,010	0,236 0,322	0,243 0,332	150	0,0413	81,40 81,00	80,50 80,10	0,90 0,90	1,05 1,05	0,13 0,13	1,06 1,07	5,09 2,10	0,010 0,010
C14	T80	47,30	0,74 1,01	0,035 0,048	0,000 0,000	0,035 0,048	150	0,0137	84,40 83,75	83,50 82,85	0,90 0,90	1,05 1,05	0,19 0,18	0,67 0,67	2,28 2,44	0,012 0,012
	T74	47,61	0,74 1,01	0,035 0,048	0,035 0,048	0,070 0,096	150	0,0097	83,75 83,29	82,85 82,39	0,90 0,90	1,05 1,05	0,21 0,21	0,57 0,57	1,76 2,56	0,012 0,012
	T75	48,69	0,74 1,01	0,036 0,049	0,070 0,096	0,106 0,145	150	0,0055	83,29 83,02	82,38 82,11	0,91 0,91	1,06 1,06	0,24 0,24	0,46 0,46	1,14 2,74	0,012 0,012
	T79	53,14	0,74 1,01	0,039 0,054	0,106 0,145	0,145 0,198	150	0,0029	83,02 82,96	82,11 81,95	0,91 1,01	1,06 1,16	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	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. l (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C15	T81	55,41	0,74 1,01	0,041 0,056	0,000 0,000	0,041 0,056	150	0,0143	73,16 72,37	72,25 71,46	0,91 0,91	1,06 1,06	0,18 0,18	0,68 0,68	2,34 2,43	0,012 0,012
	T82	48,35	0,74 1,01	0,036 0,049	0,041 0,056	0,077 0,105	150	0,0211	72,37 71,34	71,45 70,43	0,92 0,91	1,07 1,06	0,16 0,16	0,80 0,80	3,11 2,30	0,011 0,011
C16	T85	36,51	0,74 1,01	0,027 0,037	0,000 0,000	0,027 0,037	150	0,0318	89,25 88,09	88,34 87,18	0,91 0,91	1,06 1,06	0,15 0,14	0,94 0,95	4,22 2,18	0,011 0,011
	T1	58,09	0,74 1,01	0,043 0,059	0,027 0,037	0,070 0,095	150	0,0324	88,09 86,20	87,18 85,30	0,91 0,90	1,06 1,05	0,14 0,14	0,95 0,96	4,28 2,18	0,011 0,011
	T2	22,09	0,74 1,01	0,016 0,022	0,070 0,095	0,086 0,118	150	0,0361	86,20 85,40	85,28 84,48	0,92 0,92	1,07 1,07	0,14 0,14	1,00 1,01	4,63 2,14	0,011 0,011
	T3	24,92	0,74 1,01	0,018 0,025	0,086 0,118	0,105 0,143	150	0,0033	85,40 85,30	84,46 84,38	0,94 0,92	1,09 1,07	0,27 0,27	0,38 0,38	0,77 2,90	0,012 0,012
C17	T83	42,52	0,74 1,01	0,031 0,043	0,000 0,000	0,031 0,043	150	0,0440	72,37 70,50	71,47 69,60	0,90 0,90	1,05 1,05	0,13 0,13	1,09 1,10	5,33 2,08	0,010 0,010
	T84	33,53	0,74 1,01	0,025 0,034	0,031 0,043	0,056 0,077	150	0,0596	70,50 68,50	69,60 67,60	0,90 0,90	1,05 1,05	0,12 0,12	1,26 1,26	6,60 1,99	0,010 0,010



#### 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	23	24	54,96	T20	150	78,46	78,21	0,90
	24	25	32,65	T21	150	78,18	77,89	0,90
	25	26	33,31	T22	150	77,89	77,50	0,90
	26	27	29,10	T23	150	77,47	77,09	0,90
	27	28	32,31	T24	150	77,09	76,80	0,90
	28	29	30,87	T25	150	76,79	76,00	0,90
	29	6	29,86	T26	150	75,99	75,21	0,90
	6	7	15,38	T6	150	75,19	74,17	0,90
	7	8	48,54	T7	150	74,15	73,18	0,90
	8	9	41,16	T8	150	73,18	71,60	0,90
	9	10	47,24	T9	150	71,57	68,08	0,90
C2	10	EE-4	18,21	T10	250	68,08	68,06	0,90
	30	22	51,01	T30	150	80,92	80,26	0,90
C3	22	24	59,90	T27	150	80,22	78,19	0,90
	22	31	32,14	T31	150	80,26	79,80	0,90
	31	19	31,83	T32	150	79,80	79,24	0,90
C4	19	26	59,96	T28	150	79,22	77,48	0,90
	18	32	30,04	T33	150	80,10	79,70	0,90
	32	13	30,32	T34	150	79,69	79,25	0,90
	13	14	48,24	T13	150	79,23	77,98	0,90
C5	14	28	48,45	T29	150	77,97	76,79	0,90
	13	33	31,00	T35	150	79,25	78,50	0,90
	33	4	29,50	T36	150	78,50	76,90	0,90
	4	5	47,95	T4	150	76,85	75,96	0,90
C6	5	6	47,37	T5	150	75,95	75,22	0,90
	20	34	31,82	T37	150	82,30	81,60	0,90
	34	16	33,46	T38	150	81,60	81,10	0,90
	16	17	21,27	T15	150	81,10	80,17	0,90
	17	18	13,65	T16	150	80,15	80,09	0,90
C7	18	19	36,54	T17	150	80,09	79,24	0,90
	11	35	34,45	T39	150	81,30	80,40	0,90
	35	2	31,75	T40	150	80,38	78,89	0,90
	2	3	40,06	T2	150	78,85	77,86	0,90
C8	3	4	40,94	T3	150	77,86	76,90	0,90
	21	36	32,41	T41	150	81,90	81,05	0,90
C9	36	17	32,72	T42	150	81,04	80,16	0,90
	68-3	15	34,93	T44	150	82,38	81,79	0,90
C10	15	16	35,61	T14	150	81,79	81,10	0,90
	15-5	20	42,52	T43	150	83,20	82,30	0,90
	20	21	20,66	T18	150	82,29	81,89	0,90
C11	21	22	53,44	T19	150	81,88	80,25	0,90
	69-3	11	36,06	T45	150	82,12	81,30	0,90
	11	12	27,41	T11	150	81,28	80,38	0,90
C12	12	13	52,90	T12	150	80,38	79,25	0,90
	72-3	1	31,17	T46	150	80,49	79,49	0,90
	1	2	42,95	T1	150	79,47	78,88	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	T20	54,96	0,82 1,14	0,045 0,063	0,000 0,000	0,045 0,063	150	0,0045	79,36 79,11	78,46 78,21	0,90 0,90	1,05 1,05	0,25 0,25	0,43 0,43	0,99 2,80	0,012 0,012
	T21	32,65	0,82 1,14	0,027 0,037	0,232 0,323	0,259 0,360	150	0,0088	79,11 78,80	78,18 77,89	0,93 0,91	1,08 1,06	0,21 0,21	0,55 0,55	1,64 2,59	0,012 0,012
	T22	33,31	0,82 1,14	0,027 0,038	0,259 0,360	0,286 0,398	150	0,0117	78,80 78,40	77,89 77,50	0,91 0,90	1,06 1,05	0,19 0,19	0,62 0,62	2,02 2,49	0,012 0,012
	T23	29,10	0,82 1,14	0,024 0,033	0,612 0,851	0,636 0,884	150	0,0130	78,40 78,00	77,47 77,09	0,93 0,91	1,08 1,06	0,19 0,19	0,65 0,65	2,19 2,46	0,012 0,012
	T24	32,31	0,82 1,14	0,027 0,037	0,636 0,884	0,662 0,921	150	0,0091	78,00 77,70	77,09 76,80	0,91 0,90	1,06 1,05	0,21 0,21	0,56 0,56	1,68 2,58	0,012 0,012
	T25	30,87	0,82 1,14	0,025 0,035	0,887 1,233	0,912 1,269	150	0,0257	77,70 76,90	76,79 76,00	0,91 0,90	1,06 1,05	0,15 0,15	0,87 0,87	3,61 2,24	0,011 0,011
	T26	29,86	0,82 1,14	0,025 0,034	0,912 1,269	0,937 1,303	150	0,0260	76,90 76,12	75,99 75,21	0,91 0,91	1,06 1,06	0,15 0,15	0,87 0,87	3,64 2,24	0,011 0,011
	T6	15,38	0,82 1,14	0,013 0,018	11,476 11,964	11,489 11,981	150	0,0665	76,12 75,09	75,19 74,17	0,93 0,92	1,08 1,07	0,30 0,31	2,58 2,61	16,73 3,04	0,009 0,009
	T7	48,54	0,82 1,14	0,040 0,055	11,489 11,981	11,529 12,037	150	0,0199	75,09 74,10	74,15 73,18	0,94 0,92	1,09 1,07	0,43 0,44	1,58 1,59	6,63 3,50	0,009 0,009
	T8	41,16	0,82 1,14	0,034 0,047	11,529 12,037	11,563 12,084	150	0,0384	74,10 72,50	73,18 71,60	0,92 0,90	1,07 1,05	0,35 0,36	2,12 2,14	10,86 3,22	0,009 0,009
	T9	47,24	0,82 1,14	0,039 0,054	11,563 12,084	11,601 12,138	150	0,0740	72,50 69,00	71,57 68,08	0,93 0,92	1,08 1,07	0,29 0,30	2,69 2,72	18,27 3,01	0,009 0,009
	T10	18,21	0,82 1,14	0,015 0,021	11,601 12,138	11,616 12,158	250	0,0011	69,00 70,90	68,08 68,06	0,92 2,84	1,17 3,09	0,54 0,55	0,43 0,44	0,70 4,84	0,012 0,012
C2	T30	51,01	0,82 1,14	0,042 0,058	0,000 0,000	0,042 0,058	150	0,0129	81,82 81,16	80,92 80,26	0,90 0,90	1,05 1,05	0,19 0,19	0,65 0,65	2,18 2,46	0,012 0,012
	T27	59,90	0,82 1,14	0,049 0,068	0,138 0,191	0,187 0,260	150	0,0340	81,16 79,11	80,22 78,19	0,94 0,92	1,09 1,07	0,14 0,14	0,97 0,98	4,43 2,16	0,011 0,011
C3	T31	32,14	0,82 1,14	0,026 0,037	0,000 0,000	0,026 0,037	150	0,0143	81,16 80,70	80,26 79,80	0,90 0,90	1,05 1,05	0,18 0,18	0,68 0,68	2,34 2,42	0,012 0,012
	T32	31,83	0,82 1,14	0,026 0,036	0,026 0,037	0,053 0,073	150	0,0176	80,70 80,14	79,80 79,24	0,90 0,90	1,05 1,05	0,17 0,17	0,74 0,75	2,72 2,36	0,011 0,011
	T28	59,96	0,82 1,14	0,049 0,069	0,276 0,384	0,326 0,453	150	0,0290	80,14 78,40	79,21 77,48	0,93 0,92	1,08 1,07	0,15 0,15	0,91 0,91	3,94 2,21	0,011 0,011
C4	T33	30,04	0,82 1,14	0,025 0,034	0,000 0,000	0,025 0,034	150	0,0133	81,00 80,60	80,09 79,69	0,91 0,91	1,06 1,06	0,19 0,19	0,66 0,66	2,22 2,45	0,012 0,012
	T34	30,32	0,82 1,14	0,025 0,035	0,025 0,034	0,050 0,069	150	0,0147	80,60 80,15	79,69 79,25	0,91 0,90	1,06 1,05	0,18 0,18	0,68 0,69	2,39 2,42	0,012 0,011

**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
C4	T13	48,24	0,82 1,14	0,040 0,055	0,145 0,202	0,185 0,257	150	0,0259	80,15 78,90	79,23 77,98	0,92 0,92	1,07 1,07	0,15 0,15	0,87 0,87	3,62 2,24	0,011 0,011
	T29	48,45	0,82 1,14	0,040 0,055	0,185 0,257	0,225 0,312	150	0,0243	78,90 77,70	77,97 76,79	0,93 0,91	1,08 1,06	0,16 0,16	0,85 0,85	3,46 2,26	0,011 0,011
C5	T35	31,00	0,82 1,14	0,025 0,035	0,000 0,000	0,025 0,035	150	0,0242	80,15 79,40	79,25 78,50	0,90 0,90	1,05 1,05	0,16 0,16	0,84 0,85	3,45 2,26	0,011 0,011
	T36	29,50	0,82 1,14	0,024 0,034	0,025 0,035	0,050 0,069	150	0,0542	79,40 77,80	78,50 76,90	0,90 0,90	1,05 1,05	0,12 0,12	1,20 1,22	6,16 2,01	0,010 0,010
	T4	47,95	0,82 1,14	0,039 0,055	10,461 10,552	10,501 10,607	150	0,0187	77,80 76,90	76,85 75,95	0,95 0,95	1,10 1,10	0,42 0,42	1,49 1,49	6,13 3,44	0,010 0,010
	T5	47,37	0,82 1,14	0,039 0,054	10,501 10,607	10,540 10,661	150	0,0155	76,90 76,12	75,95 75,22	0,95 0,90	1,10 1,05	0,45 0,45	1,38 1,37	5,30 3,52	0,010 0,010
C6	T37	31,82	0,82 1,14	0,026 0,036	0,000 0,000	0,026 0,036	150	0,0220	83,20 82,50	82,30 81,60	0,90 0,90	1,05 1,05	0,16 0,16	0,81 0,82	3,21 2,29	0,011 0,011
	T38	33,46	0,82 1,14	0,027 0,038	0,026 0,036	0,054 0,075	150	0,0149	82,50 82,00	81,60 81,10	0,90 0,90	1,05 1,05	0,18 0,18	0,69 0,69	2,41 2,41	0,011 0,011
	T15	21,27	0,82 1,14	0,017 0,024	0,112 0,155	0,129 0,179	150	0,0436	82,00 81,07	81,10 80,17	0,90 0,90	1,05 1,05	0,13 0,13	1,09 1,10	5,30 2,09	0,010 0,010
	T16	13,65	0,82 1,14	0,011 0,016	0,183 0,254	0,194 0,269	150	0,0046	81,07 81,00	80,15 80,09	0,92 0,91	1,07 1,06	0,25 0,25	0,43 0,43	1,00 2,79	0,012 0,012
	T17	36,54	0,82 1,14	0,030 0,042	0,194 0,269	0,224 0,311	150	0,0231	81,00 80,14	80,09 79,24	0,91 0,90	1,06 1,05	0,16 0,16	0,83 0,83	3,33 2,27	0,011 0,011
C7	T39	34,45	0,82 1,14	0,028 0,039	0,000 0,000	0,028 0,039	150	0,0261	82,20 81,30	81,30 80,40	0,90 0,90	1,05 1,05	0,15 0,15	0,87 0,88	3,65 2,24	0,011 0,011
	T40	31,75	0,82 1,14	0,026 0,036	0,028 0,039	0,054 0,076	150	0,0472	81,30 79,80	80,38 78,89	0,92 0,91	1,07 1,06	0,13 0,13	1,13 1,14	5,60 2,06	0,010 0,010
	T2	40,06	0,82 1,14	0,033 0,046	10,345 10,390	10,378 10,436	150	0,0245	79,80 78,80	78,85 77,86	0,95 0,94	1,10 1,09	0,38 0,39	1,67 1,66	7,47 3,32	0,009 0,009
	T3	40,94	0,82 1,14	0,034 0,047	10,378 10,436	10,412 10,483	150	0,0235	78,80 77,80	77,86 76,90	0,94 0,90	1,09 1,05	0,39 0,39	1,64 1,64	7,25 3,34	0,009 0,009
C8	T41	32,41	0,82 1,14	0,027 0,037	0,000 0,000	0,027 0,037	150	0,0262	82,80 81,95	81,90 81,05	0,90 0,90	1,05 1,05	0,15 0,15	0,87 0,88	3,66 2,24	0,011 0,011
	T42	32,72	0,82 1,14	0,027 0,037	0,027 0,037	0,053 0,074	150	0,0269	81,95 81,07	81,04 80,16	0,91 0,91	1,06 1,06	0,15 0,15	0,88 0,89	3,73 2,23	0,011 0,011
C9	T44	34,93	0,82 1,14	0,029 0,040	0,000 0,000	0,029 0,040	150	0,0169	83,29 82,70	82,38 81,79	0,91 0,91	1,06 1,06	0,17 0,17	0,73 0,73	2,64 2,37	0,011 0,011
	T14	35,61	0,82 1,14	0,029 0,041	0,029 0,040	0,058 0,081	150	0,0194	82,70 82,00	81,79 81,10	0,91 0,90	1,06 1,05	0,17 0,17	0,77 0,78	2,93 2,33	0,011 0,011

**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. l (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C10	T43	42,52	0,82 1,14	0,035 0,049	0,000 0,000	0,035 0,049	150	0,0212	84,10 83,20	83,20 82,30	0,90 0,90	1,05 1,05	0,16 0,16	0,80 0,80	3,12 2,30	0,011 0,011
	T18	20,66	0,82 1,14	0,017 0,024	0,035 0,049	0,052 0,072	150	0,0192	83,20 82,80	82,29 81,89	0,91 0,91	1,06 1,06	0,17 0,17	0,77 0,77	2,90 2,33	0,011 0,011
	T19	53,44	0,82 1,14	0,044 0,061	0,052 0,072	0,096 0,133	150	0,0305	82,80 81,16	81,88 80,25	0,92 0,91	1,07 1,06	0,15 0,15	0,93 0,93	4,09 2,19	0,011 0,011
C11	T45	36,06	0,82 1,14	0,030 0,041	0,000 0,000	0,030 0,041	150	0,0227	83,02 82,20	82,12 81,30	0,90 0,90	1,05 1,05	0,16 0,16	0,82 0,83	3,29 2,28	0,011 0,011
	T11	27,41	0,82 1,14	0,023 0,031	0,030 0,041	0,052 0,073	150	0,0328	82,20 81,30	81,28 80,38	0,92 0,92	1,07 1,07	0,14 0,14	0,96 0,96	4,32 2,17	0,011 0,011
	T12	52,90	0,82 1,14	0,043 0,060	0,052 0,073	0,096 0,133	150	0,0214	81,30 80,15	80,38 79,25	0,92 0,90	1,07 1,05	0,16 0,16	0,80 0,81	3,15 2,30	0,011 0,011
C12	T46	31,17	0,82 1,14	0,026 0,036	10,230 10,230	10,256 10,266	150	0,0321	81,40 80,40	80,49 79,49	0,91 0,91	1,06 1,06	0,35 0,35	1,89 1,87	9,06 3,20	0,009 0,009
	T1	42,95	0,82 1,14	0,035 0,049	10,256 10,266	10,291 10,315	150	0,0136	80,40 79,80	79,47 78,88	0,93 0,92	1,08 1,07	0,46 0,46	1,29 1,28	4,76 3,55	0,010 0,010

#### 4.1.1.5 Bacia 5

**Tabela 4.9 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 5  
(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	1	37,49	T1	150	92,60	92,24	0,90
	1	2	40,60	T2	150	92,22	91,24	0,90
	2	3	46,58	T3	150	91,24	90,10	0,90
	3	4	43,54	T4	150	90,09	89,19	0,90
	4	5	44,47	T5	150	89,19	87,90	0,90
	5	6	33,60	T6	150	87,85	86,16	0,90
	6	7	44,22	T7	150	86,16	84,80	0,90
	7	8	42,14	T8	150	84,79	84,11	0,90
	8	9	19,87	T9	150	84,11	83,79	0,90
	9	10	59,88	T10	150	83,79	83,29	0,90
	10	11	57,65	T11	150	83,29	82,98	0,90
	11	12	11,71	T12	150	82,97	82,94	0,90
	12	13	58,05	T13	150	82,80	82,63	0,90
	13	14	56,36	T14	150	82,63	82,46	0,90
	14	15	48,27	T15	150	82,46	82,32	0,90
	15	16	42,61	T16	150	82,32	82,19	0,90
	16	17	39,08	T17	150	82,19	80,46	0,90
	17	18	32,05	T18	150	80,45	79,20	0,90
	18	19	33,35	T19	150	79,20	77,61	0,90
	19	20	47,25	T20	150	77,57	75,46	0,90
	20	21	49,12	T21	150	75,11	73,78	0,90
	21	22	47,90	T22	150	73,75	71,17	0,90
C2	28	12	35,17	T30	150	82,90	82,80	0,90
C3	63-3	11	46,23	T31	150	83,30	82,98	0,90
C4	66-3	12	48,39	T32	150	83,15	83,00	0,90
C5	30-4	17	18,11	T33	150	80,91	80,45	0,90
C6	23-4	19	33,60	T34	150	78,46	77,61	0,90
C7	29	30	50,46	T35	150	75,40	75,25	0,90
	30	20	42,20	T36	150	75,25	75,13	0,90
C8	26-2	23	59,76	T24	150	92,40	91,55	0,90
	23	24	59,87	T25	150	91,54	90,40	0,90
	24	25	59,75	T26	150	90,39	89,10	0,90
	25	26	33,04	T27	150	89,10	88,35	0,90
	26	5	36,37	T28	150	88,35	87,90	0,90
C9	60-3	27	30,20	T37	150	85,25	84,60	0,90
	27	9	31,96	T29	150	84,59	83,80	0,90
C10	22	31	50,43	T23	150	71,17	68,87	0,90
	31	32	46,64	T38	150	68,87	67,14	0,90
	32	33	33,28	T39	150	67,14	66,00	0,90
	33	34	29,62	T40	150	65,99	64,95	0,90

**Tabela 4.10 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 5 (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	37,49	0,99 1,41	0,037 0,053	0,000 0,000	0,037 0,053	150	0,0096	93,50 93,14	92,60 92,24	0,90 0,90	1,05 1,05	0,21 0,21	0,57 0,57	1,75 2,56	0,012 0,012
	T2	40,60	0,99 1,41	0,040 0,057	0,037 0,053	0,077 0,110	150	0,0243	93,14 92,15	92,22 91,24	0,92 0,91	1,07 1,06	0,16 0,16	0,85 0,85	3,46 2,26	0,011 0,011
	T3	46,58	0,99 1,41	0,046 0,066	0,077 0,110	0,123 0,175	150	0,0244	92,15 91,00	91,24 90,10	0,91 0,90	1,06 1,05	0,16 0,16	0,85 0,85	3,47 2,26	0,011 0,011
	T4	43,54	0,99 1,41	0,043 0,061	0,123 0,175	0,166 0,237	150	0,0207	91,00 90,10	90,09 89,19	0,91 0,91	1,06 1,06	0,16 0,16	0,79 0,80	3,07 2,31	0,011 0,011
	T5	44,47	0,99 1,41	0,044 0,063	0,166 0,237	0,210 0,299	150	0,0291	90,10 88,80	89,19 87,90	0,91 0,90	1,06 1,05	0,15 0,15	0,91 0,92	3,95 2,21	0,011 0,011
	T6	33,60	0,99 1,41	0,033 0,047	0,455 0,650	0,488 0,697	150	0,0505	88,80 87,10	87,85 86,16	0,95 0,94	1,10 1,09	0,13 0,13	1,16 1,17	5,87 2,04	0,010 0,010
	T7	44,22	0,99 1,41	0,044 0,062	0,488 0,697	0,531 0,759	150	0,0307	87,10 85,70	86,16 84,80	0,94 0,90	1,09 1,05	0,15 0,15	0,93 0,94	4,12 2,19	0,011 0,011
	T8	42,14	0,99 1,41	0,042 0,059	0,531 0,759	0,573 0,818	150	0,0161	85,70 85,02	84,79 84,11	0,91 0,91	1,06 1,06	0,18 0,18	0,71 0,72	2,55 2,39	0,011 0,011
	T9	19,87	0,99 1,41	0,020 0,028	0,573 0,818	0,593 0,846	150	0,0157	85,02 84,70	84,11 83,79	0,91 0,91	1,06 1,06	0,18 0,18	0,71 0,71	2,51 2,39	0,011 0,011
	T10	59,88	0,99 1,41	0,059 0,084	0,654 0,934	0,713 1,018	150	0,0083	84,70 84,20	83,79 83,29	0,91 0,91	1,06 1,06	0,22 0,22	0,54 0,54	1,57 2,61	0,012 0,012
	T11	57,65	0,99 1,41	0,057 0,081	0,713 1,018	0,770 1,099	150	0,0054	84,20 83,88	83,29 82,98	0,91 0,90	1,06 1,05	0,24 0,24	0,46 0,46	1,13 2,75	0,012 0,012
	T12	11,71	0,99 1,41	0,012 0,016	0,815 1,164	0,827 1,181	150	0,0029	83,88 83,90	82,97 82,94	0,91 0,96	1,06 1,11	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T13	58,05	0,99 1,41	0,057 0,082	0,909 1,298	0,966 1,380	150	0,0029	83,90 84,25	82,80 82,63	1,10 1,62	1,25 1,77	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T14	56,36	0,99 1,41	0,056 0,079	0,966 1,380	1,022 1,460	150	0,0029	84,25 84,40	82,63 82,46	1,62 1,94	1,77 2,09	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T15	48,27	0,99 1,41	0,048 0,068	1,022 1,460	1,069 1,527	150	0,0029	84,40 84,10	82,46 82,32	1,94 1,78	2,09 1,93	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,94	0,012 0,012
	T16	42,61	0,99 1,41	0,042 0,060	1,069 1,527	1,111 1,587	150	0,0029	84,10 83,10	82,32 82,19	1,78 0,91	1,93 1,06	0,28 0,29	0,37 0,37	0,70 2,97	0,012 0,012
	T17	39,08	0,99 1,41	0,039 0,055	1,111 1,587	1,150 1,642	150	0,0444	83,10 81,36	82,19 80,46	0,91 0,90	1,06 1,05	0,13 0,14	1,10 1,14	5,33 2,12	0,010 0,010
	T18	32,05	0,99 1,41	0,032 0,045	1,168 1,668	1,199 1,713	150	0,0391	81,36 80,10	80,45 79,20	0,91 0,90	1,06 1,05	0,14 0,14	1,04 1,09	4,87 2,18	0,010 0,010
	T19	33,35	0,99 1,41	0,033 0,047	1,199 1,713	1,232 1,760	150	0,0477	80,10 78,51	79,20 77,61	0,90 0,90	1,05 1,05	0,13 0,14	1,15 1,22	5,58 2,12	0,010 0,010
	T20	47,25	0,99 1,41	0,047 0,067	13,585 14,127	13,632 14,194	150	0,0446	78,51 76,40	77,57 75,46	0,94 0,94	1,09 1,09	0,36 0,37	2,34 2,37	13,11 3,28	0,009 0,009

**Tabela 4.10 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 5 (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
C1	T21	49,12	0,99 1,41	0,048 0,069	13,723 14,324	13,772 14,393	150	0,0270	76,40 74,70	75,11 73,78	1,29 0,92	1,44 1,07	0,42 0,44	1,94 1,94	8,87 3,48	0,009 0,009
	T22	47,90	0,99 1,41	0,047 0,067	13,772 14,393	13,819 14,461	150	0,0538	74,70 72,10	73,75 71,17	0,95 0,93	1,10 1,08	0,35 0,36	2,51 2,55	15,29 3,23	0,009 0,009
C2	T30	35,17	0,99 1,41	0,035 0,049	0,000 0,000	0,035 0,049	150	0,0029	83,80 83,90	82,90 82,80	0,90 1,10	1,05 1,25	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C3	T31	46,23	0,99 1,41	0,046 0,065	0,000 0,000	0,046 0,065	150	0,0069	84,20 83,88	83,30 82,98	0,90 0,90	1,05 1,05	0,23 0,23	0,50 0,50	1,37 2,67	0,012 0,012
C4	T32	48,39	0,99 1,41	0,048 0,068	0,000 0,000	0,048 0,068	150	0,0031	84,05 83,90	83,15 83,00	0,90 0,90	1,05 1,05	0,28 0,28	0,37 0,37	0,73 2,92	0,012 0,012
C5	T33	18,11	0,99 1,41	0,018 0,025	0,000 0,000	0,018 0,025	150	0,0254	81,82 81,36	80,91 80,45	0,91 0,91	1,06 1,06	0,15 0,15	0,86 0,87	3,58 2,25	0,011 0,011
C6	T34	33,60	0,99 1,41	0,033 0,047	12,320 12,320	12,353 12,367	150	0,0253	79,36 78,51	78,46 77,61	0,90 0,90	1,05 1,05	0,41 0,41	1,80 1,78	8,14 3,41	0,009 0,009
C7	T35	50,46	0,99 1,41	0,050 0,071	0,000 0,000	0,050 0,071	150	0,0029	76,30 77,00	75,40 75,25	0,90 1,75	1,05 1,90	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T36	42,20	0,99 1,41	0,042 0,059	0,050 0,071	0,091 0,130	150	0,0029	77,00 76,40	75,25 75,13	1,75 1,27	1,90 1,42	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C8	T24	59,76	0,99 1,41	0,059 0,084	0,000 0,000	0,059 0,084	150	0,0142	93,30 92,45	92,40 91,55	0,90 0,90	1,05 1,05	0,18 0,18	0,68 0,68	2,33 2,43	0,012 0,012
	T25	59,87	0,99 1,41	0,059 0,084	0,059 0,084	0,118 0,168	150	0,0191	92,45 91,30	91,54 90,40	0,91 0,90	1,06 1,05	0,17 0,17	0,77 0,77	2,89 2,33	0,011 0,011
	T26	59,75	0,99 1,41	0,059 0,084	0,118 0,168	0,177 0,252	150	0,0215	91,30 90,01	90,39 89,10	0,91 0,91	1,06 1,06	0,16 0,16	0,81 0,81	3,16 2,30	0,011 0,011
	T27	33,04	0,99 1,41	0,033 0,047	0,177 0,252	0,209 0,299	150	0,0227	90,01 89,25	89,10 88,35	0,91 0,90	1,06 1,05	0,16 0,16	0,82 0,83	3,28 2,28	0,011 0,011
	T28	36,37	0,99 1,41	0,036 0,051	0,209 0,299	0,245 0,350	150	0,0124	89,25 88,80	88,35 87,90	0,90 0,90	1,05 1,05	0,19 0,19	0,64 0,64	2,11 2,47	0,012 0,012
C9	T37	30,20	0,99 1,41	0,030 0,043	0,000 0,000	0,030 0,043	150	0,0215	86,15 85,50	85,25 84,60	0,90 0,90	1,05 1,05	0,16 0,16	0,81 0,81	3,16 2,30	0,011 0,011
	T29	31,96	0,99 1,41	0,031 0,045	0,030 0,043	0,061 0,087	150	0,0249	85,50 84,70	84,59 83,80	0,91 0,90	1,06 1,05	0,16 0,16	0,85 0,86	3,52 2,25	0,011 0,011
C10	T23	50,43	0,31 0,31	0,016 0,016	13,819 14,461	13,835 14,477	150	0,0456	72,10 69,80	71,17 68,87	0,93 0,93	1,08 1,08	0,37 0,37	2,37 2,40	13,42 3,29	0,009 0,009
	T38	46,64	0,31 0,31	0,014 0,014	13,835 14,477	13,849 14,491	150	0,0370	69,80 68,05	68,87 67,14	0,93 0,91	1,08 1,06	0,39 0,40	2,20 2,22	11,36 3,36	0,009 0,009
	T39	33,28	0,31 0,31	0,010 0,010	13,849 14,491	13,859 14,501	150	0,0344	68,05 66,90	67,14 66,00	0,91 0,90	1,06 1,05	0,39 0,40	2,14 2,16	10,72 3,38	0,009 0,009
	T40	29,62	0,31 0,31	0,009 0,009	13,859 14,501	13,868 14,510	150	0,0351	66,90 65,40	65,99 64,95	0,91 0,45	1,06 0,66	0,39 0,40	2,16 2,18	10,90 3,38	0,009 0,009

#### 4.1.2 Estações Elevatórias/Emissários

**Tabela 4.11 – Preço da Tubulação (R\$)**

Largura da Vala (m)		Preço Tubo+Assentamento		
D (mm)	L (m)	PVC	FoFoK-7	FoFoK-9
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 EE-01

Vazões (l/s)	
. Máx. horária da bacia	Q2 = 0,33
. Média da bacia	Q = 0,18
. Concentradas externas	Qext. = 0,00
. Infiltração	qi = 0,11
. Recalque	Qr = 0,48
. Mínima diária da bacia	Q3 = 0,20
Vazão adotada (l/s) =	Qr = 2,66
Extensão do recalque (m) =	Lr = 220,00
Diâmetro de recalque (mm) =	Dr = 75
Velocidade média no recalque (m/s) =	Vr = 0,60
Rugosidade média (mm) =	e = 0,08
Cota do NA na Elevatória =	CM = 79,70
Cota do NA a jusante =	CJ = 87,95
Altura geométrica (m) =	Hg = 8,25
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	hr (m) = 0,07

Cálculo das perdas de carga distribuídas hf = j.L

No recalque jr (m/m) = 0,006045  
hfr (m) = 1,33

Altura manométrica: Hm (m) = 9,65

Bomba projetada

. Imersão	
. Nº de conjuntos	
.. Total	2,00
.. Em operação	1,00
. Potência do motor	1,5 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	4,65
0,30	0,004	0,24	0,24	4,89
0,60	0,017	0,81	0,83	5,48
0,90	0,039	1,70	1,74	6,39
1,20	0,069	2,90	2,97	7,62
1,50	0,109	4,40	4,51	9,16
1,80	0,156	6,19	6,35	11,00
2,10	0,213	8,29	8,50	13,15
2,40	0,278	10,68	10,95	15,60
2,70	0,352	13,36	13,71	18,36
3,00	0,434	16,34	16,78	21,43
3,30	0,525	19,62	20,15	24,80

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

a = 3,27243879

b = -4,80347141

c = 7,6000000

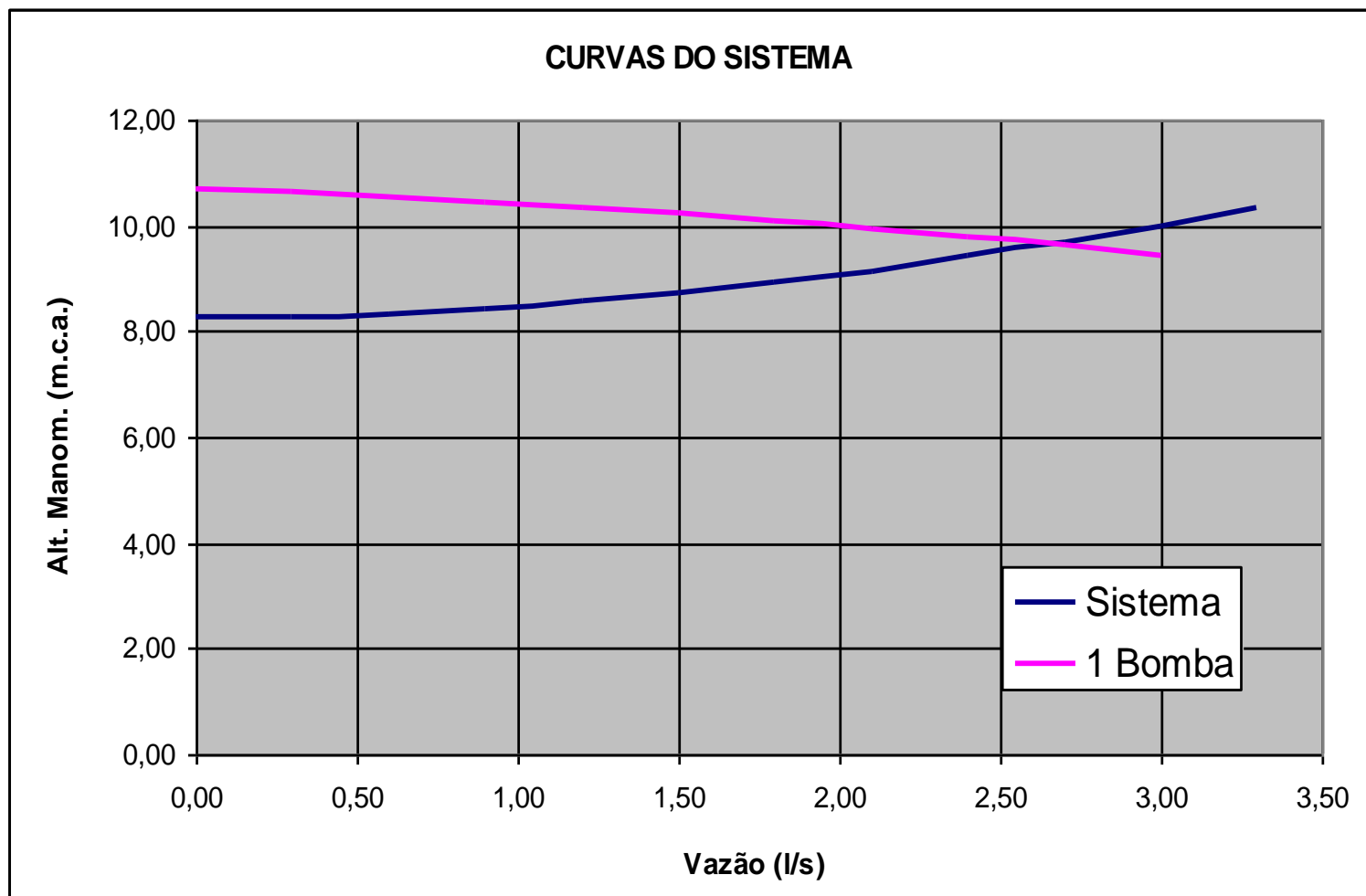
Dimensionamento do poço de sucção

. Tempo de detenção máximo	t (min) = 12,00
. Altura útil	h (m) = 0,60
. Volume útil	$V_u (m^3) = 0,37$
. Área do poço	$A (m^2) = 0,62$
. Diâmetro do poço	d (m) = 0,90
. Diâmetro adotado	d (m) = 1,40
. Tempo de esvaziamento do poço	$t_o (min) = 2,72$
. Tempo de enchimento do poço	$t_s (min) = 16,63$
. Tempo total de ciclo	T(min) = 19,35
. Submersão mínima	sub (m) = 0,38

Pontos da curva da bomba

Q (l/s)	Sistema	1 Bomba	2 Bombas	3 Bombas
0,00	8,25	10,70	0,00	0,00
0,30	8,28	10,63	0,00	0,00
0,60	8,34	10,55	0,00	0,00
0,90	8,44	10,46	0,00	0,00
1,20	8,57	10,35	0,00	0,00
1,50	8,73	10,23	0,00	0,00
1,80	8,93	10,10	0,00	0,00
2,10	9,15	9,95	0,00	0,00
2,40	9,40	9,79	0,00	0,00
2,70	9,69	9,62	0,00	0,00
3,00	10,00	9,44		0,00

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



#### 4.1.2.2 Estudo Econômico de Emissário de Recalque (EE-01)

Sistema: **Japoatã - EE-01**

Vazão de Recalque (l/s):	2,66		
Extensão da Linha (m):	220,00		
Cota do NA de Montante:	79,70		
Cota do NA de jusante:	87,95		
Altura Geométrica (m):	8,25		
Rugosidade (mm):	0,08	0,08	0,08
Diâmetros Estudados (mm):	50	75	100
Velocidades Médias (m/s):	1,35	0,60	0,34
Perdas de carga (m.c.a.)			
. Localizadas (10.V <sup>2</sup> /2.g):	0,69	0,31	0,17
. Distribuídas (j.L):	10,29	1,34	0,32
. Total:	10,98	1,64	0,50
Altura Manométrica (m.c.a.):	19,23	9,89	8,75
Potência (kW):	0,72	0,37	0,33
Custo das Tubulações (R\$):			
. Unitário	5,28	9,43	14,89
. Total	1.161,60	2.074,60	3.275,80
Valor Presente dos			
Custos de Energia (R\$):	5.435,26	2.796,72	2.471,86
Custo da Alternativa (R\$):	6.596,86	4.871,32	5.747,66
Diâmetro Escolhido:	75 mm		
Diâm. Col. de chegada (mm):			
Cota Terreno chegada (m):			
Cota Coletor chegada (m):			
k*RAIZ(Q)	61,890		

ANO	VAZÃO (l/s)	PERÍODO DE FUNCION. (FRAÇ.DIA)	CUSTO ANUAL DE ENERGIA		
			DIÂMETROS ESTUDADOS		
			75	100	150
2006	0,25				
2007	0,25	0,86	637,49	328,02	289,92
2008	0,25	0,87	642,60	330,65	292,24
2009	0,26	0,87	647,76	333,31	294,59
2010	0,26	0,88	652,96	335,98	296,95
2011	0,26	0,89	658,20	338,68	299,34
2012	0,26	0,89	663,48	341,39	301,74
2013	0,26	0,90	668,80	344,13	304,16
2014	0,27	0,91	674,17	346,90	306,60
2015	0,27	0,92	679,58	349,68	309,06
2016	0,27	0,92	685,03	352,49	311,54
2017	0,27	0,93	690,53	355,31	314,04
2018	0,28	0,94	696,07	358,17	316,56
2019	0,28	0,95	701,66	361,04	319,10
2020	0,28	0,95	707,29	363,94	321,66
2021	0,28	0,96	712,96	366,86	324,24
2022	0,28	0,97	718,68	369,80	326,84
2023	0,29	0,98	724,45	372,77	329,47
2024	0,29	0,98	730,27	375,76	332,11
2025	0,29	0,99	736,13	378,77	334,78
2026	0,29	1,00	742,03	381,81	337,46
2027	0,29	1,00	742,03	381,81	337,46
2028	0,29	1,00	742,03	381,81	337,46
2029	0,29	1,00	742,03	381,81	337,46
2030	0,29	1,00	742,03	381,81	337,46
2031	0,29	1,00	742,03	381,81	337,46
2032	0,29	1,00	742,03	381,81	337,46
2033	0,29	1,00	742,03	381,81	337,46
2034	0,29	1,00	742,03	381,81	337,46
2035	0,29	1,00	742,03	381,81	337,46
2036	0,29	1,00	742,03	381,81	337,46
2037	0,29	1,00	742,03	381,81	337,46
2038	0,29	1,00	742,03	381,81	337,46
Valor Presente dos Custos de Energia			5.435,26	2.796,72	2.471,86

#### 4.1.2.3 Cálculo da Estação Elevatória EE-02

Vazões (l/s)	
. Máx. horária da bacia	Q2 = 2,51
. Média da bacia	Q = 1,39
. Concentradas externas	Qext. = 2,66
. Infiltração	qi = 0,80
. Recalque	Qr = 6,25
. Mínima diária da bacia	Q3 = 4,16
Vazão adotada (l/s) =	Qr = 6,25
Extensão do recalque (m) =	Lr = 1.010,00
Diâmetro de recalque (mm) =	Dr = 100
Velocidade média no recalque (m/s) =	Vr = 0,80
Rugosidade média (mm) =	e = 0,08
Cota do NA na Elevatória =	CM = 48,35
Cota do NA a jusante =	CJ = 84,98
Altura geométrica (m) =	Hg = 36,63
Cálculo das perdas de carga localizadas	

. No recalque DN = 100

.. Peça	K	
Vál.Borboleta	0,15	
Tê entrada lateral	2,00	
Vál. Retenção	1,50	
Total	3,65	hr (m) = 0,12

Cálculo das perdas de carga distribuídas hf = j.L

No recalque jr (m/m) = 0,007111  
hfr (m) = 7,18

Altura manométrica: Hm (m) = 43,93

Bomba projetada

.Imersão	
. Nº de conjuntos	
..Total	2,00
..Em operação	1,00
. Potência do motor	25,0 cv
. Rotação	1.750 rpm
. Diâmetro do recalque	100 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	6,90
0,30	0,001	0,01	0,01	6,91
0,60	0,003	0,03	0,03	6,93
0,90	0,008	0,06	0,07	6,97
1,20	0,014	0,10	0,12	7,02
1,50	0,021	0,16	0,18	7,08
1,80	0,031	0,22	0,25	7,15
2,10	0,042	0,29	0,33	7,23
2,40	0,055	0,37	0,42	7,32
2,70	0,069	0,46	0,53	7,43
3,00	0,086	0,56	0,65	7,55
3,30	0,104	0,67	0,77	7,67

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

$$\begin{aligned} a &= 0,04658159 \\ b &= -0,43789336 \\ c &= 8,2500000 \end{aligned}$$

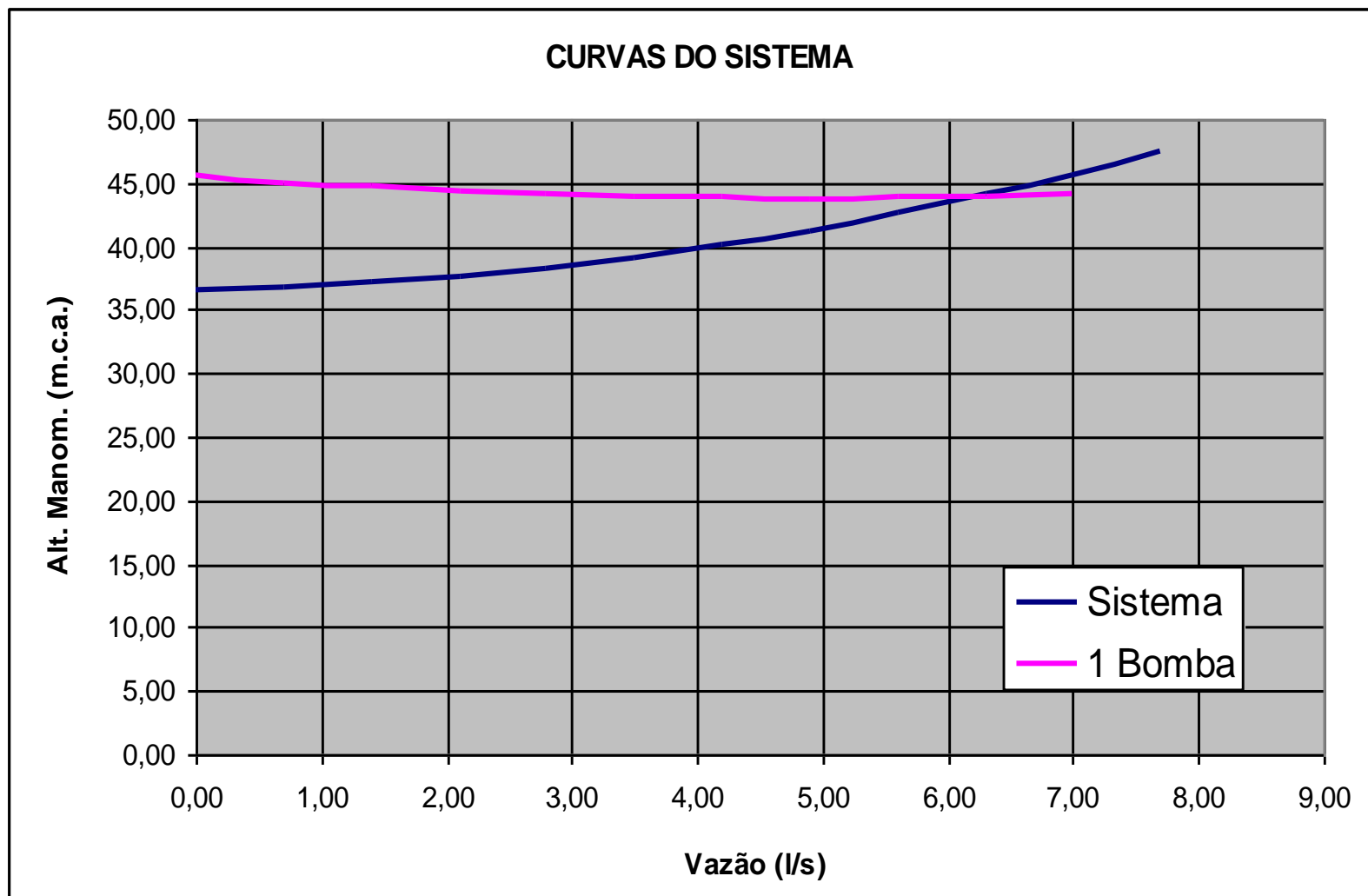
Dimensionamento do poço de sucção

. Tempo de detenção máximo	t (min) = 12,00
. Altura útil	h (m) = 0,60
. Volume útil	$V_u (m^3) = 0,03$
. Área do poço	$A (m^2) = 0,05$
. Diâmetro do poço	d (m) = 0,30
. Diâmetro adotado	d (m) = 1,40
. Volume resultante	$V_u (m^3) = 3,69$
. Tempo de esvaziamento do poço	$t_o (min) = 0,19$
. Tempo de enchimento do poço	$t_s (min) = 16,29$
. Tempo total de ciclo	T(min) = 16,48
. Submersão mínima	sub (m) = 0,38

Pontos da curva da bomba

Q (l/s)	Sistema	1 Bomba	2 Bombas	3 Bombas
0,00	36,63	45,50	0,00	0,00
0,70	36,77	45,04	0,00	0,00
1,40	37,10	44,65	0,00	0,00
2,10	37,60	44,33	0,00	0,00
2,80	38,27	44,09	0,00	0,00
3,50	39,11	43,92	0,00	0,00
4,20	40,10	43,81	0,00	0,00
4,90	41,26	43,78	0,00	0,00
5,60	42,57	43,83	0,00	0,00
6,30	44,04	43,94	0,00	0,00
7,00	45,67	44,13		0,00

Figura 4.2 – Curva do Sistema da Estação Elevatória EE-02





#### 4.1.2.4 Dimensionamento da Caixa de Areia e Calha Parshall (EE-02)

Unidade: **Japoatã - EE-02**

$$\begin{aligned} Q_{\text{máx}} &= 5,97 \text{ l/s} \\ Q_{\text{méd}} &= 4,85 \text{ l/s} \\ Q_{\text{mín}} &= 4,157 \text{ l/s} \end{aligned}$$

##### Cálculo da Caixa de Areia

Dados da Calha Parshall Adotada

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

Cálculo da alturas na calha

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

$$k = 3,704$$

$$n = 0,646$$

$$H_{\text{máx}} = 0,136 \text{ m}$$

$$H_{\text{méd}} = 0,119 \text{ m}$$

$$H_{\text{mín}} = 0,107 \text{ m}$$

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  $Z \text{ (m)} = 0,04$

Altura líquida máxima na caixa de areia

$$H \text{ (m)} = 0,09$$

Largura útil da seção transversal da caixa de areia

$$S = H \times B$$

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

$$B = 0,21 \text{ m}$$

Verificação da velocidade para diferentes vazões

Q(l/s)	H(m)	H - Z (m)	S = [H - Z].B (m2)	V = Q/S (m/s)
5,97	0,14	0,09	0,020	0,300
4,85	0,12	0,08	0,016	0,298
4,16	0,11	0,06	0,014	0,300

Comprimento da caixa

$$L = 25 \times H$$

$$L = 2,33 \text{ m}$$

Área (Superfície)

$$A = L \times B$$

$$A = 0,498 \text{ m}^2$$

Taxa de escoamento superficial  
Para Q<sub>méd</sub> = 4,85 l/s = 419,42 m<sup>3</sup>/dia

$$\frac{Q}{A} = 843,06 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$$

Quantidade de material retido  
Base : 30 l/1000 m<sup>3</sup>

$$q = 12,58 \text{ l/dia} = 0,01258 \text{ m}^3/\text{dia}$$

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 (cm) = 0,95  
Comprimento l (cm) = 4,00  
.Espaçamento a (cm) = 2,54  
Eficiência E = 0,727  
Velocidade adotada: V (m/s) = 0,50  
Área útil de escoamento: Au (m<sup>2</sup>) = 0,012  
Área total da seção S (m<sup>2</sup>) = 0,016  
Largura do canal b (m) = 0,176  
Largura adotada b (m) = 0,20  
Verificação das velocidades

Q (l/s)	H (m)	S=bH (m <sup>2</sup> )	Au=E.S (m <sup>2</sup> )	V=Q/Au (m/s)
5,97	0,09	0,019	0,014	0,441
4,85	0,08	0,015	0,011	0,439
4,16	0,06	0,013	0,009	0,441

Cálculo das perdas de carga

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

.Para grade limpa V (m/s) = 0,441  
hf (m) = 0,007  
.Para a grade suja 50% V (m/s) = 0,882  
hf (m) = 0,027

Quantidade de material retido

.Taxa adotada T (l/m<sup>3</sup>) = 0,015  
.Volume de material Vol (l/dia) = 6,29

#### 4.1.2.5 Estudo Econômico de Emissário de Recalque (EE-02)

Sistema: **Japoatã - EE-02**

Vazão de Recalque (l/s):	6,25		
Extensão da Linha (m):	1.010,00		
Cota do NA de Montante:	48,35		
Cota do NA de jusante:	84,98		
Altura Geométrica (m):	36,63		
Rugosidade (mm):	0,08	0,08	0,08
Diâmetros Estudados (mm):	75	100	150
Velocidades Médias (m/s):	1,41	0,80	0,35
Perdas de carga (m.c.a.)			
. Localizadas (10.V <sup>2</sup> /2.g):	0,72	0,41	0,18
. Distribuídas (j.L):	30,83	7,23	0,97
. Total:	31,55	7,63	1,15
Altura Manométrica (m.c.a.):	68,18	44,26	37,78
Potência (kW):	5,97	3,88	3,31
Custo das Tubulações (R\$):			
. Unitário	9,43	14,89	31,12
. Total	9.524,30	15.038,90	31.431,20
Valor Presente dos			
Custos de Energia (R\$):	47.580,00	30.887,15	26.362,42
Custo da Alternativa (R\$):	57.104,30	45.926,05	57.793,62
Diâmetro Escolhido:	100 mm		
Diâm. Col. de chegada (mm):			
Cota Terreno chegada (m):			
Cota Coletor chegada (m):			
k*RAIZ(Q)	94,860		

ANO	VAZÃO (l/s)	PERÍODO DE FUNCION. (FRAÇ.DIA)	CUSTO ANUAL DE ENERGIA		
			DIÂMETROS ESTUDADOS		
			75	100	150
2006	4,50				
2007	4,52	0,93	5.751,38	3.733,58	3.186,64
2008	4,53	0,93	5.773,22	3.747,76	3.198,74
2009	4,55	0,94	5.795,15	3.761,99	3.210,89
2010	4,57	0,94	5.817,16	3.776,28	3.223,09
2011	4,59	0,94	5.839,25	3.790,62	3.235,33
2012	4,60	0,95	5.861,43	3.805,02	3.247,62
2013	4,62	0,95	5.883,69	3.819,47	3.259,95
2014	4,64	0,96	5.906,04	3.833,98	3.272,33
2015	4,66	0,96	5.928,47	3.848,54	3.284,76
2016	4,67	0,96	5.950,99	3.863,16	3.297,24
2017	4,69	0,97	5.973,59	3.877,83	3.309,76
2018	4,71	0,97	5.996,28	3.892,56	3.322,33
2019	4,73	0,97	6.019,05	3.907,34	3.334,95
2020	4,75	0,98	6.041,91	3.922,18	3.347,61
2021	4,76	0,98	6.064,86	3.937,08	3.360,33
2022	4,78	0,98	6.087,90	3.952,03	3.373,09
2023	4,80	0,99	6.111,02	3.967,04	3.385,90
2024	4,82	0,99	6.134,23	3.982,11	3.398,76
2025	4,84	1,00	6.157,53	3.997,23	3.411,67
2026	4,85	1,00	6.180,91	4.012,42	3.424,63
2027	4,85	1,00	6.180,91	4.012,42	3.424,63
2028	4,85	1,00	6.180,91	4.012,42	3.424,63
2029	4,85	1,00	6.180,91	4.012,42	3.424,63
2030	4,85	1,00	6.180,91	4.012,42	3.424,63
2031	4,85	1,00	6.180,91	4.012,42	3.424,63
2032	4,85	1,00	6.180,91	4.012,42	3.424,63
2033	4,85	1,00	6.180,91	4.012,42	3.424,63
2034	4,85	1,00	6.180,91	4.012,42	3.424,63
2035	4,85	1,00	6.180,91	4.012,42	3.424,63
2036	4,85	1,00	6.180,91	4.012,42	3.424,63
2037	4,85	1,00	6.180,91	4.012,42	3.424,63
2038	4,85	1,00	6.180,91	4.012,42	3.424,63
Valor Presente dos Custos de Energia			47.580,00	30.887,15	26.362,42

#### 4.1.2.6 Cálculo da Estação Elevatória EE-03

Vazões (l/s)	
. Máx. horária da bacia	Q2 = 2,59
. Média da bacia	Q = 1,44
. Concentradas externas	Qext. = 6,25
. Infiltração	qi = 1,10
. Recalque	Qr = 10,23
. Mínima diária da bacia	Q3 = 8,07
Vazão adotada (l/s) =	Qr = 10,23
Extensão do recalque (m) =	Lr = 430,00
Diâmetro de recalque (mm) =	Dr = 100
Velocidade média no recalque (m/s) =	Vr = 1,30
Rugosidade média (mm) =	e = 0,08
Cota do NA na Elevatória =	CM = 63,79
Cota do NA a jusante =	CJ = 80,40
Altura geométrica (m) =	Hg = 16,61
Cálculo das perdas de carga localizadas	

. No recalque DN = 100

.. Peça	K	
Vál. Borboleta	0,15	
Tê entrada lateral	2,00	
Vál. Retenção	1,50	
Total	3,65	hr (m) = 0,32

Cálculo das perdas de carga distribuídas hf = j.L

No recalque jr (m/m) = 0,018083  
hfr (m) = 7,78

Altura manométrica: Hm (m) = 24,70

Bomba projetada

. Imersão	
. Nº de conjuntos	
.. Total	2,00
.. Em operação	1,00
. Potência do motor	10,0 cv
. Rotação	1.750 rpm
. Diâmetro do recalque	100 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	79,71
1,20	0,004	0,57	0,57	80,28
2,40	0,017	1,99	2,01	81,72
3,60	0,039	4,19	4,23	83,94
4,80	0,069	7,14	7,21	86,92
6,00	0,109	10,84	10,95	90,66
7,20	0,156	15,28	15,43	95,14
8,40	0,213	20,45	20,66	100,37
9,60	0,278	26,36	26,64	106,35
10,80	0,352	33,01	33,36	113,07
12,00	0,434	40,38	40,82	120,53
13,20	0,525	48,49	49,01	128,72

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

$$\begin{aligned} a &= 0,49596323 \\ b &= -2,96855416 \\ c &= 86,0000000 \end{aligned}$$

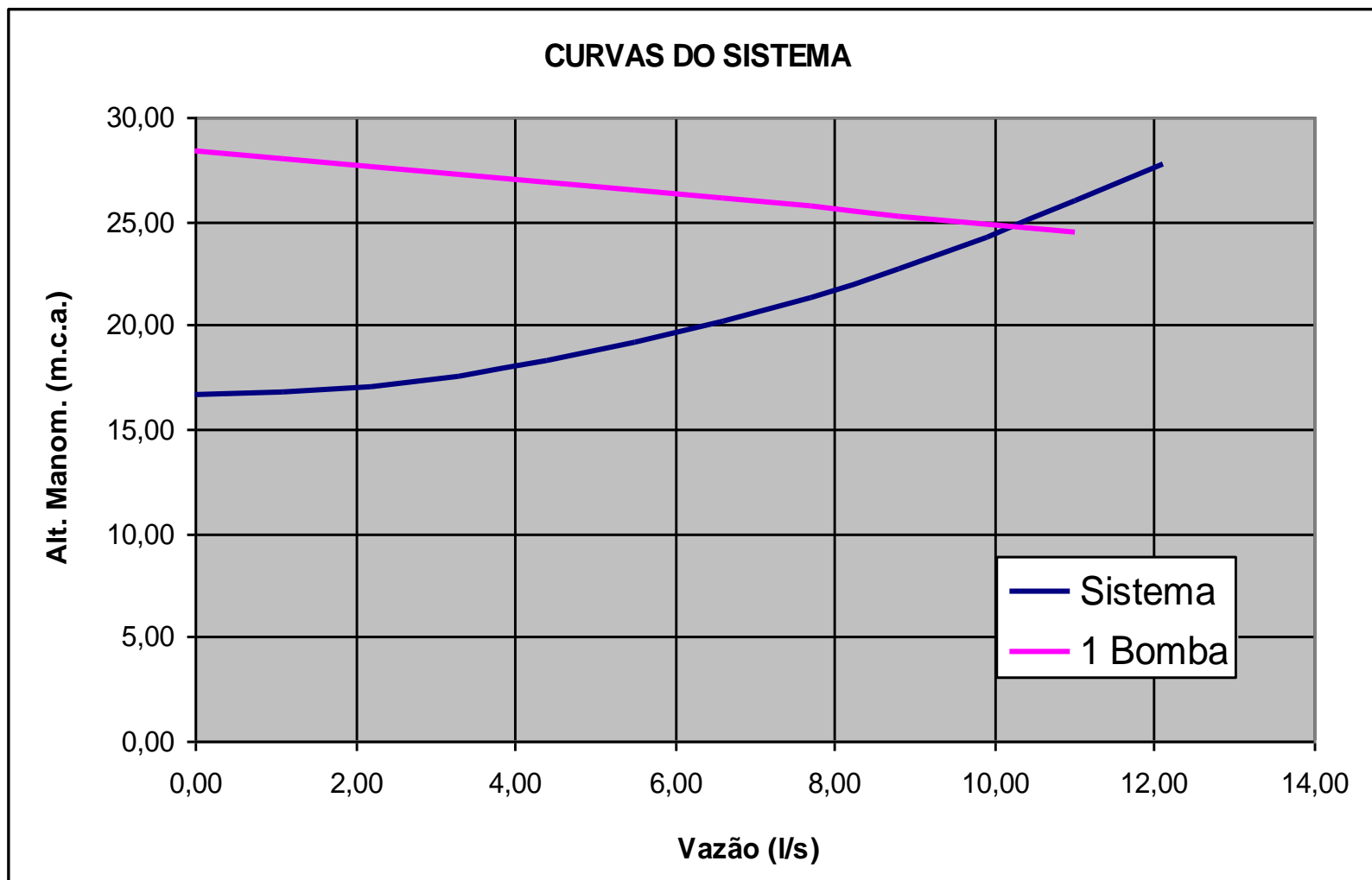
Dimensionamento do poço de sucção

. Tempo de detenção máximo	t (min) = 12,00
. Altura útil	h (m) = 0,60
. Volume útil	$V_u (m^3) = 6,61$
. Área do poço	$A (m^2) = 11,02$
. Diâmetro do poço	d (m) = 3,75
. Tempo de esvaziamento do poço	$t_o (min) = 32,48$
. Tempo de enchimento do poço	$t_s (min) = 13,69$
. Tempo total de ciclo	T(min) = 46,17
. Submergência mínima	sub (m) = 0,93

Pontos da curva da bomba

Q (l/s)	Sistema	1 Bomba	2 Bombas	3 Bombas
0,00	16,61	28,30	0,00	0,00
1,10	16,741	27,95	0,00	0,00
2,20	17,069	27,59	0,00	0,00
3,30	17,575	27,23	0,00	0,00
4,40	18,256	26,85	0,00	0,00
5,50	19,108	26,46	0,00	0,00
6,60	20,130	26,07	0,00	0,00
7,70	21,322	25,66	0,00	0,00
8,80	22,683	25,25	0,00	0,00
9,90	24,213	24,83	0,00	0,00
11,00	25,911	24,40		0,00
12,10	27,777			

Figura 4.3 – Curva do Sistema da Estação Elevatória EE-03



#### 4.1.2.9 Dimensionamento da Caixa de Areia e Calha Parshall (EE-03)

Unidade: **Japoatã - EE-03**

$$\begin{aligned} Q_{\text{máx}} &= 9,94 \text{ l/s} \\ Q_{\text{méd}} &= 8,79 \text{ l/s} \\ Q_{\text{mín}} &= 8,069 \text{ l/s} \end{aligned}$$

##### Cálculo da Caixa de Areia

Dados da Calha Parshall Adotada

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

Cálculo da alturas na calha

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

$$k = 3,704$$

$$n = 0,646$$

$$H_{\text{máx}} = 0,188 \text{ m}$$

$$H_{\text{méd}} = 0,174 \text{ m}$$

$$H_{\text{mín}} = 0,165 \text{ m}$$

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

$$H \text{ (m)} = 0,13$$

Largura útil da seção transversal da caixa de areia

$$S = H \times B$$

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

$$B = 0,26 \text{ m}$$

Verificação da velocidade para diferentes vazões

Q(l/s)	H(m)	H - Z (m)	S = [H - Z].B (m2)	V = Q/S (m/s)
9,94	0,19	0,13	0,033	0,300
8,79	0,17	0,11	0,029	0,299
8,07	0,16	0,10	0,027	0,300

Comprimento da caixa

$$L = 25 \times H$$

$$L = 3,15 \text{ m}$$

Área (Superfície)

$$A = L \times B$$

$$A = 0,828 \text{ m}^2$$



Taxa de escoamento superficial  
Para Q<sub>méd</sub> = 8,79 l/s = 759,36 m<sup>3</sup>/dia

$$\frac{Q}{A} = 916,73 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$$

Quantidade de material retido  
Base : 30 l/1000 m<sup>3</sup>

$$q = 22,78 \text{ l/dia} = 0,02278 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Tempo para limpeza = 15 dias

Profundidade do depósito inferior de areia

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

$$h = 0,41 \text{ m}$$

### Cálculo da Grade de Barras

Seção das barras: Retangular  
.Dimensões: Largura t (cm) = 0,95  
Comprimento l (cm) = 4,00  
.Espaçamento a (cm) = 2,54  
Eficiência E = 0,727  
Velocidade adotada: V (m/s) = 0,50  
Área útil de escoamento: A<sub>u</sub> (m<sup>2</sup>) = 0,020  
Área total da seção S (m<sup>2</sup>) = 0,027  
Largura do canal b (m) = 0,217  
Largura adotada b (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)
9,94	0,13	0,025	0,018	0,542
8,79	0,11	0,022	0,016	0,541
8,07	0,10	0,020	0,015	0,542

Cálculo das perdas de carga

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

.Para grade limpa V (m/s) = 0,542  
h<sub>f</sub> (m) = 0,010  
.Para a grade suja 50% V (m/s) = 1,084  
h<sub>f</sub> (m) = 0,040

Quantidade de material retido

.Taxa adotada T (l/m<sup>3</sup>) = 0,015  
.Volume de material Vol (l/dia) = 11,39

#### 4.1.2.7 Estudo Econômico de Emissário de Recalque (EE-03)

Sistema: **Japoatã - EE-03**

Vazão de Recalque (l/s):	10,23		
Extensão da Linha (m):	430,00		
Cota do NA de Montante:	63,79		
Cota do NA de jusante:	80,40		
Altura Geométrica (m):	16,61		
Rugosidade (mm):	0,08	0,08	0,08
Diâmetros Estudados (mm):	75	100	150
Velocidades Médias (m/s):	2,32	1,30	0,58
Perdas de carga (m.c.a.)			
. Localizadas (10.V <sup>2</sup> /2.g):	1,18	0,66	0,29
. Distribuídas (j.L):	33,93	7,83	1,03
. Total:	35,11	8,50	1,32
Altura Manométrica (m.c.a.):	51,72	25,11	17,93
Potência (kW):	7,42	3,60	2,57
Custo das Tubulações (R\$):			
. Unitário	9,43	14,89	31,12
. Total	4.054,90	6.402,70	13.381,60
Valor Presente dos			
Custos de Energia (R\$):	60.240,67	29.245,15	20.885,91
Custo da Alternativa (R\$):	64.295,57	35.647,85	34.267,51
Diâmetro Escolhido:	150 mm		
Diâm. Col. de chegada (mm):			
Cota Terreno chegada (m):			
Cota Coletor chegada (m):			
k*RAIZ(Q)	121,359		

ANO	VAZÃO (l/s)	PERÍODO DE FUNCION. (FRAÇ.DIA)	CUSTO ANUAL DE ENERGIA		
			DIÂMETROS ESTUDADOS		
			75	100	150
2006	8,42				
2007	8,44	0,96	7.367,07	3.576,50	2.554,22
2008	8,46	0,96	7.382,88	3.584,18	2.559,70
2009	8,47	0,96	7.398,72	3.591,87	2.565,19
2010	8,49	0,97	7.414,60	3.599,58	2.570,70
2011	8,51	0,97	7.430,51	3.607,31	2.576,22
2012	8,53	0,97	7.446,46	3.615,05	2.581,75
2013	8,55	0,97	7.462,44	3.622,81	2.587,29
2014	8,57	0,97	7.478,46	3.630,58	2.592,84
2015	8,58	0,98	7.494,51	3.638,37	2.598,41
2016	8,60	0,98	7.510,60	3.646,18	2.603,98
2017	8,62	0,98	7.526,71	3.654,01	2.609,57
2018	8,64	0,98	7.542,87	3.661,85	2.615,17
2019	8,66	0,99	7.559,06	3.669,71	2.620,78
2020	8,68	0,99	7.575,28	3.677,59	2.626,41
2021	8,70	0,99	7.591,54	3.685,48	2.632,05
2022	8,71	0,99	7.607,83	3.693,39	2.637,69
2023	8,73	0,99	7.624,16	3.701,32	2.643,36
2024	8,75	1,00	7.640,52	3.709,26	2.649,03
2025	8,77	1,00	7.656,92	3.717,22	2.654,71
2026	8,79	1,00	7.673,36	3.725,20	2.660,41
2027	8,79	1,00	7.673,36	3.725,20	2.660,41
2028	8,79	1,00	7.673,36	3.725,20	2.660,41
2029	8,79	1,00	7.673,36	3.725,20	2.660,41
2030	8,79	1,00	7.673,36	3.725,20	2.660,41
2031	8,79	1,00	7.673,36	3.725,20	2.660,41
2032	8,79	1,00	7.673,36	3.725,20	2.660,41
2033	8,79	1,00	7.673,36	3.725,20	2.660,41
2034	8,79	1,00	7.673,36	3.725,20	2.660,41
2035	8,79	1,00	7.673,36	3.725,20	2.660,41
2036	8,79	1,00	7.673,36	3.725,20	2.660,41
2037	8,79	1,00	7.673,36	3.725,20	2.660,41
2038	8,79	1,00	7.673,36	3.725,20	2.660,41
Valor Presente dos Custos de Energia			60.240,67	29.245,15	20.885,91

#### 4.1.2.8 Cálculo da Estação Elevatória EE-04

Vazões (l/s)		
. Máx. horária da bacia	Q2 =	1,42
. Média da bacia	Q =	0,79
. Concentradas externas	Qext. =	10,23
. Infiltração	qi =	0,51
. Recalque	Qr =	12,32
. Mínima diária da bacia	Q3 =	11,13
Vazão adotada (l/s) =	Qr =	12,32
Extensão do recalque (m) =	Lr =	415,00
Diâmetro de recalque (mm) =	Dr =	150,00
Velocidade média no recalque (m/s) =	Vr =	0,70
Rugosidade média (mm) =	e =	0,08
Cota do NA na Elevatória =	CM =	66,81
Cota do NA a jusante =	CJ =	78,36
Altura geométrica (m) =	Hg =	11,55
Cálculo das perdas de carga localizadas		

. No recalque DN = 150

.. Peça K

Vál. Borboleta	0,15	
Tê entrada lateral	2,0	
Vál. Retenção	1,5	
Total	3,65 hr (m) =	0,090388628

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

No recalque  $j_r (m/m) = 0,003358841$   
 $h_{fr} (m) = 1,393918993$

Altura manométrica:  $H_m (m) = 13,03430762$

Bomba projetada

. Imersão	
. N° de conjuntos	
..Total	2
..Em operação	1
. Potência do motor	4,0 cv
. Rotação	1.750 rpm
. Diâmetro do recalque	80 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	11,55
1,30	0,00	0,02	0,02	11,57
2,60	0,00	0,08	0,08	11,63
3,90	0,01	0,17	0,18	11,73
5,20	0,02	0,28	0,30	11,85
6,50	0,03	0,43	0,45	12,00
7,80	0,04	0,60	0,63	12,18
9,10	0,05	0,79	0,84	12,39
10,40	0,06	1,02	1,08	12,63
11,70	0,08	1,27	1,35	12,90
13,00	0,10	1,54	1,64	13,19
14,30	0,12	1,85	1,97	13,52

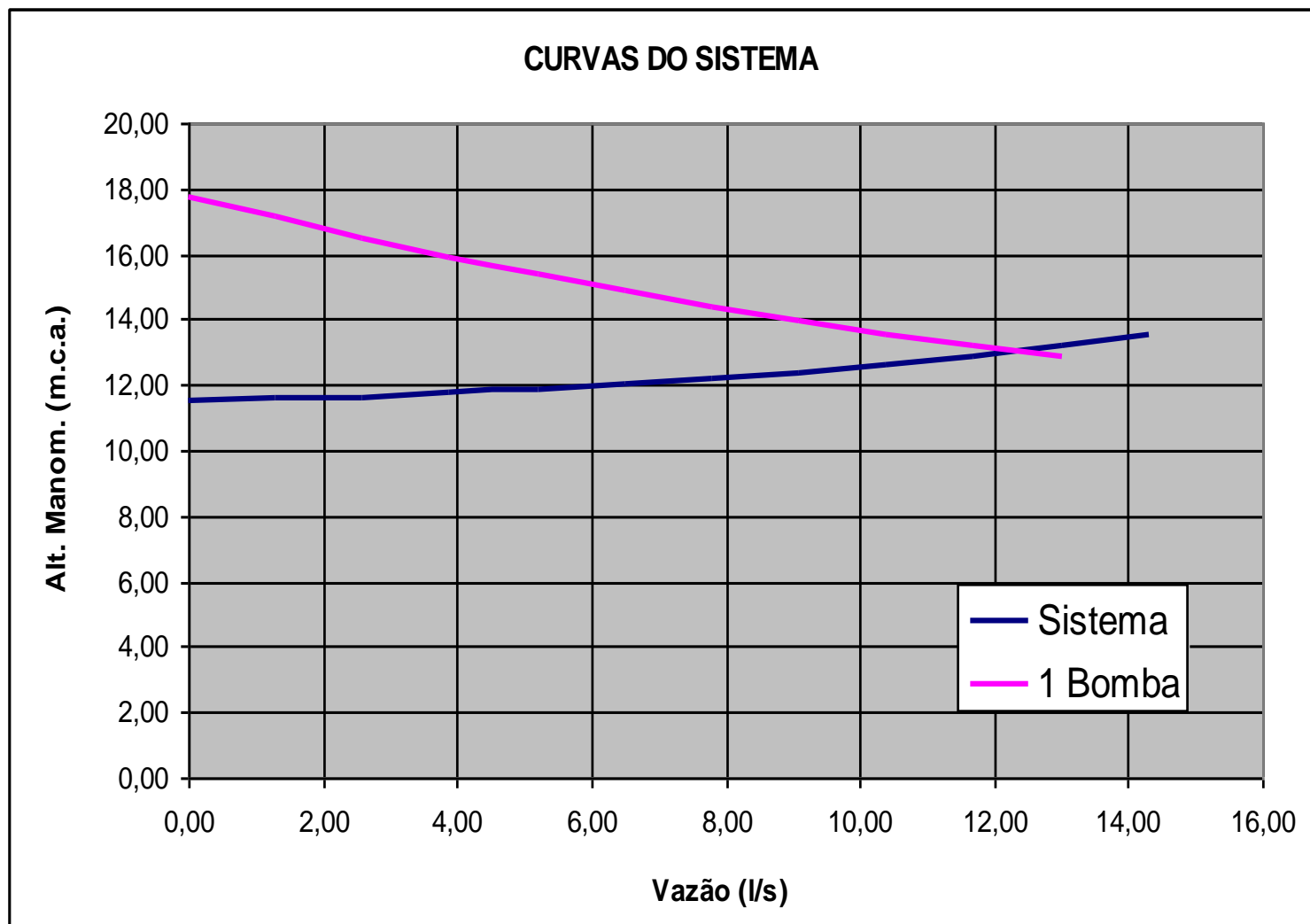
Curva da bomba:  $H = aQ^2 + bQ + c$

a =	0,01034
b =	-0,51018
c =	17,75000

Dimensionamento do poço de sucção

. Tempo de detenção máximo	t (min) =	12,00
. Altura útil	h (m) =	1,00
. Volume útil	Vu (m3) =	8,30
. Área do poço	A (m2) =	8,30
. Diâmetro do poço	d (m) =	3,30
. Tempo de esvaziamento do poço	to (min) =	116,91
. Tempo de enchimento do poço	ts (min) =	12,43
. Tempo total de ciclo	T(min) =	129,34
. Submersão mínima	sub (m) =	0,65

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



#### 4.1.2.9 Dimensionamento da Caixa de Areia e Calha Parshall (EE-04)

Resolvendo, tem-se  $Z \text{ (m)} = 0,07$

Altura líquida máxima na caixa de areia  
 $H \text{ (m)} = 0,14$

Largura útil da seção transversal da caixa de areia  
 $S = H \times B$

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

$B = 0,29 \text{ m}$

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)
12,16	0,21	0,14	0,04	0,30
11,53	0,21	0,13	0,04	0,30
11,13	0,20	0,13	0,04	0,30

Comprimento da caixa

$L = 25 \times H$

$L = 3,52 \text{ m}$

Área (Superfície)

$A = L \times B$

$A = 1,01 \text{ m}^2$

Taxa de escoamento superficial

Para  $Q_{\text{méd}} = 11,53 \text{ l/s} = 996,10 \text{ m}^3/\text{dia}$

$\frac{Q}{A} = 982,99 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$

Quantidade de material retido

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

$q = 29,88 \text{ l}/\text{dia} = 0,0299 \text{ m}^3/\text{dia}$

Tempo para limpeza = 15 dias

Profundidade do depósito inferior de areia

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

$h = 0,44 \text{ m}$

Área (Superfície)

$$A = L \times B$$

$$A = 1,01 \text{ m}^2$$

Taxa de escoamento superficial

$$\text{Para } Q_{\text{méc}} = 11,53 \text{ l/s} = 996,10 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$\frac{Q}{A} = 982,99 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$$

Quantidade de material retido

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

$$q = 29,88 \text{ l}/\text{dia} = 0,0299 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Tempo para limpeza 15 dias

Profundidade do depósito inferior de areia

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

$$h = 0,44 \text{ m}$$

#### Cálculo da Grade de Barras

Seção das barras: Retangular

.Dimensão Largura  $t$  (cm) = 0,95

Comprimento  $l$  (cm) = 4,00

.Espaçamento  $a$  (cm) = 2,54

Eficiência  $E$  = 0,73

Velocidade adotada:  $V$  (m/s) = 0,50

Área útil de escoamento  $A_u$  (m<sup>2</sup>) = 0,02

Área total da seção  $S$  (m<sup>2</sup>) = 0,03

Largura do canal  $b$  (m) = 0,24

Largura adotada  $b$  (m) = 0,25

Verificação das velocidades

$Q$ (l/s)	$H$ (m)	$S=bH$ (m <sup>2</sup> )	$A_u=E.S$ (m <sup>2</sup> )	$V=Q/A_u$ (m/s)
12,160	0,141	0,035	0,026	0,475
11,529	0,133	0,033	0,024	0,475
11,134	0,129	0,032	0,023	0,475

Cálculo das perdas de carga

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

.Para grade limpa  $V$  (m/s) = 0,475

$h_f$  (m) = 0,008

.Para a grade suja 50%  $V$  (m/s) = 0,950

$h_f$  (m) = 0,031

Quantidade de material retido

.Taxa adotada  $T$  (l/m<sup>3</sup>) = 0,015

.Volume de material  $Vol$  (l/dia) : 14,941



#### 4.1.2.9 Estudo Econômico de Emissário de Recalque (EE-04)

Sistema: **Japoatã - EE-04**

Vazão de Recalque (l/s):	12,32		
Extensão da Linha (m):	415,00		
Cota do NA de Montante:	66,81		
Cota do NA de jusante:	78,36		
Altura Geométrica (m):	11,55		
Rugosidade (mm):	0,08	0,08	0,08
Diâmetros Estudados (mm):	100	150	200
Velocidades Médias (m/s):	1,57	0,70	0,39
Perdas de carga (m.c.a.)			
. Localizadas (10.V <sup>2</sup> /2.g):	0,80	0,36	0,20
. Distribuídas (j.L):	10,79	1,40	0,34
. Total:	11,59	1,76	0,54
Altura Manométrica (m.c.a.):	23,14	13,31	12,09
Potência (kW):	4,00	2,30	2,09
Custo das Tubulações (R\$):			
. Unitário	14,89	31,12	50,28
. Total	6.179,35	12.914,80	20.866,20
Valor Presente dos			
Custos de Energia (R\$):	32.967,80	18.954,65	17.216,87
Custo da Alternativa (R\$):	39.147,15	31.869,45	38.083,07
Diâmetro Escolhido:	150 mm		
Diâm. Col. de chegada (mm):			
Cota Terreno chegada (m):			
Cota Coletor chegada (m):			
k*RAIZ(Q)	133,183		

ANO	VAZÃO (l/s)	PERÍODO DE FUNCION. (FRAÇ.DIA)	CUSTO ANUAL DE ENERGIA		
			DIÂMETROS ESTUDADOS		
			100	150	200
2006	11,33				
2007	11,34	0,98	4.067,96	2.338,85	2.124,42
2008	11,35	0,98	4.071,50	2.340,89	2.126,27
2009	11,36	0,99	4.075,05	2.342,93	2.128,13
2010	11,37	0,99	4.078,60	2.344,97	2.129,98
2011	11,38	0,99	4.082,15	2.347,01	2.131,83
2012	11,39	0,99	4.085,70	2.349,05	2.133,69
2013	11,40	0,99	4.089,26	2.351,10	2.135,54
2014	11,41	0,99	4.092,82	2.353,14	2.137,40
2015	11,42	0,99	4.096,38	2.355,19	2.139,26
2016	11,43	0,99	4.099,94	2.357,24	2.141,13
2017	11,44	0,99	4.103,51	2.359,29	2.142,99
2018	11,45	0,99	4.107,09	2.361,35	2.144,86
2019	11,46	0,99	4.110,66	2.363,40	2.146,72
2020	11,47	0,99	4.114,24	2.365,46	2.148,59
2021	11,48	1,00	4.117,82	2.367,52	2.150,46
2022	11,49	1,00	4.121,40	2.369,58	2.152,33
2023	11,50	1,00	4.124,99	2.371,64	2.154,21
2024	11,51	1,00	4.128,58	2.373,71	2.156,08
2025	11,52	1,00	4.132,18	2.375,77	2.157,96
2026	11,53	1,00	4.135,77	2.377,84	2.159,84
2027	11,53	1,00	4.135,77	2.377,84	2.159,84
2028	11,53	1,00	4.135,77	2.377,84	2.159,84
2029	11,53	1,00	4.135,77	2.377,84	2.159,84
2030	11,53	1,00	4.135,77	2.377,84	2.159,84
2031	11,53	1,00	4.135,77	2.377,84	2.159,84
2032	11,53	1,00	4.135,77	2.377,84	2.159,84
2033	11,53	1,00	4.135,77	2.377,84	2.159,84
2034	11,53	1,00	4.135,77	2.377,84	2.159,84
2035	11,53	1,00	4.135,77	2.377,84	2.159,84
2036	11,53	1,00	4.135,77	2.377,84	2.159,84
2037	11,53	1,00	4.135,77	2.377,84	2.159,84
2038	11,53	1,00	4.135,77	2.377,84	2.159,84
Valor Presente dos Custos de Energia			32.967,80	18.954,65	17.216,87

### 4.1.3 Estação de Tratamento de Esgotos – ETE

#### 4.1.3.1 Lagoa Facultativa

##### DADOS BÁSICOS

.População atendida	P (hab) = 5.693
.Vazão afluente média	Q (m3/dia) = 668,74
.DBO afluente	S0 (mg/l) = 459,71
.Concentração de Coliformes Fecais	
..Produção diária média per capita	CF (hab-1) = 4,00E+10
..Carga diária	CF (d-1) = 2,28E+14
..Concentração de coliformes	No (CF/m3) = 3,41E+11
	No (CF/100 ml) = 3,41E+07
.Temperatura do esgoto	T (°C) = 22,00

##### DIMENSIONAMENTO

.Cálculo da carga afluente de DBO	L (kgDBO/dia) = 307,42
.Taxa de aplicação superficial (Mara)	

$$L_s = 350(1,107 - 0,002T)^{(T-25)} \quad Ls \text{ (kgDBO/ha.dia)} = 291,39$$

.Área requerida	A (ha) = L/Ls = 1,0550
	A (m2) = 10.550,35
.Profundidade útil adotada	<b>h (m) = 1,80</b>
.Volume resultante	V (m3) = 18.990,62
.Tempo de detenção hidráulica correspondente	t (dia) = 28,40

##### Cálculo dos coeficientes de Remoção

.Coeficiente de remoção de DBO a 20 °C	K (d-1) = 0,30
.Correção para T = 22 °C (Mara) $KT = Kq(T-20)$	
$\theta = 1,05$	KT (d-1) = 0,33
.Coeficiente de remoção de coliformes	Kb (d-1) = 0,40
.Correção para T = 22 °C $KbT = Kbq(T-20)$	
$\theta = 1,07$	KbT (d-1) = 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) = 72,65</b>
.Comprimento	<b>L (m) = 145,30</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

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

$$a = 4,30$$

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

$$S \text{ (mg/l)} = 8,12$$

$$L \text{ (kgDBO/dia)} = 5,43$$

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

$$E (\%) = 98,23$$

.Concentração de coliformes no efluente

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

$$a = 5,02$$

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

$$N \text{ (CF/100 ml)} = 2,50E+05$$

..eficiência de remoção de coliformes

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

$$E (\%) = 99,26$$

### 4.1.3.2 Lagoa de Maturação

#### DADOS BÁSICOS

.População atendida	P (hab) = 5.693
.Vazão afluenta média	Q (m3/dia) = 668,74
.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 (m3) = 5.349,89
.Profundidade útil adotada	h (m) = 1,50
.Área necessária de lagoa	A (m2) = 3.566,59
.Número de lagoas em paralelo	np = 1,00
.Lado da lagoa (quadrada)	<b>LI (m) = 59,75</b>
.Dimensões dos canais	
..Número de canais	nc = 4
..Largura	B (m) = 14,95
..Comprimento	L (m) = 239,00

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

.Coeficiente de remoção de DBO a 20 °C	K (d-1) = 0,30
.Correção para T = 22 °C (Mara) $KT = Kq(T-20)$	
$\theta = 1,05$	KT (d-1) = 0,33
.Coeficiente de remoção de coliformes	Kb (d-1) = 0,80
.Correção para T = 22 °C $KbT = Kbq(T-20)$	
$\theta = 1,07$	KbT (d-1) = 0,92

.Número de dispersão (Yanez)

.Coeficiente de decaimento bacteriológico	Kb20 (d-1) = 0,80
.Coeficiente de temperatura	$\theta = 1,07$

.Concentração afluenta de coliformes na lagoa

$$N0 \text{ (CF/100 ml)} = 2,50E+05$$

.Concentração de coliformes no efluente final

.número de dispersão

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

$$d = 0,06$$

.concentração effluente de coliformes

$$a = \sqrt{1 + 4K_{bt} \cdot t \cdot d} \quad a = 1,67$$

$$N = N_0 \cdot \left( \frac{4ae^{1/2d}}{(1+a)^2 e^{a/2d} - (1-a)^2 e^{-a/2d}} \right)^n \cdot \frac{N(CF)}{100 \text{ ml}} = 9,66E+02$$

..eficiência de remoção de coliformes (maturação)  $E = \frac{N_0 - N}{N_0} \times 100$

$$E (\%) = 99,61$$

..eficiência de remoção de coliformes (global)  $E = \frac{N_0 - N}{N_0} \times 100$

$$E (\%) = 99,9972$$

.Concentração de DBO no effluente

$$a = \sqrt{1 + 4K_T t d} \quad a = 1,28$$

$$S = S_0 \cdot \left( \frac{4ae^{1/2d}}{(1+a)^2 e^{a/2d} - (1-a)^2 e^{-a/2d}} \right)^n \cdot S \text{ (mg/l)} = 0,79$$

.Eficiência (maturação)  $E(\%) = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100$   $E (\%) = 90,31$

.Eficiência (global)  $E(\%) = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100$   $E (\%) = 99,8289$

## 4.2 PROJETO ELÉTRICO

### 4.2.1 Estação Elevatória de Esgoto EE-01

#### 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	1,5	2	0,757	0,870	0,35	7	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	1,5	1,68	1,68
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	15,40

Instalação com demanda ( $D \leq 45 \text{ kVA}$ ):	SIM - ALIMENTAÇÃO EM BAIXA TENSÃO
Potência da instalação em kVA:	16,74 kVA
Tensão secundária de alimentação das cargas:	380 Volt
Corrente máxima de projeto (no secundário):	25,43 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:	1,68 kW
Motores em operação:	1
Pot. requerida motores:	1,68 kW
Potência auxiliares:	13,72 kW
Potência da instalação:	15,40 kW

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

$$a = 13,72$$

$$b=c=d = 0$$

$$e = 1,68$$

$$f_p = 0,92$$

$$D = 16,74 \text{ kVA}$$

## 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:

$$I_{\text{alimentador}} = 25,43 \text{ A}$$

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	25,43	0,89	28,58	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:

$$S_{\text{condutor}} = 2,07 \text{ mm}^2$$

#### 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	25,43	0,89	28,58	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: 25,43 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>= 25,43 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>= 28 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	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
Japoatã	1,5	2	0,757	0,870	0,35	7	380

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

Tipo de partida:	Partida Direta à Plena Tensão
------------------	-------------------------------

Corrente de partida:	7 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:

$I_{\text{nominal motor}} =$	2,55 A	$I_{\text{partida motor}} =$	17,83 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	2,55	0,85	3,00	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

$$S_{\text{condutor}} = 0,18 \text{ mm}^2$$

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

Seção escolhida:  $4 \text{ mm}^2$   
Diâmetro externo condutor:  $8,26 \text{ mm}$   
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: JAPOATÃ

Seção dos cabos do ramal do motor da bomba  $4 \text{ mm}^2$   
Parâmetros do cabo ramal motor-1  $R_{\text{ramal-1}} = 5,5200 \text{ } \Omega/\text{km}$   
Parâmetros do cabo ramal motor-1  $X_{\text{ramal-1}} = 0,1400 \text{ } \Omega/\text{km}$   
Comprimento do ramal do motor-1  $15 \text{ m}$   
Número de cabos por fase do motor-1 1  
Maneira de instalar do motor-1 D  
Eletroduto para os cabos do motor-1 PVC

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

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-01

Impedância circuito motor  $R_{\text{ramal-1}} = 0,0828 \text{ } \Omega/380\text{V}$   
 $X_{\text{ramal-1}} = 0,0021 \text{ } \Omega/380\text{V}$   
 $Z_{\text{ramal-1}} = 0,0828 \text{ } \Omega/380\text{V}$

Impedância do motor-1 na partida  $P_{\text{motor-1}} = 1,68 \text{ kVA}$   
 $R_{\text{motor-1}} = 0,00$   
 $X_{\text{motor-1}} = 1000 \times V_{\text{nm}}^2 / K \times P_{\text{motor}}$   
 $X_{\text{motor-1}} = 12,30595 \text{ } (\Omega)$   
 $Z_{\text{motor-1}} = 12,3060 \text{ } (\Omega)$

Impedância do motor-1 em regime  $R_{\text{motor-1 reg}} = 0,00$   
 $X_{\text{motor-1 reg}} = 86,1417 \text{ } (\Omega)$   
 $Z_{\text{motor-1 reg}} = 86,1417 \text{ } (\Omega)$

Corrente de partida do motor-1  $I_{\text{partida}} = (1000 \times V_{\text{nm}}) / [\text{raiz}(3) \times (Z_{\text{total}} + Z_{\text{motor}})]$   
CORRENTE NA PARTIDA DIRETA:  $I_{\text{partida}} = 17,83 \text{ A}$

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

**PARTIDA DIRETA**

Partida do motor-1

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

$$\Delta V = 1,97 \text{ V}$$

$$\Delta V = 0,52 \%$$

CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90

**POSSÍVEL A PARTIDA**

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

Queda de tensão em regime

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

$$\Delta V = 0,28 \text{ V}$$

$$\Delta V = 0,07 \%$$

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 EEAT

1,5 CV

fator de potência do motor a 100% da carga:

0,87 pu

fator de potência desejado para o motor:

0,92 pu

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

2 kW

coeficiente para correção para 0,92:

0,141

potência reativa requerida pelo motor (100% carga):

0,24 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= 1,5 CV

Corrente nominal do motor

In= 2,55 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:

1,5 CV

Corrente nominal do motor:

2,55 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>
<b>Portanto, o condutor de aterramento dos equipamentos:</b>	$S_{\text{cond.}} =$	<b>16 mm<sup>2</sup></b>

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		25,43	16	1	1,38	0,12
ALIMENTADOR GERAL - NEUTRO			16	1	1,38	0,12
RAMAL DO MOTOR DA ELEVATÓRIA (CV)	1,5	2,55	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 1,5 CV	CONTACTOR	9	380

#### 8.4 - INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

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

#### **4.2.1.1 Iluminação Interna da Edificação da Estação Elevatória de Esgoto EE-01**

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

A Iluminação Interna destina-se a dotar a área da Estação Elevatória de Esgoto EE-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 EE-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 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 – POÇO DE SUÇÃO E CONJUNTO DE BOMBAS**

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

- tipo de luminária: .....projektor 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 m<sup>2</sup>
- Área EFETIVA a ser iluminada .....2,01 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 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  $K = (C \times L) / H_m \times (C + L)$   $K = 0,40$

Coeficiente 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:  $E_{\text{médio}} = \frac{N \times n \times \Phi \times F_u \times 1,1}{A}$

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

### 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

## 4.2.2 Estação Elevatória de Esgoto EE-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	Ip/Ir =	Tensão (V) alimentação
EE-02	25,0	2	0,905	0,890	0,35	8	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	25,0	22,84	22,84
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	36,57

Instalação com demanda ( $D \leq 45 \text{ kVA}$ ):	SIM - ALIMENTAÇÃO EM BAIXA TENSÃO
Potência da instalação em kVA:	39,75 kVA
Tensão secundária de alimentação das cargas:	380 Volt
Corrente máxima de projeto (no secundário):	60,39 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:	22,84 kW
Motores em operação:	1
Pot. requerida motores:	22,84 kW
Potência auxiliares:	13,72 kW
Potência da instalação:	36,57 kW

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

$$a = 13,72$$

$$b=c=d = 0$$

$$e = 22,84$$

$$fp = 0,92$$

$$D = 39,75 \text{ kVA}$$

## 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:

$$I_{\text{alimentador}} = 60,39 \text{ A}$$

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	60,39	0,89	67,86	101	25	0,8700	0,1200

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

seção escolhida:	25 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:

$$S_{\text{condutor}} = 4,92 \text{ mm}^2$$

#### 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	

	Isolamento do condutor	
temp em °C	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	60,39	0,89	67,86	101	25	0,8700	0,1200

#### 1.1.4 - Dimensionamento do condutor NEUTRO

Seção calculada	mm <sup>2</sup> :	25	(NBR 5410/97)
Seção escolhida	mm <sup>2</sup> :	25	
Quantidade por fase	ud:	1	

### 1.1.5 - Dimensionamento do condutor de PROTEÇÃO

condutor: cobre nú

Seção escolhida	mm <sup>2</sup> :	25
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	25	25	25
Diâmetro externo	11,64	11,64	11,64
Quantidade por fase	1	1	1

### 1.1.7 - DIMENSIONAMENTO DO ELETRODUTO

$$S_{\text{total condutor}} = 450,79 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 1.366,04 \text{ mm}^2$$

$$\Phi_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 41,70 \text{ mm}$$

Empregaremos, portanto, eletroduto de:

tamanho nominal= 50                      PVC ou  
tamanho nominal= 1 1/2                      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:                      100 A  
Corrente nominal dos fusíveis:                      80 A

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

A máxima corrente no secundário do transformador será:                      60,39 A  
Logo, usaremos TC's com classe de exatidão para medição

classe de exatidão:                      0,6 %  
carga:                      C25  
relação de transformação:                      100/5 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>= 60,39 A  
Capacidade de condução condutores ramal:                      I<sub>condução</sub>= 101 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>= 80 A  
Corrente ajustável de sobre carga para o disjuntor:                      64-80 A  
Corrente nominal de operação para o disjuntor:                      I<sub>nominal disjuntor</sub>= 66 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 $I_{\text{nominal}}$	80 A
Faixa de ajuste para sobrecarga	64-80
Faixa de ajuste para curto-circuito	fixo kA
Capacidade de interrupção em 380V CA	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
Japoatã	25,0	2	0,905	0,890	0,35	8	380

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

Tipo de partida:	Partida com Redução de Tensão - Chave Estática
------------------	--

Corrente de partida:	3,5 x Inominal
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:

$I_{\text{nominal motor}} =$	34,71 A	$I_{\text{partida motor}} =$	277,67 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	34,71	0,85	40,83	66	10	2,1900	0,1300

Seção escolhida: 10 mm<sup>2</sup> cond. por fase: 1

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

$$S_{\text{condutor}} = 2,47 \text{ mm}^2$$

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

Seção escolhida:  $10 \text{ mm}^2$   
Diâmetro externo condutor:  $9,57 \text{ mm}$   
Quantidade por fase: 1

### 2.1.3 - DIMENSIONAMENTO DO ELETRODUTO

$S_{\text{total condutor}} = 215,71 \text{ mm}^2$   
 $S_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 653,68 \text{ mm}^2$   
 $\Phi_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 28,85 \text{ mm}$

Empregaremos, portanto, eletroduto de:

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

## 3 - CONDIÇÕES DOS CIRCUITOS RAMAIS DE MOTOR

MOTOR: JAPOATÃ

Seção dos cabos do ramal do motor da bomba  $10 \text{ mm}^2$   
Parâmetros do cabo ramal motor-1  $R_{\text{ramal-1}} = 2,1900 \text{ } \Omega/\text{km}$   
Parâmetros do cabo ramal motor-1  $X_{\text{ramal-1}} = 0,1300 \text{ } \Omega/\text{km}$   
Comprimento do ramal do motor-1  $15 \text{ m}$   
Número de cabos por fase do motor-1 1  
Maneira de instalar do motor-1 D  
Eletroduto para os cabos do motor-1 PVC

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

Impedância do circuito: Ramal de Entrada  $R_{\text{cabo sec}} = 0,0174 \text{ } \Omega/380\text{V}$   
 $X_{\text{cabo sec}} = 0,0024 \text{ } \Omega/380\text{V}$   
 $Z_{\text{cabo sec}} = 0,0176 \text{ } \Omega/380\text{V}$

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

Impedância circuito motor  $R_{\text{ramal-1}} = 0,0329 \text{ } \Omega/380\text{V}$   
 $X_{\text{ramal-1}} = 0,0020 \text{ } \Omega/380\text{V}$   
 $Z_{\text{ramal-1}} = 0,0329 \text{ } \Omega/380\text{V}$

Impedância do motor-1 na partida  $P_{\text{motor-1}} = 22,84 \text{ kVA}$   
 $R_{\text{motor-1}} = 0,00$   
 $X_{\text{motor-1}} = 1000 \times V_{\text{nm}}^2 / K \times P_{\text{motor}}$   
 $X_{\text{motor-1}} = 0,79013 \text{ } (\Omega)$   
 $Z_{\text{motor-1}} = 0,7901 \text{ } (\Omega)$

Impedância do motor-1 em regime  $R_{\text{motor-1 reg}} = 0,00$   
 $X_{\text{motor-1 reg}} = 6,3210 \text{ } (\Omega)$   
 $Z_{\text{motor-1 reg}} = 6,3210 \text{ } (\Omega)$

Corrente de partida do motor-1  $I_{\text{partida}} = (1000 \times V_{\text{nm}}) / [\text{raiz}(3) \times (Z_{\text{total}} + Z_{\text{motor}})]$   
CORRENTE NA PARTIDA DIRETA:  $I_{\text{partida}} = 121,48 \text{ A}$

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

##### PARTIDA DIRETA

Partida do motor-1

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

$$\Delta V = 6,13 \text{ V}$$

$$\Delta V = 1,61 \%$$

CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90

**POSSÍVEL A PARTIDA**

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

Queda de tensão em regime

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

$$\Delta V = 1,75 \text{ V}$$

$$\Delta V = 0,46 \%$$

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 EEAT	25 CV
fator de potência do motor a 100% da carga:	0,89 pu
fator de potência desejado para o motor:	0,92 pu
potência ativa requerida pelo motor (100% da carga):	23 kW
coeficiente para correção para 0,92:	0,141
potência reativa requerida pelo motor (100% carga):	3,22 kVar

#### 5.2 - ACIONAMENTO/PROTEÇÃO DOS CAPACITORES ESTÁTICOS: CONTACTOR+FUSÍVEL OPÇÃO PARA CORREÇÃO INDEPENDENTE (APENAS O MOTOR)

Potência do capacitor:	3,2 kVar
Contator tripolar - categoria	AC-6
Corrente aplicação AC-6:	22 A
Corrente nominal térmica:	45 A
Fusível retardado de proteção (CC) dos capacitores:	16 A

### 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 - Equipamento indicado

##### DISJUNTOR MOTOR

Potência do motor:	25 CV
Corrente nominal do motor:	34,71 A
Corrente nominal do disjuntor-motor In=	63 A
Categoria de utilização:	AC-3
Faixa de ajuste para curto-circuito	1,25-11xIn
Faixa de ajuste para sobrecarga	25-63 A
Capac. de interrupção em 380V CA>=	35 kA

##### 6.1.2 - Dispositivo de proteção de CC da Chave Estática:

##### FUSÍVEL ULTRA-RÁPIDO

Fusível indicado	
Corrente nominal do motor	In= 34,71 A
Corrente nominal do fusível ultra-rápido In=	In= 100 A

##### 6.1.3 - Dispositivo de acionamento do motor da bomba:

##### CHAVE ESTÁTICA

Capacidade de acionamento do motor de:	25,0 CV
Corrente nominal do motor:	34,71 A
Corrente nominal da Chave Estática:	35 A
Faixa de ajuste do relé de sobrecarga:	32-40 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:  $I_{\text{defeito}} = 2.000 \text{ A}$

$I_{\text{defeito}}$  no cabo de ligação dos equipamentos/malha:  $I_{\text{def.}} = 2.000 \text{ A}$

Percentual da corrente de defeito na malha: 60 %

$I_{\text{defeito}}$  nos cabos da malha:  $I_{\text{def. Malha}} = 1.200 \text{ A}$

Tempo de duração do defeito (seg)  $t_{\text{duração}} = 0,50 \text{ s}$

Temp. ambiente (graus Celsius)  $\theta_a = 35 \text{ graus}$

Temp. solda (graus Celsius) conexão cavilhada  $\theta_m = 250 \text{ graus}$

cálculo da seção mínima do condutor de cobre (cabo ligação):  $8,15 \text{ mm}^2$

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

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

### 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:  $S_{\text{condutor}} = 8,15 \text{ mm}^2$

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

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		$I_{\text{projeto}} \text{ (A)}$	Seção adotada $\text{mm}^2$	Condutores por fase	Parâmetros $\Omega/\text{km}$	
					Rca	XL
ALIMENTADOR GERAL - FASE		60,39	25	1	0,87	0,12
ALIMENTADOR GERAL - NEUTRO			25	1	0,87	0,12
RAMAL DO MOTOR DA ELEVATÓRIA (CV)	25	34,71	10	1	2,19	0,13
CIRCUITOS AUXILIARES		5,22	4	1	2,19	0,13
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 <sub>nominal</sub> (A)	Cap. Interrup. kA	Tensão nominal	Disparador S/C	Disparador C/C
ALIMENTADOR GERAL	80	>= 10	500V	64-80	fixo
RAMAL DO MOTOR DA E. ELEVATÓRIA	63	>= 10	500V	25-63	1,25-11xIn

## 8.3 - ACIONAMENTOS

CIRCUITOS	DISPOSITIVO	I <sub>nominal</sub> (A)	Tensão nominal
MOTOR 25,0 CV	CONTACTOR	35	380

## 8.4 - INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

GERAL	CIRCUITOS	Escala (A)	Tensão nominal
	MULTIMEDIDOR		380
	TC DE MEDIÇÃO	100/5	380

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

#### DADOS DE ENTRADA DA INSTALAÇÃO

A Iluminação Interna destina-se a dotar a área da Estação Elevatória de Esgoto EE-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 EE-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 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 m²
- Área EFETIVA a ser iluminada ..... 14,00 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, 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  $K = (C \times L) / H_m \times (C + L)$   $K = 0,78$

Coeficiente 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:  $E_{\text{médio}} = \frac{N \times n \times \Phi \times n \times \Phi \times f \times 1,1}{A}$

Iluminância média calculada:  **$E_{\text{médio}} = 124 \text{ lux}$**

## **B) ÁREA 2 – POÇO DE SUÇÃO E CONJUNTO DE BOMBAS**

### TIPO DE LUMINÁRIA A SER USADA

- tipo de luminária: .....projektor 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:  $E_{m\acute{e}dio} = \frac{N \times n \times \Phi \times F_u \times 1,1}{A}$

Iluminância média calculada:  **$E_{m\acute{e}dio} = 359,65 \text{ lux}$**

## 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 mm²
- Seção do condutor do ramal lâmpada: .... 2,5 mm²
- Seção do condutor do ramal tomada: ..... 4 mm²
- Disjuntor trifásico: ..... 30 A
- Disjuntor monofásico: ..... 10 A

## 4.2.3 Estação Elevatória de Esgoto EE-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	10,0	2	0,870	0,880	0,35	7	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	10,0	9,61	9,61
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	23,34

Instalação com demanda ( $D \leq 45 \text{ kVA}$ ):	SIM - ALIMENTAÇÃO EM BAIXA TENSÃO
Potência da instalação em kVA:	25,37 kVA
Tensão secundária de alimentação das cargas:	380 Volt
Corrente máxima de projeto (no secundário):	38,54 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:	9,61 kW
Motores em operação:	1
Pot. requerida motores:	9,61 kW
Potência auxiliares:	13,72 kW
Potência da instalação:	23,34 kW

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

$$a = 13,72$$

$$b=c=d = 0$$

$$e = 9,61$$

$$f_p = 0,92$$

$$D = 25,37 \text{ kVA}$$



## 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:

$$I_{\text{alimentador}} = 38,54 \text{ A}$$

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	38,54	0,89	43,31	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:

$$S_{\text{condutor}} = 3,14 \text{ mm}^2$$

#### 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	38,54	0,89	46,31	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: 38,54 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> = 38,54 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> = 42 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
Japoatã	10,0	2	0,870	0,880	0,35	7	380

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

Tipo de partida:	Partida Direta à Plena Tensão
------------------	-------------------------------

Corrente de partida:	7 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:

$I_{\text{nominal motor}} =$	14,61 A	$I_{\text{partida motor}} =$	102,24 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	14,61	0,85	17,18	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

$$S_{\text{condutor}} = 1,04 \text{ mm}^2$$

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

$I_{cc\ max} = 2,00\ kA$   
 $T_{elim.\ defeito} = 0,5\ seg$   
condutor: PVC  
 $T_{final} = 250\ ^\circ C$   
 $T_{inicial} = 90\ ^\circ C$

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

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

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

Seção escolhida:  $4\ mm^2$   
Diâmetro externo condutor:  $8,26\ mm$   
Quantidade por fase: 1

### 2.1.3 - DIMENSIONAMENTO DO ELETRODUTO

$S_{total\ condutor} = 160,63\ mm^2$   
 $S_{eletroduto} \Rightarrow 486,76\ mm^2$   
 $\Phi_{eletroduto} \Rightarrow 24,90\ mm$

Empregaremos, portanto, eletroduto de:

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

### 3 - CONDIÇÕES DOS CIRCUITOS RAMAIS DE MOTOR

MOTOR: JAPOATÃ

Seção dos cabos do ramal do motor da bomba  $4\ mm^2$   
Parâmetros do cabo ramal motor-1  $R_{ramal-1} = 5,5200\ \Omega/km$   
Parâmetros do cabo ramal motor-1  $X_{ramal-1} = 0,1400\ \Omega/km$   
Comprimento do ramal do motor-1  $15\ m$   
Número de cabos por fase do motor-1 1  
Maneira de instalar do motor-1 D  
Eletroduto para os cabos do motor-1 PVC

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

Impedância do circuito: Ramal de Entrada  $R_{cabo\ sec} = 0,0276\ \Omega/380V$   
 $X_{cabo\ sec} = 0,0024\ \Omega/380V$   
 $Z_{cabo\ sec} = 0,0277\ \Omega/380V$

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

Impedância circuito motor  $R_{ramal-1} = 0,0828\ \Omega/380V$   
 $X_{ramal-1} = 0,0021\ \Omega/380V$   
 $Z_{ramal-1} = 0,0828\ \Omega/380V$

Impedância do motor-1 na partida  $P_{motor-1} = 9,61\ kVA$   
 $R_{motor-1} = 0,00$   
 $X_{motor-1} = 1000 \times V_{nm}^2 / K \times P_{motor}$   
 $X_{motor-1} = 2,14582\ (\Omega)$   
 $Z_{motor-1} = 2,1458\ (\Omega)$

Impedância do motor-1 em regime  $R_{motor-1\ reg} = 0,00$   
 $X_{motor-1\ reg} = 15,0207\ (\Omega)$   
 $Z_{motor-1\ reg} = 15,0207\ (\Omega)$

Corrente de partida do motor-1  $I_{partida} = (1000 \times V_{nm}) / [raiz(3) \times (Z_{total} + Z_{motor})]$   
CORRENTE NA PARTIDA DIRETA:  $I_{partida} = 102,24\ A$

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

**PARTIDA DIRETA**

Partida do motor-1

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

$$\Delta V = 11,30 \text{ V}$$

$$\Delta V = 2,97 \%$$

CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90

**POSSÍVEL A PARTIDA**

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

Queda de tensão em regime

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

$$\Delta V = 1,61 \text{ V}$$

$$\Delta V = 0,42 \%$$

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 EEAT	10 CV
fator de potência do motor a 100% da carga:	0,88 pu
fator de potência desejado para o motor:	0,92 pu
potência ativa requerida pelo motor (100% da carga):	10 kW
coeficiente para correção para 0,92:	0,141
potência reativa requerida pelo motor (100% carga):	1,36 kVAr
<b>5.1.1 - DISPOSITIVOS ACIONAMENTO/PROTEÇÃO CAPACITORES ESTÁTICOS: FUSÍVEL</b>	
Fusível retardado proteção dos capacitores:	1,5 kVAr Fusível= 10 A

**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= 10,0 CV
Corrente nominal do motor	In= 14,61 A
Corrente nominal do fusível In=	In= 32 A

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

Capacidade de acionamento do motor de:	10,0 CV
Corrente nominal do motor:	14,61 A
Corrente nominal do Contactor:	18 A
Faixa de ajuste do relé de sobrecarga:	11-17 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>
<b>Portanto, o condutor de aterramento dos equipamentos:</b>	$S_{\text{cond.}} =$	<b>16 mm<sup>2</sup></b>

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		38,54	16	1	1,38	0,12
ALIMENTADOR GERAL - NEUTRO			16	1	1,38	0,12
RAMAL DO MOTOR DA ELEVATÓRIA (CV)	10	14,61	4	1	5,52	0,14
CAPACITOR CORREÇÃO INDIVID. p/MOTOR (kVar)	1,5	2,28	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	32	$\geq 30$	500V	9-12,5	12x

### 8.3 - ACIONAMENTOS

CIRCUITOS	DISPOSITIVO	$I_{\text{nominal}}$ (A)	Tensão nominal
MOTOR 10,0 CV	CONTACTOR	18	380
CAPACITOR 1,5 kVar trifásico	FUSIVEL	10	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 EE-03**

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

A Iluminação Interna destina-se a dotar a área da Estação Elevatória de Esgoto EE-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 EE-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 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  $K = (C \times L) / H_m \times (C + L)$   $K = 0,78$

Coeficiente 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:  $E_{\text{médio}} = \frac{N \times n \times \Phi \times F_u \times 1,1}{A}$

Iluminância média calculada:  **$E_{\text{médio}} = 124 \text{ lux}$**

## **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:  $E_{\text{medio}} = \frac{N \times n \times \Phi \times F_u \times 1,1}{A}$

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

## 4.2.4 Estação Elevatória de Esgoto EE-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 ENERGEPE 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
Japoatã	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:

$I_{cc\ max} = 2,00\ kA$   
 $T_{elim.\ defeito} = 0,5\ seg$   
condutor: PVC  
 $T_{final} = 250\ ^\circ C$   
 $T_{inicial} = 90\ ^\circ C$

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

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

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

Seção escolhida:  $4\ mm^2$   
Diâmetro externo condutor:  $8,26\ mm$   
Quantidade por fase: 1

### 2.1.3 - DIMENSIONAMENTO DO ELETRODUTO

$S_{total\ condutor} = 160,63\ mm^2$   
 $S_{eletroduto} \Rightarrow 486,76\ mm^2$   
 $\Phi_{eletroduto} \Rightarrow 24,90\ mm$

Empregaremos, portanto, eletroduto de:

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

### 3 - CONDIÇÕES DOS CIRCUITOS RAMAIS DE MOTOR

MOTOR: JAPOATÃ

Seção dos cabos do ramal do motor da bomba  $4\ mm^2$   
Parâmetros do cabo ramal motor-1  $R_{ramal-1} = 5,5200\ \Omega/km$   
Parâmetros do cabo ramal motor-1  $X_{ramal-1} = 0,1400\ \Omega/km$   
Comprimento do ramal do motor-1  $15\ m$   
Número de cabos por fase do motor-1 1  
Maneira de instalar do motor-1 D  
Eletroduto para os cabos do motor-1 PVC

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

Impedância do circuito: Ramal de Entrada  $R_{cabo\ sec} = 0,0276\ \Omega/380V$   
 $X_{cabo\ sec} = 0,0024\ \Omega/380V$   
 $Z_{cabo\ sec} = 0,0277\ \Omega/380V$

#### 4.1 - CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DO MOTOR-1 EE -04

Impedância circuito motor  $R_{ramal-1} = 0,0828\ \Omega/380V$   
 $X_{ramal-1} = 0,0021\ \Omega/380V$   
 $Z_{ramal-1} = 0,0828\ \Omega/380V$

Impedância do motor-1 na partida  $P_{motor-1} = 4,08\ kVA$   
 $R_{motor-1} = 0,00$   
 $X_{motor-1} = 1000 \times V_{nm}^2 / K \times P_{motor}$   
 $X_{motor-1} = 4,72439\ (\Omega)$   
 $Z_{motor-1} = 4,7244\ (\Omega)$

Impedância do motor-1 em regime  $R_{motor-1\ reg} = 0,00$   
 $X_{motor-1\ reg} = 35,4329\ (\Omega)$   
 $Z_{motor-1\ reg} = 35,4329\ (\Omega)$

Corrente de partida do motor-1  $I_{partida} = (1000 \times V_{nm}) / [raiz(3) \times (Z_{total} + Z_{motor})]$   
CORRENTE NA PARTIDA DIRETA:  $I_{partida} = 46,44\ A$

**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**

**EE -04**

motor da bomba principal EEAT

4 CV

fator de potência do motor a 100% da carga:

0,86 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):

0,57 kVAr

Capacitores necessários para correção do fator de potência:

0,5 kVAr trifásico

Tensão de alimentação da célula/banco

380 Volt

**5.1.1 - DISPOSITIVOS ACIONAMENTO/PROTEÇÃO CAPACITORES ESTÁTICOS: FUSÍVEL**

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:

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

$I_{\text{defeito}}$  = 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:  $S_{\text{cond.malha}} = 16 \text{ mm}^2$**

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

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 EE-04**

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

A Iluminação Interna destina-se a dotar a área da Estação Elevatória de Esgoto EE-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 EE-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  $K = (C \times L) / H_m \times (C + L)$   $K = 0,78$

Coeficiente 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:  $E_{\text{médio}} = \frac{N \times n \times \Phi \times F_u \times 1,1}{A}$

Iluminância média calculada:  **$E_{\text{médio}} = 124 \text{ lux}$**

## **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:  $E_{\text{medio}} = \frac{N \times n \times \Phi \times F_u \times 1,1}{A}$

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

## 4.3 PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS

### 4.3.1 Introdução

O presente item tem por objetivo o pré-dimensionamento estrutural das diversas obras componentes do referido projeto.

### 4.3.2 Premissas de Cálculo

- Peso Específico do Concreto: ..... 2,50 tf/m<sup>3</sup>;
- Peso Específico do Solo: ..... 1,90 tf/m<sup>3</sup>;
- Peso Específico do Enchimento: ..... 1,50 tf/m<sup>3</sup>;
- Concreto: ..... fck = 30 MPa;
- Nível do Lençol Freático: ..... Coincidindo com o N.T.

### 4.3.3 Estação Elevatória EE-01

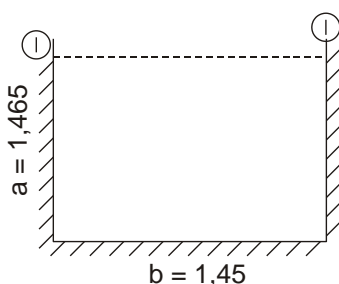
#### 4.3.3.1 Caixa de Chegada

- Parede ⇒ 0,15 x 5,20 x 1,39 x 2,50 ⇒ ..... 2,71 tf
- Fundo ⇒ 0,15 x 1,60 x 1,30 x 2,50 ⇒ ..... 0,78 tf
- 3,49 tf**

- $ps = \frac{3,49}{1,60 \times 1,30} = 1,68 \text{ tf/m}^2 > U \text{ (ok)}$

- Subpressão U = 1,44 tf/m<sup>2</sup>

#### PAREDES



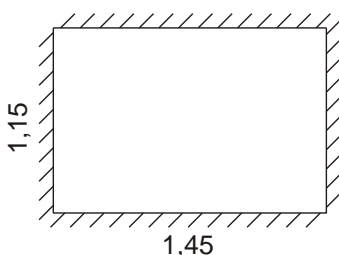
$$pm = 1,90 \times 0,65 \times 0,33 = 0,40 \text{ tf/m}^2$$

$$a / b = 1,00$$

$$M_{\text{máx}} = Xb_1 = -0,0866 \times 0,40 \times 1,45^2 = -0,07 \text{ tfm/m}$$

$$As_m = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

#### FUNDO



$$\delta = 1,68 - 0,15 \times 2,5 = 1,30 \text{ tf/m}^2 \quad h = 15 \text{ cm}$$

$$M_{\text{máx}} = Xx = -0,11 \text{ tfm/m} \quad As_m = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

#### 4.3.3.2 Poço

- Tampa  $\Rightarrow (0,785 \times 1,40^2 - 0,60 \times 1,37) \times 0,15 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 0,27 \text{ tf}$
  - Parede  $\Rightarrow \pi \times 1,60 \times 2,47 \times 0,20 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 6,21 \text{ tf}$
  - L. Fundo  $\Rightarrow 0,785 \times 2,40^2 \times 0,30 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 3,39 \text{ tf}$
- 9,87 tf**

#### PESO DO SOLO SOBRE A ABA

- $0,785 (2,40^2 - 1,80^2) \times 2,37 \times 1,90 \Rightarrow \dots\dots\dots 8,91 \text{ tf}$
  - $- 0,30 \times 1,40 \times 1,35 \times 1,90 \Rightarrow \dots\dots\dots - 1,08 \text{ tf}$
- 7,83 tf**

Devido as dimensões do poço e caixa de comendo, a análise será feita para as mesmas em conjunto.

#### 4.3.3.3 Caixa de Comando

- Parede  $\Rightarrow 0,15 \times 5,25 \times 1,30 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 2,56 \text{ tf}$
  - Tampa  $\Rightarrow (1,20 \times 1,45 - 0,70^2) \times 0,15 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 0,47 \text{ tf}$
  - Fundo  $\Rightarrow 1,50 \times 1,75 \times 0,15 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 0,98 \text{ tf}$
- 4,01 tf**

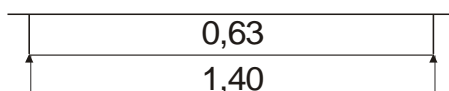
- $N = 21,71 \text{ tf}$
- $S = 4,52 + 1,15 \times 1,75 = 6,53 \text{ m}^2$
- $p_s = \frac{21,71}{6,53} = 3,32 \text{ tf/m}^2$
- $p_v = 4,52 \times 2,67 + 2,01 \times 1,35 = 14,78 \text{ tf} < N = 21,71 \text{ tf}$

#### TAMPA $h = 15$

$pp = 0,38 \text{ tf/m}^2$

$rev = 0,05 \text{ tf/m}^2$

$sc = \frac{0,20}{0,63} \text{ tf/m}^2$



$R = 0,44 \text{ tf/m}$

$M = 0,15 \text{ tfm/m}$

$As_m = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$

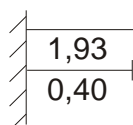
#### PARADE DO POÇO

- Armadura Vertical  $\Rightarrow As_m = 8,00 \text{ cm}^2/\text{m}$  (Total)
- Armadura Horizontal  $\Rightarrow As_m = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$  (Por Face)

#### LAJE DE FUNDAÇÃO DO POÇO

ABA  $h = 30$

$\delta = 3,32 - 0,30 \times 2,50 - 1,90 \times 2,37 = -1,93 \text{ tf/m}^2$



$R = 0,77 \text{ tf/m}$

$X = -0,15 \text{ tfm/m}$

$As_m = 4,50 \text{ cm}^2/\text{m}$

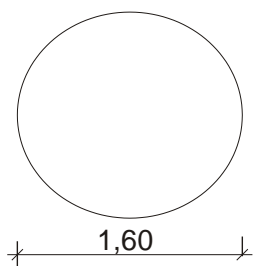


VÃO  $h = 30$

$$\delta = 3,32 - 0,30 \times 2,50 = 2,57 \text{ tf/m}^2$$

$$M_r = M_t = \frac{2,57 \times 1,60^2}{20} = 0,33 \text{ tfm/m}$$

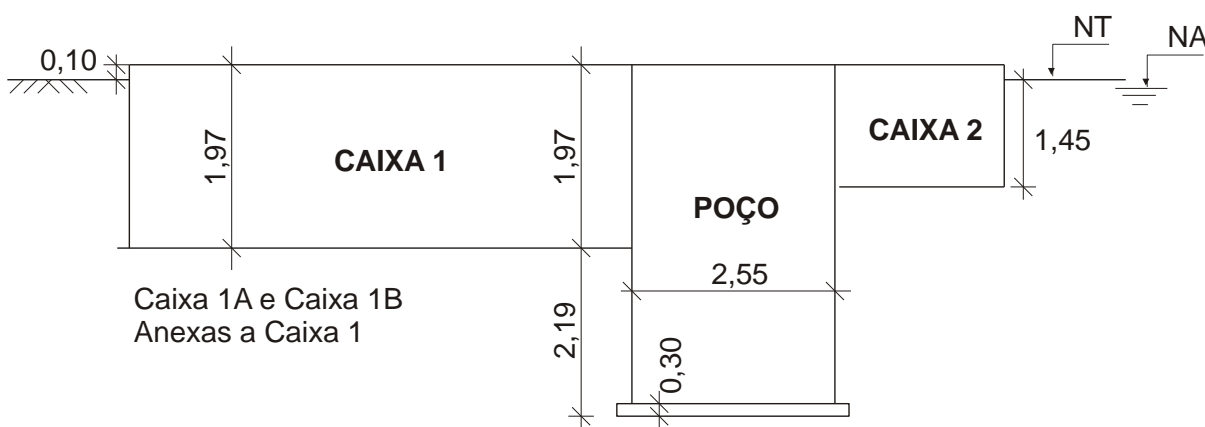
$$A_{s_m} = 4,50 \text{ cm}^2/\text{m}$$



#### **ARMADURA DA CAIXA DE COMANDO**

- Paredes, Tampa e Fundo  $\Rightarrow A_{s_m} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$

#### **4.3.4 Estação Elevatória EE-02**



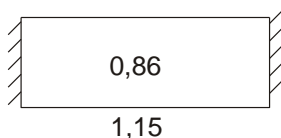
##### **4.3.4.1 Caixas 1A e 1B (Consideradas Isoladas para Verificação à Flutuação)**

- Parede  $\Rightarrow 0,15 \times 4,60 \times 1,97 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 3,40 \text{ tf}$
  - Fundo  $\Rightarrow 0,15 \times 1,30 \times 1,30 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 0,63 \text{ tf}$
- 4,03 tf**

- $p_s = \frac{4,03}{1,30 \times 1,30} = 2,38 \text{ tf/m}^2 > U \text{ (ok)}$

- Subpressão  $U = 2,02 \text{ tf/m}^2$

#### **PAREDES $h = 15$**



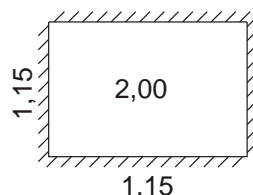
$$p_{\text{máx}} = 1,90 \times 1,37 \times 0,33 = 0,86 \text{ tf/m}^2$$

$$X = -0,10 \text{ tfm/m}$$

$$M = 0,05 \text{ tfm/m}$$

$$A_{s_m} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

#### **FUNDO $h = 15$**



$$\delta = 2,38 - 0,15 \times 2,50 = 2,00 \text{ tf/m}^2$$

$$M = 0,06 \text{ tfm/m}$$

$$X = -0,12 \text{ tfm/m}$$

$$A_{s_m} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$$



#### 4.3.4.2 Caixa 1

- Parede  $\Rightarrow 0,20 \times 16,76 \times 1,77 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 14,83 \text{ tf}$
  - L. Fundo  $\Rightarrow 0,20 \times 2,42 \times 7,37 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 8,92 \text{ tf}$
- 23,75 tf**

- $ps_1 = \frac{23,75}{2,42 \times 7,37} = 1,33 \text{ tf/m}^2$

#### ENCHIMENTOS

- $7,17 \times 2,02 \times 1,02 \Rightarrow \dots\dots\dots 14,77 \text{ m}^3$
  - $2,55 \times 0,20 \times 0,64 \Rightarrow \dots\dots\dots - 0,33 \text{ m}^3$
  - $2,40 \times 0,20 \times 0,20 \Rightarrow \dots\dots\dots - 0,10 \text{ m}^3$
  - $2,33 \times 0,42 \times 1,02 \Rightarrow \dots\dots\dots - 1,00 \text{ m}^3$
  - $2,35 \times 0,26 \times 0,64 \Rightarrow \dots\dots\dots - 0,39 \text{ m}^3$
- 12,95 m<sup>3</sup>**

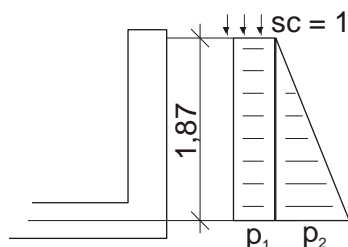
**P<sub>ench</sub> = 19,43 tf**

- $ps_2 = \frac{43,18}{2,42 \times 7,37} = 2,42 \text{ tf/m}^2 > U \text{ (ok)}$

- Subpressão  $U = 1,87 \text{ tf/m}^2$

#### PAREDES LATERAIS

$h = 20$



$p_1 = 1,00 \times 0,33 = 0,33 \text{ tf/m}^2$

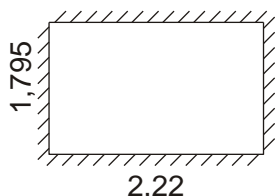
$p_2 = 1,90 \times 1,87 \times 0,33 = 1,17 \text{ tf/m}^2$

$X = -\frac{0,33 \times 1,87^2}{2} - \frac{1,17 \times 1,87^2}{2 \times 3} = -1,26 \text{ tfm/m}$

$As_m = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

#### PAREDE DE TOPO

$pm = 0,92 \text{ tf/m}^2$



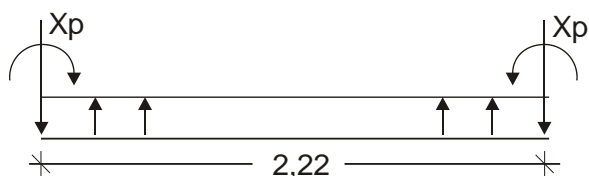
$As_m = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

#### LAJE DE FUNDO

$h = 20$

- Fase de construção, sem enchimento

$\delta = 1,33 - 0,20 \times 2,50 = 0,83 \text{ tf/m}^2$



$M = 0,51 \text{ tfm/m} \quad As_m = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

#### 4.3.4.3 Poço

- Tampa  $\Rightarrow (0,785 \times 2,15^2 - 0,90 \times 2,15) \times 0,15 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 0,64 \text{ tf}$
  - Parede  $\Rightarrow \pi \times 2,35 \times 3,86 \times 0,20 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 14,25 \text{ tf}$
  - Fundo  $\Rightarrow 0,785 \times 3,15^2 \times 0,30 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 5,84 \text{ tf}$
- 20,73 tf**

#### PESO DO SOLO SOBRE A ABA

- $0,785 (3,15^2 - 2,55^2) \times 3,76 \times 1,90 \Rightarrow \dots\dots\dots 19,18 \text{ tf}$
  - $- 0,30 \times 3,10 \times 1,87 \times 1,90 \Rightarrow \dots\dots\dots - 3,30 \text{ tf}$
  - $- 0,30 \times 2,00 \times 1,45 \times 1,90 \Rightarrow \dots\dots\dots - 2,07 \text{ tf}$
- 13,81 tf**

- $ps = \frac{34,54}{7,79} = 4,43 \text{ tf/m}^2 > U \text{ (ok)}$

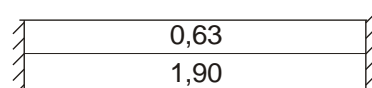
- Subpressão  $U = 4,06 \text{ tf/m}^2$

#### TAMPA $h = 15$

pp =  $0,38 \text{ tf/m}^2$

rev =  $0,05 \text{ tf/m}^2$

sc =  $\frac{0,20}{0,63} \text{ tf/m}^2$



$R = 0,60 \text{ tf/m}$

$X = - 0,19 \text{ tfm/m}$

$M = 0,10 \text{ tfm/m}$

$As_m = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$

#### PAREDE

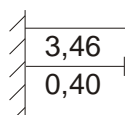
- Armadura Vertical  $\Rightarrow As_m = 8,00 \text{ cm}^2/\text{m}$  (Total)

- Armadura Horizontal  $\Rightarrow As_m = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$  (Por Face)

#### LAJE DE FUNDAÇÃO

ABA  $h = 30$

$\delta = 4,43 - 0,30 \times 2,50 - 1,90 \times 3,76 = -3,46 \text{ tf/m}^2$



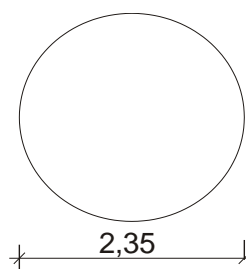
$R = 1,38 \text{ tf/m}$

$X = -0,28 \text{ tfm/m}$

$As_m = 4,50 \text{ cm}^2/\text{m}$

VÃO  $h = 30$

$\delta = 4,43 - 0,30 \times 2,50 = 3,68 \text{ tf/m}^2$



$Mr = Mt = \frac{3,68 \times 2,35^2}{20} = 1,02 \text{ tfm/m}$

$As_m = 4,50 \text{ cm}^2/\text{m}$

#### 4.3.4.4 Caixa 2 (Comandos)

Considerada isolada, com fechamento nos 4 lados.

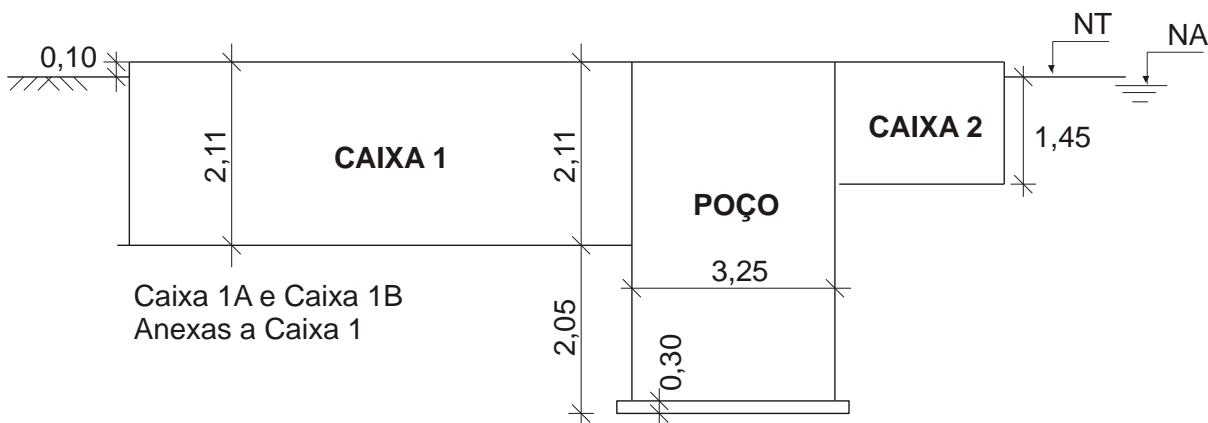
- Parede  $\Rightarrow 0,15 \times 6,30 \times 1,40 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 3,31 \text{ tf}$
  - Tampa  $\Rightarrow (1,20 \times 1,60 - 0,70^2) \times 0,15 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 0,56 \text{ tf}$
  - Fundo  $\Rightarrow 1,50 \times 1,95 \times 0,15 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 1,10 \text{ tf}$
- 4,97 tf**

- $ps = \frac{4,97}{1,50 \times 1,95} = 1,70 \text{ tf/m}^2 > U \text{ (ok)}$

- Subpressão  $U = 1,45 \text{ tf/m}^2$

- Armadura  $As_m = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$

#### 4.3.5 Estação Elevatória EE-03



##### 4.3.5.1 Caixas 1A e 1B (Consideradas Isoladas para Verificação à Flutuação)

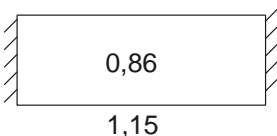
- Parede  $\Rightarrow 0,15 \times 4,60 \times 2,11 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 3,64 \text{ tf}$
  - Fundo  $\Rightarrow 0,15 \times 1,30 \times 1,30 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 0,63 \text{ tf}$
- 4,27 tf**

- $ps = \frac{4,27}{1,30 \times 1,30} = 2,53 \text{ tf/m}^2 > U \text{ (ok)}$

- Subpressão  $U = 2,16 \text{ tf/m}^2$

##### PAREDES

$h = 15$



$pm_{\max} = 1,90 \times 1,37 \times 0,33 = 0,86 \text{ tf/m}^2$

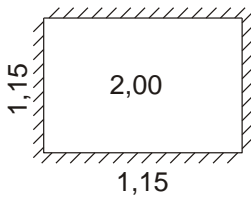
$X = - 0,10 \text{ tfm/m}$

$M = 0,05 \text{ tfm/m}$

$As_m = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$

**FUNDO**

$h = 15$



$\delta = 2,38 - 0,15 \times 2,50 = 2,00 \text{ tf/m}^2$

$M = 0,06 \text{ tfm/m}$

$X = -0,12 \text{ tfm/m} \quad A_{sm} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$

**4.3.5.2 Caixa 1**

- Parede  $\Rightarrow 0,20 \times 18,48 \times 1,91 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 17,65 \text{ tf}$
  - L. Fundo  $\Rightarrow 0,20 \times 2,52 \times 8,18 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 10,31 \text{ tf}$
- 27,96 tf**

•  $ps_1 = \frac{27,96}{2,52 \times 8,18} = 1,36 \text{ tf/m}^2$

**ENCHIMENTOS**

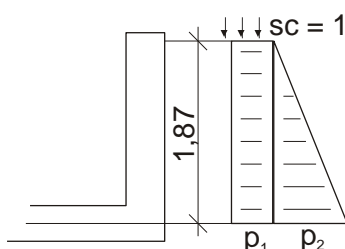
- $7,98 \times 2,12 \times 1,10 \Rightarrow \dots\dots\dots 18,60 \text{ m}^3$
  - $- 2,55 \times 0,20 \times 0,69 \Rightarrow \dots\dots\dots - 0,35 \text{ m}^3$
  - $- 2,40 \times 0,20 \times 0,20 \Rightarrow \dots\dots\dots - 0,10 \text{ m}^3$
  - $- 3,15 \times 0,52 \times 1,10 \Rightarrow \dots\dots\dots - 1,80 \text{ m}^3$
  - $- 2,35 \times 0,26 \times 0,69 \Rightarrow \dots\dots\dots - 0,42 \text{ m}^3$
- 15,93 m<sup>3</sup>**
- P<sub>ench</sub> = 23,90 tf**

•  $ps_2 = \frac{51,86}{2,52 \times 8,18} = 2,52 \text{ tf/m}^2 > U \text{ (ok)}$

• Subpressão  $U = 2,01 \text{ tf/m}^2$

**PAREDES LATERAIS**

$h = 20$



$p_1 = 1,00 \times 0,33 = 0,33 \text{ tf/m}^2$

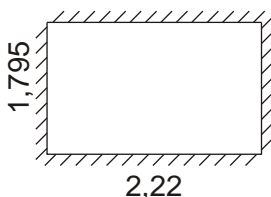
$p_2 = 1,90 \times 1,87 \times 0,33 = 1,17 \text{ tf/m}^2$

$X = -\frac{0,33 \times 1,87^2}{2} - \frac{1,17 \times 1,87^2}{2 \times 3} = -1,26 \text{ tfm/m}$

$A_{sm} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

**PAREDE DE TOPO**

$pm = 0,92 \text{ tf/m}^2$

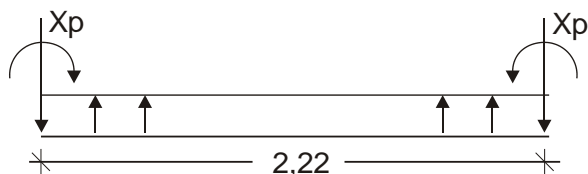


$A_{sm} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

**LAJE DE FUNDO**  $h = 20$

- Fase de construção, sem enchimento

$$\delta = 1,33 - 0,20 \times 2,50 = 0,83 \text{ tf/m}^2$$



$$M = 0,51 \text{ tfm/m} \quad A_{sm} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**4.3.5.3 Poço**

- Tampa  $\Rightarrow (0,785 \times 2,85^2 - 2,70 \times 0,60) \times 0,15 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 1,78 \text{ tf}$
  - Parede  $\Rightarrow \pi \times 3,05 \times 3,86 \times 0,20 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 18,49 \text{ tf}$
  - Fundo  $\Rightarrow 0,785 \times 3,85^2 \times 0,30 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 8,73 \text{ tf}$
- 29,00 tf**

**PESO DO SOLO SOBRE A ABA**

- $0,785 (3,85^2 - 3,25^2) \times 3,76 \times 1,90 \Rightarrow \dots\dots\dots 23,89 \text{ tf}$
  - $- 0,30 \times 3,20 \times 2,01 \times 1,90 \Rightarrow \dots\dots\dots - 3,67 \text{ tf}$
  - $- 0,30 \times 2,50 \times 1,45 \times 1,90 \Rightarrow \dots\dots\dots - 2,07 \text{ tf}$
- 18,15 tf**

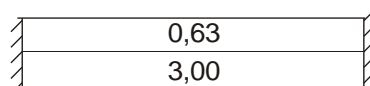
- $ps = \frac{47,15}{11,63} = 4,05 \text{ tf/m}^2 \cong U = 4,06 \text{ tf/m}^2$

**TAMPA**  $h = 15$

pp =  $0,38 \text{ tf/m}^2$

rev =  $0,05 \text{ tf/m}^2$

sc =  $\frac{0,20}{0,63} \text{ tf/m}^2$



$R = 0,94 \text{ tf/m}$

$X = - 0,47 \text{ tfm/m}$

$M = 0,24 \text{ tfm/m}$

$A_{sm} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$

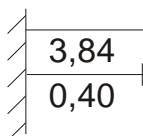
**PAREDE**

- Armadura Vertical  $\Rightarrow A_{sm} = 8,00 \text{ cm}^2/\text{m}$  (Total)
- Armadura Horizontal  $\Rightarrow A_{sm} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$  (Por Face)

**LAJE DE FUNDAÇÃO**

ABA  $h = 30$

$$\delta = 4,05 - 0,30 \times 2,50 - 1,90 \times 3,76 = -3,84 \text{ tf/m}^2$$

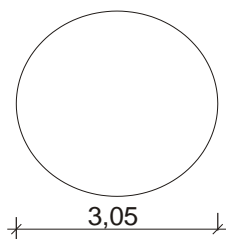


$R = 1,54 \text{ tf/m}$

$X = -0,30 \text{ tfm/m}$

$A_{sm} = 4,50 \text{ cm}^2/\text{m}$

VÃO  $h = 30$



$$\delta = 4,05 - 0,30 \times 2,50 = 3,30 \text{ tf/m}^2$$

$$M_r = M_t = \frac{3,30 \times 3,05^2}{20} = 1,53 \text{ tfm/m}$$

$$M_x = M_y = \sqrt{2} \cdot M_r = 2,16 \text{ tfm/m} \quad A_{sm} = 4,50 \text{ cm}^2/\text{m}$$

#### 4.3.5.4 Caixa 2 (Comandos)

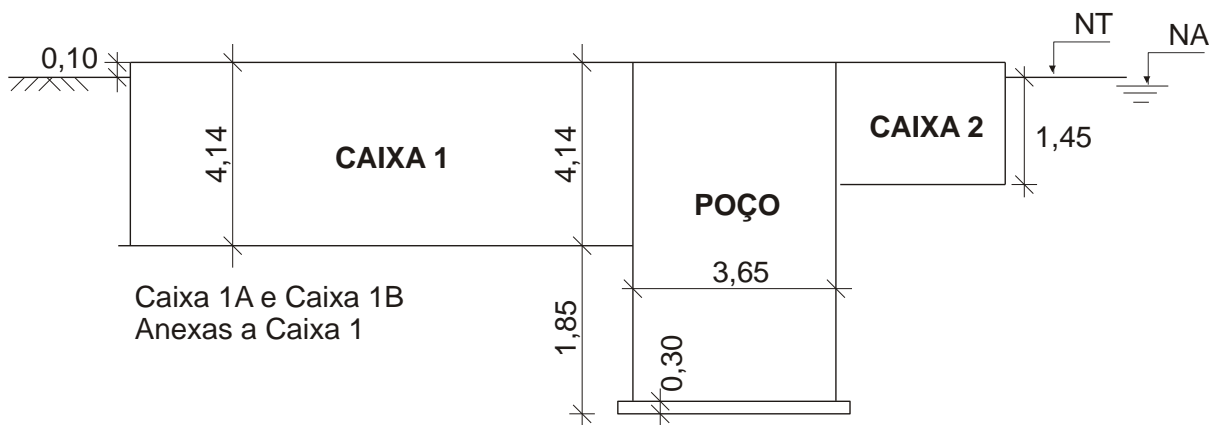
Considerada isolada, com fechamento nos 4 lados.

- Parede  $\Rightarrow 0,15 \times 6,30 \times 1,40 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 3,31 \text{ tf}$
  - Tampa  $\Rightarrow (1,20 \times 1,60 - 0,70^2) \times 0,15 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 0,56 \text{ tf}$
  - Fundo  $\Rightarrow 1,50 \times 1,95 \times 0,15 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 1,10 \text{ tf}$
- 4,97 tf**

- $ps = \frac{4,97}{1,50 \times 1,95} = 1,70 \text{ tf/m}^2 > U \text{ (ok)}$

- Subpressão  $U = 1,45 \text{ tf/m}^2$
- Armadura  $A_{sm} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$

#### 4.3.6 Estação Elevatória EE-04



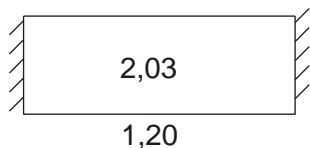
##### 4.3.6.1 Caixas 1A e 1B

- Parede  $\Rightarrow 0,20 \times 1,40 \times 3,84 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 2,69 \text{ tf}$
  - Parede  $\Rightarrow 2 \times 0,20 \times 1,00 \times 3,84 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 3,84 \text{ tf}$
  - Fundo  $\Rightarrow 0,20 \times 1,20 \times 1,40 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 0,84 \text{ tf}$
- 8,37 tf > U**

- Subpressão  $U = 1,20 \times 1,40 \times 4,04 = 6,78 \text{ tf}$

- $ps = \frac{8,37}{1,20 \times 1,40} = 4,98 \text{ tf/m}^2$

**PAREDES**  $h = 20$

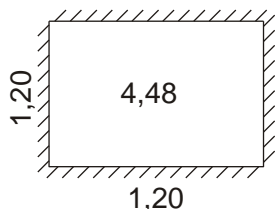


$$p_{\max} = 1,90 \times 3,24 \times 0,33 = 2,03 \text{ tf/m}^2$$

$$X = -0,24 \text{ tfm/m}$$

$$M = 0,12 \text{ tfm/m} \quad A_{sm} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**FUNDO**  $h = 20$



$$\delta = 4,98 - 0,20 \times 2,50 = 4,48 \text{ tf/m}^2$$

$$M = 0,11 \text{ tfm/m}$$

$$X = -0,27 \text{ tfm/m} \quad A_{sm} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**4.3.6.2 Caixa 1**

- Parede  $\Rightarrow 0,30 \times 19,50 \times 3,84 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 56,16 \text{ tf}$
- L. Fundo  $\Rightarrow 0,30 \times 3,18 \times 8,86 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 21,13 \text{ tf}$
- 77,29 tf**

**ENCHIMENTOS**

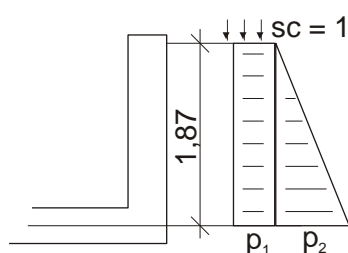
- $8,36 \times 2,18 \times 1,15 \Rightarrow \dots\dots\dots 20,95 \text{ m}^3$
- $- 2,55 \times 0,25 \times 0,71 \Rightarrow \dots\dots\dots - 0,45 \text{ m}^3$
- $- 3,50 \times 0,58 \times 1,15 \Rightarrow \dots\dots\dots - 2,33 \text{ m}^3$
- $- 2,40 \times 0,20 \times 0,20 \Rightarrow \dots\dots\dots - 0,10 \text{ m}^3$
- $- 2,35 \times 0,26 \times 0,71 \Rightarrow \dots\dots\dots - 0,43 \text{ m}^3$
- 17,46 m<sup>3</sup>**

$$P_{\text{ench}} = 26,46 \text{ tf}$$

**PESO SOBRE A ABA**

- $P_{\text{solo}} = 17,90 \times 0,20 \times 3,74 \times 1,90 = 25,44 \text{ tf}$
- $p_s = \frac{129,19}{3,18 \times 8,86} = 4,59 \text{ tf/m}^2 > U = 4,04 \text{ tf/m}^2$  (Subpressão)

**PAREDES LATERAIS**  $h = 30$



$$p_1 = 1,00 \times 0,33 = 0,33 \text{ tf/m}^2$$

$$p_2 = 1,90 \times 3,89 \times 0,33 = 2,44 \text{ tf/m}^2$$

$$X = -\frac{0,33 \times 1,87^2}{2} - \frac{1,17 \times 1,87^2}{2 \times 3} = -8,65 \text{ tfm/m}$$

$$A_s = 11,96 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (Externo)}$$

$$A_{sm} = 4,50 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (Interno)}$$

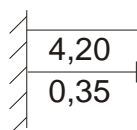
**PAREDE DE TOPO**

$$A_{sm} = 4,50 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**LAJE DE FUNDO**  $h = 30$

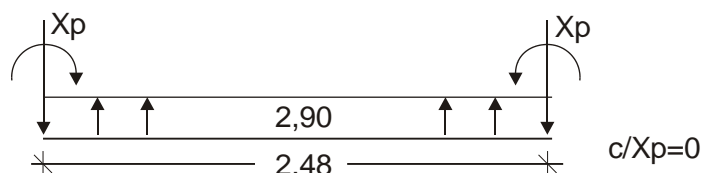
- Fase de construção, sem enchimento

ABA  $h = 30$   $\delta = 3,65 - 0,30 \times 2,50 - 1,90 \times 3,74 = -4,20 \text{ tf/m}^2$



$X = -0,26 \text{ tfm/m}$   $A_{sm} = 4,50 \text{ cm}^2/\text{m}$

VÃO  $h = 30$   $\delta = 3,65 - 0,30 \times 2,50 = 2,90 \text{ tf/m}^2$



$M = 2,23 \text{ tfm/m}$   $A_{sm} = 4,50 \text{ cm}^2/\text{m}$

**4.3.6.3 Poço**

- Tampa  $\Rightarrow (0,785 \times 3,25^2 - 3,00 \times 0,70) \times 0,20 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 3,10 \text{ tf}$
  - Parede  $\Rightarrow \pi \times 3,45 \times 5,69 \times 0,20 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 30,84 \text{ tf}$
  - Fundo  $\Rightarrow 0,785 \times 4,45^2 \times 0,30 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 11,66 \text{ tf}$
- 45,60 tf**

**PESO DO SOLO SOBRE A ABA**

- $0,785 (4,45^2 - 3,65^2) \times 5,69 \times 1,90 \Rightarrow \dots\dots\dots 55,00 \text{ tf}$
  - $- 0,30 \times 3,10 \times 4,04 \times 1,90 \Rightarrow \dots\dots\dots - 7,14 \text{ tf}$
  - $- 0,30 \times 2,20 \times 1,45 \times 1,90 \Rightarrow \dots\dots\dots - 1,82 \text{ tf}$
- 46,04 tf**

$ps = \frac{91,64}{15,54} = 5,89 \text{ tf/m}^2 = U$

$U = 5,89 \text{ tf/m}^2$

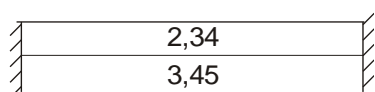
Considerando-se que no levantamento o solo possui um ângulo de ruptura  $>0^\circ$ , admite-se a estabilidade.

**PAREDE**

- Armadura Vertical  $\Rightarrow A_{sm} = 8,00 \text{ cm}^2/\text{m}$  (Total)
- Armadura Horizontal

A condição mais desfavorável será a de uma faixa na altura da laje de fundo da Caixa 1, submetida ao carregamento do solo (Flexão máx.).

$p = 1,90 \times 3,74 \times 0,33 = 2,34 \text{ tf/m}^2$   $h = 20$



$R = 4,03 \text{ tf/m}$   
 $X = - 2,32 \text{ tfm/m}$   $A_s = 5,35 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $M = 1,16 \text{ tfm/m}$

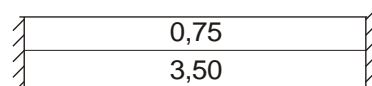


**TAMPA**  $h = 20$

pp =  $0,50 \text{ tf/m}^2$

rev =  $0,05 \text{ tf/m}^2$

sc =  $\frac{0,20}{0,75} \text{ tf/m}^2$



$R = 1,31 \text{ tf/m}$

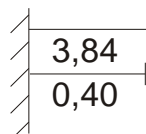
$X = -0,76 \text{ tfm/m}$

$M = 0,38 \text{ tfm/m}$

$A_{sm} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

**LAJE DE FUNDAÇÃO**

**ABA**  $h = 30$

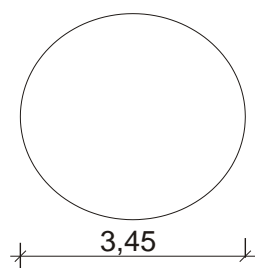


$\delta = 5,89 - 0,30 \times 2,50 - 1,90 \times 5,59 = -5,48 \text{ tf/m}^2$

$R = 2,74 \text{ tf/m}$

$X = -0,69 \text{ tfm/m}$

**VÃO**  $h = 30$



$\delta = 5,89 - 0,30 \times 2,50 = 5,14 \text{ tf/m}^2$

$M_r = M_t = \frac{5,14 \times 3,45^2}{20} + 0,69 = 3,75 \text{ tfm/m}$

$M_x = M_y = \sqrt{2} \cdot M_r = 5,30 \text{ tfm/m}$

$A_s = 7,33 \text{ cm}^2/\text{m}$   $p = 0,98\%$

$A_{sF} = 9,97 \text{ cm}^2/\text{m}$  (F.Sup)

**4.3.6.4 Caixa 2 (Comandos)**

Considerada isolada, com fechamento nos 4 lados.

- Parede  $\Rightarrow 0,15 \times 6,30 \times 1,40 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 3,31 \text{ tf}$
  - Tampa  $\Rightarrow (1,20 \times 1,60 - 0,70^2) \times 0,15 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 0,56 \text{ tf}$
  - Fundo  $\Rightarrow 1,50 \times 1,95 \times 0,15 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 1,10 \text{ tf}$
- 4,97 tf**

•  $p_s = \frac{4,97}{1,50 \times 1,95} = 1,70 \text{ tf/m}^2 > U \text{ (ok)}$

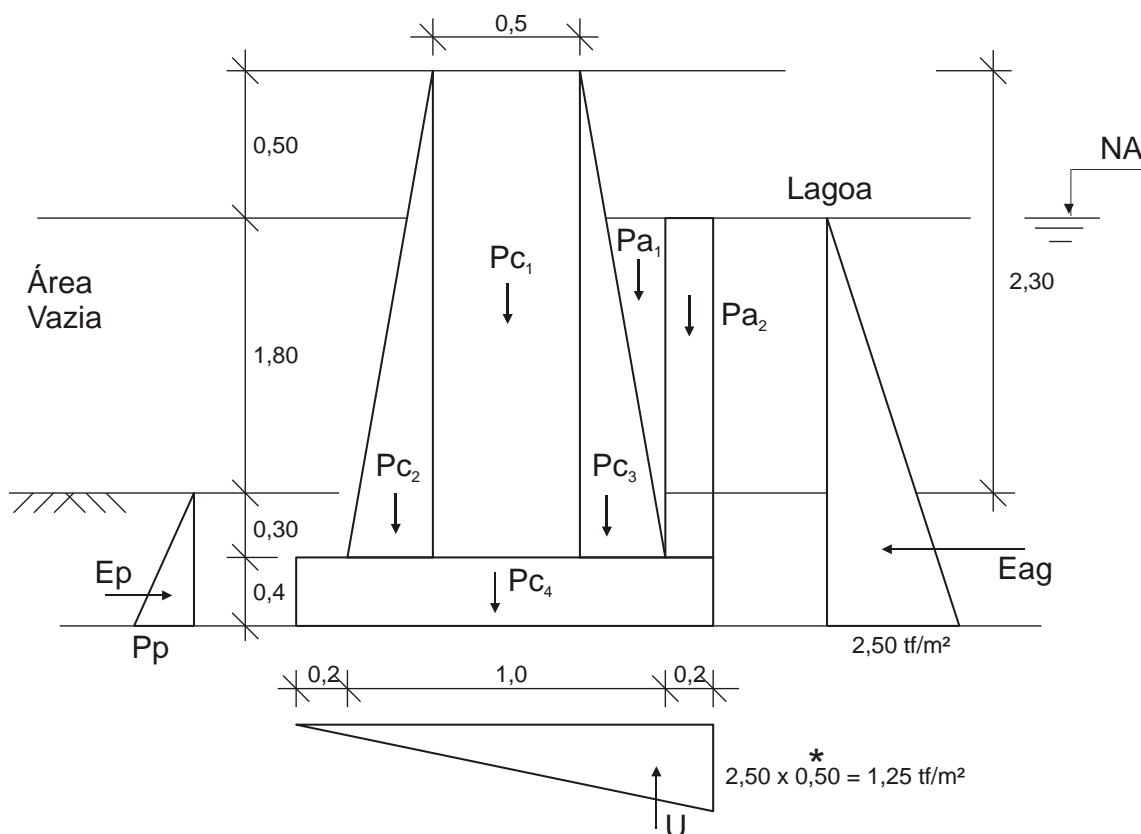
• Subpressão  $U = 1,45 \text{ tf/m}^2$

• Armadura  $A_{sm} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$

#### 4.3.7 Lagoas Facultativa e de Maturação

#### 4.3.7.1 Muros de Arrimo

### **SEÇÃO 1 (MURO DA LAGOA FACULTATIVA)**


$$\gamma_c = 2,50 \text{ tf/m}^3$$

## Alvenaria de Pedras

$$\mu = 0,50$$

\* = Coef. de Redução da Subpressão

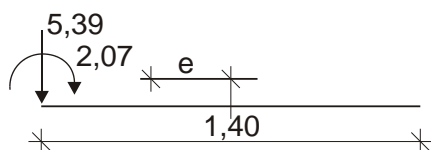
- $P_{c1} \Rightarrow 0,50 \times 2,60 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 3,25 \text{ tf/m}$
  - $P_{c2} \Rightarrow 0,50 \times 0,25 \times 2,60 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 0,81 \text{ tf/m}$
  - $P_{c3} \Rightarrow 0,50 \times 0,25 \times 2,60 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 0,81 \text{ tf/m}$
  - $P_{c4} \Rightarrow 0,40 \times 1,40 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 1,40 \text{ tf/m}$
- 
- 6.27 tf/m**

- $Pa_1 \Rightarrow 0,50 \times 0,20 \times 2,10 \times 1,00 \Rightarrow \dots\dots\dots 0,21 \text{ tf/m}$
  - $Pa_2 \Rightarrow 0,20 \times 2,10 \times 1,00 \Rightarrow \dots\dots\dots 0,42 \text{ tf/m}$
- **0,63 tf/m**

- $P_p = 1,90 \times 0,70 \times 3,00 = 3,99 \text{ tf/m}^2$
- $E_p = 0,50 \times 3,99 \times 0,70 = 1,40 \text{ tf/m}$
- $E_{ag} = 0,50 \times 2,50 \times 2,50 = 3,13 \text{ tf/m}$
- $U = 0,50 \times 1,25 \times 1,40 = 0,88 \text{ tf/m}$

- $F.S.D. = \frac{(6,27 - 0,88) \times 0,50 + 1,40}{3,13} = 1,30$
- $M_E^A = 6,27 \times 0,70 + 0,21 \times 1,13 + 0,42 \times 1,30 + 1,40 \times 0,23 = 5,49 \text{ tfm/m}$
- $M_T^A = 3,13 \times 0,83 + 0,88 \times 0,93 = 3,42 \text{ tfm/m}$
- $F.S.T. = \frac{5,49}{3,42} = 1,60$

#### Tensão no Solo (Efetiva)



$$x = 0,38 \quad e = 0,32$$

$$C = 1,50 (1,40 - 2 \times 0,32) = 1,14$$

$$C / L = 0,81$$

$$\sigma = \frac{2 \times 5,39}{1,14 \times 1,00} = 9,46 \text{ tf/m}^2$$

#### **SEÇÃO 2 (MURO DA LAGOA DE MATURAÇÃO E MURO DIVISÓRIO ENTRE AS LAGOAS)**

Manter a mesma seção anterior (Seção 1).

#### **SAÍDA DA LAGOA DE MATURAÇÃO (h = 15 cm)**

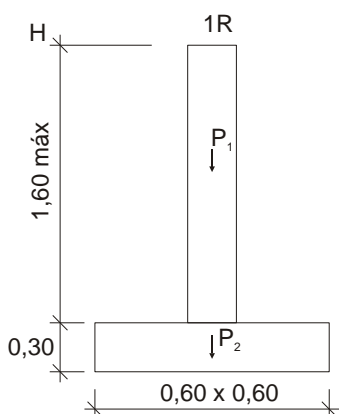
Armadura  $A_{sm} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$

#### **ENTRADA NA LAGOA DE FACULTATIVA (h = 15 cm)**

Armadura  $A_{sm} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$

#### **PILARETES DE APOIO DO TUBO (PVC 100 mm)**

Pilar (20/30) a cada 3,00 m Tubo cheio  $\cong 0,02 \text{ tf/m}$



$$R = 3,00 \times 0,02 = 0,06 \text{ tf}$$

$$H = 0,10 \times 0,10 \times 3,00 = 0,03 \text{ tf (vento)}$$

$$P1 = 0,20 \times 0,30 \times 1,60 \times 2,50 = 0,24 \text{ tf}$$

$$P2 = 0,60^2 \times 0,30 \times 2,40 = 0,26 \text{ tf}$$

$$N = 0,56 \text{ tf}$$

$$M = 0,03 \times 1,90 = 0,06 \text{ tfm} \quad e = 0,11$$

$$C = 1,50 (0,60 - 2 \times 0,11) = 0,57 \quad C/L = 0,82$$

Pilar –  $A1 = 2,40 \text{ cm}^2$

Bloco – Concreto Simples

## **5. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

## 5. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### 5.1 GENERALIDADES

No que concerne ao material a ser diretamente usado na execução das obras, o projeto é constituído dos seguintes elementos:

- Projetos Arquitetônicos;
- Projetos Hidráulicos;
- Projetos Elétricos;
- Projetos Estruturais;
- Especificações Técnicas Gerais.

Qualquer modificação a efetuar no projeto e detalhes elaborados, só poderá ser feita com prévia anuência da CODEVASF, que deverá estudar todas as implicações porventura decorrentes de alteração sugerida ou a implantar.

Mesmo no caso de não serem especificamente citados, prevalecerão na execução dos serviços e no emprego dos materiais, tudo aquilo que estiver regulado pelas Normas, Especificações e Métodos, aprovados ou recomendados pela ABNT. Na hipótese de não haver regulamentação pela ABNT, far-se-á uso de normas estrangeiras que enfoquem o assunto.

No presente volume serão adotadas as seguintes convenções e siglas:

- **CODEVASF** Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba;
- **FISCALIZAÇÃO** Engenheiros da CODEVASF ou de firmas consultoras credenciadas junto às EMPREITEIRAS e FABRICANTES, para o exercício desta função;
- **EMPREITEIRA** Empresa construtora que for contratada para a execução dos serviços e obras;
- **FABRICANTE** Companhia que ficará responsável pela venda de materiais à CODEVASF;
- **ABNT** Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- **N.B.** Normas Brasileiras ABNT;
- **M.B.** Método Brasileiro;
- **E.B.** Especificação Brasileira da ABNT;
- **P.E.B.** Projeto de Especificação Brasileira;
- **RN** Referência de nível;
- **CREA** Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura;
- **A.W.S.** American Welding Society;
- **AWWA** American Water Works Association;
- **ASME** American Society of Mechanical Engineers;
- **A.S.T.M.** American Society for Testing and Material.

Deverá ser empregada mão-de-obra selecionada, experiente e adequada a cada tipo e características requeridas pela obra respectiva.

A EMPREITEIRA não poderá subempreitar as obras e serviços contratados no seu todo, podendo contudo, fazê-lo parcialmente para cada serviço, mantida a sua responsabilidade direta para com a CODEVASF.

A EMPREITEIRA assume integral responsabilidade pelos danos causados à CODEVASF ou à terceiros, durante a execução dos serviços e obras contratados, inclusive mortes, acidentes, perdas ou destruição, isentando a CODEVASF de todas as reclamações e ônus que possam surgir.

A caracterização de determinados materiais nesta especificação, nas plantas e detalhes do projeto arquitetônico é feita através do protótipo comercial de citações nominativas para melhor atendimento. O termo protótipo comercial é usado para indicar as características de forma, textura, cor, peso, função ou qualquer particularidade do material a ser empregado, sem vínculo à marca comercial citada.

Os ensaios, testes e demais provas exigidas por normas técnicas oficiais, para a comprovação da satisfatória execução dos serviços e obras objeto destas especificações, correrão sempre por conta da EMPREITEIRA, sem ônus para a CODEVASF.

Fica estabelecido que, se porventura for constatada no decorrer dos trabalhos, qualquer divergência entre os diversos elementos que definem a construção (plantas, detalhes, especificações), prevalecerá aquela que a CODEVASF julgar mais conveniente para cada caso em particular, à luz de uma análise mais acurada sobre o aspecto técnico-econômico pertinente.

Em síntese, as unidades que compõem o sistema são as seguintes:

- Redes Coletoras (Bacias 1, 2, 3, 4 e 5);
- Estações Elevatórias EE-01, EE-02, EE-03 e EE-04;
- Emissários de Recalque correspondentes a essas Elevatórias;
- Estação de Tratamento.

## **5.2 INSTALAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DA OBRA**

Antes do início da obra propriamente dita deverão ser executadas todas as instalações provisórias necessárias, obedecendo a um programa preestabelecido para o canteiro de obras, de tal modo que facilite a recepção, estocagem e manuseio dos materiais. Essas instalações provisórias deverão atender às necessidades de cada obra, de acordo com as suas características próprias, devendo o lay-out respectivo atender pelo menos às seguintes exigências mínimas:

- Depósito de materiais a descoberto (areia, brita, tijolos, etc.);
- Locais para instalação de equipamentos, dispostos de maneira a aproveitar ao máximo os respectivos rendimentos;

- Depósito coberto para materiais que necessitam maior proteção, dotado de sistema de ventilação e aeração natural e pavimentação ou proteção de pisos;
- Barracão para o escritório da obra possuindo inclusive um compartimento destinado à Fiscalização, o qual deverá oferecer condições mínimas de conforto e espaço (paredes bem fechadas, iluminação, piso assoalho com madeira de 3ª, etc.);
- Instalações sanitárias provisórias, que deverão obedecer às exigências da FISCALIZAÇÃO;
- Suprimento de água, luz e força, inclusive as respectivas ligações, correndo por conta da EMPREITEIRA todas as despesas a que possam surgir;
- Placas informativas, de sinalização de tráfego, bem como, iluminação noturna, nos casos em que a FISCALIZAÇÃO achar necessário.

Os equipamentos a empregar deverão apresentar perfeitas condições de funcionamento, e serem adequados aos fins a que serão destinados.

A direção local das obras deverá ficar a cargo de pelo menos um engenheiro com experiência no ramo, devidamente registrado no CREA e que permaneça no canteiro de obras durante todo o expediente de trabalho.

Deve haver sempre no local da obra, quando da ausência do responsável por seu andamento, um substituto com poderes suficientes para representá-lo na administração da mesma e nas relações com a FISCALIZAÇÃO. A indicação desse preposto, deve ser feita à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovada.

A EMPREITEIRA deverá assegurar a vigilância diurna e noturna do canteiro de obras respectivo.

Os serviços a cargo de diferentes firmas contratantes serão articulados entre si de modo a proporcionar um desenvolvimento harmonioso da obra em seu conjunto. À FISCALIZAÇÃO será conferido o direito de afastar em qualquer tempo, sem que daí advenha para a CODEVASF obrigação de espécie alguma, qualquer subempreiteira cujo comportamento não seja julgado satisfatório.

### **5.3 LIMPEZA DO TERRENO**

Este serviço será executado de modo a deixar completamente livre não só a área do canteiro, como também os caminhos necessários ao transporte de materiais.

Constará de capinação, destocamento, derrubada de árvores que possam prejudicar os trabalhos de construção, queima e remoção de entulhos, de modo a deixar livre uma área mínima determinada por uma poligonal paralela internamente às cercas indicadas em planta e distando 10,00 m destas, salvo orientação em contrário da FISCALIZAÇÃO.

### **5.4 SINALIZAÇÃO DA OBRA**

Será de responsabilidade do EMPREITEIRO todos os contactos necessários à interdição das vias de tráfego junto ao DETRAN, inclusive a observância das

determinações daquele órgão e da legislação pertinente ao Trânsito. Só será permitida a abertura de vala, mediante a adequada sinalização do local.

O EMPREITEIRO deverá colocar, no local da obra e em cada frente de trabalho, sinalização adequada e eficiente, constituída de placas, cavaletes e bandeiras vermelhas. Sempre que necessário, a critério da FISCALIZAÇÃO, deverão ainda ser colocadas sinalizações a diferentes distâncias das frentes de trabalho, como advertência aos veículos. Durante a noite, serão instaladas e mantidas acesas lâmpadas vermelhas e outros avisos luminosos em cada cavalete e ao longo do canteiro de trabalho.

Às lâmpadas vermelhas para sinalização de valas, terão espaçamento máximo de 4 metros entre si e uma altura mínima de 1,50 metros do solo.

Para as ruas de tráfego mais intenso, poderão ser exigidos tapumes fechados de madeira para contenção do material escavado.

Após o período normal de trabalho diário, o EMPREITEIRO manterá vigias em número suficiente, de modo a assegurar a sinalização e a proteção do canteiro de trabalho.

De um modo geral, a sinalização para a obra em questão, será de 3 (três) tipos.

- Sinalização fechada através de tapumes e iluminação;
- Sinalização aberta com iluminação;
- Sinalização aberta sem iluminação.

Visando garantir o tráfego normal de veículos e pedestres ou o acesso dos moradores e usuários aos prédios, serão utilizadas passarelas e passagens que garantam a circulação segura e confortável dos transeuntes. As passarelas e passagens referidas neste item serão metálicas para o caso de locais de tráfego intenso, e de madeira de lei, para os demais casos. As passarelas e passagens, situadas nos centros urbanos com grandes circulação de pedestres ou veículos, serão dotadas de guarda corpo.

Quando, por qualquer motivo, os serviços forem suspensos, o EMPREITEIRO continuará responsável pela manutenção de todo o material existente no local, e pela segurança do canteiro de serviço, contra acidentes tanto com veículos como pessoas.

A sinalização será paga por metro de extensão de elementos de sinalização, incluindo instalação e remoção, bem como custas junto ao DETRAN.

As passarelas e passagens serão pagas por metro quadrado, considerando-se o comprimento igual a largura da vala acrescida da extensão necessária aos apoios das pranchas e chapas metálicas.

## **5.5 LOCAÇÃO DAS UNIDADES**

Os serviços de locação serão de responsabilidade da EMPREITEIRA, sendo a mesma obrigada, no caso de erro, a proceder por sua conta e nos prazos estipulados as modificações, demolições e reposições que se tornarem necessárias, a critério da FISCALIZAÇÃO.



Cada eixo de construção terá sua direção locada por intermédio de banquetas localizadas no perímetro da obra nas quais se fixarão pregos para materializar a posição dos alinhamentos dos eixos e dos outros elementos a edificar.

As banquetas deverão ficar afastadas da face e do topo das edificações de no mínimo 1,50 m, a fim de facilitar o uso de instrumentos de precisão e os trabalhos no canteiro.

A medição de ângulos deverá ser feita através de instrumento de precisão. Deverão ser observados os níveis indicados no projeto, fixando-se previamente a RN Geral, a qual deve permanecer intacta até a conclusão da obra.

Todos os serviços topográficos devem ser devidamente registrados nas cadernetas, para efeito de consultas e modificações que forem necessárias no decorrer do trabalho.

A FISCALIZAÇÃO indicará o ponto de partida para a implantação dos marcos.

Efetuada a implantação dos marcos de referência pela EMPREITEIRA, ficará a mesma integralmente responsável pela sua manutenção e conservação, correndo, por sua exclusiva conta e riscos, as restaurações que porventura venham a ser necessárias.

## **5.6 SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS PARA COLETORES E EMISSÁRIOS**

Antes de ser iniciada qualquer escavação de valas será instalada pela FISCALIZAÇÃO, uma rede de RNs, que servirá de base altimétrica à execução de toda a obra.

As RNs serão constituídas de tubos de ferro galvanizado de Ø 3", com 0,10m de comprimento, serrados em ângulo reto, preenchidos de concreto simples, fixados nas paredes ou muros de prédios públicos, preferencialmente.

Esses marcos serão colocados a cerca de 0,50m do solo, destacando-se 0,04m dos parâmetros verticais, ficando 0,06m engastados. Sobre sua geratriz deverá ser possível a colocação de uma mira em posição rigorosamente vertical.

A rede de RNs terá densidade mínima de 1 marco/2 ha, e cobrirá toda a área saneada. Os marcos serão nivelados e contranivelados, não se admitindo erro de fechamento superior a 5 (cinco) milímetros por quilômetro.

Os coletores serão localizados preferencialmente ao longo do eixo das vias públicas, salvo se ocorrer uma das seguintes hipóteses:

- Houver alguma indicação em contrário no projeto básico;
- As condições locais de execução indiquem outra solução tecnicamente viável e mais econômica;
- O centro da via pública estiver ocupado por galeria pluvial, canalização de distribuição de água ou outra qualquer construção que não possa ser removida;
- Os dois lados da via pública estiverem em níveis sensivelmente diferentes, caso em que o coletor deverá se localizar próximo ao meio fio do lado mais baixo.

Em qualquer hipótese, o alinhamento dos coletores será tanto quanto possível paralelo ao alinhamento das vias públicas existentes ou projetadas.

A indicação da localização dos centros dos poços de visita será feita pela FISCALIZAÇÃO, através das Ordens de Serviços, ficando assim definidos os alinhamentos de cada trecho.

O alinhamento dos centros dos poços de visita, referido no item anterior corresponderá ao eixo da canalização.

Definidos os alinhamentos, a FISCALIZAÇÃO executará o nivelamento dos mesmos, de 10 em 10 m, para obtenção dos elementos necessários à elaboração das Ordens de Serviços.

Emitida a Ordem de Serviço, onde estará bem caracterizado o alinhamento do trecho de rede coletora a executar, será de responsabilidade do EMPREITEIRO a locação dos poços de visita e colocação das réguas de acordo com o estaqueamento definido naquela Ordem de Serviço.

Em princípio, a cada estaca registrada na Ordem de Serviço corresponderá uma régua a ser instalada pelo EMPREITEIRO, podendo, a critério único e exclusivo da FISCALIZAÇÃO, ser dispensada a instalação em determinada estaca, se localizada a distância inferior a 5 (cinco) metros do P.V. Neste caso, a dispensa será registrada na Ordem de Serviço correspondente.

Todos os serviços topográficos serão registrados em cadernetas próprias, para efeito de consulta e retificações que forem necessárias no decorrer dos trabalhos.

A locação dos centros dos poços de visita, tanto para efeito de emissão de Ordem de Serviço, pela FISCALIZAÇÃO, quanto para execução, pelo EMPREITEIRO, será feita a trena.

Após a colocação de todas as réguas de um trecho, definido por dois poços de visita, pelo EMPREITEIRO e, antes do início do assentamento, a FISCALIZAÇÃO procederá à conferência das cotas de régua, autorizando o início dos trabalhos de montagem das tubulações.

Caso os trabalhos de assentamento de um trecho não sejam concluídos na mesma data em que foi iniciado, a FISCALIZAÇÃO, poderá a seu único e exclusivo critério, promover a nova conferência das cotas de régua, obrigando-se o EMPREITEIRO a reparar aquelas cuja posição tenha sido acidentalmente alterada.

Serão resolvidas pela FISCALIZAÇÃO quaisquer dúvidas que surjam na locação em consequência de diferenças de dimensões no terreno ou outras causas.

A locação e nivelamento serão pagos por metro linear de coletor ou emissário assentado, compreendendo inclusive, todos os trabalhos topográficos necessários.

## 5.7 ESCAVAÇÃO PARA COLETORES E EMISSÁRIOS

O processo a ser adotado na escavação dependerá da natureza do terreno, sua topografia, dimensões e volume a remover, visando-se sempre o máximo rendimento e economia.

As escavações deverão ser executadas com cautelas indispensáveis à preservação da vida e da propriedade.

Quando necessário, os locais escavados deverão ser adequadamente escorados, de modo a oferecer segurança aos operários.

Nas escavações efetuadas nas proximidades de prédios, edifícios, vias públicas ou servidões, deverão ser empregados métodos de trabalho que evitem ou reduzam, ao máximo, a ocorrência de quaisquer perturbações oriundas das escavações.

Para efeito de classificação os materiais escavados serão grupados em 3 categorias:

- **1ª Categoria** ⇒ Materiais que possam ser escavados, sem uso de explosivos, com ferramentas manuais (enxada, pá, enxadeco ou picareta) ou com trator com lâmina e equipamento escavo-transportador.

Compreende os materiais vulgarmente denominados “terra” e “moledo”, abrangendo entre outros terra em geral, argila, areia, cascalho solto, xistos, grés mole, seixos e pedras com diâmetro inferior a 0,15m, piçarro e rochas em adiantado estado de decomposição.

- **2ª Categoria** ⇒ Materiais que só possam ser extraídos manualmente através de alavancas, cunhas, cavadeiras de aço e com rompedores pneumáticos; mecanicamente com trator dotado de escarificador e lâmina, através de constante escarificação pesada; ou com o uso combinado de explosivos, máquinas de terraplenagem e ferramentas manuais.

Compreende os materiais vulgarmente denominados “pedra solta” e “rocha branda”, abrangendo entre outros, seixos e pedras com diâmetro superior a 0,15m e volume inferior a 0,50m<sup>3</sup>, rochas em decomposição e as de dureza inferior a do granito.

- **3ª Categoria** ⇒ Materiais que só possam ser extraídos com o emprego constante de equipamento de perfuração e explosivos.

Compreende os materiais vulgarmente denominados de “rocha dura”, englobando, entre outros, blocos de pedra de volume superior a 0,50m<sup>3</sup>, granito, gnaiss, sienito, grês ou calcário duros e rochas de dureza igual ou superior à do granito.

As escavações em rocha deverão ser executadas por pessoal habilitado, principalmente quando houver necessidade do emprego de explosivos.

Nas escavações com utilização de explosivos deverão ser tomadas, pelo menos, as seguintes precauções:

- O transporte e guarda dos explosivos deverão ser feitos obedecendo às prescrições legais que regem a matéria;
- As cargas das minas deverão ser reguladas de modo que o material por elas expelidos não ultrapassem a metade da distância do desmonte à construção mais próxima;
- A detonação de carga explosiva deverá ser precedida e seguida dos sinais de alerta;
- A carga das minas deverá ser feita somente quando por ocasião de ser detonada e jamais na véspera e sem a presença de encarregado do fogo ("blaster"), devidamente habilitado;
- As detonações não poderão ser feitas em horas que perturbem o repouso dos moradores da vizinhança.

Não será considerado pela FISCALIZAÇÃO, qualquer excesso de escavações, fora dos limites pela mesma tolerados.

Qualquer excesso de escavação ou depressão no fundo da vala e/ou cava deverá ser preenchido com areia, pó de pedra ou outro material de boa qualidade com predominância arenosa.

Só serão considerados nas medições volumes realmente escavados, com base nos elementos constantes da Ordem de Serviço correspondente.

A escavação em pedra solta ou rocha terá sua profundidade acrescida de 0,10 a 0,15m para a colocação de colchão (ou berço) de areia, pó de pedra ou outro material arenoso de boa qualidade, convenientemente adensado.

Quando a profundidade da escavação ou o tipo de terreno puderem provocar desmoronamentos, comprometendo a segurança dos operários, serão feitos escoramentos adequados.

Sempre que houver necessidade, será efetuado o esgotamento através de bombeamento, tubos de drenagem ou outro método adequado.

Quando a cota de base das fundações não estiver indicada nos Projetos, ou, a critério da FISCALIZAÇÃO, a escavação deverá atingir um solo de boa qualidade que possua características físicas de suporte compatíveis com a carga atuante no mesmo.

O solo de fundação, a critério da FISCALIZAÇÃO, poderá ser substituído por areia ou outro material adequado devidamente compactados, a fim de melhorar as condições de trabalho do solo natural.

Em terrenos inconsistentes ou compreensíveis deverá ser previamente efetuado em exame da resistência dos tubos aos esforços de flexão resultantes de carga de terra e eventuais cargas vivas.

O eixo das valas corresponderá rigorosamente ao eixo do tubo sendo respeitados os alinhamentos e as cotas indicadas na Ordem de Serviço, com eventuais modificações autorizadas pela FISCALIZAÇÃO.

A extensão máxima de abertura da vala deve observar as imposições do local de trabalho, tendo em vista o trânsito local e o necessário à progressão contínua da construção, levados em conta os trabalhos preliminares.

Quando o material do fundo da vala permitir o assentamento sem berço, deverão ser produzidos rebaixos, sob cada bolsa ou luva (“cachinho”) de sorte a proporcionar o apoio da tubulação sobre o terreno, em toda a sua extensão.

Em qualquer caso, exceto nos berços especiais de concreto, a tubulação deverá ser assentada sobre o terreno ou colchão de areia, de forma que, considerando uma seção transversal do tubo, a sua superfície inferior externa fique apoiada no terreno ou berço, em extensão equivalente a 60% do diâmetro externo, no mínimo.

O material escavado deverá ser colocado, de preferência em um dos lados da vala, a pelo menos 0,50 m de afastamento dessas, permitindo a circulação de ambos os lados da escavação.

Quando for o caso, durante a escavação, os materiais de revestimento, base e sub-base do pavimento das ruas e passeios, serão depositados separadamente do material comum, para que possam ser reaproveitados nas mesmas condições.

Deverão ser tomadas precauções para a boa marcha dos trabalhos de escavação, na ocorrência de chuvas. As sarjetas e “bocas de lobo” deverão ficar desimpedidas para o recebimento de águas pluviais e adotadas providências para que não sejam carreados para elas detritos ou material escavado.

Todo o material escavado e não aproveitável no reaterro das valas, deverá ser removido das vias públicas pelo EMPREITEIRO, de maneira a dar, logo que possível, melhores condições de circulação, sendo depositados em locais previamente fixados pela FISCALIZAÇÃO.

A largura da vala será definida em função do diâmetro do tubo, da profundidade da escavação e do tipo de escoramento a ser utilizado, se for o caso, de acordo com o item 4.1.4.2 da norma NBR 12.266/1992 da ABNT – “Projeto e Execução de Valas para Assentamento de Tubulação de Água, Esgoto ou Drenagem Urbana”. A critério da FISCALIZAÇÃO, a largura da vala poderá ser aumentada ou diminuída, de acordo com as condições do terreno ou em face de outros fatores que se apresentarem na ocasião.

As cavas para os Poços de Visita deverão ter as dimensões do projeto, com acréscimo indispensável à colocação do escoramento, quando este for necessário.

A escavação será paga por metro cúbico de material escavado, medido diretamente no terreno, segundo as dimensões especificadas, e autorizadas pela FISCALIZAÇÃO, consoante as profundidades atingidas de até 2,00m, de 2,01 m a 4,00 m, de 4,01 m a



6,00 m e além de 6,00 m, e a classificação do solo escavado segundo as categorias especificadas.

O custo do transporte vertical do material escavado não será pago a parte, devendo ser incluído no preço unitário da escavação.

A remoção do material excedente será paga por metro cúbico de material transportado, medido na cava ou vala, correspondendo ao volume de escavação cujo material não foi reaproveitado.

O reforço de fundação será pago por metro cúbico, medido na vala após compactação, devendo o seu preço unitário compreender a aquisição, escavação, carga, transportes descarga, espalhamento, regularização, umedecimento, compactação e todos os demais serviços e encargos necessários à execução do serviço.

Na hipótese do reforço ser constituído de berço de concreto, será ele medido por metro cúbico consoante as dimensões do projeto.

## **5.8 ASSENTAMENTO DE REDE DE ESGOTOS**

A FISCALIZAÇÃO, verificados os possíveis obstáculos à execução de cada trecho, com base nos elementos disponíveis definirá a localização exata dos poços de visita que delimitem o referido trecho, sendo nivelados pelo EMPREITEIRO, de 10m em 10m, ou fração, os caminhamentos definidos pela localização dos poços.

Baseada nesses elementos, e nos dados do projeto, a FISCALIZAÇÃO emitirá, em modelo próprio, a ORDEM DE SERVIÇO para cada trecho, da qual constarão os seguintes elementos:

- Designação e locação do coletor;
- Desenho esquemático do trecho a ser executado, na escala aproximada de 1:5;
- Elementos que correspondem à ORDEM DE SERVIÇO PARA GABARITO;
- Elementos definidores das ligações prediais a executar;
- Larguras máximas admitidas para as valas, para rede e ligações;
- Informações gráficas cadastrais de redes e obstáculos existentes.

De posse das ORDENS DE SERVIÇO para uma determinada área o EMPREITEIRO elaborará os seus PLANOS DE TRABALHO, providenciando, inclusive, a programação devidamente aprovada pelas repartições competentes, dos desvios de tráfego. Esses planos deverão, previamente, serem aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

Com base nos elementos da ORDEM DE SERVIÇO, o EMPREITEIRO procederá a locação dos poços de visita, definido assim o alinhamento do coletor, sendo então executadas as sondagens de reconhecimento, com furos a cada 60,00m que possibilitarão a confirmação dos dados cadastrais existentes e ensejarão, se for o caso, obtenção de informes para as necessárias retificações. A execução das sondagens deverá ser acompanhada pela FISCALIZAÇÃO.

Concluídas as sondagens e confirmados os elementos fornecidos, poderão ser iniciados os trabalhos e, quando atingidas as profundidades estabelecidas, serão colocadas as réguas de alinhamento e nível, de 10m em 10m, ou fração, pelas quais o EMPREITEIRO procederá aos acabamentos do fundo da vala, observando, quando for o caso, as folgas necessárias à execução dos berços ou lastros.

As réguas a serem utilizadas para definição do perfil dos coletores, deverão ser de madeira de boa qualidade pintada de amarelo e apresentarem dimensões mínimas de 2,5m e 20,0cm, respectivamente, para a espessura e largura das mesmas. O comprimento será função da largura da vala em cada trecho.

Os gabaritos serão constituídos de perfis de alumínio com características a serem determinadas pela FISCALIZAÇÃO e terão comprimentos variáveis de 2,00m a 6,00m em função das profundidades de cada trecho de coletor a assentar.

Consideradas as valas prontas para assentamento de tubulações a FISCALIZAÇÃO procederá a conferência das cotas de régua e verificada a sua exatidão e a boa execução das valas, será o trecho liberado para assentamento.

Por ocasião do assentamento deverão ser tomadas as seguintes precauções, entre outras:

#### **PROCEDIMENTOS BÁSICOS PARA O ASSENTAMENTO**

- Limpar cuidadosamente com estopa o interior da bolsa e o exterior da ponta;
- Introduzir o anel no sulco da bolsa, sem torções;
- Aplicar o lubrificante recomendado pelo fabricante, glicerina, água de sabão de coco ou outro aprovado pela Fiscalização no anel de borracha e na superfície externa da ponta. Não usar, em hipótese alguma, óleo mineral ou graxas, que podem afetar as características da borracha da junta;
- Posicionar corretamente a ponta do tubo junto à bolsa do tubo já assentado; realizar o encaixe, empurrando manualmente o tubo (sempre mantendo a bolsa fixa e movimentando apenas o tubo que está sendo encaixado). Para os diâmetros de 160 a 300 mm, o uso de alavancas proporciona maior facilidade e rapidez no acoplamento, desde que seja tomado o cuidado de se colocar uma tábua entre a bolsa e a alavanca, a fim de se evitar danos;
- Travar o tubo assentado de maneira a evitar o seu deslocamento quando do assentamento dos próximos tubos.

#### **REATERRO DAS VALAS**

Os cuidados com o reaterro das valas no que se refere a recobrimentos máximos e mínimos das tubulações deverão ser observados de acordo com as recomendações da Fiscalização e critérios definidos em projeto, sempre tendo em vista os requisitos estabelecidos na NBR 7367 Item 5 - Condições Específicas.

#### **CRITÉRIOS DE CONTROLE**

A execução de serviços em redes urbanas de esgotos deverá atender os projetos e determinações da Fiscalização, recomendações dos fabricantes, normas da ABNT e

da Segurança no Trânsito e no Trabalho, levando-se em conta o cumprimento do cronograma e programação do trabalho preestabelecidos.

Visto que a maioria desses serviços será executada em áreas públicas, caberá à Fiscalização fazer com que sejam observados os aspectos relativos à segurança dos transeuntes, veículos, equipamentos e operários, através do uso de sinalização e tapumes adequados, acessos provisórios alternativos para os moradores da área etc.

Além desses fatores, deverá ser feito um rigoroso acompanhamento topográfico das obras de assentamento de tubos, peças, conexões e outros elementos pertinentes como caixas de passagem e poços de visita.

### **CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO**

O assentamento de tubos e peças de PVC para esgotos sanitários serão medidos por metro de rede assentada e aceita pela Fiscalização.

Conexões e acessórios não serão objeto de medição em separado, estando seu custo considerado no metro linear de rede.

Somente será liberada a medição do assentamento quando estiver concluído o reaterro da vala.

A execução do mesmo serviço de assentamento de rede em duplicidade devido à negligência da Contratada com relação ao reaterro da vala ou à proteção da rede já executada será de responsabilidade da mesma, sem ônus para a Contratante.

Somente serão remunerados os serviços de assentamento propriamente dito da tubulação. Os serviços de escavação, escoramento, reaterro, rebaixamento do lençol freático, retirada e reposição de pavimentação e outros necessários à implantação da rede serão remunerados separadamente.

O pagamento pelos serviços de assentamento de tubos e peças de PVC para redes urbanas de esgotos será efetuado por preço unitário contratual e conforme medição aprovada pela Fiscalização, contemplando apenas o assentamento da tubulação propriamente dito, não remunerando os serviços de escavação, regularização do fundo de vala, fundação, escoramento, esgotamento, retirada e reposição da pavimentação e outros serviços afins. Tais serviços serão remunerados separadamente, de acordo com os respectivos itens na planilha de preços unitários.

Aprovado o trecho o EMPREITEIRO elaborará o cadastro, o qual será subsidiado com as informações gráficas e analíticas constantes da Ordem de Serviço, bem como as suas eventuais modificações, quando inevitáveis.

As travessias sob rodovias ou estradas de ferro serão executadas em obediência às exigências dos órgãos competentes, ficando o EMPREITEIRO incumbido de obter, em tempo hábil, todos os detalhes necessários às respectivas construções, submetendo-os à apreciação da FISCALIZAÇÃO.

As sondagens a céu aberto serão pagas por metro linear de profundidade.

## **5.9 POÇOS DE VISITA DE ESGOTOS**

Os poços de visita serão executados nos locais indicados nas Ordens de Serviços e consoante as características aqui discriminadas e os detalhes fornecidos pelos projetos.



Após regularizada a cava de fundação será distribuída em toda a sua extensão uma camada com 0,05m de espessura de concreto magro ao traço 1:4:8 em volume.

A laje de fundo será em concreto simples,  $f_{ck} = 9$  MPa, com espessura de 0,15cm.

Em casos específicos, a critério da FISCALIZAÇÃO, a laje de fundo poderá ser executada em concreto armado  $f_{ck} = 15$  MPa.

O embasamento será executado até a geratriz superior externa do coletor, com tijolos maciços, tipo "coroa" de argamassa de cimento e areia ao traço 1:3 em volume com 0,20 m de espessura e 0,20 m de altura, em forma de segmento de coroa circular cujo raio médio será o mesmo dos tubos da câmara de trabalho,

A câmara de trabalho para coletores de até 300 mm será construída em tubos ponta e bolsa de concreto armado, com 1,20 m de diâmetro interno, com  $f_{ck} = 30$  MPa, e obedecendo a EB-103 da ABNT, ou em alvenaria de 1 vez, em tijolos cerâmicos.

Para coletores de diâmetro superior a 500 mm, os poços de visita terão câmara de trabalho em concreto armado, moldado no local nas dimensões especificadas no projeto e paredes com espessura mínima de 0,15 m internamente revestidas com argamassa de cimento e areia no traço volumétrico de 1:2. O concreto a ser usado deverá possuir  $f_{ck} = 30$  MPa.

A laje de concreto armado a ser colocada sobre a câmara de trabalho, terá abertura excêntrica sobre a qual será, dependendo de cada caso, assentado o tampão ou construída a chaminé de acesso. A laje deverá ser dimensionada para suportar as sobre-cargas oriundas da chaminé de acesso, tampão e reaterro, bem como carga móvel de veículos nos poços localizados na faixa de rolamento das vias.

A chaminé de acesso será em tubos de concreto armado, de 0,60m de diâmetro interno, e demais características idênticas às dos tubos da câmara de trabalho.

O tampão de ferro fundido será em ferro fundido T-70 ou similar, e nas artérias de tráfego pesado será usado o tampão em ferro fundido T-137 ou similar.

As banquetas e calhas executadas no fundo do poço serão confeccionadas com argamassa de cimento e areia no traço de 1:2 em volume, com acabamento liso.

Todas as peças serão assentadas ou rejuntadas com argamassa de cimento e areia no traço de 1:3 em volume.

Quando houver ressalto superior a 0,70m os poços de visita serão dotadas de tubos de queda.

Para os poços localizados em zonas alagadas ou inundáveis poderá ser exigida pela FISCALIZAÇÃO, a impermeabilização das superfícies internas desses poços.

O poço de visita será pago por unidade construída, classificada consoante o diâmetro dos coletores (até 500m e acima de 500m) e a profundidade dos poços.

No preço unitário deverão ser incluídos também os custos de todos os materiais e serviços necessários à construção do poço.

## **5.10 LIGAÇÕES PREDIAIS DE ESGOTOS**

Consiste no conjunto de tubos, peças, conexões e outros dispositivos necessários para a ligação das saídas de esgotos domiciliares à rede coletora, através de ramais prediais internos, caixas de inspeção e ramais prediais externos.

O ramal predial externo compreende a tubulação que vai do coletor à caixa de inspeção, conectada à rede com o emprego de selim e curvas. Deve possuir declividade mínima suficiente para garantir o fluxo dos líquidos até a rede coletora.

O ramal predial interno é a tubulação que vai da caixa de inspeção à saída de esgotos do domicílio.

O ramal predial externo deverá ser executado com tubos de diâmetro nominal mínimo de 100 mm e declividade mínima de 2%.

A conexão de ligação com a rede coletora poderá ser feita através de selim 90° junta elástica, conectado perpendicularmente ao coletar e verticalmente em relação ao solo, padronizado em dois tipos:

- Para redes em PVC de até 150 mm de diâmetro, selim tipo abraçamento com travas laterais para instalação na rede por justaposição.
- Para redes em PVC de diâmetros entre 200 e 300 mm, selim tipo encaixe com furação na rede.

A furação da rede será feita com a utilização de "serra copo", operada por ferramenta adequada. Distinguem-se dois tipos de furação, conforme as características do selim: para o selim tipo abraçadeira, a furação será feita com o mesmo colocado no ponto de conexão, ou seja, no local onde será fixado. Desta forma, as paredes internas do selim servirão de guias para a operação da broca. Para o selim tipo encaixe, a furação do tubo será feita com a "serra copo" sempre posicionada verticalmente em relação ao eixo da rede coletora.

Na montagem dos selins para derivação dos ramais, deverão ser observadas as especificações e as recomendações do fabricante.

Conectado o selim no coletar, será adaptada uma combinação de uma ou mais curvas de 22°30', 45° ou 90° de maneira a se obter a declividade mínima necessária de 2% para o ramal, entre o selim e a caixa de inspeção, em tubos de PVC junta elástica.

As caixas de inspeção serão individuais para cada domicílio e terão as dimensões internas de 40 x 40 cm, com profundidade até 60 cm. Quando houver necessidade de aprofundar além de 60 cm a saída de esgoto domiciliar, as dimensões internas da caixa serão 60 x 60 cm.

Eventualmente, quando o alinhamento do coletor se encontra em um dos lados do logradouro, toma-se economicamente vantajosa a interligação de dois ou três (no

máximo) ramais domiciliares do lado oposto em uma única caixa de inspeção, de maneira que seja necessária apenas uma ligação do coletor à mesma. Nestas condições, as dimensões internas da caixa que receberá a contribuição das demais devem ser de 60 x 60 cm, independente da profundidade.

A ligação do ramal interno (LRI) é a conexão da saída de esgotos interna do domicílio à caixa de inspeção. De acordo com o tipo e o diâmetro da tubulação de saída será feita a ligação através de adaptadores e conexões necessárias à caixa de inspeção no passeio.

Os selins devem se posicionar perpendicularmente em relação ao coletor e verticalmente em relação ao solo. A declividade mínima do ramal predial externo, no trecho compreendido entre a curva de entrada no selim e a caixa de inspeção é de 2%.

As caixas de inspeção não devem apresentar desníveis entre a tampa de concreto e o passeio nem ângulos entre as paredes internas diferentes de 90 graus, devendo ser revestidas externamente com chapisco em argamassa de cimento e areia no traço 1:4 e internamente com chapisco 1:4 e emboço no traço 1:3 de cimento e areia. Devem também possuir canaletas e calhas no fundo, no sentido de propiciar o escoamento satisfatório dos dejetos em direção ao ramal ou a outra caixa de inspeção.

A ligação do ramal interno (LRI) será feita apenas quando do funcionamento da rede. A ponta do ramal interno, sob a soleira, deverá ser compatível com a tubulação do ramal externo.

A largura da vala para o assentamento dos ramais domiciliares deve ser de, no máximo, 50 cm.

As medições dos ramais externos serão feitas por metro linear de extensão. Os serviços de escavação, regularização do fundo da vala, locação, escoramento, rebaixamento, reaterro, retirada e reposição da pavimentação serão medidos separadamente.

As caixas de inspeção serão medidas por unidade, e de acordo com as suas dimensões.

O pagamento desses serviços será feito mediante medições, de acordo com os critérios de medição adotados, e em consonância com o estabelecido em contrato e respectiva planilha orçamentária.

## **5.11 TESTE DE REDE DE ESGOTOS**

Serão realizados ensaios de estanqueidade em cada trecho do coletor compreendido entre dois poços de visita, cabendo ao EMPREITEIRO, providenciar o fornecimento de todo o material e pessoal necessário à realização desses testes, os quais somente poderão ser realizados na presença da FISCALIZAÇÃO.

Quando o nível d'água do lençol freático for superior à cota do coletor, será tamponada a extremidade de montante do trecho de canalização a ser testado, medindo-se com auxílio de vertedor instalado na extremidade de jusante, ou qualquer

outro processo que forneça igual precisão, a infiltração, para o interior da tubulação, de água proveniente das valas, em seu nível máximo e durante um período 10 à 15 horas, a qual, não deverá exceder 0,40 l/s por quilômetro de tubulação.

No caso de valas secas, poderá ser realizado o teste de fumaça, utilizando-se forja acionada por motor para insuflar a fumaça para o interior da canalização, cujas extremidades deverão estar perfeitamente tamponadas. A fumaça poderá também ser insuflada com auxílio de equipamento de ar comprimido.

Para a realização do teste de fumaça, todas as juntas deverão estar completamente descobertas, inclusive sua face inferior.

No caso do emprego do teste de fumaça, o mesmo será realizado simultaneamente para o coletor e respectivos ramais prediais.

A critério único o exclusivo da FISCALIZAÇÃO, poderá ser exigido teste com água para determinado trecho, mesmo no caso de valas secas, que será procedido vedando-se perfeitamente as extremidade da tubulação, enchendo-se o trecho a testar com água através do P.V. de montante e observando-se a perda de água, que não deverá exceder 0,10 litros por dia, por centímetros de diâmetro e por metro de extensão de coletor.

Os ensaios de estanqueidade serão pagos por metro linear de trecho de rede testado, consoante o tipo de teste efetuado.

## **5.12 MOVIMENTO DE TERRAS PARA OBRAS CIVIS**

### **5.12.1 Terraplanagem**

Os serviços de terraplanagem consistirão na limpeza e destocamento das áreas indicadas no projeto, execução de cortes e aterros, incluindo empréstimos e bota-foras, especialmente no que concerne à construção das Estações Elevatórias e de Tratamento.

A limpeza e destocamento compreenderão a remoção da cobertura vegetal, e de uma camada de solo orgânico, numa profundidade de 0,20m, nas eventuais áreas de empréstimos e naquelas destinadas à execução das obras.

Caso se torne necessário, quando se tratar de aterros, a profundidade de 0,20 m para a remoção do solo orgânico pode ser aumentada, a critério da FISCALIZAÇÃO. No destocamento serão removidos os tocos e raízes até uma profundidade de 0,60 m, sendo esse material retirado para locais onde não venha a prejudicar o andamento da obra, sendo posteriormente queimado, ou ter outra destinação a juízo da FISCALIZAÇÃO.

- **Execução de Cortes** ⇒ Consistirá na escavação e remoção do material para fora da área de construção, sendo obedecidas as cotas e inclinação de taludes, indicadas no projeto.

Quando se tratar de cortes em material rochoso, a escavação deverá atingir no mínimo uma profundidade

de 0,30m, além das cotas estabelecidas no projeto para posterior retorno.

O material dos cortes poderá ser usado para execução dos aterros, mediante autorização da FISCALIZAÇÃO, após a análise de laboratório especializado.

- **Empréstimos** ⇒

O material para os aterros será obtido de empréstimo quando for constatada pela FISCALIZAÇÃO a deficiência do material de corte, sendo a jazida indicada pela CODEVASF baseada em estudo do material em laboratório.

A exploração da jazida deverá ser efetuada de modo a se obter um material o mais homogêneo possível, sendo antes toda a área desmatada e removida a camada superficial constituída de terra vegetal e raízes.

- **Execução de Aterros** ⇒ Consistirá em desapropriar os materiais provenientes de cortes e empréstimos em locais convenientes, espalhá-los em espessuras predeterminadas, destorroá-los, em obediência às indicações que se seguem:

A superfície do terreno onde se irá executar o aterro deverá se apresentar isenta de materiais soltos, poças d'água, rochas decompostas ou qualquer material imprestável. Os buracos e demais irregularidades da superfície serão cuidadosamente preenchidos com terra compactada por meio de sapos mecânicos ou processo equivalente, até que se tenha obtido uma superfície horizontal contínua, que permita o uso do rolo pé de carneiro.

Quando o material for lançado sobre a rocha, antes da colocação da primeira camada, a superfície deverá ser molhada, evitando-se a formação de poças d'água.

A espessura das camadas para compactação, não deverá exceder aos 25 cm, salvo na primeira camada, e no preenchimento das irregularidades e buracos, onde este valor deverá ser de 10 cm.

O uso do rolo pé de carneiro vibratório ficará a critério da FISCALIZAÇÃO, a qual indicará a espessura da camada do material a compactar não devendo entretanto exceder aos 35 cm. O uso do rolo liso só será permitido quando da compactação de solos pouco ou não coesivos.

A umidade de compactação deverá sempre se situar abaixo da umidade ótima não devendo no entanto atingir valores menores que 2% daquele valor.

O número de vezes que o rolo pé de carneiro deverá passar sobre uma mesma camada será determinado pela FISCALIZAÇÃO com base nos estudos feitos em laboratório e nos resultados obtidos na fase inicial da compactação.



Deverá ser garantido um grau de compactação de 98% do obtido através do ensaio de Proctor Normal, não sendo aceitas camadas com graus de compactação inferiores. Este valor deverá ser mantido inclusive, nas bordas, as quais executadas com largura da seção superior à indicada no projeto, com posterior corte e regularização do material em excesso.

A verificação da compactação será feita com o auxílio da agulha de Proctor ou pela determinação da densidade aparente, a critério da FISCALIZAÇÃO. As amostras para ensaios de compactação serão tomadas nos pontos escolhidos pela FISCALIZAÇÃO.

Se, a critério da FISCALIZAÇÃO, a superfície de qualquer camada do material compactado for considerada muito seca ou muito lisa para atender a uma aderência apropriada com a nova camada a ser colocada, deverá ser umedecida e escarificada ou somente escarificada no processo aprovado, até uma profundidade que seja considerada satisfatória.

A proteção dos taludes deverá ser prevista através de execução de calhas de terra ou concreto, valetas superiores, uso de vegetação de fixação ou ainda construção de muros de arrimo, quando se fizer necessário.

Nos locais que devem receber vegetação, os 0,20m superiores serão constituídos de terra adubada, própria para o plantio.

### **5.12.2 Escavação**

O processo a ser adotado na escavação dependerá da natureza do terreno, sua topografia, dimensões e volume a remover, visando sempre o máximo rendimento e economia.

Os desmontes em rocha, deverão ser executados por pessoal capacitado, principalmente quando houver necessidade do emprego de explosivos.

Será obrigatório o esgotamento quando a escavação atingir terrenos embebidos, lençol de água ou as cavas acumulem água de chuva, impedindo ou prejudicando o andamento dos serviços.

O esgotamento dependendo das condições locais e do volume do lençol d'água a esgotar, poderá ser feito manual ou mecanicamente, através de bombeamento, podendo-se também adotar outras soluções como rebaixamento do lençol, desvio do curso d'água, ou qualquer processo adequado às condições locais.

Far-se-á uso de escoramento, sempre que as paredes laterais das cavas ou outras escavações, forem constituídas de solo passível de desmoronamento.

Deverão ser empregados os seguintes tipos de escoramento:

- Contínuo ou fechado, com emprego de perfis metálicos, pranchões de madeira com encaixe tipo macho e fêmea ou com superposição, colocados de modo a cobrir inteiramente as paredes da cava. A extremidade inferior da cortina de escoramento deverá ficar em cota mais baixa que a do fundo da vala. O contraventamento será

executado por meio de longarinas em ambos os lados, devidamente presas com estroncas transversais.

- Descontínuo ou aberto, também denominado escoramento simples, empregando-se os mesmo materiais citados no tipo anterior, diferindo apenas na disposição das pranchas que serão colocadas na direção vertical ou horizontal, distanciadas entre si no máximo de 1,00m. Em ambos os casos, o escoramento deverá ser retirado cuidadosamente, à medida que a vala ou escavação executada for sendo reaterada e compactada.

Qualquer outro tipo de escoramento poderá ser empregado com variante dos aventados, desde que atenda a todos os requisitos técnicos para segurança dos operários e perfeição na execução total dos trabalhos, ficando a EMPREITEIRA com a responsabilidade sobre a opção adotada.

Os terrenos serão classificados de acordo com a dificuldade de escavação conforme o abaixo discriminado:

- **Terra** ⇒ Qualquer que seja a sua coesão, como argila ou cascalho solto, e toda espécie de materiais terrosos que permitam a extração com enxada, pá e picareta;
- **Moledo** ⇒ Os xistos argilosos muito estratificados, o grês mole e em geral todo o terreno compreendido pela denominação vulgar de moledo ou piçarra, impraticável à enxada e que possa ser extraído com picareta;
- **Pedra Solta e Rocha Branda** ⇒ Todas as rochas brandas com estratificações de mais de 0,50 m de espessura ou blocos de volume superior a 0,005 m<sup>3</sup>, fortemente incrustados, ou ligados em blocos ou camadas, cuja extração só possa ser feita com alavancas, cunhas, cavadeiras de aço e exijam também o emprego de mina e agentes explosivos;
- **Rocha Dura** ⇒ Todas as rochas compactas ou fortemente estratificadas com mais de 0,80 m de espessura, que só possam ser extraídas pelo emprego constante de explosivos, como o granito, o grês, o gnaisse, o calcário duro, etc.

### 5.12.3 Aterro e Reaterro

Os reaterros executados procurando-se aproveitar o material das escavações, removendo-se as substâncias orgânicas e pedras, em camadas sucessivas de 20 cm, molhadas e apiloadas, de modo a evitar posteriores trincas e desníveis, causados por recalques das camadas aterradas.

Nos casos em que este material não se prestar para o reaterro, a critério da FISCALIZAÇÃO, deverá ser empregado outro tipo de material de melhor qualidade, de preferência arenoso.

## 5.13 CONCRETO

Poderão ser utilizados os seguintes tipos de concreto, escolhidos em função das finalidades das peças e esforços que as solicitarão:

- **Concreto Magro** ⇒ Definido como sendo um concreto, cujo consumo mínimo de cimento deverá ser 180 kg/m<sup>3</sup>;
- **Concreto Simples** ⇒ Definido como sendo um concreto, com fck = 9 MPa;
- **Concreto Ciclóptico** ⇒ Definido como sendo um concreto, com fck = 9 MPa, sua composição de 70% de concreto e os 30% restantes preenchidos com pedra de mão, por unidade de volume. As pedras deverão ficar totalmente envolvidas pelo concreto simples;
- **Concreto Estrutural** ⇒ Definido como sendo um concreto, com fck = 30 MPa utilizado na estrutura de esgotos e fck = 25 MPa nas demais estruturas não sujeitas a águas servidas;
- **Concreto Armado** ⇒ Definido como sendo um concreto estrutural ao qual são adicionadas armaduras de aço previamente calculadas e dimensionadas para suportarem aos esforços mecânicos solicitantes que não poderiam ser anulados pelo concreto estrutural não armado.

### 5.13.1 Material

Os materiais a serem empregados deverão obedecer às seguintes exigências:

- **Cimento Portland** ⇒ Deverá atender às prescrições da NBR 5732, ser de fabricação recente e medido em peso (saco de 50 kg). Não será admitido o uso de baldes ou vasilhames na medição de cimento.  
  
Independente de ensaios, serão rejeitados os sacos que se apresentarem empedrados.  
  
A FISCALIZAÇÃO se reserva o direito de solicitar da EMPREITEIRA os ensaios de cimento previstos pela ABNT, quando assim o desejar.
- **Areia** ⇒ Deverá obedecer às prescrições da NBR 7211.
- **Brita** ⇒ Deverá provir de rocha sã, não apresentar forma lamelar e atender ao fixado na NBR 7211.
- **Água** ⇒ A água a ser empregada será de conformidade da NBR 6118 e NBR 6587.
- **Pedra de Mão** ⇒ Deverá provir de rocha sã, ser dura, compacta, sem fendas, isenta de crostas, resistente ao desgaste, ao choque e esmagamento, não podendo possuir diâmetro circunscrito superior a 25 cm.

### 5.13.2 Dosagem

Será empregada a dosagem experimental em obediência a NBR 12655 e controle obrigatório de resistência à compressão do concreto, para as obras que, a juízo da FISCALIZAÇÃO, considerando a ordem de grandeza dos esforços solicitantes ou características peculiares, tais como necessidade de impermeabilização, resistência ao desgaste, ação de águas agressivas, assim o exigirem.



A dosagem não experimental será permitida para as obras de pequeno vulto, obedecidos os consumos mínimos de cimento estabelecidos nestas especificações, podendo, com prévio consentimento da FISCALIZAÇÃO, serem adotados os seguintes traços volumétricos para cimento, areia e brita:

- Concreto magro: ..... 1:4:8;
- Concreto simples: ..... 1:3:6;
- Concreto estrutural: ..... 1:2:4;
- Concreto estrutural: ..... 1:2:3.

Deverão também ser obedecidas as seguintes recomendações para a dosagem empírica:

- A quantidade mínima de cimento p/m<sup>3</sup> de concreto será de 320 kg;
- A quantidade d'água será a mínima compatível com a trabalhabilidade necessária;
- A percentagem de agregado miúdo no volume total de agregado, antes da mistura, será fixada de maneira a obter-se um concreto com consistência adequada ao seu emprego, tal percentagem deverá estar entre 30% e 50%.

### 5.13.3 Formas e Escoramentos

As formas serão utilizadas onde se fizer necessário limitar o lançamento do concreto e moldá-lo segundo os perfis das peças projetadas.

Serão confeccionadas com tábuas de pinho de 3ª qualidade com 1" de espessura, ou com folhas de compensado revestidas com plástico de fabricação Madeirit, ou similar em espessuras adequadas ao fim a que se destinam.

Deverão se adaptar exatamente às dimensões das peças da estrutura projetada, e construídas de modo a não se deformarem sob a ação das cargas e pressões internas do concreto fresco.

A construção das formas e do escoramento deve ser feita de modo a haver facilidade na retirada dos diversos elementos.

As escoras deverão possuir diâmetro mínimo de 3", e só poderão ter uma emenda a qual não deve ser feita no terço médio de seu comprimento.

Poderá se admitir o emprego de pontaletes de pinho com seção de 3" x 3". Os escoramentos com mais de 3,00 m de altura serão contraventados.

Antes do lançamento do concreto deverão ser vedadas as juntas das formas e feito a limpeza do interior. As formas de vigas estreitas e profundas de paredes e pilares, deverão ser molhadas até à saturação e para o escoamento da água em excesso, deverão ser deixados furos convenientemente espaçados.

As cargas sobre as escoras deverão ser distribuídas sobre o solo, por meio de suportes de madeira ou de concreto, de modo a evitar recalques quando do lançamento do concreto nas formas.

#### **5.13.4 Armaduras**

Deverão obedecer a NBR 7480.

Antes de serem introduzidas nas formas, as barras de aço deverão ser convenientemente limpas, não se admitindo oxidações que diminuam as respectivas seções, presença de graxas, tintas, cimento, terra ou substâncias que possam prejudicar à aderência com o concreto.

A EMPREITEIRA deverá evitar que as barras de aço e as armaduras fiquem em contato com o terreno nos depósitos, apoiando-se sobre vigas ou toras de madeira, colocadas sobre o terreno, evitando assim deformações na estocagem das barras já prontas para montagem.

As armaduras deverão ser montadas no interior das formas, rigorosamente de acordo com as posições indicadas nos detalhes do projeto estrutural, e de modo a se manterem firmes durante a concretagem conservando as distâncias entre as barras e as faces internas das formas, através do uso de calços de argamassa de cimento e areia. As barras serão amarradas com o auxílio de arame recozido nº 18.

Deverão ser empregados espaçadores constituídos de barras de aço, colocados de modo a garantir as distâncias entre as armaduras indicadas no projeto estrutural.

Após o término dos serviços de armação e antes da concretagem, todas as barras deverão ser limpas com escova de aço ou jato d'água, a fim de remover quaisquer substâncias que adiram à ferragem durante a montagem.

Nos casos em que a FISCALIZAÇÃO autorizar a substituição das bitolas, a conversão de diâmetros deverá ser procedida de acordo com as seções por barras, só podendo entretanto fazê-lo pelo aço de bitolas menores que as previstas no projeto. Só será permitida a substituição do tipo de aço após autorização da FISCALIZAÇÃO.

Não é conveniente o uso simultâneo de aços de características diferentes para armar uma mesma peça, devido à possibilidade de confundir-se os tipos de barras.

A concretagem somente será liberada, após a conferência das formas e armaduras pela FISCALIZAÇÃO.

A armadura deverá ficar protegida pelo concreto, conforme os cobrimentos indicados no artigo 6.3.3 da NB<sub>1</sub>, obedecidas ainda as indicações constantes do projeto.

#### **5.13.5 Lançamento**

A FISCALIZAÇÃO deverá ser avisada em tempo hábil, de qualquer lançamento de concreto por parte da EMPREITEIRA. Além disso, deverão ser observadas as seguintes recomendações:

- Não será permitido o lançamento e emprego de concreto remisturado;
- Não será permitido o lançamento do concreto em um único ponto para depois espalhá-lo a grandes distâncias.

Antes do lançamento do concreto deverão ser colocadas nos locais em que a estrutura for atravessada por tubulações, peças de madeira ou de outro material facilmente removível, com dimensões suficientes de modo a evitar o mais possível rasgos posteriores;

A altura máxima permitida para o lançamento do concreto será de 2,00 metros.

Para os casos de peças com mais de 2,00 m deverá se lançar mão do uso de janelas laterais, funis ou trombas.

Para lançamento do concreto a alturas superiores a 2,00 metros, será tolerado a critério da FISCALIZAÇÃO, o uso de calhas, revestidas internamente com lâmina metálica, inclinação variando de 15 a 30° e comprimento máximo de 5,00m.

### 5.13.6 Adensamento

Para que se consiga a máxima densidade possível e evitar assim, a criação de vazios e bolhas de ar na massa do concreto, este deverá ser adensado por vibração durante e logo após o seu lançamento. A vibração poderá ser feita através de vibradores elétricos, pneumáticos, de forma ou imersão, cujo tamanho e tipo deverão ser escolhidos em função das dimensões da peça a ser concretada e do método mais adequado de adensamento. Deve-se vibrar o concreto até que se constate a presença de nata de cimento na superfície, sendo retirado nessa ocasião o vibrador, e mudada sua posição.

Quando o adensamento for feito através de vibradores de imersão deverão ser seguidas as seguintes recomendações:

- O concreto será vibrado em camadas de 30 a 40 cm de espessura ou  $\frac{3}{4}$  de comprimento de agulha do vibrador;
- O diâmetro da agulha deve variar de 25 a 75 mm em função das dimensões da peça a concretar;
- A penetração e retirada da agulha devem ser feitas com o vibrador em movimento, lentamente.

O adensamento não poderá alterar a posição da ferragem e não será permitido o lançamento de nova camada de concreto, sem que a anterior tenha sido tratada conforme as indicações deste item.

### 5.13.7 Cura

Após a concretagem a estrutura será protegida contra a secagem prematura, regando-se periodicamente a mesma durante pelo menos sete dias contados do dia do lançamento, obedecendo as recomendações das Normas. Da mesma maneira, as formas deverão ser mantidas úmidas até que sejam retiradas.

### **5.13.8 Recomposição das Superfícies e Perfis Concretados**

Após a concretagem, e sendo observado um prazo de até 24 horas após a retirada das formas, deverão ser feitas as recomposições dos perfis, preenchimento de ninhos de concreto, remoção de rebarbas e outras correções que se fizerem necessárias, a critério da FISCALIZAÇÃO. O concreto defeituoso deverá ser removido e substituído por outro novo e de características semelhantes ao concreto que está sendo utilizado na obra em questão, com o emprego de aditivo para garantir a aderência, quando for necessário, ouvida a FISCALIZAÇÃO.

### **5.13.9 Juntas de Construção**

Deverão ser feitas quando surgirem paralisações programadas ou imprevistas na concretagem. A posição das juntas de construção deverá estar sujeita a aprovação da FISCALIZAÇÃO que também deverá aprovar o processo de tratamento dessas juntas, antes que se prossiga a concretagem da nova camada. O novo concreto a ser lançado deverá preservar as mesmas características requeridas da camada anteriormente concretada. Nas emendas, poderá ser exigido o emprego de SIKADUR 32 ou similar.

### **5.13.10 Juntas de Dilatação**

São as previstas na estrutura para atender aos esforços oriundos da variação volumétrica das peças monolíticas de concreto, decorrentes dos efeitos de variação de temperatura.

Deverão ser rigorosamente obedecidos os locais e detalhes no projeto estrutural para a execução dessas juntas a serem construídas de tal modo que não haja ligação entre as superfícies de concreto adjacentes.

### **5.13.11 Mata-junta**

São perfis de borracha ou de material termoplástico que tem a finalidade de impedir que a água passe através das juntas de dilatação, servindo assim como elemento vedante da estrutura.

O material utilizado nos perfis de vedação, deverão satisfazer as seguintes exigências técnicas:

- Suportar a pressão hidráulica mínima de 10 m.c.a.
- Resistência à tração:  $160 \text{ kgf/cm}^2 \pm 10\%$
- Alongamento de ruptura:  $240\% \pm 10\%$
- Cisalhamento:  $120 \text{ kgf/cm}^2$
- Temperatura de emprego:  $-30^\circ\text{C}$  e  $50^\circ\text{C}$
- Dureza: 84 shore  $\pm 3$
- Solda autógena
- Absorção d'água: 5%

Deverão ser obedecidas todas as recomendações do fabricante, podendo ser utilizados os produtos da marca Sika, Vedacit, ou outros produtos de características similares plástico sob pressão.

### **5.13.12 Controle da Resistência à Compressão**

O controle de resistência do concreto à compressão é obrigatório para os concretos com dosagem experimental, devendo ser feito de acordo com o método NBR 5739.

O valor da resistência característica à compressão na qual se baseia o cálculo estrutural deverá ser determinado, de acordo com o exposto na NBR 5739 (sistemático ou assistemático).

Deverá ser realizado um ensaio para cada 30 m<sup>3</sup> concretados e toda vez que houver mudança de traço ou de materiais componentes do concreto. Cada ensaio deverá constar de ruptura de pelo menos 4 corpos de prova sendo 2 rompidos aos 7 dias e os outros dois aos 28 dias de idade.

A critério da FISCALIZAÇÃO poderão ser efetuados ensaios não destrutivos, tais como de esclerometria e provas de carga, quando os resultados dos corpos de prova forem inferiores às tensões mínimas previstas.

### **5.13.13 Aditivos**

O emprego de aditivos em geral ficará condicionado às prescrições dos fabricantes, devendo seu uso ser previamente autorizado pela FISCALIZAÇÃO. Será dada preferência aos aditivos líquidos colocados nas betoneiras juntamente com a água.

### **5.13.14 Recomendações para Execução de Concreto Aparente**

Na execução do concreto aparente, além das indicações básicas de ordem geral exigidas para as estruturas de concreto armado, serão obedecidas as seguintes normas:

- As formas serão de fabricação Madeirit ou similar, do tipo em revestimento plástico (tego filme), aplicadas com as juntas perfeitamente horizontais ou verticais, todas bem calafetadas;
- No caso de serem empregadas amarrações com ferros ou arames que atravessam a peça, serão estes embutidos em mangueiras de plástico de 3/8". Após o desmoldamento e retirada das mangueiras de plástico, procede-se o enchimento do orifício com argamassa de mesma coloração;
- As armaduras deverão ficar afastadas de no mínimo 2,00 cm das formas, empregam-se tarugos de argamassa de cimento e areia (cocadas) para este fim, fixados às armaduras, com rabichos de arame embutidos nas mesmas;
- O concreto deverá ser vibrado com toda a cautela e a recomendação do tipo de vibrador a ser empregado, deverá ser feita dentro da boa técnica;
- A concretagem será efetuada logo após a colocação de armadura, a fim de evitar a passagem de manchas de ferrugem para as formas;

- O desmoldamento será efetuado com toda a cautela, a fim de não causar lesões nas arestas das peças;
- Poderá se lançar mão do uso de aditivos (marca Desmol ou similar) a fim de facilitar a desmoldagem, desde que haja autorização da FISCALIZAÇÃO e sejam obedecidas as prescrições do fabricante;
- As peças destinadas a ficar em concreto aparente não deverão apresentar falhas de concretagem;
- Caso haja necessidade de retoques, a critério da FISCALIZAÇÃO, serão os mesmos executados com o emprego de argamassa mista, cimento comum e branco e areia fina, com posterior esmerilhamento da superfície, de maneira a igualar a textura e tonalidade existente na peça.

Todas as estruturas das edificações projetadas serão de concreto armado.

#### **5.14 ALVENARIA DE TIJOLOS CERÂMICOS**

Serão utilizados tijolos cerâmicos maciços ou furados devendo obedecer às prescrições das EB 19/43 e EB 20/43, apresentar textura homogênea, ser leves, bem cozidos, duros, sonoros, apresentar faces planas e arestas vivas.

As paredes a serem construídas em alvenaria de tijolos cerâmicos estão indicadas nos projetos arquitetônicos devendo a execução obedecer às seguintes normas:

- As juntas horizontais deverão ser contínuas e as verticais descontínuas, devendo ambas possuírem espessura máxima de 1,50 cm;
- As diversas fiadas deverão ficar perfeitamente alinhadas e niveladas apresentando os trechos de paredes, perfeitas condições de verticalidade;
- A ligação de alvenaria com elementos de concreto, será feita com o chapiscamento do concreto com argamassa de cimento e areia, no traço volumétrico máximo de 1:5;
- Os tijolos deverão ser abundantemente molhados antes da sua aplicação;
- As paredes deverão ser interrompidas abaixo das vigas e lajes, ficando o arremate final (aperto da alvenaria) para ser feito após decorridos pelo menos 3 dias, com tijolos maciços, obedecendo às mesmas características de qualidade e assentamento já especificadas para o tipo furado, todavia aplicados inclinados com relação ao vão respectivo;
- A argamassa a ser usada será de cimento e areia nos traços volumétricos de 1:8 em obras enterradas e 1:10 em alvenaria de elevação.

Serão executadas alvenarias nos Poços de Visita com as espessuras indicadas nos respectivos projetos.

##### **5.14.1 Impermeabilização da Estrutura Hidráulica**

A aplicação de impermeabilização em estruturas hidráulicas está prevista nas paredes internas de reservatórios, calhas, poços de sucção ou qualquer outra estrutura que mantenha contato permanente com a água.



Assim haverá este serviço nas Estações Elevatórias e nas Lagoas de Estabilização.

O cancelamento da impermeabilização só deverá ser praticado se houver comprovada impermeabilidade da estrutura de concreto correspondente, garantida inclusive, a proteção das armaduras.

#### **5.14.2 Impermeabilização do Tipo Rígido**

Esta impermeabilização consistirá em revestimento com argamassa de cimento e areia à qual é adicionado um aditivo impermeabilizante do tipo Vedacit, Sika ou similar.

A impermeabilização se dará através do fenômeno de hidrofugação do sistema capilar, da argamassa de revestimento. Deverá ser seguido o seguinte roteiro quando da execução da impermeabilização:

- Lavagem e posterior limpeza com escovas de aço nas paredes a serem impermeabilizadas, com correção das falhas mais profundas, com argamassa de cimento e areia no traço 1:3;
- Chapisco da superfície com argamassa de cimento e areia no traço 1:3;
- O revestimento impermeável propriamente dito, constará de argamassa de cimento e areia no traço 1:3, misturada com o aditivo impermeabilizante, com uma espessura mínima de 3 cm, aplicada em camadas sucessivas de 1,5 cm. Deverá ser evitada a superposição de juntas de execução, que deverão ser bisel e a dosagem do aditivo bem como a técnica de aplicação, deverá estar de acordo com as recomendações dos fabricantes que, por sua vez, deverão estar enquadradas nos padrões e métodos recomendados pelo Instituto Brasileiro de Impermeabilização e as Normas Técnicas Brasileiras em vigor, relativas ao assunto;
- Todas as arestas e cantos externos deverão ser arredondados, formando meia cana, com raio mínimo de 8 cm;
- O acabamento consistirá no desempenamento da superfície com régua de madeira, e posteriormente, uma demão de pintura com uma pasta formada com cimento, água e um aditivo impermeabilizante, que poderá ser do tipo Sika, Vedacit ou similar;
- As superfícies impermeabilizadas deverão ser regadas periodicamente nos oito dias que se segue à sua execução, ou preferencialmente cheios os reservatórios, decorridos 12 horas do término dos trabalhos.

#### **5.14.3 Impermeabilização do Tipo Elástico**

Este processo consiste no revestimento externo da estrutura com membranas e resinas elásticas ou elastômeros, que devem ter como características principais a impermeabilidade, alta elasticidade e resistência ao envelhecimento, capazes de acompanhar esforços mecânicos não recomendados para um revestimento impermeável do tipo rígido, de modo a não alterar as características de estanqueidade da estrutura.

O revestimento deverá ser homogêneo, devendo receber especial atenção nas juntas de dilatação e cantos, obedecendo rigorosamente os métodos construtivos dos fabricantes, os quais deverão estar de acordo com os processos reconhecidos pelo

Instituto Brasileiro de Impermeabilização e as Normas Técnicas Brasileiras em vigor, relativas ao assunto.

A impermeabilização com material elástico é destinada às lajes de cobertura não protegidas por telhas, salvo os casos de tetos de reservatórios.

### **5.15 ALVENARIA DE PEDRAS**

A pedra a ser empregada deverá ser granítica ou de mesma dureza, limpa, isenta de incrustações prejudiciais ou de capas de pedreira, assim como possuir um boa aderência com a argamassa, um Los Angeles inferior a 40% e uma densidade real superior a 2,7 g/cm<sup>3</sup>. A argamassa a empregar será de cimento e areia ao traço 1:5 em volume.

As faces das pedras que contiverem lama ou qualquer outro material que prejudique a aderência das mesmas com a argamassa, deverão ser limpas com escova de aço e em seguida lavadas.

Não será permitido o emprego de capas de pedreiras, que deverão ser retiradas, por marroamento, das pedras que por ventura as contenham.

Para compor o paramento a vista da alvenaria serão colocadas as pedras mais regulares e de melhor acabamento, assentadas de maneira a evitar aparentes e desigualdades pronunciadas.

Na alvenaria de pedra aparelhada ou pedra a vista, os blocos deverão ter uma face em forma regular apicoada a ponteiro, que ficará aparente.

Para orientar a execução da alvenaria e a regularidade de seus paramentos, deverão ser colocadas, a cada 10,00 m, mestras de madeira, reproduzindo o perfil adotado, fortemente escoradas e contraventadas, sendo o assentamento das pedras orientado através de linhas deslocáveis presas às mestras.

Os blocos de pedra, rachas e rachinhas deverão ser umedecidos no momento de seu assentamento.

A alvenaria de pedra deverá ser executada por fiadas, aproximadamente horizontais, utilizando-se blocos tão regulares quanto possíveis, assentados sobre argamassa e com sua maior face voltada para baixo e paralela ao plano horizontal. A argamassa deverá ser bastante para refluir pelos lados, quando comprimida. A primeira fiada será constituída de pedras grandes escolhidas, montadas sobre leito de argamassa ou de concreto simples. Os blocos deverão ser calçados com rachas e rachinhas, que também serão empregadas na regularização de cada fiada. Os vazios entre blocos de pedra deverão ser preenchidos com argamassa, procedendo-se em seguida a introdução de rachas e rachinhas com auxílio de martelo de pedreiro e soquetes manuais.

O argamassamento deverá ser feito com colher de pedreiro e soquetes manuais, de modo a preencher todos os vazios, não sendo permitido a adição de água. Após a



conclusão de cada fiada deverá ser retirado todo o excesso de argamassa, devendo a junta ficar respaldando com a face das pedras.

A alvenaria deverá formar um todo maciço, sem vazios ou interstícios devendo as juntas entre fiadas ficarem desencontradas, proporcionando uma boa amarração entre pedras.

O lançamento de blocos de pedra sobre fiadas recém executadas, deverá ser feito de modo a evitar choques prejudiciais à alvenaria.

A alvenaria será paga por metro cúbico consoante as dimensões das peças e o tipo da mesma fundação ou elevação (aparelhada ou pedra a vista).

## **5.16 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DAS ELEVATÓRIAS**

Serão obedecidos todos os detalhes constantes dos PROJETOS ELÉTRICOS e suas especificações.

### **5.16.1 Fornecimento de Equipamentos e Materiais Elétricos**

Este item estabelece as condições técnicas gerais a que deverá satisfazer o fornecimento dos equipamentos e materiais elétricos destinados ao Projeto das obras dos Sistemas de Esgotamento Sanitários.

A CODEVASF considera que, antes da apresentação da Proposta, o conteúdo dos documentos de Licitação foi cuidadosamente examinado pela EMPREITEIRA, a qual assumirá qualquer ônus decorrente do desconhecimento ou da interpretação errônea das exigências neles contidas.

### **5.16.2 Extensão do Fornecimento**

A extensão do fornecimento de cada pacote inclui os seguintes itens, mas não se limita a eles:

- Projeto (desenho, dados dos catálogos, memoriais de cálculos, etc.) e seu envio para aprovação;
- Fornecimento de manual de instruções para montagem, operação e manutenção dos equipamentos e/ou materiais;
- Fabricação e fornecimentos dos equipamentos e/ou materiais de acordo com a respectiva Especificação Técnica da CODEVASF e com os desenhos aprovados;
- Fornecimento de ferramentas especiais necessárias à montagem e manutenção dos equipamentos;
- Fornecimento de peças sobressalentes de determinados equipamentos. As Especificações poderão exigir peças sobressalentes para um ou mais anos, sem qualquer pagamento adicional;
- Supervisão da montagem e da instalação dos equipamentos e/ou materiais, sempre que solicitada pela CODEVASF, conforme estabelecido nas Condições Gerais e Especiais do Contrato;

- Ensaios e inspeção dos equipamentos na obra e início de operação, sempre que a CODEVASF solicitar a supervisão da montagem na obra;
- Instruções ao pessoal de operação e manutenção da CODEVASF;
- Garantia dos equipamentos e/ou materiais, conforme as Condições Gerais e Especiais do Contrato.

### **5.16.3 Informações Conflitantes**

Quaisquer dúvidas que possam surgir durante a execução de qualquer fase do processo de aquisição e/ou fabricação, devido a enganos ou divergências entre os documentos técnicos pertinentes, deverão ser obrigatoriamente levadas ao conhecimento da CODEVASF, por escrito. A EMPREITEIRA deverá, nestes casos, adotar a solução indicada, por escrito, pela CODEVASF.

### **5.16.4 Exceções às Especificações**

A EMPREITEIRA deverá incluir na sua Proposta, ao preencher o formulário específico apresentado, uma relação clara de todos os pontos em que o equipamento apresenta divergências em relação às Especificações.

A CODEVASF a seu exclusivo critério reserva-se o direito de aceitar, ou não, as exceções e divergências das Propostas. As divergências que não forem incluídas no formulário específico anteriormente mencionado não serão aceitas, ficando aos requisitos estabelecidos pela CODEVASF.

### **5.16.5 Garantia**

A EMPREITEIRA deverá garantir os equipamentos do seu fornecimento contra qualquer falha no cumprimento dos requisitos da Especificação e demais exigências contratuais, garantindo um funcionamento contínuo e perfeito por um período de 2 anos a partir da data de entrada de operação.

Para corrigir as falhas detectadas neste período, a EMPREITEIRA realizará, no menor prazo e sem ônus para a CODEVASF, inclusive, o caso de eventual retirada dos equipamentos para reparos em sua fábrica/oficina, todas as alterações de projeto, reparos, substituições, modificações e/ou acréscimo de equipamentos, componentes e materiais que se mostrarem necessários.

A EMPREITEIRA deverá garantir ainda, quando forem aplicáveis, os rendimentos operacionais, em relação aos valores mínimos especificados ou constantes nos documentos de contrato de fornecimento. A garantia será integral aos equipamentos fornecidos. Não se aceitando repasses de garantia dos sub-fornecedores, exceto para itens cujos períodos de garantia excedem o prazo de 2 anos. Neste caso, a EMPREITEIRA deverá prestar assistência técnica à CODEVASF, quando solicitado, para corrigir as falhas dos referidos itens.

### 5.16.6 Propostas

As Propostas poderão englobar, tudo ou parte, dos equipamentos e materiais, desde que atendam os requisitos das Especificações.

Propostas alternativas, com oferta de equipamentos e materiais com outras disposições, e/ou com concepções de projeto diferente daqueles especificados, poderão ser apresentadas. Entretanto, somente serão analisadas e avaliadas as Propostas alternativas cuja Proposta Básica tenha sido a de menor custo avaliado.

A Proposta alternativa deverá ser demonstrada com clareza e em detalhes, incluindo todos os elementos necessários para uma perfeita caracterização do produto ofertado, caso contrário, ela não será considerada pela CODEVASF.

### 5.16.7 Prazo de Entrega

Na Proposta deverá constar o documento garantindo o prazo de entrega, parcial e/ou total, do volume de fornecimento a partir da data de assinatura do contrato ou ordem de compra, especificando item por item.

### 5.16.8 Documentos Técnicos

#### **Desenhos a Serem Enviados para Aprovação**

Independentemente de qualquer documento fornecido com a Proposta, a EMPREITEIRA, após a assinatura do Contrato e antes de iniciar a fabricação, deverá submeter para análise e aprovação pela CODEVASF, os documentos em cinco vias, que constituem o projeto do equipamento e/ou fichas técnicas dos catálogos. Os desenhos deverão ser apresentados em meio digital e em cópias Plotadas.

Deverão ser apresentados, no mínimo, os desenhos e o memorial de cálculo relacionados na respectiva Especificação Técnica.

- Vista frontal e lateral com cortes transversais, dimensionados, com indicação de pesos definitivos;
- Planta da base com indicação da localização dos chumbadores e detalhes de fixação;
- Diagrama unifilar;
- Diagrama trifilar completo do sistema de força, incluindo controle e medição;
- Diagrama esquemático de controle;
- Lista de bornes terminais com diagramas de enfiamento;
- Lista de material.

Ficará sob a responsabilidade da EMPREITEIRA a elaboração dos desenhos referentes aos diagramas funcionais e de controle relativos aos sistemas fornecidos.

Os desenhos deverão ser elaborados de acordo com as normas da ABNT, e, em especial, a NBR-5984.

Quando forem necessários dados acerca de produtos ou equipamentos comerciais, a EMPREITEIRA deverá submeter cinco conjuntos completos em que constem o nome do fabricante, o tipo, o modelo, o tamanho do equipamento e suas características. Quando forem submetidas folhas do catálogo, o item proposto deverá estar sublinhado ou marcado. Os dados deverão ser abrangentes e demonstrar claramente que o equipamento a ser fornecido atende aos requisitos destas Especificações.

Todos os desenhos, dados e memoriais de cálculo deverão ser carimbados com o nome da CODEVASF, número do contrato, nome da obra, número de referência da EMPREITEIRA e número e data da revisão.

Todos os desenhos e demais documentos técnicos fornecidos serão e permanecerão como propriedade exclusiva da CODEVASF, que deles poderá fazer o uso que lhe aprovar.

#### **5.16.9 Critérios para Aprovação de Desenhos**

O CONTRATANTE manifestar-se-á a respeito dos desenhos recebidos, no prazo máximo de 30 (trinta) dias a partir do recebimento. No entanto, fica assegurado à EMPREITEIRA o direito de estender o prazo previsto para a entrega do equipamento por um período de tempo igual ao atraso provocado pela CODEVASF na análise dos documentos. Este direito não é aplicável aos desenhos remetidos para complementação e/ou correção dos inicialmente apresentados.

Após a análise, a CODEVASF devolverá ao EMPREITEIRO uma cópia de cada desenho e/ou folha de dados, carimbada com uma das seguintes indicações:

- “APROVADO”;
- “APROVADO COM RESTRIÇÕES”;
- “NÃO APROVADO”.

Os documentos carimbados “APROVADO” autorizam a EMPREITEIRA a continuar o detalhamento do projeto e a iniciar a fabricação do equipamento objeto do desenho.

Os documentos carimbados “APROVADOS COM RESTRIÇÕES” autorizam a EMPREITEIRA a continuar o detalhamento do projeto e a iniciar a fabricação do equipamento, desde que neste sejam incluídas as alterações solicitadas. Entretanto, será necessária a reapresentação dos desenhos para nova verificação.

Os documentos carimbados “NÃO APROVADOS” deverão ser reapresentados para aprovação, após terem sido corrigidos ou alterados. As alterações assim efetuadas não conferirão à EMPREITEIRA o direito de extensão dos prazos de entrega do equipamento.

Imediatamente após a conclusão do processo de aprovação, a EMPREITEIRA deverá remeter para a CODEVASF nova cópia em meio digital, dos originais de cada desenho, acompanhada de uma cópia plotada devidamente atualizada.

Sempre que for necessário introduzir modificações no projeto ou na fabricação do equipamento, a EMPREITEIRA deverá avisar a CODEVASF e, caso as modificações

afetem o desenho, apresentar cinco novas cópias para análise, repetindo-se o procedimento anteriormente estabelecido.

A aprovação dos desenhos e cálculos pela CODEVASF não representará qualquer diminuição da responsabilidade da EMPREITEIRA quanto a: projeto, matéria-prima, fabricação e características garantidas do equipamento. O fato da CODEVASF chamar a atenção da EMPREITEIRA para eventuais erros ou omissões, não a tornará responsável por outros não mencionados ou não detectados durante o processo de análise e aprovação dos desenhos. A EMPREITEIRA responsabilizar-se-á por qualquer fabricação, compra ou remessa anterior a aprovação dos desenhos e dados.

#### **5.16.10 Manual de Instruções**

A EMPREITEIRA deverá encaminhar à CODEVASF, até 30 dias antes da data prevista para a entrega do equipamento, o manual de instruções do equipamento, em cinco vias, formato A4. O manual deverá ser completo e conter todas as instruções para operação, revisão e ajuste do equipamento no campo; recomendações quanto às ferramentas e instrumentos a serem utilizados; rotinas de manutenção; armazenagem; movimentação e içamento das unidades e acessórios, com desenhos para montagem e movimentação das peças e embalagens.

Quando for o caso, o manual deverá indicar, de forma clara, os valores recomendados de ajuste de peças e dispositivos.

O manual de instruções será obrigatoriamente redigido no idioma português e será entregue encadernado. Os desenhos incluídos, no manual deverão ser numerados, dobrados corretamente e fixados ao volume de forma análoga à das páginas do texto.

#### **5.16.11 Normas Recomendadas**

Para fins de projeto, matéria prima, fabricação e ensaios, a EMPREITEIRA deverá obedecer às normas brasileiras estabelecidas pela ABNT. Fica estabelecido que essas normas serão válidas sempre em suas últimas revisões aprovadas.

As normas recomendadas não excluem outras que assegurem qualidade igual ou superior à especificada, desde que a EMPREITEIRA cite claramente em sua Proposta as normas alternativas, e os itens em que elas são aplicáveis, e anexe cópia das referidas normas. A CODEVASF, entretanto, reserva-se o direito de rejeitar as normas Propostas, a seu exclusivo critério.

No caso de qualquer divergência entre a Especificação da CODEVASF e as normas recomendadas, deverão prevalecer as recomendações contidas na Especificação.

#### **5.16.12 Inspeção e Ensaios Durante a Fabricação**

As inspeções a serem executadas, eventualmente, pela CODEVASF na fábrica/oficina em nenhuma hipótese eximem a EMPREITEIRA de qualquer de suas obrigações e responsabilidades contratuais.

A CODEVASF reserva-se o direito de inspecionar qualquer etapa durante o processo de fabricação.

#### **5.16.12.1 Rejeição do Equipamento na Fábrica/Oficina**

O equipamento será rejeitado se, no decorrer da inspeção ou na conclusão da mesma, forem constatadas falhas ou discordâncias do equipamento em relação às Especificações da CODEVASF e aos desenhos aprovados.

A rejeição do equipamento não eximirá a EMPREITEIRA de suas responsabilidades relativas à entrega do equipamento na data prevista.

Se, na opinião da CODEVASF, ficar caracterizado que a EMPREITEIRA será incapaz de satisfazer aos requisitos exigidos pela FISCALIZAÇÃO, ou se a rejeição tornar impraticável a entrega do equipamento na data prevista, a CODEVASF, reserva-se o direito de rescindir todas as suas obrigações e adquirir o equipamento em outra fonte, sendo a EMPREITEIRA considerado inadimplente e sujeita às penalidades aplicáveis ao caso.

#### **5.16.12.2 Aceitação do Equipamento na Fábrica/Oficina**

A aceitação do equipamento na fábrica/oficina pela FISCALIZAÇÃO não eximirá, de forma alguma, a EMPREITEIRA de sua responsabilidade em fornecer o equipamento de acordo com o Contrato/Ordem de Compra, nem invalidará ou comprometerá qualquer reclamação futura que a CODEVASF venha a fazer com base na existência de equipamento inadequado, defeituoso ou em desacordo com a Especificação.

### **5.16.13 Embalagem, Transporte, Manuseio e Seguro**

#### **5.16.13.1 Embalagem**

O equipamento deverá ser adequadamente embalado de forma a protegê-lo de danos durante o transporte e armazenagem, em condições que envolvam múltiplos manuseios, transbordo, trânsito por estradas não pavimentadas, armazenamento prolongado, exposição à umidade e à maresia e possibilidade de roubo.

Sem limitar as responsabilidades da EMPREITEIRA, relacionam-se a seguir algumas condições que deverão ser observadas, além de outras eventualmente incluídas nesta Especificação.

As caixas, engradados e estrados deverão ser construídos de modo adequado às necessidades de cada embarque e cintados com aço. A madeira deverá ser seca.

As cintas metálicas deverão ser de aço não recozido, aplicadas com ferramentas esticadoras e presas com elos de aço prensado.

Os pregos devem ter proteção anticorrosiva e serem próprios para caixotes.

No caso de equipamentos suscetíveis a danos causados pela umidade, deverão ser usados revestimentos impermeáveis em forma de sacos ou invólucros selados com



adesivo impermeável. Deverá ser colocada uma proteção para absorver a umidade, como sílica-gel.

Superfícies usinadas, que poderão sofrer oxidação durante o transporte ou instalação, deverão ser transportadas cobertas de graxa ou outra substância facilmente removível.

Os itens a serem embarcados em fardos deverão ser separados e atados, segundo dimensões e pesos compatíveis com a movimentação na obra.

As embalagens estarão sujeitas à inspeção e aprovação da FISCALIZAÇÃO. Se as caixas chegarem avariadas ao seu destino ou em condições inadequadas, o equipamento deverá ser inspecionado, e qualquer equipamento danificado ou impróprio para o uso será devolvido e substituído à custa da EMPREITEIRA.

Em cada volume deverá haver o nome da CODEVASF e da obra, o número de peças que contém, o nome da EMPREITEIRA, o número do Contrato/Ordem de Compra, o número do embarque, o local de destino e os pesos, bruto e líquido. Também deverá ser fornecida uma lista de materiais, acessórios e/ou peças contidos em cada volume, de modo a facilitar a conferência.

#### **5.16.13.2 Transporte e Seguro**

O transporte e o seguro deverão obedecer às condições gerais e especiais de contrato e as condições relacionadas a seguir:

##### **a) Caso de fornecimento nacional.**

- O transporte e o seguro dos equipamentos da fábrica/oficina até os almoxarifados das obras de destino serão de responsabilidade da EMPREITEIRA;
- O seguro também deverá cobrir a operação de descarga no local de entrega conforme instrução da CODEVASF;
- Opcionalmente, a CODEVASF poderá fazer diretamente este frete e o seguro, como assim estabelecido no Contrato/Ordem de Compra.

#### **5.16.13.3 Armazenagem na Obra**

A armazenagem e a guarda dos equipamentos e materiais, desde a chegada dos mesmos nos almoxarifados das obras de destino até a data da sua efetiva instalação, serão feitas pela CODEVASF, de acordo com as instruções da EMPREITEIRA.

A EMPREITEIRA deverá informar as medidas e os meios necessários para prever um armazenamento seguro e um manuseio fácil e rápido dos seus equipamentos postos nas obras.

As peças sobressalentes serão obrigatoriamente embaladas em separado das demais, seus volumes marcados com a palavra “SOBRESSALENTES” em destaque, para evitar-se usá-las antes da partida do equipamento.

#### **5.16.14 Supervisão de Montagem, Comissionamento e Ensaios Pré-Operacionais**

A CODEVASF reserva-se o direito de contratar com a EMPREITEIRA o serviço de supervisão da montagem dos equipamentos, conforme as condições gerais especiais de contrato.

A EMPREITEIRA providenciará um supervisor de montagem e testes, para acompanhar a montagem, a instalação, na obra e os ensaios de inspeções iniciais e finais.

O Supervisor deverá agir como consultor da CODEVASF em questões de métodos práticos e precauções necessárias e será responsável pelos alinhamentos, folgas e demais exigências inerentes à montagem dos equipamentos, bem como pela orientação à CODEVASF sobre manuseios, verificações, partidas e colocação em funcionamento e demais operações necessárias para o efetivo funcionamento do equipamento.

##### **5.16.14.1 Aceitação Provisória e Final**

Ao término da instalação na obra, em presença da CODEVASF, proceder-se-á à verificação geral aos ensaios de funcionamento.

Uma vez satisfeitas as condições impostas pelas normas de referência e pelas disposições da Especificação e após a entrada em operação do equipamento, o mesmo será dado por entregue e instalado, e a CODEVASF emitirá o Certificado de Aceitação Provisória, sem prejuízo das garantias estipuladas nas condições gerais e especiais de contrato.

##### **5.16.14.2 Aceitação Final**

Findo o período de garantia e não havendo nenhum item contratual pendente, a CODEVASF emitirá o Certificado de Aceitação Final dos equipamentos objeto do fornecimento.

##### **5.16.14.3 Especificações Técnicas de Quadros de Baixa Tensão - BT**

A presente Especificação tem por objetivo estabelecer as condições técnicas mínimas, que deverão ser obedecidas para o fornecimento dos quadros elétricos de BT, cubículos de comando/proteção em 380V e cubículos de comando/controle de motores em 380V, destinados às obras dos Sistemas de Esgotamento Sanitário.

Além de atender os requisitos mencionados, os equipamentos a serem fornecidos deverão satisfazer às características a seguir especificadas.

##### **5.16.14.4 Generalidades**

O nível de tensão de alimentação dos motores principais dos Sistema de Esgotamento Sanitário será de 380V trifásico – 60Hz.



A medição da Concessionária ENERGIPE será realizada, em princípio, no lado de Baixa Tensão, tomada na entrada de cada Estação Elevatória de Esgoto, por meio de equipamentos de medição, de propriedade da Concessionária e instalados em mureta especificamente destinada para essa finalidade.

O nível de tensão dos circuitos de comando e controle será de 220V-monofásica.

#### **5.16.14.5 Projeto**

Excetuando-se, onde especificamente mencionado em contrário, todos os equipamentos e materiais dos quadros de medição/proteção/comando/controle, deverão ser projetados, construídos e testados, segundo as últimas revisões das normas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, Normas Próprias da CODEVASF, Norma Regulamentadora NR-10 e Normas da Concessionária.

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- ANSI - American National Standard Institute;
- NEMA - National Electrical Manufacturers Association;
- NEC - National Electrical Code;
- IEC - International Electrotechnical Commission.

#### **5.16.14.6 Características de Construção**

##### **QUADROS EM GERAL**

Cada quadro consistirá de cubículo de: proteção na entrada de 380V do alimentador principal; quadros para partida de motores de baixa tensão (380V), e de alimentação e controle de serviços auxiliares, em 380/220V trifásico.

O quadro deverá ser para instalação abrigada ou ao tempo conforme especificado nos respectivos projetos.

##### **CONJUNTO DE UNIDADES DE: PROTEÇÃO DE ENTRADA E DE PARTIDA DE MOTORES**

O quadro deverá ser de construção rígida, fabricado de chapas de aço.

O quadro deverá ser constituído de uma ou mais seções verticais, divididas em compartimentos independentes separados por chapas metálicas, para alojar unidades de partida dos motores e/ou outros dispositivos.

Cada seção deverá prever um espaço vertical suficiente para passagem dos cabos de ligação às unidades. Suportes adequados deverão ser incluídos para a fiação. O acesso à fiação, blocos terminais e ligações deverá ser pela parte frontal.

Todas as portas deverão ser guarnecidas com gaxetas para evitar a entrada de poeira e insetos e deverão possuir sistema de ventilação/exaustão.

Todas as partes metálicas da estrutura deverão ser submetidas a um processo comprovado de fosfatização, após o qual as superfícies internas e externas sofrerão a

aplicação de primer anticorrosivo e não menos do que de duas camadas de tinta. A EMPREITEIRA deverá fornecer uma quantidade suficiente de tinta para restauração das partes eventualmente danificadas no transporte e instalação.

Todos os compartimentos, assim como os dispositivos montados que não possuem designação própria, deverão ser providos de plaquetas de identificação, fabricadas em plástico laminado na cor preta, com letras gravadas em branco.

Cada quadro deverá ser provido com os meios adequados para o manuseio e suportar, sem danos, os esforços impostos pelo transporte e instalação.

### **UNIDADE PARA ALIMENTAÇÃO E CONTROLE DOS SERVIÇOS AUXILIARES**

Aplica-se a esta unidade, todas as características gerais do conjunto para alimentação de motores.

- **Barramento**

O barramento principal deverá ser de cobre eletrolítico horizontal, trifásico e dimensionado para as correntes, nominal e de curto circuito.

Em cada seção vertical deverá ser previsto um barramento de cobre vertical, ou cabo de cobre, derivado do principal, para alimentação das diversas unidades, com capacidade contínua adequada.

Os barramentos deverão ser montados em suportes de material isolante, com propriedades dielétricas adequadas e resistentes aos efeitos térmicos e mecânicos da corrente de curto-circuito especificada.

Deverá ser prevista uma barra de terra de cobre eletrolítico horizontal, adequadamente dimensionada, por toda a extensão do conjunto, fornecida com conectores do tipo pressão para cabos de seção de 10 a 35 mm<sup>2</sup>, em ambas as extremidades.

- **Fiação**

Toda a fiação do controle deverá ser feita com condutores de cobre, seção mínima 1,5 mm<sup>2</sup> para circuitos de tensão e 2,5 mm<sup>2</sup> para circuitos de corrente, isolamento termoplástico, 0,6/1 kV.

Poderão ser usadas seções menores para a fiação de anunciadores ou para os dispositivos de supervisão, desde que adequadamente suportadas e próprias para tensão e corrente dos respectivos circuitos. Não deverão ser instaladas junto à outra fiação de controle e medição.

Deverá ser prevista proteção mecânica adequada nas passagens dos condutores por locais que possam causar danos ao seu isolamento.

Para ligação dos cabos de força, deverão ser fornecidos terminações com suporte adequado para cabos de baixa tensão.

As ligações entre as partes fixas e as portas ou painéis articulados somente deverão ser executadas com condutores flexíveis.

Toda a fiação interna do quadro deverá ser identificada pelo método de ponto elétrico, em ambas as extremidades e todos os terminais deverão ser marcados.

Os blocos terminais de força deverão ser dimensionados para capacidade mínima de 130% da corrente nominal no respectivo circuito e os de controle, para 30A. Deverão ser previstos, pelo menos, 10%, de reserva para os blocos dos circuitos de controle.

#### **5.16.14.7 Entrada da Alimentação**

A entrada será pela parte inferior dos quadros, através dos cabos de alimentação principal.

As correntes nominais e nível de curto circuito dos disjuntores estão mostrados nos respectivos diagramas.

Os disjuntores de baixa tensão (para os circuitos de força e auxiliares), deverão ser tripolares, operação manual, equipados com disparadores termomagnéticos e capacidade de interrupção adequada.

A alavanca de manobra dos disjuntores deverá ser de operação externa na porta do compartimento, com indicação de posição (ligado-desligado).

Os contactores magnéticos deverão ser eletromagnéticos, tripolares, bobina de operação para 220 V, 60 Hz, corrente alternada. Deverão suportar uma queda de tensão de 25% sem desarmar e armar com 80% da tensão nominal.

Os demais componentes deverão ser instalados no quadro, conforme indicados nos diagramas.

#### **5.16.14.8 Componentes Adicionais**

Todos os quadros deverão ser equipados com resistências de aquecimento, com a temperatura controlada por termostato. O circuito de alimentação deverá ser adequadamente protegido.

Lâmpadas indicadoras incandescentes deverão ser montadas nas unidades de partida, com possibilidade de substituição pela frente.

Os instrumentos indicadores e medidores deverão ser para montagem embutida, ligações traseiras, leitura direta, classe de precisão de 1,5%.

Mesmo que mostrados nos desenhos, o arranjo e os tamanhos das unidades de partida dos motores estarão sujeitos a possíveis alterações.

#### **5.16.14.9 Pintura**

As pinturas serão executadas com acabamento impecável de acordo com o tipo e cor indicada no projeto ou nos casos omissos, conforme indicação da FISCALIZAÇÃO.

As superfícies a pintar serão cuidadosamente limpas e convenientemente preparadas para o tipo de pintura a que se destinem.

As superfícies a serem pintadas serão examinadas e corrigidas de quaisquer defeitos de revestimentos antes do início dos serviços.

A eliminação da poeira deverá ser completa, tomando-se precauções especiais contra o levantamento de pó durante os trabalhos, até que as tintas sequem inteiramente.

As superfícies só poderão ser pintadas quando perfeitamente enxutas.

Cada demão de tinta só poderá ser aplicada quando a precedente estiver completamente seca, observando-se um intervalo mínimo de 24 horas entre demãos sucessivas, salvo especificação em contrário.

Igual cuidado haverá entre as demãos de tinta e de massa, observando-se um intervalo mínimo de 48 horas, após cada demão de massa, salvo especificação em contrário.

Os trabalhos de pintura em locais imperfeitamente abrigados serão suspensos em tempo de chuva.

As tintas, massas, e os solventes a serem empregados deverão ser de primeira qualidade, nas cores e embalagens originais de fábrica/oficina. As tintas deverão ter pigmentação uniforme e serem isentas de borras e quaisquer outras impurezas, devendo obedecer às especificações da EB-29 a 39 da ABNT.

As tintas serão preparadas em ambiente fechado e sob as vistas da FISCALIZAÇÃO. No caso de uso de tintas e vernizes já preparados, serão observadas rigorosamente as instruções do fabricante, no que concerne à aplicação, tipo e quantidade de solvente sendo absolutamente vedada a adição de qualquer produto estranho às especificações do fabricante.

As massas destinadas ao tratamento ou acabamento das superfícies a serem pintadas, deverão ser os indicados pelo fabricante das tintas, que serão utilizados.

A pintura de paredes poderá ser aplicada com brochas ou rolos, devendo ser feita verticalmente, da parte superior para a inferior, sendo uniformemente distribuída em toda a superfície a ser pintada.

A pintura a óleo poderá ser aplicada a pincel ou pistola, devendo ser distribuída uniformemente em toda a superfície a pintar.

A indicação exata dos locais a receber os diversos tipos de pintura e respectivas cores será, oportunamente, determinada em desenhos, ou pessoalmente, pela FISCALIZAÇÃO.

#### **5.16.15 Especificações Técnicas de Cabos de Energia de 0,6 kV, Cabos de Controle e Cabos de Cobre Nu**

A presente Especificação tem por objetivo estabelecer as condições técnicas mínimas, as quais deverão ser obedecidas para o fornecimento de cabos de energia de 0,6kV, cabos de controle e cabo de cobre nu destinados ao Projeto dos Sistemas de Esgotamento Sanitário.

### 5.16.15.1 Normas Técnicas

O fornecimento de cabos de energia de 0,6kV, cabos de controle e cabos de cobre nu será de acordo com esta Especificação e as normas técnicas recomendadas a seguir:

- ABNT-NBR-5111 - Fio de cobre nu de seção circular para fins elétricos;
- ABNT-NBR-5281 - Condutores elétricos isolados com compostos termoplásticos polivinílico (PVC) até 600 V e 60° C;
- ABNT-NBR-6769 - Fio de cabo esmaltado de ação circular à base de poliéster classe térmica, 155° C, Grau 2;
- ABNT-NBR-6790 - Continuidade e aderência do revestimento de estanho em fio de cobre mole, meio duro ou duro;
- ABNT-NBR-5288 - Determinação das características dos condutores elétricos isolados com compostos termoplástico;
- ABNT-NBR-5159 - Fios de cobre nu de seção circular para fins elétricos - ensaios;
- ABNT-NBR-5349 - Cabos de cobre nu para fins elétricos;
- ABNT-NBR-5368 - Fio de cobre estanhado mole, meio duro e duro de seção circular para fins elétricos;
- ABNT-NBR-5384 - Resistividade de metais e suas ligas;
- ABNT-NBR-5460 - Geração, transmissão e distribuição de energia elétrica;

### 5.16.15.2 Características do Sistema

As características do sistema são as seguintes:

- a - tensão nominal entre fases ..... 0,38kV;
- b - número de fases ..... 3;
- c - frequência ..... 60Hz;
- d - ligação ..... triângulo / estrela, com neutro aterrado.

### 5.16.15.3 Características Básicas

As características básicas dos cabos são as seguintes:

- a - classe de isolamento:  
cabos de energia ..... 0,6/1,0 kV;  
cabos de controle ..... 0,6/1,0 kV, tipo A, B, C e D.
- b - número de condutores:  
cabos de energia ..... singelo;  
cabos de controle ..... conforme indicado.
- c - material do condutor ..... cobre ou cobre estanhado;

- d - tipo de isolante ..... material termoplástico ou termofixo;
- e - classe de isolamento..... 1 kV;
- f - frequência..... 60 Hz.

#### **5.16.15.4 Características Operacionais**

##### **a - Elevação de temperatura**

Os cabos deverão suportar, sem danos, as temperaturas máximas permitidas nas normas para cada tipo de isolamento.

- Isolamentos de cloreto de polivinila - os cabos construídos com isolamento de cloreto de polivinila 60° C e polivinila 75° C deverão suportar as respectivas temperaturas, em ambientes secos ou úmidos, à tensão nominal de até 600V.
- Isolamento de polietileno - os cabos construídos com isolamento em polietileno deverão suportar as temperaturas a seguir indicadas em ambientes secos ou úmidos:
  - em operação normal .....75° C;
  - em sobrecarga (até 5000 V) .....96° C;
  - em sobrecarga ( de 5001 até 15000 V) .....90° C;
  - em curto-circuito .....150° C.
- Isolamento de Borracha Sintética - os cabos construídos com isolamento à base de borracha sintética deverão suportar as temperaturas indicadas na tabela 3.1 da Norma IPCEA Pub. Nº S-19-81.
- Isolamento de Polietileno Reticulado - os cabos construídos com isolamento de polietileno reticulado deverão suportar as temperaturas a seguir indicadas, em ambientes secos ou úmidos:
  - operação normal .....90° C;
  - em sobrecarga .....130° C;
  - em curto-circuito .....250° C.
- Isolamento de Borracha Etileno-Propileno - os cabos construídos com isolamento de borracha etileno-propileno deverão suportar as temperaturas a seguir indicadas, em ambientes secos ou úmidos, com tensões até 35000 V entre fases, para isolamento de 100% e não mais de 25000 V para isolamento de 133%:
  - operação normal .....90° C;
  - em sobrecarga .....130° C;
  - em curto-circuito .....250° C.

##### **b - Tensões suportáveis**

Os cabos deverão suportar as tensões exigidas nas Normas IPCEA para os correspondentes tipos e níveis de isolamento.



### 5.16.15.5 Características Construtivas

#### a - Condutor

O condutor deverá ser redondo, concêntrico, trançado, de acordo com a Norma ASTM-B-8.

Os fios componentes do condutor deverão ser de cobre, de acordo com a Norma ASTM-B-3; quando se tratar de cabos com isolamento termoplásticos e de cobre estanhado, de acordo com a Norma ASTM-B-33; quando se tratar de cabos com isolamento de borracha, o número de fios componentes deverá ser, no mínimo, o exigido para condutores redondos normais da mesma seção, classe B, da Norma ABNT-NBR-5349 ou de acordo com a Tabela 2.2 da Norma IPCEA Pub. nº S-19-81.

O material empregado na construção do condutor deverá ser cobre eletrolítico de pureza mínima de 99,90%.

Antes do encordoamento, os fios componentes deverão ser de acordo com a tempera, dos tipos mole ou recozido, meio duro ou duro conforme indicado abaixo.

As propriedades elétricas e mecânicas desses fios deverão estar em conformidade com a Norma ABNT-NBR-5368.

Tipo	Diâmetro	Condutividade
Mole	-	100,00%
Meio-duro	até 8,25mm	96,66%
	acima de 8,25mm	97,66%
Duro	até 8,25mm	96,16%
	acima de 8,25mm	97,16%

Condutividade em percentual - o valor da condutividade em percentual dos fios de cobre nu a 20° C não deverá ser inferior aos constantes do quadro acima.

Resistência elétrica - o valor da resistência elétrica em CC a 20° C dos fios e cabos de cobre nu não deverá ser superior aos estabelecidos nas Normas da ABNT.

#### b - Cabos Multicondutores

Os cabos constituídos de dois, três ou mais condutores deverão ter cada um dos condutores identificados por um número.

Os números deverão ser impressos com tinta branca indelével, em fundo preto, e adequadamente espaçados, permitindo uma imediata identificação do condutor.

### 5.16.16 Especificações Técnicas de Chaves Estáticas

A presente Especificação tem por objetivo estabelecer as condições técnicas mínimas, as quais deverão ser obedecidas para o fornecimento de Chaves Estáticas para Partida/Parada de motores elétricos, tipo de indução, rotor em gaiola, destinados ao Projeto dos Sistemas de Esgotamento Sanitário.

Para os motores das Estações Elevatórias de Esgoto com potência superior a 10 cv, a CODEVASF utilizará chaves estáticas para a partida e paradas de conjuntos motor-bomba.

As características técnicas desejadas para esses equipamentos são as seguintes:



- Tecnologia avançada que ofereça performance elevada e baixos custos de manutenção;
- Deve permitir que o motor seja acelerado, desacelerado, ou freado suavemente, de modo compatível com os requisitos da aplicação ao processo. Devem ser fornecidas as características dos modos de partida e parada controlada por intervalo de tempo regulável;
- Deve permitir que as acelerações e desacelerações se mantenham constantes com a variação da carga do motor de modo que se otimize as perdas do motor durante as fases transitórias;
- Deve possuir proteção térmica que evite o aquecimento do motor além dos limites definidos a partir da corrente nominal do mesmo;
- Deve possuir proteção contra sobrecargas do motor, inversão do sentido de rotação das fases, fases desbalanceadas, sobreensão, subtensão ou frequência da rede fora de tolerância;
- A chave estática deve possuir memória que retenha as ocorrências de eventos no equipamento;
- A chave estática deve possuir módulo de programação e visor de parametrização e leitura de eventos;
- A chave estática deve possuir recursos de comunicação com a URAC/CLP (interface RS-485) e computador tipo IBM-PC, através de portas seriais para a transferência de dados e ações de comando. A EMPREITEIRA deve descrever esses modos de comunicação. Os protocolos de comunicação preferenciais são os seguintes: FIELDBUS, PROFIBUS, MODBUS RTU E DEVICE-NET;
- A chave deve possuir: relés para indicação de falhas; entradas lógicas; saídas lógicas configuráveis (sobrecarga; motor energizado);
- A chave estática deve ser fornecida com os dispositivos elétricos e materiais necessários à sua instalação. Fornecer chave de by-pass, preferencialmente interna ao equipamento.

## 5.17 DIVERSOS

### 5.17.1 Urbanização das Áreas Edificadas

Os projetos para a urbanização da área da Estação Elevatória indicam as características geométricas e materiais que serão aplicados, relativos a isolamento, drenagem, pavimentação de rolamentos e de passeios, arborização e ajardinamento.

**a) Isolamento de Áreas:** Nas Elevatórias as cercas terão arame farpado em vez de telas;

Portões de acesso com estrutura tubular de ferro galvanizado de 2" de diâmetro, barra de contraventamento de aço de 2" x 5/16", assentados em pilares de concreto armado;

- b) Drenagens:** Tubos de concreto para águas pluviais ligados às caixas coletoras de alvenaria com tampa de concreto armado e entrada lateral;
- Valetas de alvenaria e concreto simples com seção trapezoidal para drenagem superficial e proteção dos off-set de cortes e aterros.

O rolamento da Estação Elevatória será de paralelepípedos de pedra granítica assentados sobre colchão de areia compactado e rejuntados com argamassa de cimento e areia no traço 1:5, em baixo relevo.

Os passeios serão de concreto simples e cimentado desempolado formando placas, segundo as diretrizes básicas da ABCP. Os meios fios poderão ser de pedras graníticas ou de concreto.

### **5.17.2 Arborização e Ajardinamento**

Caberá a EMPREITEIRA o fornecimento e plantio de grama e de mudas das árvores indicadas nos desenhos que constituem os projetos de urbanização das Estações Elevatórias.

O terreno das áreas e locais destinados à vegetação será previamente preparado com materiais tecnicamente adequados a cada caso em particular, procedendo-se às necessárias operações iniciais de manutenção, até que fiquem assegurados os trabalhos de implantação.

Fica entendido que dentro destas obrigações e recomendações, estão incluídas as intervenções para a fixação dos taludes de cortes e aterros projetados.

### **5.17.3 Limpeza das Obras**

Após a conclusão da obra será efetuada a limpeza final internamente; nos equipamentos, aparelhos sanitários, azulejos, pisos, vidros, tudo de acordo com as exigências da FISCALIZAÇÃO, que fará uma vistoria especial para fins de recebimento da obra respectiva.

Todo o entulho e sobras da construção serão removidos, inclusive as instalações provisórias utilizadas para a construção.

## **5.18 TUBULAÇÃO**

Estas especificações abrangem os diversos materiais que poderão ser empregados nas tubulações do sistema, tanto nos coletores e emissários como em trechos localizados no interior da área da Estação Elevatória.

### **5.18.1 Objetivo**

O objetivo do presente item é estabelecer as normas gerais, que deverão ser obedecidas no fornecimento das tubulações, transporte, recepção e estocagem,

destinados aos coletores e emissários e aos trechos localizados no interior da área da estação elevatória.

### **5.18.2 Tubulação de PVC Rígido com Junta Elástica para Líquidos sob Pressão**

#### **a) Generalidades**

O material deverá ser entregue à CODEVASF nos locais indicados por ela. A tubulação destina-se a condução de água potável e deverá ser fabricada na série B caracterizada na EB-183.

Os tubos serão fabricados de cloreto de polivinila não plastificado, com adição de ingredientes a critério do fabricante, e por processo que assegure a obtenção de um produto que preencha as condições desta ESPECIFICAÇÃO. A pressão de serviço máxima será indicada em cada projeto específico.

A união entre dois tubos será feita através da junta elástica, formada pelo conjunto constituído da ponta de um tubo, a bolsa do tubo contíguo e pelo anel de borracha de vedação, com características tais que garantam perfeita vedação, quando montada de acordo com as instruções do FABRICANTE.

A tubulação deverá apresentar as superfícies externas e internas isentas de irregularidades, saliências, reentrâncias e não apresentar bolhas nem vazios.

Tubos de mesma remessa e do mesmo diâmetro deverão ter cor uniforme, admitindo-se entretanto variações de nuances devidas a naturais diferenças de cor na matéria prima.

No fornecimento dos tubos deverão estar incluídos os anéis necessários à sua montagem.

A unidade de compra adotada será o metro linear de comprimento útil para os tubos e peças das conexões.

#### **b) Inspeções de Fabricação**

Após a fabricação e antes do embarque, a tubulação e anéis serão submetidos a ensaios representativos e individuais, realizados pela CODEVASF ou seu representante, credenciado junto ao FABRICANTE.

O fabricante deve fornecer à CODEVASF ou seu representante, todas as facilidades necessárias à execução dos ensaios.

Para execução dos ensaios representativos serão formados lotes de tubos que formem aproximadamente 3.000 m de comprimento, dos quais serão retirados ao acaso três tubos que devidamente autenticados constituirão as amostras para realização dos seguintes ensaios representativos:

- Ensaio de estanqueidade de acordo com o método MB-518, não se admitindo sinais de fuga ou exudação de água e alterações apreciáveis a olho nu, no diâmetro externo, para pressões inferiores a duas vezes, a pressão de serviço indicado na EB-183;

- Ensaio de ruptura por pressão interna instantânea de acordo com o método MB-519, não se admitindo rompimento para pressões inferiores a sete vezes a pressão de serviço indicada na EB-183;
- Ensaio de pressão interna prolongada de acordo com o método MB-533, devendo os tubos resistir durante uma hora e à temperatura de 60° a uma pressão dada pela seguinte fórmula:

$$P = \frac{2e}{di} = 140 \text{ kg/cm}^2$$

onde:

e = espessura mínima da parede (mm);

di = diâmetro interno (mm).

- ensaio de estabilidade dimensional de acordo com o método MB-534, não se admitindo variação longitudinal maior que 5% e aparecimento a olho nu de fissuras, bolhas ou escamas.

Serão ainda realizados ensaios individuais de peso e dimensões devendo ser obedecidas as exigências do item 2.7 da EB-183.

Comprovada a eficiência da tubulação às condições impostas será a mesma considerada aceita pela CODEVASF.

Os casos especiais em que esta ESPECIFICAÇÃO não for totalmente cumprida, deverá ser mencionada na proposta a especificação do FABRICANTE.

No fornecimento, quando necessário, deverão estar incluídas as peças de madeira para apoio da tubulação durante o transporte, peças estas que serão propriedade da CODEVASF.

A CODEVASF poderá exigir para efeito de recebimento, que todas as peças apresentem o carimbo de inspeção da DESO.

### c) Transporte

O veículo utilizado deve ser adequado ou pelo menos adaptado ao tipo de material e distância a transportar. Quando o transporte for feito através de caminhão, este deverá ter sua carroceria com dimensões necessárias para oferecer apoio contínuo, de maneira que não sobrem partes dos tubos para fora do veículo.

As operações de carga e descarga devem ser feitas sem golpes, choques ou arraste. Não se admitirá jogar os materiais sobre pneumáticos, colchões de areia ou terra fofa.

Na formação da carga deverá adotar-se a colocação alternada de tubos, com uma camada com as bolsas no sentido inverso da anterior e sobrando para fora das pontas, evitando-se desta maneira o contato entre as bolsas.

As camadas devem ser separadas por ripas.

As amarras devem ser colocadas protegidas com almofadas de modo a não danificar o tubo.

No caso de transporte de tubos de menor diâmetro, aqueles deverão ser devidamente calçados de maneira a não se movimentar durante o transporte.

Deverão ser criados dispositivos de proteção das pontas e bolsas.

A carga deverá ser protegida contra as intempéries, por encerados amarrados à carroceria.

Deverão ser respeitadas as alturas máximas permitidas pelos códigos de trânsito na formação das cargas.

Cada tubo e conexão deverá trazer em caracteres bem visíveis e de forma indelével, a identificação do FABRICANTE, diâmetro em mm e identificação da série e classe a que pertence.

Do mesmo modo, os anéis também deverão trazer marcados em lugar que não prejudique a eficiência da junta em caracteres bem visíveis e de forma indelével no mínimo a identificação do fabricante dos tubos e o diâmetro nominal do tubo em que deve ser usado.

Os tubos não deverão ser apoiados diretamente sobre o solo, mas sim, sobre apoios de madeira, podendo ser utilizadas as peças de madeira empregadas durante o transporte e que são de propriedade da CODEVASF.

A estocagem deverá ser feita em pilhas de tubos com altura máxima de 1,50m com a posição das pontas e bolsas alternadas escoradas verticalmente.

Quando se tratar de estocagens de conexões ou peças especiais, estas deverão ser agrupadas de acordo com seu tipo e diâmetro.

A localização relativa dos grupos de conexões e pilhas de tubos dentro do almoxarifado deve ser feita de tal ordem que permita a movimentação dos veículos necessários ao manuseio dos materiais.

## **5.19 EXECUÇÃO DOS EMISSÁRIOS (ASSENTAMENTO DE TUBOS, CONEXÕES E PEÇAS ESPECIAIS)**

### **5.19.1 Objetivo**

O presente capítulo tem como objetivo, estabelecer as normas gerais, que deverão ser obedecidas no assentamento das tubulações, destinadas aos emissários.

### **5.19.2 Instalação e Administração da Obra**

Antes do início da construção propriamente dita, deverão ser executadas todas as instalações provisórias necessárias, obedecendo a um programa preestabelecido para os canteiros de obra de tal modo que facilite a recepção, estocagem e manuseio dos materiais.

As instalações provisórias deverão atender às necessidades de cada obra, de acordo com as suas características próprias, devendo o lay-out respectivo atender as indicações abaixo, podendo a FISCALIZAÇÃO exigir complementações, a seu critério, quando achar necessário:

- Áreas destinadas aos materiais e equipamentos que possam ficar descobertos;

- Depósito coberto para materiais que necessitam de maior proteção, dotado de sistema de ventilação, com pavimentação ou proteção de pisos;
- Barracão para o escritório da obra, possuindo inclusive um compartimento destinado a FISCALIZAÇÃO, o qual deverá oferecer condições mínimas de conforto e espaço;
- Instalações sanitárias provisórias, que deverão obedecer as exigências ditadas pela FISCALIZAÇÃO;
- Suprimento de água e energia elétrica, correndo por conta da EMPREITEIRA todas as despesas oriundas das ligações e consumo;
- Tapumes, cercas ou sistema empregado para isolamento do canteiro de obras, ou de áreas de trabalho.

Além do canteiro central, serão implantados em cada frente de trabalho canteiros menores, com características para atender às necessidades específicas da referida frente.

Os equipamentos a empregar deverão apresentar perfeitas condições de funcionamento, e serem adequados aos fins a que serão destinados.

A EMPREITEIRA deverá assegurar a vigilância contínua, dos diversos canteiros de obras.

Os serviços a cargo de diferentes firmas contratadas, serão articulados entre si, de modo a proporcionar um desenvolvimento harmonioso da obra em seu conjunto.

A FISCALIZAÇÃO poderá exigir que sejam adotadas, pela EMPREITEIRA, normas especiais ou suplementares de trabalho, não previstas nestas ESPECIFICAÇÕES, mas úteis, a seu juízo, à segurança do serviço e ao bom andamento da obra.

A EMPREITEIRA deverá cooperar com o departamento de trânsito, de modo a facilitar ao máximo o livre trânsito de veículos e pedestres. Sempre que necessário, a critério da FISCALIZAÇÃO, deverá deixar passagem livre e protegida, inclusive nos pontos de acesso aos imóveis circunjacentes.

A EMPREITEIRA deverá apresentar à FISCALIZAÇÃO, para apreciação, um cronograma de utilização dos equipamentos, podendo ser solicitado um reforço nos casos em que a FISCALIZAÇÃO achar necessário por motivo de insuficiência ou inadequação.

### **5.19.3 Sinalização e Segurança**

A EMPREITEIRA mandará executar placas relativas à obra, de acordo com os desenhos padrões a serem fornecidos pela CODEVASF. Será obrigatória a colocação e manutenção das placas em cada frente de trabalho. A execução dos serviços deverá ser plenamente protegida contra o risco de acidentes com o próprio pessoal e com os terceiros.

A EMPREITEIRA deverá colocar, no local da obra e em cada frente de trabalho, sinalização adequada e eficiente, constituída de placas, cavaletes e bandeiras



vermelhas. Sempre que necessário, a critério da FISCALIZAÇÃO, deverão ainda ser colocadas sinalizações a diferentes distâncias das frentes de trabalho, como advertência aos veículos. Durante a noite, serão instaladas e mantidas acesas, lâmpadas vermelhas e outros avisos luminosos, em cada cavalete e ao longo do canteiro de trabalho.

As lâmpadas vermelhas para sinalização de valas, terão espaçamento máximo de 10 metros entre si e uma altura de 1,00m acima do solo.

Para garantir o tráfego normal de veículos e pedestres, o acesso dos moradores e usuários aos prédios, serão utilizadas passarelas e passagens que garantam a circulação segura e confortável dos transeuntes.

As passarelas e passagens referidas serão metálicas para o caso de locais de tráfego intenso e de madeira de lei para os demais casos.

Quando, por qualquer motivo, os serviços forem suspensos, a EMPREITEIRA continuará responsável pela manutenção de todo material existente no local, e pela segurança do canteiro de serviço, contra acidentes tanto com veículos como com pessoas.

Após o período normal de trabalho diário, a EMPREITEIRA manterá vigias em número suficiente, de modo a assegurar a sinalização e proteção do canteiro de trabalho.

#### **5.19.4 Transporte da Tubulação e Equipamentos**

Em todas as fases do transporte, inclusive o manuseio e estocagem, devem ser seguidas as indicações estabelecidas nos itens relativos ao transporte apresentados nas ESPECIFICAÇÕES de fornecimento de cada material.

Após a conclusão dos trabalhos de montagens pela EMPREITEIRA, deverão ser entregues à CODEVASF, em locais por esta indicados, todas as peças oriundas de sobras dos serviços, não devendo ficar nada abandonado no campo.

#### **5.19.5 Locação e Escavação**

A locação será feita de acordo com o projeto, admitida, no entanto, a flexibilidade necessária para a escolha definitiva da posição das tubulações, em face da existência de obstáculos não previstos. Quaisquer modificações, porém, serão sempre efetivadas mediante autorização por parte da FISCALIZAÇÃO.

Nos trechos em que a tubulação for lançada em campo aberto, fora de logradouros definidos ou projetados, a locação deverá ser executada com instrumentos de precisão, cravando-se piquetes ao longo do eixo das valas e espaçados de 20,00 m nos trechos retos e de 5 m nos trechos curvos, de maneira a definir claramente os alinhamentos.

Para o caso de tubulação em logradouros, deverão ser obedecidas as seguintes indicações básicas:



- A tubulação deverá ser lançada de preferência, no terço mais alto das ruas. Nas vias públicas de tráfego intenso, a tubulação será lançada em um dos lados;
- As tubulações devem ser localizadas a uma distância mínima de um metro da canalização de esgoto existente, ou do local previsto para a mesma, sempre em cota altimétrica superior;
- Somente em casos especiais e com prévia autorização da FISCALIZAÇÃO, serão lançadas as tubulações em passeios de logradouros.

A locação definitiva das canalizações deverá constar de desenhos planimétricos e altimétricos detalhados, de modo a constituir ao final dos trabalhos, um fiel e completo cadastro das obras.

Deverão ser tomados cuidados especiais para que o material escavado não seja carregado pelas águas pluviais para as valas abertas ou para as galerias.

Nas ruas de tráfego intenso poderá ser exigida a retirada imediata do material escavado, sendo o reaterro executado com material transportado.

Os terrenos serão classificados de acordo com a dificuldade de escavação, conforme o abaixo discriminado:

- **Terra** ⇒ Qualquer que seja a sua coesão, com a argila, a areia, o cascalho solto e toda espécie de materiais terrosos que permitam a extração com enxada, pá e picareta;
- **Moledo** ⇒ Os xistos argilosos muito estratificados, o grês mole e em geral todo o terreno compreendido pela denominação vulgar de moledo ou piçarra, impraticável à enxada e que possa ser extraído com picareta;
- **Pedra Solta e Rocha Branda** ⇒ Todas as rochas brandas com estratificação de mais de 0,50m de espessura ou blocos de volume superior a 0,005 m<sup>3</sup> fortemente incrustados, ou ligados em blocos ou camadas, cuja extração só possa ser feita com alavanca, cunhas cavadeiras de aço e exijam também o emprego de mina e agentes explosivos;
- **Rocha Dura** ⇒ Todas as rochas compactadas ou estratificações de mais de 0,50 m de espessura, que só possam ser extraídas pelo emprego constante de explosivos, como o granito, o grês, o calcário duro, etc.

A EMPREITEIRA será responsável pela demolição e reconstituição quando necessário, dos obstáculos que possam surgir, tais como, alicerces galerias de águas pluviais, coletores de esgotos, sendo estes serviço pagos pela CODEVASF nos casos em que estes danos não possam ser evitados.

#### 5.19.6 Escoramento e Esgotamento

Far-se-á uso de escoramento, sempre que as paredes laterais das cavas forem constituídas de solo passível de desmoronamento, ou tratar-se de profundidade que comprometa a segurança dos operários, a critério da FISCALIZAÇÃO.

Deverão ser empregados os seguintes tipos de escoramento:

- Contínuo com o emprego de tábuas de madeira, de maneira a cobrir inteiramente as paredes da vala. O contraventamento será executado por meio de longarinas em ambos os lados, devidamente presas com estroncas transversais;
- Descontínuo, também denominado simples, empregando-se os mesmos materiais em madeira, citados na alínea anterior, diferindo apenas na disposição de tábuas, que serão colocadas na direção vertical ou horizontal, distanciadas entre si, de no máximo 1,00 m.

Em ambos os casos, o escoramento deverá ser retirado cuidadosamente, à medida que a vala ou escavação estiver na fase de reaterro e compactação.

Qualquer outro tipo de escoramento poderá ser empregado como variante dos aventados, desde que atenda aos requisitos técnicos para a segurança dos operários e perfeição na execução total dos trabalhos e devidamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO, ficando a EMPREITEIRA com toda a responsabilidade sobre a opção adotada.

Nos casos de necessidade de estanqueidade além de escoramento na execução de valas, dentro de cursos d'água, terrenos alagados ou com lençol freático alto, a critério da FISCALIZAÇÃO, serão adotadas as soluções de ensecadeiras dos seguintes tipos:

- Ensecadeira de parede simples, constituída de uma cortina contínua de pranchões de madeira perfeitamente encaixados ou de estacas pranchas metálicas, de fabricação padronizada;
- Ensecadeira de parede dupla, constituída de cortinas duplas com as mesmas características fixadas na alínea anterior, com separação de aproximadamente 1,00 m entre elas, sendo o espaço preenchido com um material impermeável argiloso conhecido como "tabatinga".

Será obrigatório o esgotamento quando a escavação atingir terrenos embebidos, lençol d'água ou as cavas acumulem água de chuva, impedindo ou prejudicando o andamento dos serviços.

O esgotamento, dependendo das condições locais e do volume do lençol d'água a esgotar, poderá ser feito manual ou mecanicamente através de bombeamento, podendo-se também adotar outras soluções, como rebaixamento do lençol ou desvio do curso d'água, esta última com vistas a execução de travessias.

#### **5.19.7 Assentamento de Tubulação de PVC com Junta Elástica**

Antes da execução da junta cumpre verificar se a luva, a bolsa, os anéis de borracha e a extremidade dos tubos a ligar se acham bem secos e limpos (isentos de areia, terra, lama, óleo). Realizada a junta, deve-se provocar uma folga de, no mínimo 1,00 cm entre as extremidades, para permitir eventuais deformações, o que será conseguido, por exemplo, imprimindo à extremidade livre do tubo recém-umido vários movimentos circulares. Em seguida verifica-se a posição dos anéis que devem ficar dentro da sede para isso dispostas. Qualquer material usado pode favorecer o deslocamento dos anéis de borracha, desde que apresente características que não afetem a durabilidade dos mesmos e dos tubos PVC rígido.

### **5.19.8 Reaterro de Valas**

O espaço compreendido entre a base de assentamento e a cota definida pela geratriz externa superior do tubo, acrescida de 20 cm, deve ser preenchido com aterro cuidadosamente selecionado, isento de pedras e corpos estranhos e adequadamente adensado em camadas não superiores a 20 cm.

O restante do aterro deve ser executado em camadas de 20 ou 30 cm de espessura, podendo-se usar o material de escavação, desde que o mesmo se apresente, isento de pedras grandes ou corpos estranhos de dimensões notáveis, e permita que se consiga o grau de compactação desejado.

As primeiras camadas, nas proximidades da tubulação, deverão ser, sempre que possível, compactadas manualmente, de maneira a não danificar a tubulação.

A compactação das camadas mais afastadas da tubulação poderá ser feita por meios mecânicos, podendo-se empregar o rolo compressor nas camadas superficiais.

O reaterro será compactado para uma densidade mínima de 98% do Proctor Normal.

As valas só poderão ser fechadas após o levantamento cadastral.

### **5.19.9 Ancoragens**

Serão executadas as ancoragens de peças sujeitas a deslocamentos oriundos de esforços transmitidos pela linha em carga máxima.

Salvo soluções específicas, a ancoragem será constituída por blocos confeccionados com concreto simples, armado ou ciclópico, dimensionados segundo as características do solo a que deve transmitir os esforços, e a grandeza desses. Deverá sempre ser verificada a possibilidade de movimentação dos tubos vazios, sob a ação do empuxo do lençol freático.

Em caso positivo serão empregadas ancoragens adequadas, tanto provisórias como definitivas, estas permanecendo após o reaterro das valas.

O traço do concreto simples a ser empregado será 1:3:6, volumétrico, com um consumo de cimento mínimo de 220 kg/m<sup>3</sup>. O concreto ciclópico será constituído de 70% de concreto simples, com traço igual ao da alínea anterior, ao qual se adiciona os 30% restantes de pedra de mão por ocasião do lançamento. As pedras deverão ficar totalmente envolvidas pelo concreto simples.

### **5.19.10 Caixas para Válvulas, Registros e Ventosas**

As caixas serão de concreto armado ou de alvenaria, executadas de acordo com os projetos e detalhes respectivos.

Serão providas de inspeção, e demais dispositivos característicos para a operação do equipamento.

O traço do concreto estrutural a ser empregado, terá um consumo mínimo de cimento de 320 kg/m<sup>3</sup>, e as caixas de alvenaria serão revestidas internamente com impermeabilizante.

### **5.19.11 Montagem de Válvulas, Ventosas e Peças Flangeadas**

#### **5.19.11.1 Válvulas**

A operação de montagem das válvulas será procedida pela verificação do posicionamento correto dos flanges.

Em linhas de juntas soldadas, as válvulas serão montadas totalmente abertas, e totalmente fechadas nas demais. Aquelas válvulas montadas abertas somente poderão ser acionadas depois de uma limpeza prévia.

Após a válvula ter sua montagem e lubrificação concluídas, deverá ser operada em todos os cursos.

#### **5.19.11.2 Ventosas**

Antes da montagem as ventosas serão inspecionadas, a fim de ser verificado o livre funcionamento das bóias, através de testes no canteiro.

A posição das ventosas obedecerá as indicações do projeto, inclusive com respeito aos diâmetros.

#### **5.19.11.3 Peças Flangeadas**

Os flanges verticais devem ser posicionados de tal modo que os dois furos anexos inferiores fiquem no mesmo plano horizontal.

Os flanges para uma derivação vertical deverão ficar rigorosamente em um plano horizontal.

As porcas devem ficar completamente rosqueadas nos respectivos parafusos.

### **5.19.12 Ensaio da Linha**

Antes do completo recobrimento da tubulação, cumpre verificar se não houve falhas da montagem de juntas, conexões, etc., ou se foram instalados tubos avariados no transporte ou manuseio, etc. Para isso recobrem-se as partes centrais dos tubos deixando as juntas e ligações a descoberto e procede-se ao ensaio da linha. Este, realizado de preferência sobre trechos que para facilidade operacional não excedam a 500m em seu comprimento, aplicando-se à tubulação, peças especiais. Esses trechos serão submetidos a uma pressão 50% superior à pressão hidrostática máxima não devendo descer em ponto algum da canalização a menos de 1 kgf/cm<sup>2</sup>, e sem exceder à pressão que presidiu o dimensionamento das ancoragens nem à pressão de ensaio dos tubos na fábrica, ou seja a que determinou a classe dos mesmos.

## **5.20 MONTAGEM DE EQUIPAMENTOS**

Caberá a EMPREITEIRA a montagem de todos os equipamentos destinados às Estações Elevatórias e Estação de Tratamento para a 1ª etapa de implantação.

Os trabalhos de montagem serão executados por pessoal qualificado, e ainda especializados, quando se tratar de equipamentos que requerem maiores cuidados no manuseio durante as operações de montagem, com vistas a um funcionamento perfeito da respectiva unidade ou conjunto.

Deverão ser obedecidas todas as recomendações, detalhes e orientações fornecidas pelos respectivos FABRICANTES.

A EMPREITEIRA deverá, antes do início dos trabalhos de montagem, efetuar uma inspeção rigorosa em cada equipamento ou conjunto destes, a fim de identificar em tempo hábil à FISCALIZAÇÃO, sobre qualquer aspecto que possa comprometer a montagem ou funcionamento dos mesmos.

Esta atividade faz-se necessária, tendo em vista que os referidos equipamentos deverão ser adquiridos pela CODEVASF e fornecidos à EMPREITEIRA para a montagem, devendo esta entregá-los em perfeitas condições de funcionamento após um período de operação, durante o qual serão efetuadas todas as regulagens e ajustes necessários.

## **6. ESTIMATIVA DE CUSTOS**

## 6. ESTIMATIVA DE CUSTOS

O orçamento para implantação das unidades que compõem o Sistema de Esgotamento Sanitário da Cidade de Japoatã/SE resultou em **R\$ 4.160.167,43** (Quatro milhões, cento e sessenta mil, cento e sessenta e sete reais e quarenta e três centavos).

No que se refere aos custos de serviços, foram utilizados os valores compostos para este projeto, com taxa de BDI e encargos sociais fixados pela CODEVASF. No caso de peças e equipamentos foram utilizados os valores fornecidos pelos fabricantes. Nas páginas seguintes são encontrados os orçamentos resumo e detalhado para esse sistema.

A composição de preços, realizada em função de uma demanda específica da CODEVASF, encontra-se apresentada somente em mídia eletrônica.