



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

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

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

Volume 1 – Texto

APRESENTAÇÃO

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

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

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

- **Relatórios Parciais**

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

- **Relatórios Finais**

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

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

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

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

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

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	I
LISTA DE FIGURAS	III
LISTA DE TABELAS	III
1. INTRODUÇÃO	2
2. PARÂMETROS BÁSICOS	4
3. MEMÓRIA DESCRITIVA	7
3.1 REDE COLETORA	7
3.2 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS/EMISSIONÁRIOS	9
3.3 TRATAMENTO	11
3.4 PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	15
3.4.1 Concepção do Projeto	15
3.4.2 Critérios de Projeto	15
3.4.3 Descrição do Sistema de Suprimento Elétrico	15
3.4.4 Premissas para Desenvolvimento de Estudos	15
3.4.5 Situação e Localização	16
3.4.6 Potência Instalada	16
3.4.7 Entrada de Serviço	17
3.4.8 Proteção de Entrada	17
3.4.9 Aterramento	17
3.4.10 Condutores	18
3.4.11 Conexões Elétricas	18
3.4.12 Proteção Contra Incêndio	18
4. MEMÓRIA DE CÁLCULO	20
4.1 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	20
4.1.1 Rede Coletora	20
4.1.2 Estações Elevatórias/Emissários	33
4.1.3 Estação de Tratamento de Esgotos – ETE	48
4.2 PROJETO ELÉTRICO	52
4.2.1 Estação Elevatória de Esgoto EEE-01	52
4.2.2 Estação Elevatória de Esgoto EEE-02	64
4.3 PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS	75
4.3.1 Introdução	75
4.3.2 Premissas de Cálculo	75
4.3.3 Estação Elevatória EEE-01	76
4.3.4 Estação Elevatória EEE-02	79
4.3.5 Lagoas Facultativa e de Maturação	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Esquema do Sistema de Esgotamento Sanitário da Cidade de Brejo Grande	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	13
Figura 3.3 – Localização da Jazida do Material a ser Utilizado no Fundo das Lagoas de Estabilização.....	14
Figura 4.1 – Curva do Sistema da Estação Elevatória EEE-01	36
Figura 4.2 – Curva do Sistema da Estação Elevatória EEE-02	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Contribuição por Bacia	4
Tabela 2.2 – Evolução da População e das Contribuições de Brejo Grande	5
Tabela 3.1 – Extensão da Rede por Diâmetro da Respectiva Bacia	9
Tabela 3.2 – Resultados Obtidos nos Dimensionamentos das Lagoas	12
Tabela 3.3 – Potência Instalada em Motores e Outras Cargas – EEE-01	16
Tabela 3.4 – Potência Instalada em Motores e Outras Cargas – EEE-02	16
Tabela 3.5 – Proteção Secundária	17
Tabela 3.6 – Proteção/Acionamento dos Motores	17
Tabela 3.7 – Sistema de Aterramento	18
Tabela 4.1 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 1 (Dados Gerais dos Trechos).....	20
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).....	29
Tabela 4.4 – Cálculo da Rede Coletora de Esgotos Sanitários da Bacia 2 (Resultados dos Trechos).....	30
Tabela 4.5 – Preço da Tubulação (R\$).....	33

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 Brejo Grande no Estado de Sergipe. A concepção básica do sistema de coleta, transporte e tratamento dos esgotos que aqui se descreve, assim como os parâmetros básicos a serem utilizados no dimensionamento hidráulico de suas unidades, foram definidos no Relatório de Concepção elaborado anteriormente e já aprovado pela CODEVASF. No desenvolvimento deste Projeto Básico, foram utilizadas plantas, elaboradas no âmbito deste Contrato, planialtimétricas, semicadastrais, com equidistância entre curvas de nível de 1 metro, apresentadas na escala de 1:2.000.

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

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

2. PARÂMETROS BÁSICOS

2. PARÂMETROS BÁSICOS

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

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

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

Tabela 2.1 – Contribuição por Bacia

Contribuição por Bacia								
Bacia	Área (ha)	Densidades (hab/ha)		Populações (hab)		Vazão Média (l/s)		Infiltração Final (l/s)
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
1	34,49	89,71	95,00	3.094	3.277	2,58	2,73	1,42
2	15,06	89,71	95,00	1.351	1.431	1,13	1,19	0,63
Expansão 1	-	-	-	-	949	-	0,79	-
Expansão 2	-	-	-	-	949	-	0,79	-
Total	49,55	89,71	95,00	4.445	6.605	3,71	5,50	2,05

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 Brejo Grande

Ano	População (hab)	Qm (l/s)	Q1 (l/s)	Q2 (l/s)	Q3 (l/s)
2007	4.445	3,70	4,44	6,67	1,85
2008	4.534	3,78	4,53	6,80	1,89
2009	4.625	3,85	4,62	6,94	1,93
2010	4.717	3,93	4,72	7,08	1,97
2011	4.811	4,01	4,81	7,22	2,00
2012	4.908	4,09	4,91	7,36	2,04
2013	5.006	4,17	5,01	7,51	2,09
2014	5.106	4,25	5,11	7,66	2,13
2015	5.208	4,34	5,21	7,81	2,17
2016	5.312	4,43	5,31	7,97	2,21
2017	5.418	4,52	5,42	8,13	2,26
2018	5.527	4,61	5,53	8,29	2,30
2019	5.637	4,70	5,64	8,46	2,35
2020	5.750	4,79	5,75	8,63	2,40
2021	5.865	4,89	5,87	8,80	2,44
2022	5.982	4,99	5,98	8,97	2,49
2023	6.102	5,08	6,10	9,15	2,54
2024	6.224	5,19	6,22	9,34	2,59
2025	6.349	5,29	6,35	9,52	2,65
2026	6.475	5,40	6,48	9,71	2,70
2027	6.605	5,50	6,60	9,91	2,75

3. MEMÓRIA DESCRITIVA

3. MEMÓRIA DESCRITIVA

Neste capítulo é feita a descrição do sistema de esgotos aqui projetado para a cidade de Brejo Grande, 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 duas bacias de esgotamento, duas estações elevatórias, com os respectivos emissários de recalque e da unidade de tratamento formada por lagoas de estabilização. A divisão da rede coletora em módulos, correspondentes às bacias de esgotamento, permite à CODEVASF construir o sistema em etapas distintas, em função da disponibilidade de recursos.

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

3.1 REDE COLETORA

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

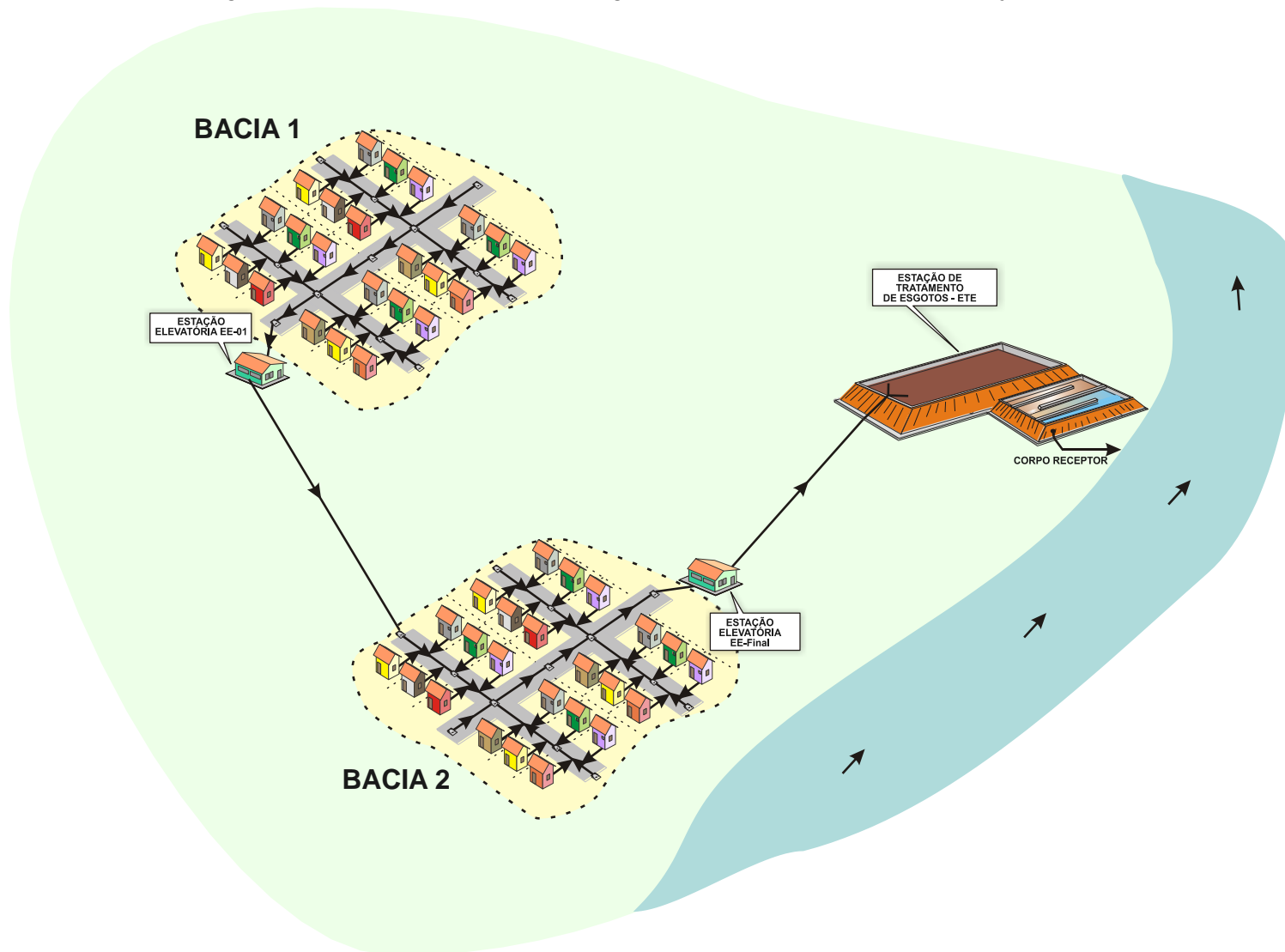
- Os esgotos da Bacia 1 seguem pela rede coletora até o seu ponto mais baixo, onde haverá um sistema de recalque (estação elevatória EEE-01) que lançará esses esgotos em um poço de visita localizado na Bacia 2.
- Os esgotos da Bacia 2 são reunidos em seu ponto mais baixo, onde está previsto o sistema de recalque final (estação elevatória EEE-02). Esse sistema final de recalque, cujo emissário terá uma extensão aproximada de 960 metros (após adequação à nova posição da ETE pela Codevasf, em atendimento a Adema), lançará os esgotos diretamente na ETE - Estação de Tratamento de Esgotos que ocupará uma área total de aproximadamente 2,8 hectares.

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

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.

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

Figura 3.1 – Esquema do Sistema de Esgotamento Sanitário da Cidade de Brejo Grande



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

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

onde: Q = vazão, em m^3/s ;
 A = área da seção molhada, em m^2 ;
 R = raio hidráulico da seção molhada, em m ;
 I = declividade do trecho, em m/m ;
 n = coeficiente de rugosidade da tubulação.

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

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

Os dimensionamentos dessas redes, que, juntas, somam 6.852,97 m (extensão projetada originalmente), estão apresentados nas planilhas do próximo Capítulo, e os resumos em termos de extensões por diâmetro, em cada uma das bacias, na **Tabela 3.1**. As extensões foram medidas em metros.

Tabela 3.1 – Extensão da Rede por Diâmetro da Respectiva Bacia

Rede Coletora				
Bacia	150 mm	200 mm	250 mm	Total
1	4.685,97	58,81	0,00	4.744,48
2	1.450,12	343,65	314,72	2.108,49
Total	6.136,09	402,46	314,72	6.852,97

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 afluente 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 EEE-01**

- Vazão de Recalque: 10,04 l/s;
- Altura Manométrica: 21,28 m.c.a.;
- Bomba Escolhida:
 - Imersão;
 - Rotação: 1.750 rpm;
 - Potência do Motor: 7,50 cv;
 - Nº de Unidades: 2 (sendo uma de reserva);
- Poço de Sucção:
 - Diâmetro Interno: 2,30 m;
 - Profundidade Útil: 1,00 m.

• **Emissário**

- Extensão: 901,00 m;
- Diâmetro: 100 mm;
- Material: PVC PBA;
- Velocidade de Escoamento: 1,28 m/s;
- Perda de Carga Unitária: 0,017462 m/m.

RECALQUE DA BACIA 2 PARA A ETE

• **Estação de Elevatória EEE-02**

- Vazão de Recalque: 13,06 l/s;
- Altura Manométrica: 9,03 m.c.a.;
- Bomba Escolhida:
 - Imersão;
 - Rotação: 1.750 rpm;
 - Potência do Motor: 3,00 cv;
 - Nº de Unidades: 2 (sendo uma de reserva);
- Poço de Sucção:
 - Diâmetro Interno: 3,30 m;
 - Profundidade Útil: 1,00 m.

• **Emissário**

- Extensão: 270,00 m;
- Diâmetro: 150 mm;
- Material: PVC 1 MPa;

- Velocidade de Escoamento: 0,74 m/s;
- Perda de Carga Unitária: 0,003848 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 33,78 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: $V_u = 22.032,86 \text{ m}^3$ ou 156,50 m x 78,25 m x 1,80 m;
- 2ª Lagoa: $V_u = 5.218,56 \text{ m}^3$ ou 59,00 m x 59,00 m x 1,50 m.

A lagoa de maturação tem a sua seção quadrada em planta, mas aqui funcionará como fluxo disperso, pois será dotada de três chicanas, o que equivale a uma unidade de 14,75 m de largura por 236,00 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 DBO₅ efluente será de 0,60 mg/l e a concentração de coliformes chegará a 678 CF/100 ml, o que implica eficiências totais, respectivamente, de 99,8909% e 99,9983%.

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	11,48
Vazão média (2027) – (m³/dia)	652,32	652,32
Carga de DBO afluente – (kg/dia)	356,67	4,02
DBO afluente – mg/l	546,77	6,16
Concentração de coliformes afluente – (CF/100 ml)	$4,05 \times 10^7$	$1,76 \times 10^5$
Profundidade útil adotada – (m)	1,80	1,50
Tempo de detenção – (dia)	33,78	8,00
DBO efluente – (mg/l)	6,16	0,60
Concentração de coliformes efluente (CF/100 ml)	$1,76 \times 10^5$	678
Volume útil – (m³)	22.032,86	5.218,56
Material construtivo	Alvenaria de Pedras	Alvenaria de Pedras

Os efluentes dessas lagoas serão lançados em um riacho afluente do Rio São Francisco, através de uma tubulação de PVC, com extensão de aproximadamente 178 metros e diâmetro de 150 mm, em cuja extremidade será colocada uma estrutura de ponta de ala, com enrocamento, para evitar erosão.

As coordenadas UTM's do ponto de lançamento dos efluentes das lagoas para a cidade de Brejo Grande são 778.121 (L) e 8.845.998 (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 nas imediações da própria estação, ao lado de um campo de futebol, nas proximidades do ponto de coordenadas 778.036 (L) e 8.846.467 (N), conforme mostrado na **Figura 3.3**. Nessa área o solo é extremamente argiloso, desde a superfície do terreno, de acordo com escavações exploratórias efetuadas no local. O material retirado poderá, a critério da CODEVASF, ser substituído por material arenoso, abundante na região.

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

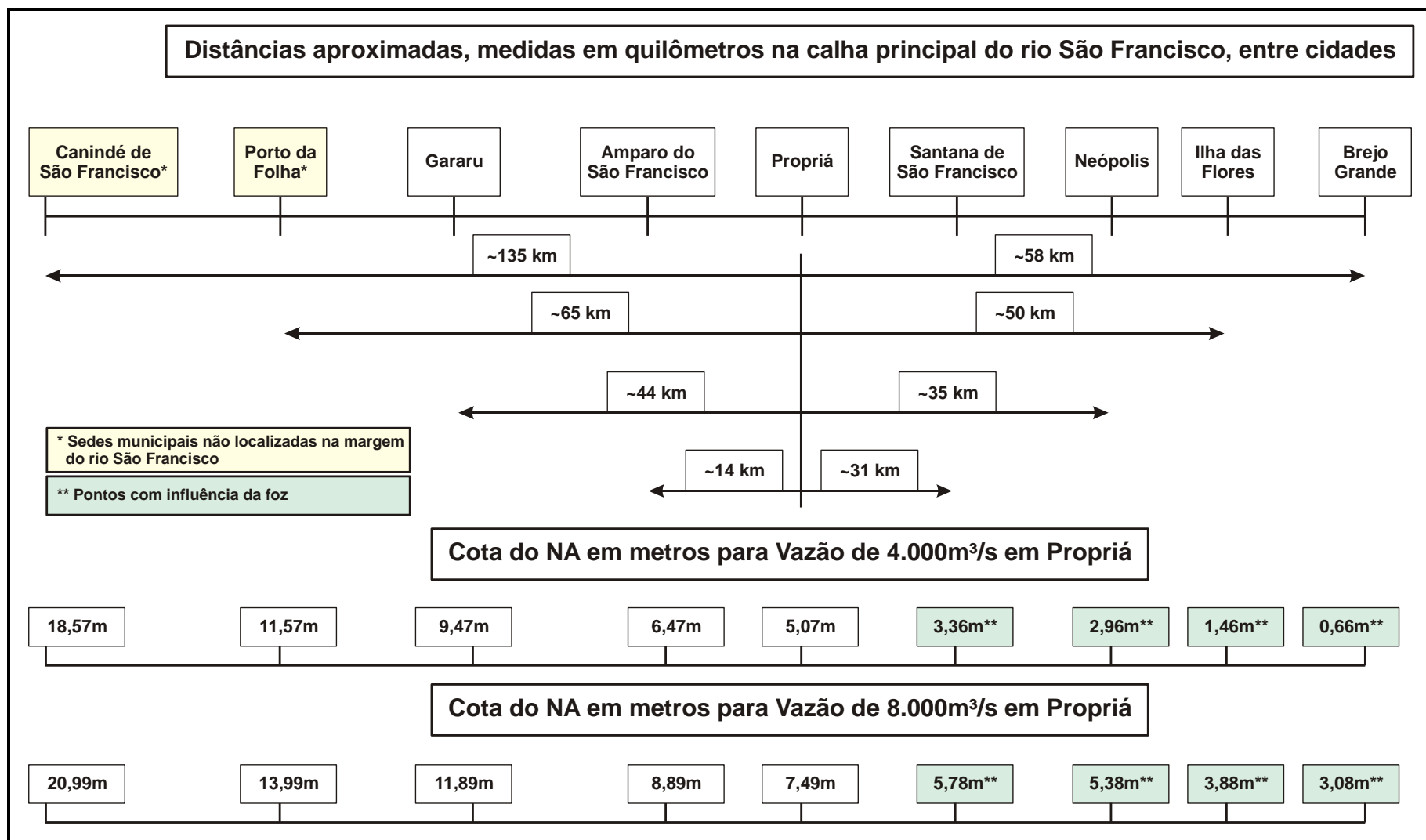
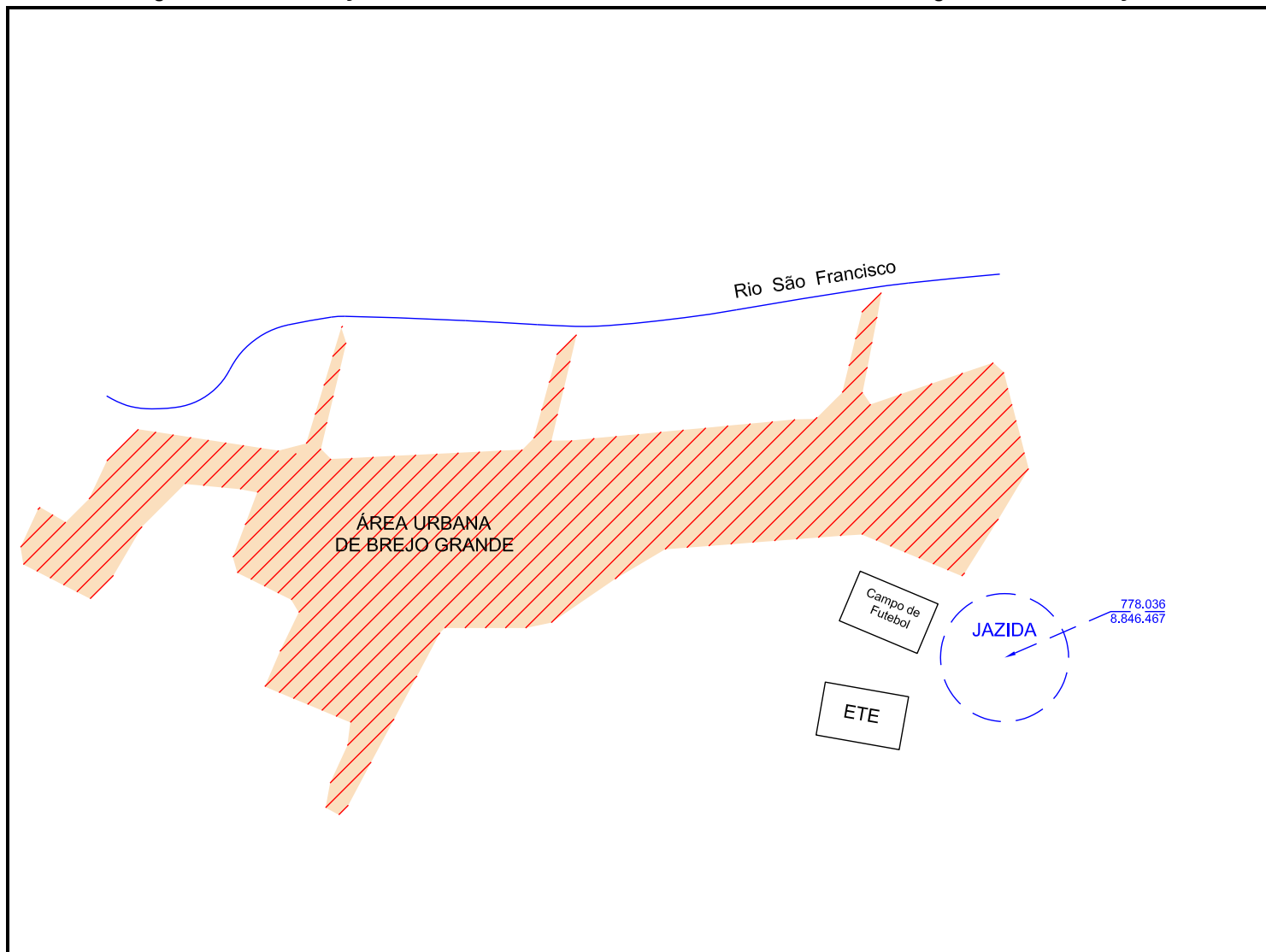


Figura 3.3 – Localização da Jazida do Material a ser Utilizado no Fundo das Lagoas de Estabilização



3.4 PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

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

3.4.1 Concepção do Projeto

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

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

3.4.2 Critérios de Projeto

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

3.4.3 Descrição do Sistema de Suprimento Elétrico

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

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

3.4.4 Premissas para Desenvolvimento de Estudos

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

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

3.4.5 Situação e Localização

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

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

3.4.6 Potência Instalada

As cargas elétricas estão demonstradas nas **Tabelas 3.3 e 3.4** correspondentes aos apresentados nas respectivas memórias de cálculo.

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

Carga a ser Instalada	Quantid. instalada	Quantid. reserva	Potência em cv	Potência em kW	Demanda em kW
Motor da bomba da E. Elevatória	2	1	7,5	7,34	7,34
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	21,06

Instalação com demanda ($D \leq 45 \text{ kVA}$):	SIM - ALIMENTAÇÃO EM BAIXA TENSÃO				
Potência da instalação em kVA:	22,89 kVA				
Tensão secundária de alimentação das cargas:	380 Volt				
Corrente máxima de projeto (no secundário):	34,78 A				

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

Carga a ser Instalada	Quantid. instalada	Quantid. reserva	Potência em cv	Potência em kW	Demanda em kW
Motor da bomba da E. Elevatória	2	1	3,0	2,93	2,93
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	16,66

Instalação com demanda ($D \leq 45 \text{ kVA}$):	SIM - ALIMENTAÇÃO EM BAIXA TENSÃO				
Potência da instalação em kVA:	18,11 kVA				
Tensão secundária de alimentação das cargas:	380 Volt				
Corrente máxima de projeto (no secundário):	27,51 A				

3.4.7 Entrada de Serviço

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

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

3.4.8 Proteção de Entrada

Contra Sobre-Corrente

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

Os disjuntores serão dotados de disparador eletrônico de sobre-corrente para proteção contra sobrecarga e curto-circuito, demais características conforme **Tabelas 3.5 e 3.6** e mostrado no diagrama unifilar.

Tabela 3.5 – Proteção Secundária

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

Tabela 3.6 – Proteção/Acionamento dos Motores

Dispositivos	EE-1	EE-Final
Motor da Bomba	7,5 cv	3,0 cv
Fusíveis Retardados	16 A	16 A
Contactores Tripolar	12 A	12 A
Relé de Sobrecarga	8-12,5 A	4-5 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 3.7 – Sistema de Aterramento

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

3.4.10 Condutores

Cabos de Baixa Tensão - 380 V

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

- **Cabos Condutores:**

- Alimentador Principal 16 mm²;
- Serviços Auxiliares 4,0 e 2,5 mm².

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	40,41	T1	150	1,28	1,16	0,90
	2	3	39,66	T2	150	1,16	1,05	0,90
	3	4	48,47	T3	150	1,05	0,90	0,90
	4	5	56,34	T4	150	0,90	0,74	0,90
	5	6	15,25	T5	150	0,74	0,69	0,90
	6	7	44,25	T6	150	0,69	0,56	0,90
	7	8	10,91	T7	150	0,56	0,53	0,90
	8	9	45,40	T8	150	0,53	0,40	0,90
	9	10	48,43	T9	150	0,40	0,26	0,90
	10	11	52,14	T10	150	0,26	0,10	0,90
	11	12	53,06	T11	150	0,10	-0,05	0,90
	12	13	58,98	T12	150	-0,06	-0,23	0,90
	13	14	41,25	T13	150	-0,23	-0,35	0,90
	14	15	36,09	T14	150	-0,35	-0,45	0,90
	15	16	38,89	T15	150	-0,47	-0,58	0,90
	16	17	42,27	T16	150	-0,58	-0,69	0,90
	17	18	33,47	T17	150	-0,69	-0,77	0,90
	18	19	48,85	T18	150	-0,78	-0,90	0,90
	19	20	39,28	T19	150	-0,90	-1,00	0,90
	20	21	44,87	T20	150	-1,00	-1,11	0,90
	21	22	48,73	T21	200	-1,77	-1,85	0,90
	22	EE-1	8,70	T22	200	-1,85	-1,86	0,90
C2	26	27	59,18	T26	150	1,42	1,25	0,90
	27	28	59,40	T27	150	1,25	1,07	0,90
	28	5	59,75	T28	150	1,07	0,90	0,90
C3	8	31	48,81	T31	150	1,49	1,35	0,90
	31	32	48,75	T32	150	1,35	1,20	0,90
	32	33	53,47	T33	150	1,20	1,05	0,90
	33	34	13,06	T34	150	0,81	0,77	0,90
C4	34	12	51,88	T35	150	0,68	0,53	0,90
	38	39	59,37	T39	150	1,03	0,86	0,90
	39	34	59,96	T40	150	0,86	0,68	0,90
	43	44	58,85	T44	150	0,94	0,77	0,90
C5	44	45	59,21	T45	150	0,77	0,59	0,90
	45	46	55,17	T46	150	0,59	0,43	0,90
	46	47	56,51	T47	150	0,43	0,26	0,90
	47	15	53,02	T48	150	0,26	0,11	0,90

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

Col. nº	PV		Extensão (m)	Nome do Trecho	Diâmetro (mm)	Cota (m)		Recob. Mínimo (m)
	Inicial	Final				Montante	Jusante	
C6	50	51	58,12	T52	150	0,46	0,29	0,90
	51	20	43,86	T53	150	0,29	0,16	0,90
C7	66	67	46,17	T69	150	1,30	0,84	0,90
	67	68	42,15	T70	150	0,83	0,70	0,90
	68	69	41,26	T71	150	0,70	0,58	0,90
	69	70	33,74	T72	150	-0,28	-0,38	0,90
	70	55	35,76	T73	150	-0,38	-0,48	0,90
	55	56	59,83	T58	150	-0,49	-0,66	0,90
	56	57	46,73	T59	150	-0,66	-0,81	0,90
	57	58	51,91	T60	150	-0,81	-0,96	0,90
	58	59	54,94	T61	150	-0,96	-1,12	0,90
	59	60	53,83	T62	150	-1,13	-1,28	0,90
	60	61	21,08	T63	150	-1,28	-1,34	0,90
	61	62	35,03	T64	150	-1,35	-1,44	0,90
	62	63	48,47	T65	150	-1,44	-1,55	0,90
	63	64	36,90	T66	150	-1,55	-1,64	0,90
	64	65	34,95	T67	150	-1,64	-1,72	0,90
	65	21	20,07	T68	150	-1,72	-1,77	0,90
C8	71	72	45,00	T74	150	1,96	1,70	0,90
	72	73	53,62	T75	150	0,23	0,07	0,90
	73	74	59,59	T76	150	0,07	-0,10	0,90
	74	69	59,16	T77	150	-0,10	-0,28	0,90
C9	76	65	39,79	T79	150	0,40	0,28	0,90
C10	77	78	49,02	T80	150	1,34	1,20	0,90
	78	56	50,65	T81	150	1,20	1,05	0,90
C11	57	85	42,29	T88	150	1,33	1,21	0,90
	85	86	57,70	T89	150	1,21	1,04	0,90
	86	87	50,75	T90	150	1,04	0,84	0,90
	87	84	53,33	T91	150	0,84	0,50	0,90
	84	61	44,12	T87	150	0,44	0,31	0,90
C12	85	80	45,45	T92	150	1,33	1,20	0,90
	80	81	54,29	T83	150	1,18	1,02	0,90
	81	82	52,30	T84	150	1,02	0,87	0,90
	82	83	50,32	T85	150	0,87	0,57	0,90
	83	84	44,77	T86	150	0,57	0,44	0,90
C13	88	61	48,95	T93	150	0,80	0,66	0,90
C14	89	90	52,88	T94	150	1,34	1,19	0,90
	90	72	53,51	T95	150	0,39	0,23	0,90
C15	94	95	35,29	T99	150	1,30	1,20	0,90
	95	96	32,34	T100	150	1,20	1,10	0,90
	96	97	38,35	T101	150	1,10	0,99	0,90
	97	98	39,48	T102	150	0,99	0,87	0,90
	98	99	39,51	T103	150	0,87	0,75	0,90
	99	100	37,23	T104	150	0,75	0,65	0,90
	100	101	39,82	T105	150	0,64	0,53	0,90
	101	93	24,88	T106	150	0,53	0,45	0,90
	93	90	20,71	T98	150	0,45	0,39	0,90
C16	102	103	32,67	T107	150	1,57	1,47	0,90
	103	97	34,31	T108	150	1,47	1,37	0,90
C17	105	17	40,62	T110	150	0,69	0,57	0,90
C18	23	24	32,21	T23	150	1,60	1,51	0,90
	24	25	46,30	T24	150	1,51	1,37	0,90
	25	3	42,77	T25	150	1,37	1,13	0,90
C19	29	30	47,07	T29	150	1,42	1,13	0,90
	30	5	9,89	T30	150	1,12	1,09	0,90

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

Col. nº	PV		Extensão (m)	Nome do Trecho	Diâmetro (mm)	Cota (m)		Recob. Mínimo (m)
	Inicial	Final				Montante	Jusante	
C20	35	36	59,39	T36	150	1,30	1,04	0,90
	36	37	59,57	T37	150	1,03	0,86	0,90
	37	33	16,24	T38	150	0,86	0,81	0,90
C21	40	41	22,82	T41	150	1,45	1,32	0,90
	41	42	10,42	T42	150	1,32	1,28	0,90
	42	14	24,38	T43	150	1,28	1,12	0,90
C22	19	48	52,42	T49	150	0,54	0,39	0,90
	48	49	41,36	T50	150	0,39	0,27	0,90
	49	22	45,30	T51	150	0,27	0,13	0,90
C23	9	52	48,70	T54	150	1,41	1,15	0,90
	52	53	50,75	T55	150	1,14	0,99	0,90
	53	54	48,81	T56	150	0,99	0,85	0,90
	54	55	48,84	T57	150	0,85	0,71	0,90
C24	75	64	38,79	T78	150	0,28	0,17	0,90
C25	79	80	17,60	T82	150	1,23	1,18	0,90
C26	91	92	34,72	T96	150	1,94	1,74	0,90
	92	93	15,18	T97	150	1,73	1,69	0,90
C27	104	101	38,62	T109	150	1,82	1,71	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	40,41	1,12 1,34	0,045 0,054	0,000 0,000	0,045 0,054	150	0,0029	2,18 2,13	1,28 1,16	0,90 0,97	1,05 1,12	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T2	39,66	1,12 1,34	0,044 0,053	0,045 0,054	0,089 0,107	150	0,0029	2,13 2,03	1,16 1,05	0,97 0,98	1,12 1,13	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T3	48,47	1,12 1,34	0,054 0,065	0,225 0,270	0,279 0,335	150	0,0029	2,03 2,04	1,05 0,90	0,98 1,14	1,13 1,29	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T4	56,34	1,12 1,34	0,063 0,075	0,279 0,335	0,342 0,410	150	0,0029	2,04 2,02	0,90 0,74	1,14 1,28	1,29 1,43	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T5	15,25	1,12 1,34	0,017 0,020	0,605 0,725	0,622 0,746	150	0,0029	2,02 2,05	0,74 0,69	1,28 1,36	1,43 1,51	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T6	44,25	1,12 1,34	0,049 0,059	0,622 0,746	0,672 0,805	150	0,0029	2,05 2,27	0,69 0,56	1,36 1,71	1,51 1,86	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T7	10,91	1,12 1,34	0,012 0,015	0,672 0,805	0,684 0,819	150	0,0029	2,27 2,39	0,56 0,53	1,71 1,86	1,86 2,01	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T8	45,40	1,12 1,34	0,051 0,061	0,684 0,819	0,735 0,880	150	0,0029	2,39 2,31	0,53 0,40	1,86 1,91	2,01 2,06	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T9	48,43	1,12 1,34	0,054 0,065	0,735 0,880	0,789 0,945	150	0,0029	2,31 2,30	0,40 0,26	1,91 2,04	2,06 2,19	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T10	52,14	1,12 1,34	0,058 0,070	0,789 0,945	0,847 1,015	150	0,0029	2,30 2,36	0,26 0,10	2,04 2,26	2,19 2,41	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T11	53,06	1,12 1,34	0,059 0,071	0,847 1,015	0,906 1,086	150	0,0029	2,36 2,32	0,10 -0,05	2,26 2,37	2,41 2,52	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T12	58,98	1,12 1,34	0,066 0,079	1,432 1,716	1,498 1,795	150	0,0029	2,32 2,12	-0,06 -0,23	2,38 2,35	2,53 2,50	0,28 0,31	0,37 0,39	0,70 3,05	0,012 0,012
	T13	41,25	1,12 1,34	0,046 0,055	1,498 1,795	1,544 1,850	150	0,0029	2,12 2,02	-0,23 -0,35	2,35 2,37	2,50 2,52	0,29 0,32	0,37 0,39	0,70 3,07	0,012 0,012
	T14	36,09	1,12 1,34	0,040 0,048	1,609 1,927	1,649 1,976	150	0,0028	2,02 1,98	-0,35 -0,45	2,37 2,43	2,52 2,58	0,30 0,33	0,37 0,39	0,70 3,13	0,012 0,012
	T15	38,89	1,12 1,34	0,043 0,052	1,965 3,774	2,008 3,826	150	0,0026	1,98 2,04	-0,47 -0,58	2,45 2,62	2,60 2,77	0,34 0,48	0,38 0,46	0,73 3,59	0,012 0,012
	T16	42,27	1,12 1,34	0,047 0,057	2,008 3,826	2,056 3,883	150	0,0026	2,04 1,72	-0,58 -0,69	2,62 2,41	2,77 2,56	0,34 0,49	0,38 0,46	0,73 3,61	0,012 0,012
	T17	33,47	1,12 1,34	0,037 0,045	2,101 3,937	2,138 3,982	150	0,0025	1,72 1,50	-0,69 -0,77	2,41 2,27	2,56 2,42	0,35 0,50	0,39 0,45	0,73 3,63	0,012 0,012
	T18	48,85	1,12 1,34	0,055 0,065	2,138 3,982	2,193 4,048	150	0,0025	1,50 1,44	-0,77 -0,90	2,27 2,34	2,42 2,49	0,36 0,50	0,39 0,45	0,73 3,65	0,012 0,012

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

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C1	T19	39,28	1,12 1,34	0,044 0,053	2,193 4,048	2,237 4,100	150	0,0025	1,44 1,37	-0,90 -1,00	2,34 2,37	2,49 2,52	0,36 0,51	0,39 0,45	0,73 3,66	0,012 0,012
	T20	44,87	1,12 1,34	0,050 0,060	2,351 4,237	2,401 4,297	150	0,0024	1,37 1,35	-1,00 -1,11	2,37 2,46	2,52 2,61	0,38 0,53	0,39 0,45	0,73 3,70	0,012 0,012
	T21	48,73	1,12 1,34	0,054 0,065	5,069 8,913	5,123 8,979	200	0,0016	1,35 1,24	-1,76 -1,85	3,11 3,09	3,31 3,29	0,42 0,58	0,41 0,47	0,72 4,40	0,012 0,012
	T22	8,70	1,12 1,34	0,010 0,012	5,279 9,165	5,288 9,177	200	0,0016	1,24 1,24	-1,85 -1,86	3,09 3,10	3,29 3,30	0,43 0,60	0,41 0,47	0,72 4,42	0,012 0,012
	T26	59,18	1,12 1,34	0,066 0,079	0,000 0,000	0,066 0,079	150	0,0029	2,32 2,68	1,42 1,25	0,90 1,43	1,05 1,58	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C2	T27	59,40	1,12 1,34	0,066 0,080	0,066 0,079	0,133 0,159	150	0,0029	2,68 2,34	1,25 1,07	1,43 1,27	1,58 1,42	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T28	59,75	1,12 1,34	0,067 0,080	0,133 0,159	0,199 0,239	150	0,0029	2,34 2,02	1,07 0,90	1,27 1,12	1,42 1,27	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T31	48,81	1,12 1,34	0,055 0,065	0,000 0,000	0,055 0,065	150	0,0029	2,39 2,30	1,49 1,35	0,90 0,95	1,05 1,10	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C3	T32	48,75	1,12 1,34	0,054 0,065	0,055 0,065	0,109 0,131	150	0,0029	2,30 2,30	1,35 1,20	0,95 1,10	1,10 1,25	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T33	53,47	1,12 1,34	0,060 0,072	0,109 0,131	0,169 0,202	150	0,0029	2,30 2,16	1,20 1,05	1,10 1,11	1,25 1,26	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T34	13,06	1,12 1,34	0,015 0,017	0,320 0,383	0,334 0,401	150	0,0029	2,16 2,19	0,81 0,77	1,35 1,42	1,50 1,57	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T35	51,88	1,12 1,34	0,058 0,069	0,468 0,561	0,526 0,630	150	0,0029	2,19 2,32	0,68 0,53	1,51 1,79	1,66 1,94	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T39	59,37	1,12 1,34	0,066 0,080	0,000 0,000	0,066 0,080	150	0,0029	1,93 2,07	1,03 0,86	0,90 1,21	1,05 1,36	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C4	T40	59,96	1,12 1,34	0,067 0,080	0,066 0,080	0,133 0,160	150	0,0029	2,07 2,19	0,86 0,68	1,21 1,51	1,36 1,66	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T44	58,85	1,12 1,34	0,066 0,079	0,000 1,420	0,066 1,499	150	0,0029	1,84 1,97	0,94 0,77	0,90 1,20	1,05 1,35	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C5	T45	59,21	1,12 1,34	0,066 0,079	0,066 1,499	0,132 1,578	150	0,0029	1,97 2,17	0,77 0,59	1,20 1,58	1,35 1,73	0,28 0,29	0,37 0,37	0,70 2,96	0,012 0,012
	T46	55,17	1,12 1,34	0,062 0,074	0,132 1,578	0,194 1,652	150	0,0029	2,17 1,89	0,59 0,43	1,58 1,46	1,73 1,61	0,28 0,30	0,37 0,38	0,70 2,99	0,012 0,012
	T47	56,51	1,12 1,34	0,063 0,076	0,194 1,652	0,257 1,728	150	0,0029	1,89 1,93	0,43 0,26	1,46 1,67	1,61 1,82	0,28 0,30	0,37 0,38	0,70 3,02	0,012 0,012
	T48	53,02	1,12 1,34	0,059 0,071	0,257 1,728	0,316 1,799	150	0,0029	1,93 1,98	0,26 0,11	1,67 1,87	1,82 2,02	0,28 0,31	0,37 0,39	0,70 3,05	0,012 0,012

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

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C6	T52	58,12	1,12 1,34	0,065 0,078	0,000 0,000	0,065 0,078	150	0,0029	1,36 1,51	0,46 0,29	0,90 1,22	1,05 1,37	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T53	43,86	1,12 1,34	0,049 0,059	0,065 0,078	0,114 0,137	150	0,0029	1,51 1,37	0,29 0,16	1,22 1,21	1,37 1,36	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C7	T69	46,17	1,12 1,34	0,052 0,062	0,000 0,000	0,052 0,062	150	0,0100	2,20 1,74	1,30 0,84	0,90 0,90	1,05 1,05	0,20 0,20	0,58 0,58	1,80 2,55	0,012 0,012
	T70	42,15	1,12 1,34	0,047 0,056	0,052 0,062	0,099 0,118	150	0,0029	1,74 1,79	0,82 0,70	0,92 1,09	1,07 1,24	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T71	41,26	1,12 1,34	0,046 0,055	0,099 0,118	0,145 0,174	150	0,0029	1,79 1,93	0,70 0,58	1,09 1,35	1,24 1,50	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T72	33,74	1,12 1,34	0,038 0,045	1,024 2,647	1,062 2,692	150	0,0029	1,93 1,97	-0,28 -0,38	2,21 2,35	2,36 2,50	0,28 0,38	0,37 0,43	0,70 3,32	0,012 0,012
	T73	35,76	1,12 1,34	0,040 0,048	1,062 2,692	1,102 2,740	150	0,0029	1,97 1,97	-0,38 -0,48	2,35 2,45	2,50 2,60	0,28 0,39	0,37 0,43	0,70 3,33	0,012 0,012
	T58	59,83	1,12 1,34	0,067 0,080	1,322 3,004	1,389 3,084	150	0,0029	1,97 2,32	-0,49 -0,66	2,46 2,98	2,61 3,13	0,28 0,41	0,37 0,45	0,70 3,41	0,012 0,012
	T59	46,73	1,12 1,34	0,052 0,063	1,500 3,218	1,553 3,280	150	0,0030	2,32 2,23	-0,66 -0,81	2,98 3,04	3,13 3,19	0,28 0,42	0,38 0,46	0,73 3,44	0,012 0,012
	T60	51,91	1,12 1,34	0,058 0,070	1,553 3,280	1,611 3,350	150	0,0030	2,23 2,10	-0,81 -0,96	3,04 3,06	3,19 3,21	0,29 0,43	0,38 0,46	0,73 3,46	0,012 0,012
	T61	54,94	1,12 1,34	0,061 0,074	1,611 3,350	1,672 3,424	150	0,0029	2,10 1,75	-0,96 -1,12	3,06 2,87	3,21 3,02	0,30 0,44	0,38 0,46	0,73 3,48	0,012 0,012
	T62	53,83	1,12 1,34	0,060 0,072	1,672 3,424	1,732 3,496	150	0,0029	1,75 1,50	-1,12 -1,28	2,87 2,78	3,02 2,93	0,31 0,45	0,38 0,46	0,73 3,50	0,012 0,012
	T63	21,08	1,12 1,34	0,024 0,028	1,732 3,496	1,756 3,524	150	0,0028	1,50 1,60	-1,28 -1,34	2,78 2,94	2,93 3,09	0,31 0,45	0,38 0,46	0,73 3,51	0,012 0,012
	T64	35,03	1,12 1,34	0,039 0,047	2,384 4,276	2,423 4,323	150	0,0024	1,60 1,31	-1,35 -1,44	2,95 2,75	3,10 2,90	0,38 0,53	0,39 0,45	0,73 3,71	0,012 0,012
	T65	48,47	1,12 1,34	0,054 0,065	2,423 4,323	2,477 4,388	150	0,0023	1,31 1,52	-1,44 -1,55	2,75 3,07	2,90 3,22	0,39 0,54	0,39 0,45	0,73 3,72	0,012 0,012
	T66	36,90	1,12 1,34	0,041 0,049	2,477 4,388	2,518 4,438	150	0,0023	1,52 1,60	-1,55 -1,64	3,07 3,24	3,22 3,39	0,39 0,54	0,39 0,45	0,72 3,73	0,012 0,012
	T67	34,95	1,12 1,34	0,039 0,047	2,562 4,489	2,601 4,536	150	0,0023	1,60 1,38	-1,64 -1,72	3,24 3,10	3,39 3,25	0,40 0,55	0,39 0,45	0,72 3,76	0,012 0,012
	T68	20,07	1,12 1,34	0,022 0,027	2,645 4,590	2,668 4,616	150	0,0023	1,38 1,35	-1,72 -1,76	3,10 3,11	3,25 3,26	0,41 0,56	0,39 0,45	0,72 3,77	0,012 0,012

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

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C8	T74	45,00	1,12 1,34	0,050 0,060	0,000 0,000	0,050 0,060	150	0,0058	2,86 2,60	1,96 1,70	0,90 0,90	1,05 1,05	0,24 0,24	0,47 0,47	1,19 2,73	0,012 0,012
	T75	53,62	1,12 1,34	0,060 0,072	0,687 2,243	0,747 2,315	150	0,0029	2,60 2,29	0,23 0,07	2,37 2,22	2,52 2,37	0,28 0,35	0,37 0,41	0,70 3,21	0,012 0,012
	T76	59,59	1,12 1,34	0,067 0,080	0,747 2,315	0,813 2,395	150	0,0029	2,29 2,21	0,07 -0,10	2,22 2,31	2,37 2,46	0,28 0,36	0,37 0,42	0,70 3,24	0,012 0,012
	T77	59,16	1,12 1,34	0,066 0,079	0,813 2,395	0,879 2,474	150	0,0029	2,21 1,93	-0,10 -0,28	2,31 2,21	2,46 2,36	0,28 0,37	0,37 0,42	0,70 3,26	0,012 0,012
C9	T79	39,79	1,12 1,34	0,044 0,053	0,000 0,000	0,044 0,053	150	0,0029	1,30 1,38	0,40 0,28	0,90 1,10	1,05 1,25	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C10	T80	49,02	1,12 1,34	0,055 0,066	0,000 0,000	0,055 0,066	150	0,0029	2,24 2,38	1,34 1,20	0,90 1,18	1,05 1,33	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T81	50,65	1,12 1,34	0,057 0,068	0,055 0,066	0,111 0,133	150	0,0029	2,38 2,32	1,20 1,05	1,18 1,27	1,33 1,42	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C11	T88	42,29	1,12 1,34	0,047 0,057	0,000 0,000	0,047 0,057	150	0,0029	2,23 2,23	1,33 1,21	0,90 1,02	1,05 1,17	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T89	57,70	1,12 1,34	0,064 0,077	0,047 0,057	0,112 0,134	150	0,0029	2,23 2,07	1,21 1,04	1,02 1,03	1,17 1,18	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T90	50,75	1,12 1,34	0,057 0,068	0,112 0,134	0,168 0,202	150	0,0039	2,07 1,74	1,04 0,84	1,03 0,90	1,18 1,05	0,26 0,26	0,41 0,41	0,87 2,85	0,012 0,012
	T91	53,33	1,12 1,34	0,060 0,071	0,168 0,202	0,228 0,273	150	0,0064	1,74 1,40	0,84 0,50	0,90 0,90	1,05 1,05	0,23 0,23	0,48 0,48	1,29 2,70	0,012 0,012
	T87	44,12	1,12 1,34	0,049 0,059	0,524 0,628	0,573 0,687	150	0,0029	1,40 1,60	0,44 0,31	0,96 1,29	1,11 1,44	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C12	T92	45,45	1,12 1,34	0,051 0,061	0,000 0,000	0,051 0,061	150	0,0029	2,23 2,21	1,33 1,20	0,90 1,01	1,05 1,16	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T83	54,29	1,12 1,34	0,061 0,073	0,070 0,084	0,131 0,157	150	0,0029	2,21 2,10	1,18 1,02	1,03 1,08	1,18 1,23	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T84	52,30	1,12 1,34	0,058 0,070	0,131 0,157	0,190 0,227	150	0,0029	2,10 1,82	1,02 0,87	1,08 0,95	1,23 1,10	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T85	50,32	1,12 1,34	0,056 0,067	0,190 0,227	0,246 0,295	150	0,0059	1,82 1,47	0,87 0,57	0,95 0,90	1,10 1,05	0,24 0,24	0,47 0,47	1,21 2,72	0,012 0,012
	T86	44,77	1,12 1,34	0,050 0,060	0,246 0,295	0,296 0,355	150	0,0029	1,47 1,40	0,57 0,44	0,90 0,96	1,05 1,11	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C13	T93	48,95	1,12 1,34	0,055 0,066	0,000 0,000	0,055 0,066	150	0,0029	1,70 1,60	0,80 0,66	0,90 0,94	1,05 1,09	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012

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

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C14	T94	52,88	1,12 1,34	0,059 0,071	0,000 0,000	0,059 0,071	150	0,0029	2,24 2,54	1,34 1,19	0,90 1,35	1,05 1,50	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T95	53,51	1,12 1,34	0,060 0,072	0,577 2,111	0,636 2,183	150	0,0029	2,54 2,60	0,39 0,23	2,15 2,37	2,30 2,52	0,28 0,34	0,37 0,41	0,70 3,17	0,012 0,012
C15	T99	35,29	1,12 1,34	0,039 0,047	0,000 0,000	0,039 0,047	150	0,0029	2,20 2,23	1,30 1,20	0,90 1,03	1,05 1,18	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T100	32,34	1,12 1,34	0,036 0,043	0,039 0,047	0,076 0,091	150	0,0029	2,23 2,26	1,20 1,10	1,03 1,16	1,18 1,31	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T101	38,35	1,12 1,34	0,043 0,051	0,076 1,511	0,118 1,562	150	0,0029	2,26 2,68	1,10 0,99	1,16 1,69	1,31 1,84	0,28 0,29	0,37 0,37	0,70 2,96	0,012 0,012
	T102	39,48	1,12 1,34	0,044 0,053	0,193 1,652	0,237 1,704	150	0,0029	2,68 2,84	0,99 0,87	1,69 1,97	1,84 2,12	0,28 0,30	0,37 0,38	0,70 3,01	0,012 0,012
	T103	39,51	1,12 1,34	0,044 0,053	0,237 1,704	0,282 1,757	150	0,0029	2,84 2,81	0,87 0,75	1,97 2,06	2,12 2,21	0,28 0,31	0,37 0,38	0,70 3,03	0,012 0,012
	T104	37,23	1,12 1,34	0,042 0,050	0,282 1,757	0,323 1,807	150	0,0029	2,81 2,76	0,75 0,64	2,06 2,12	2,21 2,27	0,28 0,31	0,37 0,39	0,70 3,05	0,012 0,012
	T105	39,82	1,12 1,34	0,045 0,053	0,323 1,807	0,368 1,861	150	0,0029	2,76 2,73	0,64 0,53	2,12 2,20	2,27 2,35	0,28 0,32	0,37 0,39	0,70 3,07	0,012 0,012
	T106	24,88	1,12 1,34	0,028 0,033	0,411 1,912	0,439 1,946	150	0,0029	2,73 2,65	0,53 0,45	2,20 2,20	2,35 2,35	0,28 0,32	0,37 0,39	0,70 3,10	0,012 0,012
	T98	20,71	1,12 1,34	0,023 0,028	0,494 2,012	0,518 2,040	150	0,0029	2,65 2,54	0,45 0,39	2,20 2,15	2,35 2,30	0,28 0,33	0,37 0,40	0,70 3,13	0,012 0,012
C16	T107	32,67	1,12 1,34	0,037 0,044	0,000 0,000	0,037 0,044	150	0,0029	2,47 2,58	1,57 1,47	0,90 1,11	1,05 1,26	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T108	34,31	1,12 1,34	0,038 0,046	0,037 0,044	0,075 0,090	150	0,0029	2,58 2,68	1,47 1,37	1,11 1,31	1,26 1,46	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C17	T110	40,62	1,12 1,34	0,045 0,054	0,000 0,000	0,045 0,054	150	0,0029	1,59 1,72	0,69 0,57	0,90 1,15	1,05 1,30	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C18	T23	32,21	1,12 1,34	0,036 0,043	0,000 0,000	0,036 0,043	150	0,0029	2,50 2,70	1,60 1,51	0,90 1,19	1,05 1,34	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T24	46,30	1,12 1,34	0,052 0,062	0,036 0,043	0,088 0,105	150	0,0029	2,70 2,90	1,51 1,37	1,19 1,53	1,34 1,68	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T25	42,77	1,12 1,34	0,048 0,057	0,088 0,105	0,136 0,162	150	0,0056	2,90 2,03	1,37 1,13	1,53 0,90	1,68 1,05	0,24 0,24	0,46 0,46	1,17 2,73	0,012 0,012
C19	T29	47,07	1,12 1,34	0,053 0,063	0,000 0,000	0,053 0,063	150	0,0062	2,32 2,03	1,42 1,13	0,90 0,90	1,05 1,05	0,23 0,23	0,48 0,48	1,25 2,71	0,012 0,012
	T30	9,89	1,12 1,34	0,011 0,013	0,053 0,063	0,064 0,076	150	0,0029	2,03 2,02	1,12 1,09	0,91 0,93	1,06 1,08	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012

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

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C20	T36	59,39	1,12 1,34	0,066 0,080	0,000 0,000	0,066 0,080	150	0,0044	2,20 1,94	1,30 1,04	0,90 0,90	1,05 1,05	0,25 0,25	0,42 0,42	0,96 2,81	0,012 0,012
	T37	59,57	1,12 1,34	0,067 0,080	0,066 0,080	0,133 0,159	150	0,0029	1,94 2,14	1,03 0,86	0,91 1,28	1,06 1,43	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T38	16,24	1,12 1,34	0,018 0,022	0,133 0,159	0,151 0,181	150	0,0029	2,14 2,16	0,86 0,81	1,28 1,35	1,43 1,50	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C21	T41	22,82	1,12 1,34	0,026 0,031	0,000 0,000	0,026 0,031	150	0,0057	2,35 2,22	1,45 1,32	0,90 0,90	1,05 1,05	0,24 0,24	0,46 0,46	1,18 2,73	0,012 0,012
	T42	10,42	1,12 1,34	0,012 0,014	0,026 0,031	0,037 0,045	150	0,0038	2,22 2,18	1,32 1,28	0,90 0,90	1,05 1,05	0,26 0,26	0,40 0,40	0,85 2,85	0,012 0,012
	T43	24,38	1,12 1,34	0,027 0,033	0,037 0,045	0,064 0,077	150	0,0064	2,18 2,02	1,28 1,12	0,90 0,90	1,05 1,05	0,23 0,23	0,48 0,48	1,29 2,70	0,012 0,012
C22	T49	52,42	1,12 1,34	0,059 0,070	0,000 0,000	0,059 0,070	150	0,0029	1,44 1,37	0,54 0,39	0,90 0,98	1,05 1,13	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T50	41,36	1,12 1,34	0,046 0,055	0,059 0,070	0,105 0,126	150	0,0029	1,37 1,25	0,39 0,27	0,98 0,98	1,13 1,13	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T51	45,30	1,12 1,34	0,051 0,061	0,105 0,126	0,155 0,186	150	0,0029	1,25 1,24	0,27 0,13	0,98 1,11	1,13 1,26	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C23	T54	48,70	1,12 1,34	0,054 0,065	0,000 0,000	0,054 0,065	150	0,0053	2,31 2,05	1,41 1,15	0,90 0,90	1,05 1,05	0,24 0,24	0,45 0,45	1,12 2,75	0,012 0,012
	T55	50,75	1,12 1,34	0,057 0,068	0,054 0,065	0,111 0,133	150	0,0029	2,05 2,08	1,14 0,99	0,91 1,09	1,06 1,24	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T56	48,81	1,12 1,34	0,055 0,065	0,111 0,133	0,166 0,199	150	0,0029	2,08 1,99	0,99 0,85	1,09 1,14	1,24 1,29	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T57	48,84	1,12 1,34	0,055 0,065	0,166 0,199	0,220 0,264	150	0,0029	1,99 1,97	0,85 0,71	1,14 1,26	1,29 1,41	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C24	T78	38,79	1,12 1,34	0,043 0,052	0,000 0,000	0,043 0,052	150	0,0029	1,18 1,60	0,28 0,17	0,90 1,43	1,05 1,58	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C25	T82	17,60	1,12 1,34	0,020 0,024	0,000 0,000	0,020 0,024	150	0,0029	2,13 2,21	1,23 1,18	0,90 1,03	1,05 1,18	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C26	T96	34,72	1,12 1,34	0,039 0,046	0,000 0,000	0,039 0,046	150	0,0058	2,84 2,64	1,94 1,74	0,90 0,90	1,05 1,05	0,24 0,24	0,47 0,47	1,19 2,73	0,012 0,012
	T97	15,18	1,12 1,34	0,017 0,020	0,039 0,046	0,056 0,067	150	0,0029	2,64 2,65	1,73 1,69	0,91 0,96	1,06 1,11	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C27	T109	38,62	1,12 1,34	0,043 0,052	0,000 0,000	0,043 0,052	150	0,0029	2,72 2,73	1,82 1,71	0,90 1,02	1,05 1,17	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012

4.1.1.2 Bacia 2

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

Col. nº	PV		Extensão (m)	Nome do Trecho	Diâmetro (mm)	Cota (m)		Recob. Mínimo (m)
	Inicial	Final				Montante	Jusante	
C1	1	2	46,33	T1	150	2,18	2,04	0,90
	2	3	47,27	T2	150	2,04	1,91	0,90
	3	4	44,40	T3	150	1,91	1,78	0,90
	4	5	56,49	T4	150	1,72	1,55	0,90
	5	6	58,95	T5	150	1,55	1,38	0,90
	6	7	58,81	T6	150	1,38	0,88	0,90
	7	8	46,68	T7	150	0,88	0,74	0,90
	8	9	57,68	T8	150	0,74	0,57	0,90
	9	10	41,27	T9	150	0,57	0,45	0,90
	10	11	34,84	T10	150	0,45	0,35	0,90
	11	12	15,85	T11	150	0,35	0,31	0,90
	12	EE-Fin	7,90	T12	250	-0,16	-0,17	0,90
C2	1-1	16	59,94	T16	200	1,28	1,21	0,90
	16	17	59,38	T17	200	1,21	1,07	0,90
	17	18	59,54	T18	200	1,07	1,00	0,90
	18	19	55,35	T19	200	1,00	0,94	0,90
	19	20	46,98	T20	200	0,94	0,88	0,90
	20	21	54,64	T21	200	0,88	0,82	0,90
	21	22	13,07	T22	200	0,82	0,80	0,90
	22	23	22,13	T23	250	0,80	0,78	0,90
	23	24	53,52	T24	250	0,78	0,72	0,90
	24	25	58,59	T25	250	0,72	0,65	0,90
	25	26	50,99	T26	250	0,65	0,59	0,90
	26	27	13,07	T27	250	-0,01	-0,03	0,90
C3	27	28	54,82	T28	250	-0,03	-0,09	0,90
	28	12	56,36	T29	250	-0,09	-0,15	0,90
	35	36	42,42	T36	150	0,72	0,60	0,90
	36	37	43,30	T37	150	0,60	0,47	0,90
	37	38	59,83	T38	150	0,47	0,29	0,90
	38	39	59,66	T39	150	0,29	0,12	0,90
	39	34	14,12	T40	150	0,12	0,08	0,90
C4	40	39	51,16	T41	150	0,08	-0,01	0,90
C5	31	41	32,12	T42	150	0,29	0,14	0,90
	41	37	57,99	T43	150	1,80	1,40	0,90
C6	31	45	30,82	T47	150	1,39	0,90	0,90
	45	22	32,71	T48	150	1,80	1,55	0,90
C7	13	14	59,30	T13	150	1,54	1,21	0,90
	14	15	59,59	T14	150	2,18	2,01	0,90
	15	4	38,13	T15	150	2,01	1,83	0,90
C8	29	30	28,08	T30	150	1,83	1,72	0,90
	30	31	53,71	T31	150	1,18	1,10	0,90
	31	32	55,27	T32	150	1,10	0,94	0,90
	32	33	55,90	T33	150	0,94	0,78	0,90
	33	34	38,19	T34	150	0,78	0,61	0,90
C9	42	43	39,09	T44	150	0,61	0,43	0,90
	43	44	32,88	T45	150	1,65	1,18	0,90
	44	8	17,88	T46	150	1,18	1,08	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	46,33	1,10 1,32	0,051 0,061	0,000 0,000	0,051 0,061	150	0,0029	3,08 3,17	2,18 2,04	0,90 1,13	1,05 1,28	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T2	47,27	1,10 1,32	0,052 0,062	0,051 0,061	0,103 0,123	150	0,0029	3,17 2,95	2,04 1,91	1,13 1,04	1,28 1,19	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T3	44,40	1,10 1,32	0,049 0,059	0,103 0,123	0,152 0,182	150	0,0029	2,95 2,89	1,91 1,78	1,04 1,11	1,19 1,26	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T4	56,49	1,10 1,32	0,062 0,075	0,325 0,389	0,387 0,464	150	0,0029	2,89 2,67	1,72 1,55	1,17 1,12	1,32 1,27	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T5	58,95	1,10 1,32	0,065 0,078	0,387 0,464	0,452 0,541	150	0,0029	2,67 2,33	1,55 1,38	1,12 0,95	1,27 1,10	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T6	58,81	1,10 1,32	0,065 0,078	0,452 0,541	0,517 0,619	150	0,0085	2,33 1,78	1,38 0,88	0,95 0,90	1,10 1,05	0,21 0,21	0,54 0,54	1,60 2,60	0,012 0,012
	T7	46,68	1,10 1,32	0,051 0,062	0,517 0,619	0,568 0,681	150	0,0029	1,78 1,96	0,88 0,74	0,90 1,22	1,05 1,37	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T8	57,68	1,10 1,32	0,064 0,076	0,667 0,799	0,731 0,875	150	0,0029	1,96 1,67	0,74 0,57	1,22 1,10	1,37 1,25	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T9	41,27	1,10 1,32	0,045 0,054	0,731 0,875	0,777 0,930	150	0,0029	1,67 1,62	0,57 0,45	1,10 1,17	1,25 1,32	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T10	34,84	1,10 1,32	0,038 0,046	0,777 0,930	0,815 0,976	150	0,0029	1,62 1,83	0,45 0,35	1,17 1,48	1,32 1,63	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T11	15,85	1,10 1,32	0,017 0,021	0,815 0,976	0,832 0,997	150	0,0029	1,83 1,28	0,35 0,30	1,48 0,98	1,63 1,13	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T12	7,90	1,10 1,32	0,009 0,010	12,354 12,810	12,362 12,820	250	0,0011	1,28 1,28	-0,16 -0,17	1,44 1,45	1,69 1,70	0,56 0,58	0,43 0,44	0,70 4,90	0,012 0,012
C2	T16	59,94	1,10 1,32	0,066 0,079	10,040 10,040	10,106 10,119	200	0,0012	2,18 2,15	1,28 1,21	0,90 0,94	1,10 1,14	0,72 0,72	0,42 0,42	0,68 4,59	0,012 0,012
	T17	59,38	1,10 1,32	0,065 0,078	10,106 10,119	10,171 10,197	200	0,0024	2,15 1,97	1,21 1,07	0,94 0,90	1,14 1,10	0,55 0,56	0,57 0,57	1,23 4,34	0,012 0,012
	T18	59,54	1,10 1,32	0,066 0,079	10,171 10,197	10,237 10,276	200	0,0012	1,97 1,99	1,07 1,00	0,90 0,99	1,10 1,19	0,72 0,73	0,42 0,42	0,68 4,60	0,012 0,012
	T19	55,35	1,10 1,32	0,061 0,073	10,237 10,276	10,298 10,349	200	0,0012	1,99 1,89	1,00 0,94	0,99 0,95	1,19 1,15	0,73 0,73	0,42 0,42	0,68 4,60	0,012 0,012
	T20	46,98	1,10 1,32	0,052 0,062	10,298 10,349	10,350 10,411	200	0,0012	1,89 2,03	0,94 0,88	0,95 1,15	1,15 1,35	0,73 0,74	0,42 0,42	0,68 4,61	0,012 0,012
	T21	54,64	1,10 1,32	0,060 0,072	10,350 10,411	10,410 10,483	200	0,0011	2,03 2,18	0,88 0,82	1,15 1,36	1,35 1,56	0,74 0,74	0,42 0,42	0,68 4,61	0,012 0,012

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

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C2	T22	13,07	1,10 1,32	0,014 0,017	10,410 10,483	10,424 10,500	200	0,0011	2,18 2,11	0,82 0,80	1,36 1,31	1,56 1,51	0,74 0,74	0,42 0,42	0,68 4,61	0,012 0,012
	T23	22,13	1,10 1,32	0,024 0,029	10,494 10,584	10,519 10,613	250	0,0011	2,11 2,16	0,80 0,78	1,31 1,38	1,56 1,63	0,50 0,50	0,43 0,43	0,70 4,70	0,012 0,012
	T24	53,52	1,10 1,32	0,059 0,071	10,519 10,613	10,578 10,684	250	0,0011	2,16 1,96	0,78 0,72	1,38 1,24	1,63 1,49	0,50 0,50	0,43 0,43	0,70 4,71	0,012 0,012
	T25	58,59	1,10 1,32	0,065 0,077	10,578 10,684	10,642 10,761	250	0,0011	1,96 1,59	0,71 0,65	1,25 0,94	1,50 1,19	0,50 0,51	0,43 0,43	0,70 4,72	0,012 0,012
	T26	50,99	1,10 1,32	0,056 0,067	10,642 10,761	10,699 10,828	250	0,0011	1,59 1,75	0,65 0,59	0,94 1,16	1,19 1,41	0,51 0,51	0,43 0,43	0,70 4,73	0,012 0,012
	T27	13,07	1,10 1,32	0,014 0,017	11,384 11,649	11,399 11,667	250	0,0011	1,75 1,91	-0,01 -0,03	1,76 1,94	2,01 2,19	0,53 0,54	0,43 0,43	0,70 4,80	0,012 0,012
	T28	54,82	1,10 1,32	0,060 0,072	11,399 11,667	11,459 11,739	250	0,0011	1,91 1,58	-0,03 -0,09	1,94 1,67	2,19 1,92	0,53 0,54	0,43 0,43	0,70 4,81	0,012 0,012
	T29	56,36	1,10 1,32	0,062 0,074	11,459 11,739	11,521 11,813	250	0,0011	1,58 1,28	-0,09 -0,15	1,67 1,43	1,92 1,68	0,53 0,54	0,43 0,43	0,70 4,82	0,012 0,012
C3	T36	42,42	1,10 1,32	0,047 0,056	0,000 0,000	0,047 0,056	150	0,0029	1,62 1,59	0,72 0,60	0,90 0,99	1,05 1,14	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T37	43,30	1,10 1,32	0,048 0,057	0,047 0,056	0,094 0,113	150	0,0029	1,59 1,80	0,60 0,47	0,99 1,33	1,14 1,48	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T38	59,83	1,10 1,32	0,066 0,079	0,194 0,232	0,260 0,311	150	0,0029	1,80 1,76	0,47 0,29	1,33 1,47	1,48 1,62	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T39	59,66	1,10 1,32	0,066 0,079	0,260 0,311	0,325 0,390	150	0,0029	1,76 1,41	0,29 0,12	1,47 1,29	1,62 1,44	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T40	14,12	1,10 1,32	0,016 0,019	0,382 0,457	0,397 0,476	150	0,0029	1,41 1,33	0,12 0,08	1,29 1,25	1,44 1,40	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T35	30,67	1,10 1,32	0,034 0,040	0,652 0,781	0,686 0,821	150	0,0029	1,33 1,75	0,08 -0,01	1,25 1,76	1,40 1,91	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C4	T41	51,16	1,10 1,32	0,056 0,067	0,000 0,000	0,056 0,067	150	0,0029	1,19 1,41	0,29 0,14	0,90 1,27	1,05 1,42	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C5	T42	32,12	1,10 1,32	0,035 0,042	0,000 0,000	0,035 0,042	150	0,0125	2,70 2,30	1,80 1,40	0,90 0,90	1,05 1,05	0,19 0,19	0,64 0,64	2,12 2,47	0,012 0,012
	T43	57,99	1,10 1,32	0,064 0,076	0,035 0,042	0,099 0,119	150	0,0086	2,30 1,80	1,39 0,90	0,91 0,90	1,06 1,05	0,21 0,21	0,54 0,54	1,61 2,60	0,012 0,012
C6	T47	30,82	1,10 1,32	0,034 0,041	0,000 0,000	0,034 0,041	150	0,0081	2,70 2,45	1,80 1,55	0,90 0,90	1,05 1,05	0,22 0,22	0,53 0,53	1,55 2,62	0,012 0,012
	T48	32,71	1,10 1,32	0,036 0,043	0,034 0,041	0,070 0,084	150	0,0103	2,45 2,11	1,54 1,20	0,91 0,91	1,06 1,06	0,20 0,20	0,59 0,59	1,85 2,54	0,012 0,012

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

Col. nº	Tch. nº	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s.km) Início/Fim	Cont. Tre. (l/s) Início/Fim	Q Mont. (l/s) Início/Fim	Q Jus. (l/s) Início/Fim	Diâmetro (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) Mont/Jus	Cota Col. (m) Mont/Jus	Rec. Col. (m) Mont/Jus	Prof. Vala (m) Mont/Jus	y/D Início/Fim	V (m/s) Início/Fim	Arr. I (Pa) Vcf (m/s)	n manning Início/Fim
C7	T13	59,30	1,10 1,32	0,065 0,078	0,000 0,000	0,065 0,078	150	0,0029	3,08 3,16	2,18 2,01	0,90 1,15	1,05 1,30	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T14	59,59	1,10 1,32	0,066 0,079	0,065 0,078	0,131 0,157	150	0,0029	3,16 2,80	2,01 1,83	1,15 0,97	1,30 1,12	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T15	38,13	1,10 1,32	0,042 0,050	0,131 0,157	0,173 0,207	150	0,0029	2,80 2,89	1,83 1,72	0,97 1,17	1,12 1,32	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
C8	T30	28,08	1,10 1,32	0,031 0,037	0,000 0,000	0,031 0,037	150	0,0029	2,08 2,20	1,18 1,10	0,90 1,10	1,05 1,25	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T31	53,71	1,10 1,32	0,059 0,071	0,031 0,037	0,090 0,108	150	0,0029	2,20 2,70	1,10 0,94	1,10 1,76	1,25 1,91	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T32	55,27	1,10 1,32	0,061 0,073	0,090 0,108	0,151 0,181	150	0,0029	2,70 2,25	0,94 0,78	1,76 1,47	1,91 1,62	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T33	55,90	1,10 1,32	0,062 0,074	0,151 0,181	0,213 0,255	150	0,0030	2,25 1,51	0,78 0,61	1,47 0,90	1,62 1,05	0,28 0,28	0,37 0,37	0,72 2,92	0,012 0,012
	T34	38,19	1,10 1,32	0,042 0,050	0,213 0,255	0,255 0,305	150	0,0047	1,51 1,33	0,61 0,43	0,90 0,90	1,05 1,05	0,25 0,25	0,43 0,43	1,02 2,79	0,012 0,012
C9	T44	39,09	1,10 1,32	0,043 0,052	0,000 0,000	0,043 0,052	150	0,0120	2,55 2,08	1,65 1,18	0,90 0,90	1,05 1,05	0,19 0,19	0,63 0,63	2,07 2,48	0,012 0,012
	T45	32,88	1,10 1,32	0,036 0,043	0,043 0,052	0,079 0,095	150	0,0029	2,08 2,04	1,18 1,08	0,90 0,96	1,05 1,11	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012
	T46	17,88	1,10 1,32	0,020 0,024	0,079 0,095	0,099 0,119	150	0,0029	2,04 1,96	1,08 1,03	0,96 0,93	1,11 1,08	0,28 0,28	0,37 0,37	0,70 2,93	0,012 0,012

4.1.2 Estações Elevatórias/Emissários**Tabela 4.5 – 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 EEE-01

Vazões (l/s)	
. Máx. horária da bacia	$Q_2 = 7,76$
. Média da bacia	$Q = 4,31$
. Concentradas externas	$Q_{ext.} = 0,00$
. Infiltração	$q_i = 1,42$
. Recalque	$Q_r = 10,04$
. Mínima diária da bacia	$Q_3 = 3,58$
Vazão adotada (l/s) =	$Q_r = 10,04$
Extensão do recalque (m) =	$L_r = 901,00$
Diâmetro de recalque (mm) =	$D_r = 100$
Velocidade média no recalque (m/s) =	$V_r = 1,28$
Rugosidade média (mm) =	$e = 0,08$
Cota do NA na Elevatória =	$C_M = -3,06$
Cota do NA a jusante =	$C_J = 2,18$
Altura geométrica (m) =	$H_g = 5,24$
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	<u>3,65</u>	$h_r (m) = 0,30$

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

No recalque $j_r (m/m) = 0,017462$
 $hf_r (m) = 15,73$

Altura manométrica: $H_m (m) = 21,28$

Bomba projetada

. Imersão	
. Nº de conjuntos	
.. Total	2,00
.. Em operação	1,00
. Potência do motor	7,50 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	5,24
1,10	0,004	0,27	0,27	5,51
2,20	0,015	0,93	0,95	6,19
3,30	0,033	1,95	1,99	7,23
4,40	0,058	3,33	3,38	8,62
5,50	0,091	5,04	5,13	10,37
6,60	0,131	7,10	7,23	12,47
7,70	0,179	9,50	9,68	14,92
8,80	0,234	12,24	12,47	17,71
9,90	0,296	15,31	15,61	20,85
11,00	0,365	18,72	19,09	24,33
12,10	0,442	22,47	22,91	28,15

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

$$a = -0,00937472$$

$$b = -0,1520876$$

$$c = 23,7500000$$

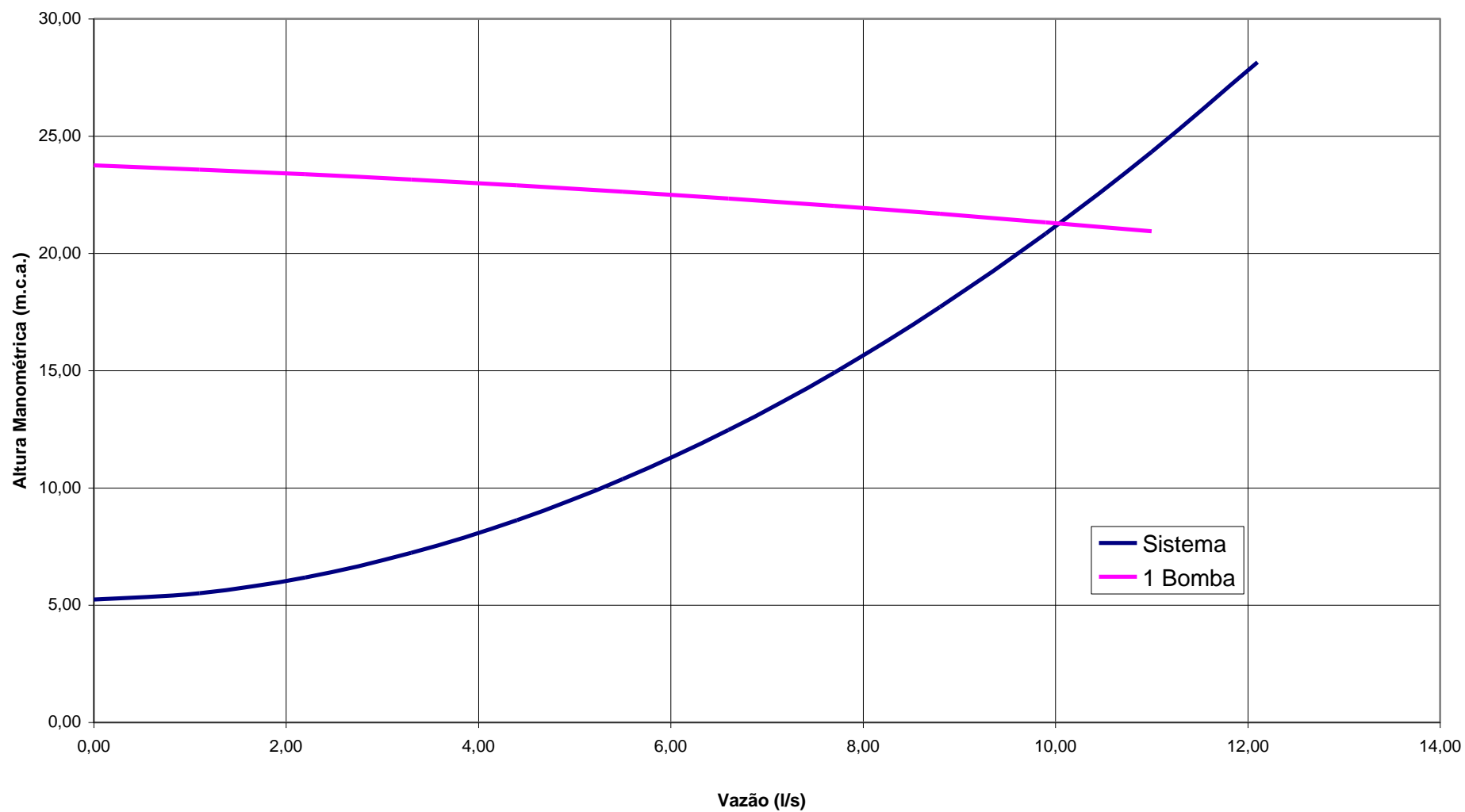
Dimensionamento do poço de sucção

. Tempo de detenção máximo	t (min) = 12,00
. Altura útil	h (m) = 1,00
. Volume útil	$V_u (m^3) = 4,13$
. Área do poço	$A (m^2) = 4,13$
. Diâmetro do poço	d (m) = 2,30
. Tempo de esvaziamento do poço	$t_o (min) = 10,64$
. Tempo de enchimento do poço	$t_s (min) = 19,23$
. Tempo total de ciclo	T(min) = 29,87
. Submersão mínima	sub (m) = 0,75

Pontos da curva da bomba

Q (l/s)	Sistema	1 Bomba	2 Bombas	3 Bombas
0,00	5,24	23,75	0,00	0,00
1,10	5,51	23,57	0,00	0,00
2,20	6,19	23,37	0,00	0,00
3,30	7,23	23,15	0,00	0,00
4,40	8,62	22,90	0,00	0,00
5,50	10,37	22,63	0,00	0,00
6,60	12,47	22,34	0,00	0,00
7,70	14,92	22,02	0,00	0,00
8,80	17,71	21,69	0,00	0,00
9,90	20,85	21,33	0,00	0,00
11,00	24,33	20,94	0,00	0,00

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



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

 Sistema: **Brejo Grande - EE-01**

Vazão de Recalque (l/s):	10,04		
Extensão da Linha (m):	901,00		
Cota do NA de Montante:	-3,06		
Cota do NA de jusante:	2,18		
Altura Geométrica (m):	5,24		
Rugosidade (mm):	0,08	0,08	0,08
Diâmetros Estudados (mm):	75	100	150
Velocidades Médias (m/s):	2,27	1,28	0,57
Perdas de carga (m.c.a.)			
. Localizadas (10.V ² /2.g):	1,16	0,65	0,29
. Distribuídas (j.L):	68,61	15,85	2,08
. Total:	69,77	16,50	2,37
Altura Manométrica (m.c.a.):	75,01	21,74	7,61
Potência (kW):	10,56	3,06	1,07
Custo das Tubulações (R\$):			
. Unitário	9,43	14,89	31,12
. Total	8.496,43	13.415,89	28.039,12
Valor Presente dos			
Custos de Energia (R\$):	71.310,90	20.668,97	7.231,01
Custo da Alternativa (R\$):	79.807,33	34.084,86	35.270,13
Diâmetro Escolhido:	100 mm		
Diâm. Col. de chegada (mm):			
Cota Terreno chegada (m):			
Cota Coletor chegada (m):			
k*RAIZ(Q)	120,253		

CÁLCULO DO VALOR PRESENTE DOS CUSTOS DE ENERGIA

Taxa de Crescimento	r(% a.a.) = 1,81
Taxa de Juros	i(% a.a.) = 12,00
Tarifas de Energia Elétrica	
. Demanda (R\$/kW.mês)	Cd = 39,09
. Consumo (R\$/kWh)	Cc = 0,11813

ANO	VAZÃO (l/s)	PERÍODO DE FUNCION. (FRAÇ.DIA)	CUSTO ANUAL DE ENERGIA		
			DIÂMETROS ESTUDADOS		
			75	100	150
2006	4,00				
2007	4,07	0,71	7.764,89	2.250,60	787,37
2008	4,15	0,72	7.905,77	2.291,43	801,65
2009	4,22	0,74	8.049,21	2.333,01	816,20
2010	4,30	0,75	8.195,25	2.375,34	831,01
2011	4,38	0,76	8.343,94	2.418,43	846,09
2012	4,46	0,78	8.495,32	2.462,31	861,44
2013	4,54	0,79	8.649,46	2.506,99	877,07
2014	4,62	0,81	8.806,39	2.552,47	892,98
2015	4,70	0,82	8.966,17	2.598,78	909,18
2016	4,79	0,84	9.128,84	2.645,93	925,68
2017	4,87	0,85	9.294,47	2.693,94	942,47
2018	4,96	0,87	9.463,10	2.742,81	959,57
2019	5,05	0,88	9.634,80	2.792,58	976,98
2020	5,14	0,90	9.809,60	2.843,25	994,71
2021	5,24	0,91	9.987,58	2.894,83	1.012,75
2022	5,33	0,93	10.168,79	2.947,35	1.031,13
2023	5,43	0,95	10.353,29	3.000,83	1.049,84
2024	5,53	0,96	10.541,13	3.055,27	1.068,88
2025	5,63	0,98	10.732,38	3.110,71	1.088,28
2026	5,73	1,00	10.927,11	3.167,15	1.108,02
2027	5,73	1,00	10.927,11	3.167,15	1.108,02
2028	5,73	1,00	10.927,11	3.167,15	1.108,02
2029	5,73	1,00	10.927,11	3.167,15	1.108,02
2030	5,73	1,00	10.927,11	3.167,15	1.108,02
2031	5,73	1,00	10.927,11	3.167,15	1.108,02
2032	5,73	1,00	10.927,11	3.167,15	1.108,02
2033	5,73	1,00	10.927,11	3.167,15	1.108,02
2034	5,73	1,00	10.927,11	3.167,15	1.108,02
2035	5,73	1,00	10.927,11	3.167,15	1.108,02
2036	5,73	1,00	10.927,11	3.167,15	1.108,02
2037	5,73	1,00	10.927,11	3.167,15	1.108,02
2038	5,73	1,00	10.927,11	3.167,15	1.108,02
Valor Presente dos Custos de Energia			71.310,90	20.668,97	7.231,01

4.1.2.3 Dimensionamento da Caixa de Areia e Calha Parshall (EE-01)

Unidade: **Brejo Grande - EE-01**

$$Q_{\text{máx}} = 9,18 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{méd}} = 5,73 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{mín}} = 3,576 \text{ l/s}$$

Cálculo da Caixa de Areia

Dados da Calha Parshall Adotada

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

Cálculo da alturas na calha

$$H = k.Q^n$$

$$k = 3,704$$

$$n = 0,646$$

$$H_{\text{máx}} = 0,179 \text{ m}$$

$$H_{\text{méd}} = 0,132 \text{ m}$$

$$H_{\text{mín}} = 0,097 \text{ m}$$

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 $Z \text{ (m)} = 0,05$

Altura líquida máxima na caixa de areia

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

Largura útil da seção transversal da caixa de areia

$$S = H \times B$$

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

$$B = 0,23 \text{ m}$$

Verificação da velocidade para diferentes vazões

Q(l/s)	H(m)	H - Z (m)	S = [H - Z].B (m ²)	V = Q/S (m/s)
9,18	0,18	0,13	0,031	0,300
5,73	0,13	0,09	0,020	0,289
3,58	0,10	0,05	0,012	0,300

Comprimento da caixa

$$L = 25 \times H$$

$$L = 3,34 \text{ m}$$

Área (Superfície)

$$A = L \times B$$

$$A = 0,765 \text{ m}^2$$

Taxa de escoamento superficial

 Para Q_{méd} = 5,73 l/s = 495,17 m³/dia

$$\frac{Q}{A} = 647,28 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$$

Quantidade de material retido

 Base : 30 l/1000 m³

 q = 14,86 l/dia = 0,01486 m³/dia

Tempo para limpeza = 15 dias

Profundidade do depósito inferior de areia

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

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

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_u (m²) = 0,018

 Área total da seção S (m²) = 0,025

Largura do canal b (m) = 0,189

Largura adotada b (m) = 0,20

Verificação das velocidades

Q (l/s)	H (m)	S=bH (m ²)	A _u =E.S (m ²)	V=Q/A _u (m/s)
9,18	0,13	0,027	0,019	0,472
5,73	0,09	0,017	0,013	0,454
3,58	0,05	0,010	0,008	0,472

Cálculo das perdas de carga

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

.Para grade limpa V (m/s) = 0,472

 h_f (m) = 0,008

.Para a grade suja 50% V (m/s) = 0,944

 h_f (m) = 0,031

Quantidade de material retido

 .Taxa adotada T (l/m³) = 0,015

.Volume de material Vol (l/dia) = 7,43

4.1.2.4 Cálculo da Estação Elevatória EEE-02

Vazões (l/s)	
. Máx. horária da bacia	$Q_2 = 2,15$
. Média da bacia	$Q = 1,19$
. Concentradas externas	$Q_{ext.} = 10,04$
. Infiltração	$q_i = 0,63$
. Recalque	$Q_r = 13,06$
. Mínima diária da bacia	$Q_3 = 11,27$
Vazão adotada (l/s) =	$Q_r = 13,06$
Extensão do recalque (m) =	$L_r = 270,00$
Diâmetro de recalque (mm) =	$D_r = 150$
Velocidade média no recalque (m/s) =	$V_r = 0,74$
Rugosidade média (mm) =	$e = 0,08$
Cota do NA na Elevatória =	$C_M = -1,42$
Cota do NA a jusante =	$C_J = 6,50$
Altura geométrica (m) =	$H_g = 7,92$
Cálculo das perdas de carga localizadas	

. No recalque $DN = 150$

.. Peça	K	
Vál. Borboleta	0,15	
Tê entrada lateral	2,00	
Vál. Retenção	1,50	
Total	<u>3,65</u>	$h_r (m) = 0,10$

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

No recalque $j_r (m/m) = 0,003748$
 $h_{f_r} (m) = 1,01$

Altura manométrica: $H_m (m) = 9,03$

Bomba projetada

. Imersão	
. Nº de conjuntos	
.. Total	2,00
.. Em operação	1,00
. Potência do motor	3,0 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	7,92
1,40	0,001	0,02	0,02	7,94
2,80	0,005	0,06	0,06	7,98
4,20	0,011	0,12	0,14	8,06
5,60	0,019	0,21	0,23	8,15
7,00	0,029	0,32	0,35	8,27
8,40	0,042	0,44	0,49	8,41
9,80	0,057	0,59	0,65	8,57
11,20	0,075	0,76	0,83	8,75
12,60	0,095	0,95	1,04	8,96
14,00	0,117	1,15	1,27	9,19
15,40	0,141	1,38	1,52	9,44

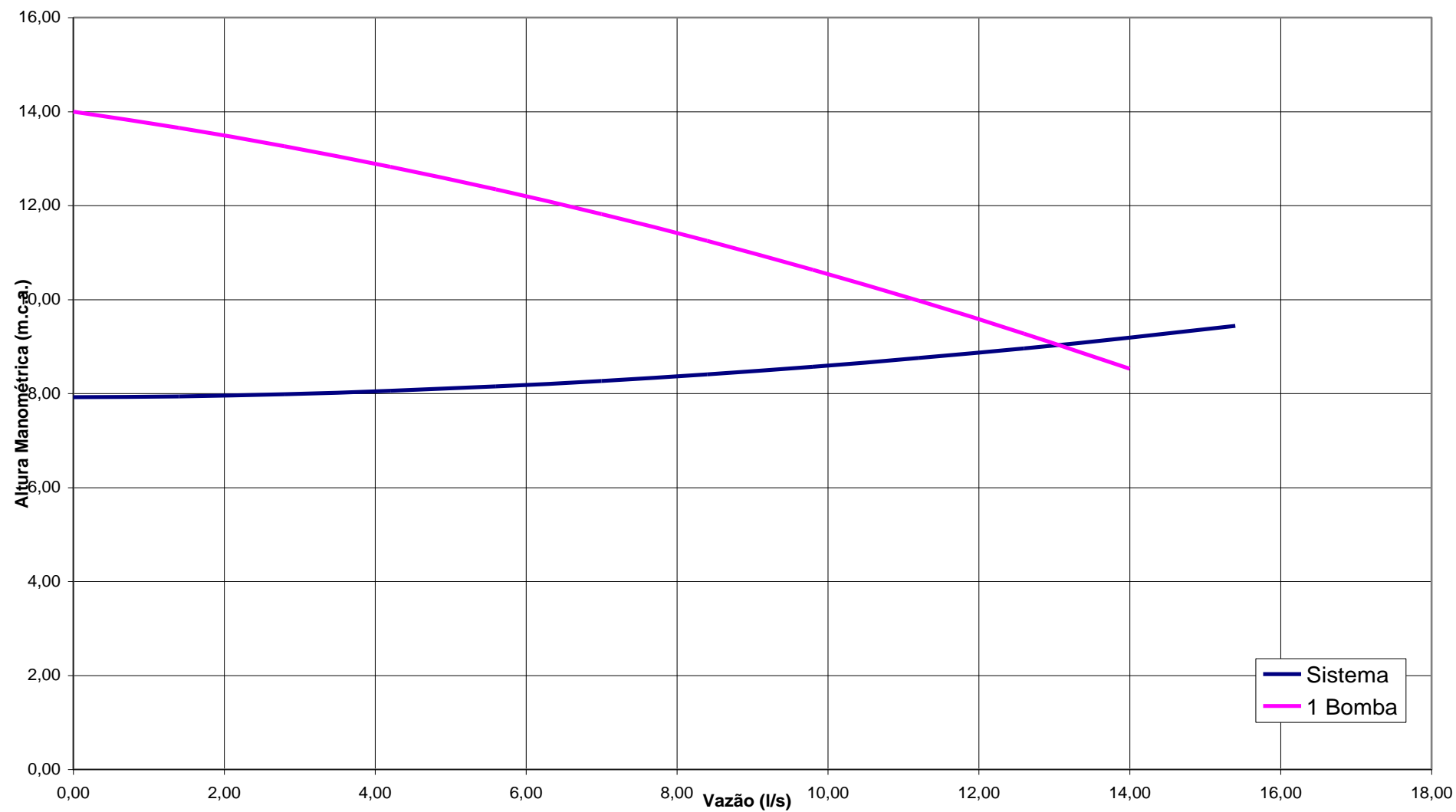
 Curva da bomba: $H = aQ^2 + bQ + c$
 $a = -0,01133421$
 $b = -0,23229869$
 $c = 14,0000000$
Dimensionamento do poço de sucção

. Tempo de detenção máximo	t (min) = 12,00
. Altura útil	h (m) = 1,00
. Volume útil	$V_u (m^3) = 8,54$
. Área do poço	$A (m^2) = 8,54$
. Diâmetro do poço	d (m) = 3,30
. Tempo de esvaziamento do poço	$t_o (min) = 79,46$
. Tempo de enchimento do poço	$t_s (min) = 12,64$
. Tempo total de ciclo	T(min) = 92,10
. Submersão mínima	sub (m) = 0,38

Pontos da curva da bomba

Q (l/s)	Sistema	1 Bomba	2 Bombas	3 Bombas
0,00	7,92	14,00	0,00	0,00
1,40	7,94	13,65	0,00	0,00
2,80	7,98	13,26	0,00	0,00
4,20	8,06	12,82	0,00	0,00
5,60	8,15	12,34	0,00	0,00
7,00	8,27	11,82	0,00	0,00
8,40	8,41	11,25	0,00	0,00
9,80	8,57	10,63	0,00	0,00
11,20	8,75	9,98	0,00	0,00
12,60	8,96	9,27	0,00	0,00
14,00	9,19	8,53	0,00	0,00

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



4.1.2.5 Estudo Econômico de Emissário de Recalque (EEE-02)

Sistema:	Brejo Grande - EE-Final		
Vazão de Recalque (l/s):	13,06		
Extensão da Linha (m):	270,00		
Cota do NA de Montante:	-1,42		
Cota do NA de jusante:	6,50		
Altura Geométrica (m):	7,92		
Rugosidade (mm):	0,08	0,08	0,08
Diâmetros Estudados (mm):	100	150	200
Velocidades Médias (m/s):	1,66	0,74	0,42
Perdas de carga (m.c.a.)			
. Localizadas (10.V ² /2.g):	0,85	0,38	0,21
. Distribuídas (j.L):	7,86	1,02	0,24
. Total:	8,71	1,39	0,46
Altura Manométrica (m.c.a.):	16,63	9,31	8,38
Potência (kW):	3,04	1,71	1,53
Custo das Tubulações (R\$):			
. Unitário	14,89	31,12	50,28
. Total	4.020,30	8.402,40	13.575,60
Valor Presente dos			
Custos de Energia (R\$):	30.176,41	10.192,38	7.763,31
Custo da Alternativa (R\$):	34.196,71	18.594,78	21.338,91
Diâmetro Escolhido:	150 mm		
Diâm. Col. de chegada (mm):			
Cota Terreno chegada (m):			
Cota Coletor chegada (m):			
k*RAIZ(Q)	137,131		

CÁLCULO DO VALOR PRESENTE DOS CUSTOS DE ENERGIA

Taxa de Crescimento	r(% a.a.) = 0,03
Taxa de Juros	i(% a.a.) = 12,00
Tarifas de Energia Elétrica	
. Demanda (R\$/kW.mês)	Cd = 39,09
. Consumo (R\$/kWh)	Cc = 0,11813

ANO	VAZÃO (l/s)	PERÍODO DE FUNCION. (FRAÇ.DIA)	CUSTO ANUAL DE ENERGIA		
			DIÂMETROS ESTUDADOS		
			100	150	200
2006	11,80				
2007	11,80	0,99	3.133,39	1.755,44	1.578,62
2008	11,81	1,00	3.134,25	1.755,92	1.579,05
2009	11,81	1,00	3.135,10	1.756,39	1.579,48
2010	11,81	1,00	3.135,96	1.756,87	1.579,91
2011	11,82	1,00	3.136,81	1.757,35	1.580,34
2012	11,82	1,00	3.137,66	1.757,83	1.580,77
2013	11,82	1,00	3.138,52	1.758,31	1.581,20
2014	11,83	1,00	3.139,37	1.758,79	1.581,63
2015	11,83	1,00	3.140,23	1.759,27	1.582,06
2016	11,83	1,00	3.141,08	1.759,74	1.582,49
2017	11,84	1,00	3.141,94	1.760,22	1.582,93
2018	11,84	1,00	3.142,80	1.760,70	1.583,36
2019	11,84	1,00	3.143,65	1.761,18	1.583,79
2020	11,85	1,00	3.144,51	1.761,66	1.584,22
2021	11,85	1,00	3.145,36	1.762,14	1.584,65
2022	11,85	1,00	3.146,22	1.762,62	1.585,08
2023	11,85	1,00	3.147,08	1.763,10	1.585,51
2024	11,86	1,00	3.147,93	1.763,58	1.585,95
2025	11,86	1,00	3.148,79	1.764,06	1.586,38
2026	11,86	1,00	3.149,65	1.764,54	1.586,81
2027	11,86	1,00	3.149,65	1.764,54	1.586,81
2028	11,86	1,00	3.149,65	1.764,54	1.586,81
2029	11,86	1,00	3.149,65	1.764,54	1.586,81
2030	11,86	1,00	3.149,65	1.764,54	1.586,81
2031	11,86	1,00	3.149,65	1.764,54	1.586,81
2032	11,86	1,00	3.149,65	1.764,54	1.586,81
2033	11,86	1,00	3.149,65	1.764,54	1.586,81
2034	11,86	1,00	3.149,65	1.764,54	1.586,81
2035	11,86	1,00	3.149,65	1.764,54	1.586,81
2036	11,86	1,00	3.149,65	1.764,54	1.586,81
2037	11,86	1,00	3.149,65	1.764,54	1.586,81
2038	11,86	1,00	3.149,65	1.764,54	1.586,81
Valor Presente dos Custos de Energia			30.176,41	10.192,38	7.763,31

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

Unidade: **Brejo Grande - EE-Final**

$$Q_{\text{máx}} = 12,82 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{méd}} = 11,86 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{mín}} = 11,267 \text{ l/s}$$

Cálculo da Caixa de Areia

Dados da Calha Parshall Adotada

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

Cálculo da alturas na calha

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

$$k = 3,704$$

$$n = 0,646$$

$$H_{\text{máx}} = 0,222 \text{ m}$$

$$H_{\text{méd}} = 0,211 \text{ m}$$

$$H_{\text{mín}} = 0,204 \text{ m}$$

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 $Z \text{ (m)} = 0,08$

Altura líquida máxima na caixa de areia

$$H \text{ (m)} = 0,15$$

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 ²)	V = Q/S (m/s)
12,82	0,22	0,15	0,043	0,300
11,86	0,21	0,14	0,040	0,300
11,27	0,20	0,13	0,038	0,300

Comprimento da caixa

$$L = 25 \times H$$

$$L = 3,67 \text{ m}$$

Área (Superfície)

$$A = L \times B$$

$$A = 1,068 \text{ m}^2$$

Taxa de escoamento superficial

 Para Q_{méd} = 11,86 l/s = 1025,09 m³/dia

$$\frac{Q}{A} = 959,52 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$$

Quantidade de material retido

 Base : 30 l/1000 m³

 q = 30,75 l/dia = 0,03075 m³/dia

Tempo para limpeza = 15 dias

Profundidade do depósito inferior de areia

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

$$h = 0,43 \text{ m}$$

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_u (m²) = 0,026

 Área total da seção S (m²) = 0,035

Largura do canal b (m) = 0,240

Largura adotada b (m) = 0,25

Verificação das velocidades

Q (l/s)	H (m)	S=bH (m ²)	A _u =E.S (m ²)	V=Q/A _u (m/s)
12,82	0,15	0,037	0,027	0,481
11,86	0,14	0,034	0,025	0,480
11,27	0,13	0,032	0,023	0,481

Cálculo das perdas de carga

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

.Para grade limpa V (m/s) = 0,481

 h_f (m) = 0,008

.Para a grade suja 50% V (m/s) = 0,961

 h_f (m) = 0,032

Quantidade de material retido

 .Taxa adotada T (l/m³) = 0,015

.Volume de material Vol (l/dia) = 15,38

4.1.3 Estação de Tratamento de Esgotos – ETE

4.1.3.1 Lagoa Facultativa

DADOS BÁSICOS

.População atendida	P (hab) = 6.605
.Vazão afluyente média	Q (m ³ /dia) = 652,32
.DBO afluyente	S ₀ (mg/l) = 546,77
.Concentração de Coliformes Fecais	
..Produção diária média <i>per capita</i>	CF (hab ⁻¹) = 4,00E+10
..Carga diária	CF (d ⁻¹) = 2,64E+14
..Concentração de coliformes	N ₀ (CF/m ³) = 4,05E+11
	N ₀ (CF/100 ml) = 4,05E+07
.Temperatura do esgoto	T (°C) = 22,00

DIMENSIONAMENTO

.Cálculo da carga afluyente de DBO	L (kgDBO/dia) = 356,67
.Taxa de aplicação superficial (Mara)	

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

.Área requerida	A (ha) = L/L _s = 1,2240
	A (m ²) = 12.240,48
.Profundidade útil adotada	h (m) = 1,80
.Volume resultante	V (m ³) = 22.032,86
.Tempo de detenção hidráulica correspondente	t (dia) = 33,78

Cálculo dos coeficientes de Remoção

.Coeficiente de remoção de DBO a 20 °C	K (d ⁻¹) = 0,30
.Correção para T = 22 °C (Mara) $K_T = K\theta^{(T-20)}$	
$\theta = 1,05$	K _T (d ⁻¹) = 0,33
.Coeficiente de remoção de coliformes	K _b (d ⁻¹) = 0,40
.Correção para T = 22 °C $K_{bT} = K_b\theta^{(T-20)}$	
$\theta = 1,07$	K _{bT} (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 (m) = 78,25
.Comprimento	L (m) = 156,50

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

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

$$a = 4,67$$

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

$$S \text{ (mg/l)} = 6,16$$

$$L \text{ (kgDBO/dia)} = 4,02$$

.Eficiência

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

$$E (\%) = 98,87$$

.Concentração de coliformes no efluente

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

$$a = 5,46$$

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

$$N \text{ (CF/100 ml)} = 1,76E+05$$

..eficiência de remoção de coliformes

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

$$E (\%) = 99,57$$

4.1.3.2 Lagoa de Maturação

DADOS BÁSICOS

.População atendida	P (hab) = 6.605
.Vazão afluyente média	Q (m ³ /dia) = 652,32
.Temperatura do esgoto	T (°C) = 22,00
.Número de lagoas	n = 1
Obs.: Será utilizada uma lagoa única, com três chicanas (quatro canais)	
.Tempo de detenção adotado	t (dia) = 8

DIMENSIONAMENTO

.Volume útil da lagoa	V (m ³) = 5.218,56
.Profundidade útil adotada	h (m) = 1,50
.Área necessária de lagoa	A (m ²) = 3.479,04
.Número de lagoas em paralelo	np = 1,00
.Lado da lagoa (quadrada)	L_l (m) = 59,00
.Dimensões dos canais	
..Número de canais	nc = 4
..Largura	B (m) = 14,75
..Comprimento	L (m) = 236,00

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

.Número de dispersão (Yanez)

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

.Concentração afluyente de coliformes na lagoa

$$N_0 \text{ (CF/100 ml)} = 1,76E+05$$

.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 efluente de coliformes

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

$$a = 1,67$$

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

$$N \text{ (CF/100 ml)} = 6,78E+02$$

..eficiência de remoção de coliformes (maturação)

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

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

..eficiência de remoção de coliformes (global)

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

$$E (\%) = 99,9983$$

.Concentração de DBO no efluente

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

$$a = 1,28$$

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

$$S \text{ (mg/l)} = 0,60$$

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

$$E (\%) = 90,32$$

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

$$E (\%) = 99,8909$$

4.2 PROJETO ELÉTRICO

4.2.1 Estação Elevatória de Esgoto EEE-01

4.2.1.1 Dimensionamento de Equipamentos Comando/Controle/Proteção

POTÊNCIA DA SUBESTAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES E EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

DADOS DE ENTRADA DA INSTALAÇÃO

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

CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES - DADOS DE ENTRADA

NOTA:	potência: CV	Número de polos	$\rho = 100\%$ carga	$\cos\phi = 100\%$ carga	$\cos\phi =$ na partida	$I_p/I_r =$	Tensão (V) alimentação
EE -01	7,5	2	0,865	0,870	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	7,5	7,34	7,34
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					21,06

Instalação com demanda ($D \leq 45\text{kVA}$):	SIM - ALIMENTAÇÃO EM BAIXA TENSÃO
Potência da instalação em kVA:	22,89 kVA
Tensão secundária de alimentação das cargas:	380 Volt
Corrente máxima de projeto (no secundário):	34,78 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:	7,34 kW
Motores em operação:	1
Pot. requerida motores:	7,34 kW
Potência auxiliares:	13,72 kW
Potência da instalação:	21,06 kW

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

$$a = 13,72$$

$$b=c=d = 0$$

$$e = 7,34$$

$$f_p = 0,92$$

$$D = 22,89 \text{ kVA}$$

VALORES LIMITES PARA QUEDA DE TENSÃO

As condições operacionais do Projeto recomendam os seguintes limites:

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

1 - DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES E EQUIPAMENTOS

1.1 - CÁLCULO DO CONDUTOR DO ALIMENTADOR GERAL DE BAIXA TENSÃO

CARACTERÍSTICAS DO CIRCUITO DO ALIMENTADOR GERAL

Valores das correntes do circuito do alimentador geral:

$$I_{\text{alimentador}} = 34,78 \text{ A}$$

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 ²)	resist. Ω/km	reatância Ω/km
PVC	34,78	0,89	39,08	79	16	1,3800	0,1200

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

seção escolhida:	16 mm ²
condutor por fase:	1

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

$$S_{\text{condutor}} = 2,83 \text{ mm}^2$$

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

I _{cc} =	2,00 kA	(cf. Concessionária)
T _{elim. defeito} =	0,5 seg	
condutor:	PVC	
T _{final} =	250 °C	
T _{inicial} =	90 °C	

temp em °C	Isolamento do condutor	
	PVC	XLPE
T _{final}	160	250
T _{inicial}	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 ²)	resist. Ω/km	reatância Ω/km
PVC	34,78	0,89	39,08	79	16	1,3800	0,1200

1.1.4 - Dimensionamento do condutor NEUTRO

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

1.1.5 - Dimensionamento do condutor de PROTEÇÃO

condutor: cobre nú

Seção escolhida	mm ² :	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: 34,78 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 _{projeto} = 34,78 A
Capacidade de condução condutores ramal:	I _{condução} = 79 A
Corrente de curto circuito nos bornes do disjuntor:	I _{curto circuito} = 2.000 A
Corrente nominal escolhida para o disjuntor:	I _{nominal disjuntor} = 50 A
Corrente ajustável de sobre carga para o disjuntor:	40-50 A
Corrente nominal de operação para o disjuntor:	I _{nominal disjuntor} = 38 A
Corrente ajustável de curto circuito para o disjuntor:	fixo
Capacidade de interrupção mínima necessária:	I _{interrupção} >= 20 kA
Tempo de atuação/operação do disjuntor:	T _{operação disjuntor} <= 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_{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
BREJO GRANDE	7,5	2	0,865	0,870	0,35	8	380

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

Tipo de partida:	Partida Direta à Plena Tensão
Corrente de partida:	8 x I_{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:

$I_{\text{nominal motor}} =$	11,14 A	$I_{\text{partida motor}} =$	89,16 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_{projeto} (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap. condução	seção em (mm ²)	resist. Ω/km	reatância Ω/km
0,6/1kV	11,14	0,85	13,11	37	4	5,5200	0,1400

 Seção escolhida: 4 mm² cond. por fase: 1

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

$$S_{\text{condutor}} = 0,79 \text{ mm}^2$$

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

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

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

condutor: PVC

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

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

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

Isolamento do condutor		
temp em $^{\circ}\text{C}$	PVC	XLPE
T_{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: $8,26 \text{ mm}$
 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
 tamanho nominal= 32

PVC ou
 AÇO GALV.

3 - CONDIÇÕES DOS CIRCUITOS RAMAIS DE MOTOR

MOTOR: BREJO GRANDE

Seção dos cabos do ramal do motor da bomba

 4 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 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

$$P_{\text{motor-1}} = 7,34 \text{ kVA}$$

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

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

$$X_{\text{motor-1}} = 2,46078 \text{ } (\Omega)$$

$$Z_{\text{motor-1}} = 2,4608 \text{ } (\Omega)$$

Impedância do motor-1 em regime

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

$$X_{\text{motor-1 reg}} = 19,6863 \text{ } (\Omega)$$

$$Z_{\text{motor-1 reg}} = 19,6863 \text{ } (\Omega)$$

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:

$$I_{\text{partida}} = 89,16 \text{ A}$$

VALORES DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DO MOTOR:

PARTIDA DIRETA

Partida do motor-1

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

$$\Delta V = 9,85 \text{ V}$$

$$\Delta V = 2,59 \%$$

CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90

POSSÍVEL A PARTIDA

VALORES DA QUEDA DE TENSÃO EM REGIME:

Queda de tensão em regime

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

$$\Delta V = 1,23 \text{ V}$$

$$\Delta V = 0,32 \%$$

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

7,5 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):

7 kW

coeficiente para correção para 0,92:

0,141

potência reativa requerida pelo motor (100% carga):

1,03 kVAr

Capacitores necessários para correção do fator de potência:

1 kVAr trifásico

Tensão de alimentação da célula/banco

380 Volt

5.1.1 - DISPOSITIVOS ACIONAMENTO/PROTEÇÃO CAPACITORES ESTÁTICOS: FUSÍVEL

Fusível retardado proteção dos capacitores:

1 kVAr

Fusível=

6 A

Contactador de acionamento dos capacitores:

Ith=

7 A

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= 7,5 CV

Corrente nominal do motor

In= 11,14 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:

7,5 CV

Corrente nominal do motor:

11,14 A

Corrente nominal do Contactor:

12 A

Faixa de ajuste do relé de sobrecarga:

8-12,5 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_{defeito} = corrente de defeito, em Ampère, através do condutor

S_{cobre} = seção do condutor de cobre da malha de terra mm²

T_{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: $T_{emp.solda}$

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

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

Tempo de duração do defeito (seg)	$t_{duração} =$	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 ²

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

Portanto, o condutor da malha deverá ter seção de: $S_{cond.malha} =$ **16 mm²**

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: $S_{condutor} =$ 8,15 mm²

Portanto, o condutor de aterramento dos equipamentos: $S_{cond.} =$ **16 mm²**

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		$I_{projeto}$ (A)	Seção adotada mm ²	Condutores por fase	Parâmetros Ω /km	
					Rca	XL
ALIMENTADOR GERAL - FASE		34,78	16	1	1,38	0,12
ALIMENTADOR GERAL - NEUTRO			16	1	1,38	0,12
RAMAL DO MOTOR DA ELEVATÓRIA (CV)	7,5	11,14	4	1	5,52	0,14
CAPACITOR CORREÇÃO INDIVID. p/MOTOR (kVAr)	1	1,52	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 _{nominal} (A)	Cap. Interrup. kA	Tensão nominal	Disparador S/C	Disparador C/C
ALIMENTADOR GERAL	50	>= 30	500V	40-50	fixo
RAMAL DO MOTOR DA E. ELEVATÓRIA	16	>= 30	500V	9-12,5	12x

8.3 - ACIONAMENTOS

CIRCUITOS	DISPOSITIVO	I _{nominal} (A)	Tensão nominal
MOTOR 7,5 CV	CONTACTOR	12	380
CAPACITOR 1 kVAr trifásico	CONTACTOR	7	380

8.4 - INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

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

4.2.1.2 Iluminação Interna da Edificação da Estação Elevatória de Esgoto EEE-01**DADOS DE ENTRADA DA INSTALAÇÃO**

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

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

PREMISSAS DO PROJETO DE ILUMINAÇÃO INTERNA PREDIAL

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

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

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

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

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

assegurado o nível mínimo quando da proximidade do término do período de manutenção do conjunto de iluminação.

CONDIÇÕES INFLUÊNCIAS EXTERNAS

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

CONDIÇÕES NORTEADORAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

De modo geral os locais de trabalho das pessoas (áreas de operação e áreas auxiliares de manutenção) devem ser devidamente iluminados a fim de que sejam obtidos níveis de iluminação para o conforto e a segurança das atividades que serão ali desenvolvidas. Dentro desse princípio geral, o Projeto Luminotécnico, para ambientes internos ou externos, deverá manter compromisso com os objetivos aqui delineados. A orientação a ser seguida para os projetos luminotécnicos a serem desenvolvidos estarão buscando, dentre outras condições, as seguintes:

- Nível de 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 23 Watts
- Fluxo luminoso da lâmpada: 1.450 lumens
- Consumo do reator:..... 0 Watts

DIMENSÕES DO AMBIENTE

- Comprimento da edificação 9,30 m
- Largura da edificação 2,00 m
- Pé direito 2,70 m
- Altura do plano de trabalho 0,00 m
- Altura de suspensão da luminária 0,00 m
- Altura de montagem 2,70 m

PREMISSAS DO PROJETO

- Iluminamento para o local 100 lux
- Área do local..... 18,60 m²
- Área EFETIVA a ser iluminada 18,60 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 $K = (C \times L) / H_m \times (C + L)$ $K = 0,61$

Coeficiente de utilização da luminária $F_u = 0,43$

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

N = 3,01 ou em inteiros **N = 3**

FACE À ARQUITETURA DO AMBIENTE, USAREMOS: **3 luminárias**

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

Iluminância média calculada: **E_{médio} = 110 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:..... 1

TIPO DE LÂMPADA A SER USADA

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

DIMENSÕES DO AMBIENTE

- Comprimento da edificação 1,15 m
- Pé direito 4,70 m
- Altura do plano de trabalho 0,00 m
- Altura de suspensão da luminária 0,00 m
- Altura de montagem 4,70 m

PREMISSAS DO PROJETO

- Iluminamento para o local 100 lux
- Área do local 4,15 m²
- Área EFETIVA a ser iluminada 4,15 m²
- Número de lâmpadas/luminária 1 ud
- Fluxo lum. da lâmpada 1.450 lumens
- Potência da lâmpada 23 watts
- Consumo do acessório 0 watts

As condições do ambiente são:

Ambiente NORMAL

Período de manutenção de 3.000h

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

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

Fator de Depreciação $F_d = 0,70$

Índice do recinto $K = (C \times L) / H_m \times (C + L)$ **K = 0,21**

Coeficiente de utilização da luminária **Fu = 0,15**

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

N = 1,92 ou em inteiros **N = 2**

FACE À ARQUITETURA DO AMBIENTE, USAREMOS: **2 luminárias**

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

Iluminância média calculada: $E_{\text{medio}} = 114,35 \text{ lux}$

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	3	23	69 Watts
ÁREA 2:	projektor retangular fechado	Fluorescente compacta	2	23	46 Watts
				Total	115 Watts

ÁREA	TOMADA TIPO		CONSUMO TOTAL
	1Ø-10A	3Ø-16A	
ÁREA 1:	1	1	13.838 Watts
ÁREA 2:	1	1	13.838 Watts
Total			27.676 Watts

- Fator de demanda lâmpadas: 1
- Fator de demanda tomadas: 0,5
- Demanda TOTAL a ser considerada: 13.953 W
- Corrente máxima no alimentador: 21,20 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

4.2.2 Estação Elevatória de Esgoto EEE-02

4.2.2.1 Dimensionamento de Equipamentos Comando/Controle/Proteção

POTÊNCIA DA SUBESTAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES E EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

DADOS DE ENTRADA DA INSTALAÇÃO

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

CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES - DADOS DE ENTRADA

NOTA:	potência: CV	Número de polos	$\rho = 100\%$ carga	$\cos\phi = 100\%$ carga	$\cos\phi =$ na partida	$I_p/I_r =$	Tensão (V) alimentação
EE-Final	3,0	2	0,865	0,870	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	3,0	2,93	2,93
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	16,66

Instalação com demanda ($D \leq 45\text{kVA}$):	SIM - ALIMENTAÇÃO EM BAIXA TENSÃO
Potência da instalação em kVA:	18,11 kVA
Tensão secundária de alimentação das cargas:	380 Volt
Corrente máxima de projeto (no secundário):	27,51 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:	2,93 kW
Motores em operação:	1
Pot. requerida motores:	2,93 kW
Potência auxiliares:	13,72 kW
Potência da instalação:	16,66 kW

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

$$a = 13,72$$

$$b=c=d = 0$$

$$e = 2,93$$

$$f_p = 0,92$$

$$D = 18,11 \text{ kVA}$$

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:

$$I_{\text{alimentador}} = 27,51 \text{ A}$$

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 ²)	resist. Ω/km	reatância Ω/km
PVC	27,51	0,89	30,91	79	16	1,3800	0,1200

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

seção escolhida:	16 mm ²
condutor por fase:	1

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

$$S_{\text{condutor}} = 2,24 \text{ mm}^2$$

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

I _{cc} =	2,00 kA	(cf. Concessionária)
T _{elim. defeito} =	0,5 seg	
condutor:	PVC	
T _{final} =	250 °C	
T _{inicial} =	90 °C	

temp em °C	Isolamento do condutor	
	PVC	XLPE
T _{final}	160	250
T _{inicial}	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 ²)	resist. Ω/km	reatância Ω/km
PVC	27,51	0,89	30,91	79	16	1,3800	0,1200

1.1.4 - Dimensionamento do condutor NEUTRO

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

1.1.5 - Dimensionamento do condutor de PROTEÇÃO

condutor: cobre nú

Seção escolhida	mm ² :	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: 27,51 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 _{projeto} = 27,51 A
Capacidade de condução condutores ramal:	I _{condução} = 79 A
Corrente de curto circuito nos bornes do disjuntor:	I _{curto circuito} = 2.000 A
Corrente nominal escolhida para o disjuntor:	I _{nominal disjuntor} = 50 A
Corrente ajustável de sobre carga para o disjuntor:	40-50 A
Corrente nominal de operação para o disjuntor:	I _{nominal disjuntor} = 30 A
Corrente ajustável de curto circuito para o disjuntor:	fixo
Capacidade de interrupção mínima necessária:	I _{interrupção} >= 20 kA
Tempo de atuação/operação do disjuntor:	T _{operação disjuntor} <= 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_{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
BREJO GRANDE	3,0	2	0,865	0,870	0,35	8	380

2.1.1 - CARACTERÍSTICAS DO MOTOR DA BOMBA DA: EE -FINAL

Tipo de partida:	Partida Direta à Plena Tensão
Corrente de partida:	8 x I_{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:

$I_{\text{nominal motor}} =$	4,46 A	$I_{\text{partida motor}} =$	35,66 A
------------------------------	--------	------------------------------	---------

2.1.2 - CARACTERÍSTICAS CIRCUITO DO RAMAL MOTOR DA BOMBA DA: EE -FINAL

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_{projeto} (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap. condução	seção em (mm ²)	resist. Ω/km	reatância Ω/km
0,6/1kV	4,46	0,85	5,24	37	4	5,5200	0,1400

Seção escolhida: 4 mm² cond. por fase: 1

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

$$S_{\text{condutor}} = 0,32 \text{ mm}^2$$

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

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

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

condutor: PVC

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

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

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

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

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

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

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

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

2.1.3 - DIMENSIONAMENTO DO ELETRODUTO

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

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

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

Empregaremos, portanto, eletroduto de:

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

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

PVC ou

AÇO GALV.

3 - CONDIÇÕES DOS CIRCUITOS RAMAIS DE MOTOR

MOTOR: BREJO GRANDE

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 -Final

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

$$P_{\text{motor-1}} = 2,93 \text{ kVA}$$

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

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

$$X_{\text{motor-1}} = 6,15196 \text{ } (\Omega)$$

$$Z_{\text{motor-1}} = 6,1520 \text{ } (\Omega)$$

Impedância do motor-1 em regime

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

$$X_{\text{motor-1 reg}} = 49,2157 \text{ } (\Omega)$$

$$Z_{\text{motor-1 reg}} = 49,2157 \text{ } (\Omega)$$

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:

$$I_{\text{partida}} = 35,66 \text{ A}$$

VALORES DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DO MOTOR:

PARTIDA DIRETA

Partida do motor-1

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

$$\Delta V = 3,94 \text{ V}$$

$$\Delta V = 1,04 \%$$

CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90

POSSÍVEL A PARTIDA

VALORES DA QUEDA DE TENSÃO EM REGIME:

Queda de tensão em regime

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

$$\Delta V = 0,49 \text{ V}$$

$$\Delta V = 0,13 \%$$

CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90

POSSÍVEL A OPERAÇÃO

5 - CAPACITOR DE CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA DOS MOTORES

5.1-CAPACITOR CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA MOTOR DA BOMBA

motor da bomba principal EEAT

EE -Final

3 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):

3 kW

coeficiente para correção para 0,92:

0,141

potência reativa requerida pelo motor (100% carga):

0,41 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

Contactador de acionamento dos capacitores:

lth=

7 A

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

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

EE -Final

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

Fusível indicado

Potência do motor:

P=

3,0 CV

Corrente nominal do motor

In=

4,46 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:

3,0 CV

Corrente nominal do motor:

4,46 A

Corrente nominal do Contactador:

12 A

Faixa de ajuste do relé de sobrecarga:

4-5 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_{defeito} = corrente de defeito, em Ampère, através do condutor

S_{cobre} = seção do condutor de cobre da malha de terra mm²

T_{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: $T_{emp.solda}$

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

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

Tempo de duração do defeito (seg)	$t_{duração} =$	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 ²

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

Portanto, o condutor da malha deverá ter seção de: $S_{cond.malha} =$ **16 mm²**

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: $S_{condutor} =$ 8,15 mm²

Portanto, o condutor de aterramento dos equipamentos: $S_{cond.} =$ **16 mm²**

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 -Final

8.1 - CONDUTORES						
CIRCUITOS		$I_{projeto}$ (A)	Seção adotada mm ²	Condutores por fase	Parâmetros Ω /km	
					Rca	XL
ALIMENTADOR GERAL - FASE		27,51	16	1	1,38	0,12
ALIMENTADOR GERAL - NEUTRO			16	1	1,38	0,12
RAMAL DO MOTOR DA ELEVATÓRIA (CV)	3	4,46	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 _{nominal} (A)	Cap. Interrup. kA	Tensão nominal	Disparador S/C	Disparador C/C
ALIMENTADOR GERAL	50	>= 30	500V	40-50	fixo
RAMAL DO MOTOR DA E. ELEVATÓRIA	16	>= 30	500V	9-12,5	12x

8.3 - ACIONAMENTOS

CIRCUITOS	DISPOSITIVO	I _{nominal} (A)	Tensão nominal
MOTOR 3,0 CV	CONTACTOR	12	380
CAPACITOR 0,5 kVAr trifásico	CONTACTOR	7	380

8.4 - INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

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

**4.2.2.2 Iluminação Interna da Edificação da Estação Elevatória de Esgoto
EEE-02****DADOS DE ENTRADA DA INSTALAÇÃO**

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

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

PREMISSAS DO PROJETO DE ILUMINAÇÃO INTERNA PREDIAL

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

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

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

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

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

assegurado o nível mínimo quando da proximidade do término do período de manutenção do conjunto de iluminação.

CONDIÇÕES INFLUÊNCIAS EXTERNAS

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

CONDIÇÕES NORTEADORAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

De modo geral os locais de trabalho das pessoas (áreas de operação e áreas auxiliares de manutenção) devem ser devidamente iluminados a fim de que sejam obtidos níveis de iluminação para o conforto e a segurança das atividades que serão ali desenvolvidas. Dentro desse princípio geral, o Projeto Luminotécnico, para ambientes internos ou externos, deverá manter compromisso com os objetivos aqui delineados. A orientação a ser seguida para os projetos luminotécnicos a serem desenvolvidos estarão buscando, dentre outras condições, as seguintes:

- Nível de 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

- Incandescente Comum 100 Watts
- Fluxo luminoso da lâmpada: 1.450 lumens
- Consumo do reator:..... 0 Watts

DIMENSÕES DO AMBIENTE

- Comprimento da edificação 9,00 m
- Largura da edificação 2,20 m
- Pé direito 1,50 m
- Altura do plano de trabalho 0,00 m
- Altura de suspensão da luminária 0,00 m
- Altura de montagem 1,50 m

PREMISSAS DO PROJETO

- Iluminamento para o local 100 lux
- Área do local 19,80 m²
- Área EFETIVA a ser iluminada 19,80 m²
- Número de lâmpadas/luminária 1 ud
- Fluxo lum. da lâmpada 1.450 lumens
- Potência da lâmpada 100 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 $K = (C \times L) / H_m \times (C + L)$ $K = 1,18$

Coeficiente de utilização da luminária $F_u = 0,83$

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

N = 1,66 ou em inteiros **N = 3**

FACE À ARQUITETURA DO AMBIENTE, USAREMOS: **3 luminárias**

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

Iluminância média calculada: **E_{médio} = 199 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 1,65 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..... 8,55 m²
- Área EFETIVA a ser iluminada 8,55 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 = 0,60**

Coeficiente de utilização da luminária **Fu = 0,42**

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

N = 0,70 ou em inteiros **N = 1**

FACE À ARQUITETURA DO AMBIENTE, USAREMOS: **2 luminárias**

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

Iluminância média calculada: $E_{\text{medio}} = 313,29 \text{ lux}$

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	Incandescente comum	3	100	300 Watts
ÁREA 2:	projektor retangular fechado	Fluorescente compacta	2	23	46 Watts
				Total	346 Watts

ÁREA	TOMADA TIPO		CONSUMO TOTAL
	1Ø-10A	3Ø-16A	
ÁREA 1:	1	1	13.838 Watts
ÁREA 2:	1	1	13.838 Watts
Total			27.676 Watts

- Fator de demanda lâmpadas: 1
- Fator de demanda tomadas: 0,5
- Demanda TOTAL a ser considerada: 14.184 W
- Corrente máxima no alimentador: 21,55 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

4.3 PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS

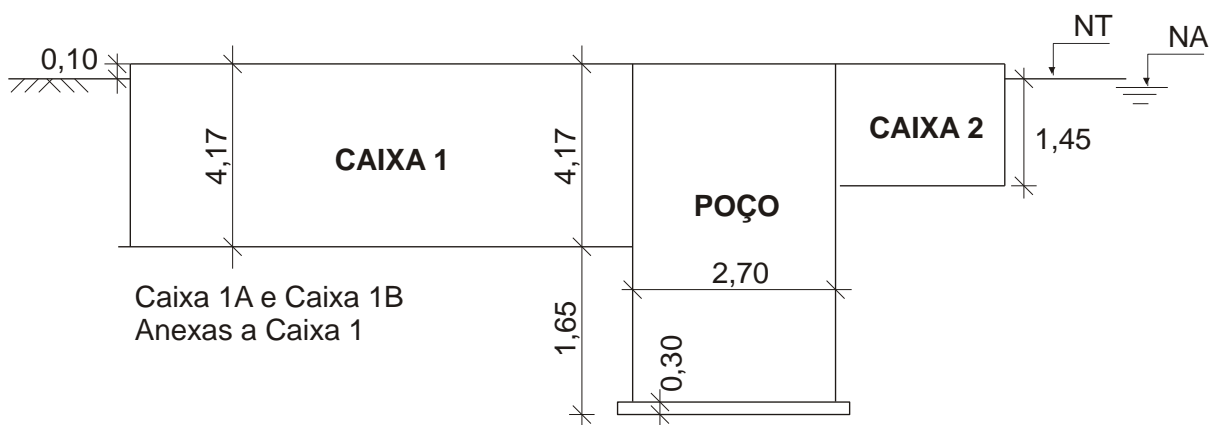
4.3.1 Introdução

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/m³;
- Peso Específico do Solo: 1,90 tf/m³;
- Peso Específico do Enchimento: 1,50 tf/m³;
- Concreto: fck = 30 MPa;
- Nível do Lençol Freático: Coincidindo com o N.T.

4.3.3 Estação Elevatória EEE-01



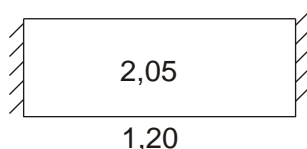
4.3.3.1 Caixas 1A e 1B

- Par1 $\Rightarrow 0,20 \times 1,40 \times 3,87 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 2,71 \text{ tf}$
- Par2,3 $\Rightarrow 2 \times 0,20 \times 1,00 \times 3,87 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 3,87 \text{ tf}$
- Fundo $\Rightarrow 0,20 \times 1,20 \times 1,40 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 0,84 \text{ tf}$
- 7,42 tf**

- Subpressão U = $1,20 \times 1,40 \times 4,07 = 6,83 \text{ tf}$

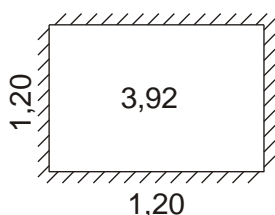
- $ps = \frac{7,42}{1,20 \times 1,40} = 4,42 \text{ tf/m}^2$

PAREDES h = 20



$pmáx = 1,90 \times 3,27 \times 0,33 = 2,05 \text{ tf/m}^2$
 $X = -0,25 \text{ tfm/m}$
 $M = 0,12 \text{ tfm/m}$ $As_m = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

FUNDO h = 20



$\delta = 4,42 - 0,20 \times 2,50 = 3,92 \text{ tf/m}^2$
 $M = 0,10 \text{ tfm/m}$
 $X = -0,24 \text{ tfm/m}$ $As_m = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

4.3.3.2 Caixa 1

- Parede $\Rightarrow 0,30 \times 19,22 \times 3,87 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 57,78 \text{ tf}$
- L. Fundo $\Rightarrow 0,30 \times 3,06 \times 8,78 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 20,15 \text{ tf}$
- 75,93 tf**

ENCHIMENTOS

- $8,28 \times 2,06 \times 0,97 \Rightarrow \dots\dots\dots 16,55 \text{ m}^3$
- $- 2,65 \times 0,20 \times 0,68 \Rightarrow \dots\dots\dots - 0,36 \text{ m}^3$

$$\begin{aligned}
 &- 2,40 \times 0,20 \times 0,20 \Rightarrow \dots\dots\dots - 0,10 \text{ m}^3 \\
 &- 3,35 \times 0,46 \times 0,97 \Rightarrow \dots\dots\dots - 1,49 \text{ m}^3 \\
 &- 2,35 \times 0,26 \times 0,68 \Rightarrow \dots\dots\dots - 0,42 \text{ m}^3 \\
 &\hspace{20em} \underline{\hspace{10em} 14,18 \text{ m}^3}
 \end{aligned}$$

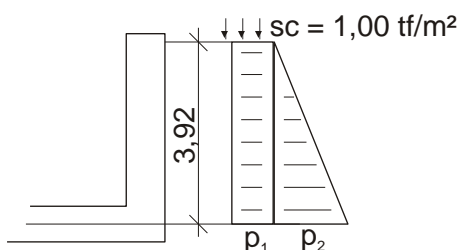
$$P_{ench} = 21,27 \text{ tf}$$

PESO SOBRE A ABA

- Psolo = $17,42 \times 0,20 \times 3,77 \times 1,90 = 24,96 \text{ tf}$
- $ps = \frac{122,16}{3,06 \times 8,78} = 4,55 \text{ tf/m}^2 > U = 4,07 \text{ tf/m}^2 \text{ (ok)}$

PAREDES LATERAIS

$$h = 30$$



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

$$p_2 = 1,90 \times 3,92 \times 0,33 = 2,46 \text{ tf/m}^2$$

$$X = -\frac{0,33 \times 3,92^2}{2} - \frac{2,46 \times 3,92^2}{2 \times 3} = -8,84 \text{ tfm/m}$$

$$As_m = 12,21 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (Externo)}$$

$$As_m = 6,00 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (Interno)}$$

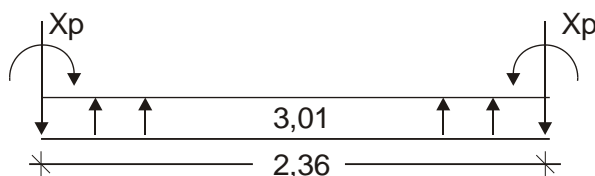
PAREDE DE TOPO

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

LAJE DE FUNDO

$$h = 30$$

- Fase de construção, sem enchimento
- $ps = \frac{100,89}{3,06 \times 8,78} = 3,76 \text{ tf/m}^2$
- ABA $\Rightarrow \delta = 3,76 - 0,30 \times 2,50 - 3,77 \times 1,90 = -4,15 \text{ tf/m}^2$
 $h = 30$
 $X = -0,25 \text{ tfm/m}$
- VÃO $\Rightarrow \delta = 3,76 - 0,30 \times 2,50 = 3,01 \text{ tf/m}^2$
 $h = 30$



$$C/X_p = 0,00$$

$$M = 2,34 \text{ tfm/m}$$

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

4.3.3.3 Poço

- Tampa $\Rightarrow (0,785 \times 2,30^2 - 2,25 \times 0,70) \times 0,20 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 1,29 \text{ tf}$
- Parede $\Rightarrow \pi \times 2,50 \times 5,82 \times 0,20 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 22,85 \text{ tf}$
- Fundo $\Rightarrow 0,785 \times 3,30^2 \times 0,30 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 6,41 \text{ tf}$

30,55 tf

PESO DO SOLO SOBRE A ABA

- $0,785 (3,30^2 - 2,70^2) \times 5,72 \times 1,90 \Rightarrow \dots\dots\dots 30,71 \text{ tf}$
 - $- 0,30 \times 3,10 \times 4,07 \times 1,90 \Rightarrow \dots\dots\dots - 7,19 \text{ tf}$
 - $- 0,30 \times 2,20 \times 1,45 \times 1,90 \Rightarrow \dots\dots\dots - 1,82 \text{ tf}$
- 21,70 tf**

- $p_s = \frac{52,25}{8,55} = 6,11 \text{ tf/m}^2 > U = 6,02 \text{ tf/m}^2$

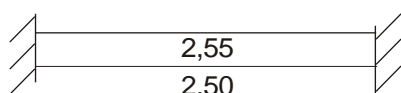
Considerando-se que no levantamento o solo possui um ângulo de ruptura $>0^\circ$, admite-se a estabilidade.

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.).

$p = 1,90 \times 4,07 \times 0,33 = 2,55 \text{ tf/m}^2 \quad h = 20$



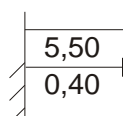
$R = 3,19 \text{ tf/m}$

$X = -1,33 \text{ tfm/m} \quad A_{sm} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

$M = 0,66 \text{ tfm/m}$

LAJE DE FUNDAÇÃO

ABA $h = 30$

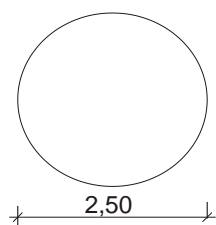


$\delta = 6,11 - 0,30 \times 2,50 - 1,90 \times 5,72 = -5,50 \text{ tf/m}^2$

$R = 2,20 \text{ tf/m}$

$X = -0,44 \text{ tfm/m} \quad A_{sm} = 4,50 \text{ cm}^2/\text{m}$

VÃO $h = 30$



$\delta = 6,11 - 0,30 \times 2,50 = 5,36 \text{ tf/m}^2$

$M_r = M_t = \frac{5,36 \times 2,50^2}{20} = 1,68 \text{ tfm/m}$

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

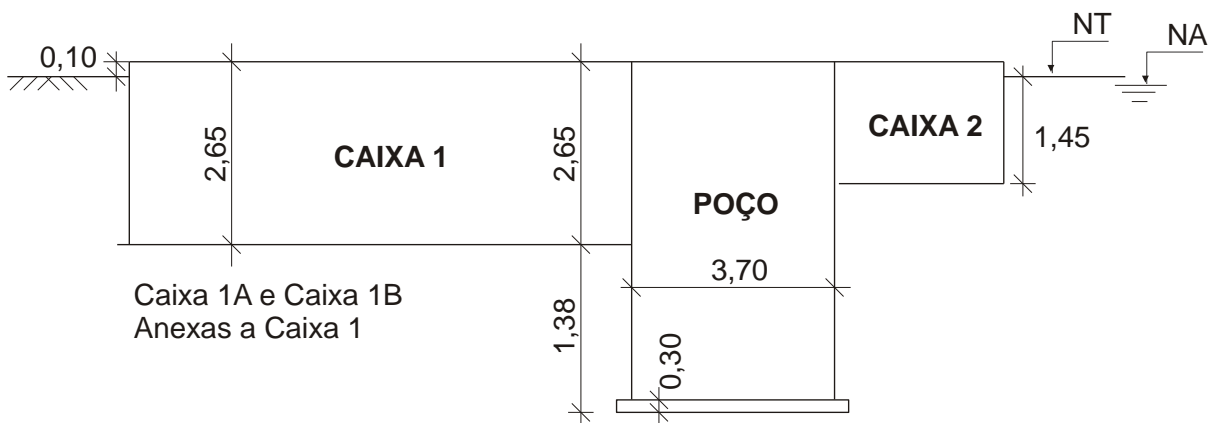
4.3.3.4 Caixa 2 (Comandos)

Considerada isolada, com fechamento em todos os lados.

- Parede $\Rightarrow 0,15 \times 6,30 \times 1,40 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 3,31 \text{ tf}$
 - Tampa $\Rightarrow (1,20 \times 1,65 - 0,70^2) \times 0,15 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 0,56 \text{ tf}$
 - Fundo $\Rightarrow 1,50 \times 1,95 \times 0,15 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 1,10 \text{ tf}$
- 4,97 tf**

- $ps = \frac{4,97}{1,50 \times 1,95} = 1,70 \text{ tf/m}^2 > U = 1,45 \text{ tf/m}^2$
- Armadura $As_m = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$

4.3.4 Estação Elevatória EEE-02

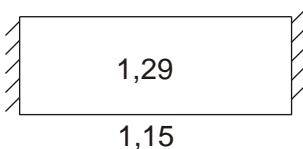


4.3.4.1 Caixas 1A e 1B (Consideradas Isoladas para Verificação à Flutuação)

- Parede $\Rightarrow 0,15 \times 4,60 \times 2,65 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 4,57 \text{ tf}$
- Fundo $\Rightarrow 0,15 \times 1,30 \times 1,30 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 0,63 \text{ tf}$
- 5,20 tf**

- $ps = \frac{5,20}{1,30 \times 1,30} = 3,08 \text{ tf/m}^2 > U = 2,55 \text{ tf/m}^2$

PAREDES $h = 15$

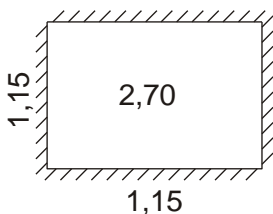


$$p_{\text{máx}} = 1,90 \times 2,05 \times 0,33 = 1,29 \text{ tf/m}^2$$

$$X = -0,14 \text{ tfm/m}$$

$$M = 0,07 \text{ tfm/m} \quad As_m = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

FUNDO $h = 15$



$$\delta = 3,08 - 0,15 \times 2,50 = 2,70 \text{ tf/m}^2$$

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

$$X = -0,15 \text{ tfm/m} \quad As_m = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

4.3.4.2 Caixa 1

- Parede $\Rightarrow 0,20 \times 20,40 \times 2,45 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 24,99 \text{ tf}$
- L. Fundo $\Rightarrow 0,20 \times 2,98 \times 9,31 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 13,87 \text{ tf}$
- 38,86 tf**

ENCHIMENTOS

- $8,91 \times 2,18 \times 1,15 \Rightarrow \dots\dots\dots 22,34 \text{ m}^3$

$$\begin{aligned}
 &- 2,55 \times 0,25 \times 0,72 \Rightarrow \dots\dots\dots - 0,46 \text{ m}^3 \\
 &- 2,40 \times 0,20 \times 0,20 \Rightarrow \dots\dots\dots - 0,10 \text{ m}^3 \\
 &- 3,65 \times 0,58 \times 1,15 \Rightarrow \dots\dots\dots - 2,43 \text{ m}^3 \\
 &- 2,30 \times 0,26 \times 0,72 \Rightarrow \dots\dots\dots - 0,43 \text{ m}^3 \\
 &\hspace{15em} \underline{\hspace{1.5cm}} \hspace{1.5cm} \mathbf{18,92 \text{ m}^3}
 \end{aligned}$$

$$P_{ench} = 28,38 \text{ tf}$$

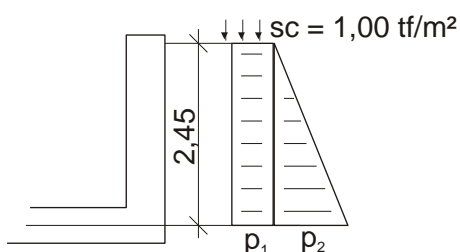
PESO SOBRE A ABA

- $P_{solo} = 18,60 \times 0,20 \times 2,35 \times 1,90 = 16,60 \text{ tf}$

- $p_{s2} = \frac{83,84}{2,98 \times 9,31} = 3,02 \text{ tf/m}^2 > U = 2,55 \text{ tf/m}^2$

PAREDES LATERAIS

$h = 20$



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

$p_2 = 1,90 \times 2,45 \times 0,33 = 1,54 \text{ tf/m}^2$

$$X = -\frac{0,33 \times 2,45^2}{2} - \frac{1,54 \times 2,45^2}{2 \times 3} = -2,53 \text{ tfm/m}$$

$A_s = 5,83 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (Externo)}$

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

PAREDE DE TOPO

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

LAJE DE FUNDO

$h = 20$

- Fase de construção, sem enchimento

- $p_s = \frac{55,46}{2,98 \times 9,31} = 2,00 \text{ tf/m}^2$

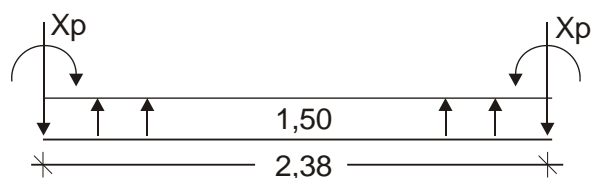
- $Aba \Rightarrow \delta = 2,00 - 0,20 \times 2,50 - 1,90 \times 2,35 = -2,97 \text{ tf/m}^2$

$h = 20$

$X = -0,13 \text{ tfm/m}$

- $Vão \Rightarrow \delta = 2,00 - 0,20 \times 2,50 = 1,50 \text{ tf/m}^2$

$h = 20$



$c/X_p = 0,00$

$M = 1,19 \text{ tfm/m}$

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

4.3.4.3 Poço

- Tampa $\Rightarrow (0,785 \times 3,30^2 - 0,70 \times 2,90) \times 0,20 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 3,26 \text{ tf}$

- Parede $\Rightarrow \pi \times 3,50 \times 4,03 \times 0,20 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 22,16 \text{ tf}$

- Fundo $\Rightarrow 0,785 \times 4,50^2 \times 0,30 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 11,92 \text{ tf}$
37,34 tf

PESO DO SOLO SOBRE A ABA

- $0,785 (4,50^2 - 3,70^2) \times 3,93 \times 1,90 \Rightarrow \dots\dots\dots 38,45 \text{ tf}$
- $- 0,40 \times 3,20 \times 2,55 \times 1,90 \Rightarrow \dots\dots\dots - 6,20 \text{ tf}$
- $- 0,40 \times 2,20 \times 1,45 \times 1,90 \Rightarrow \dots\dots\dots - 2,42 \text{ tf}$
29,83 tf

- $p_s = \frac{67,17}{15,89} = 4,22 \text{ tf/m}^2 > U = 4,23 \text{ tf/m}^2$

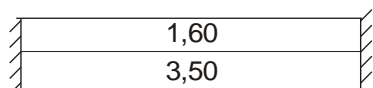
Considerando-se que no levantamento o solo possui um ângulo de ruptura $>0^\circ$, admite-se a estabilidade. Observar também que trata-se de uma condição excepcional (poço vazio e NA externo máximo).

PAREDE

- Armadura Vertical $\Rightarrow A_{s_m} = 8,00 \text{ cm}^2/\text{m}$
- 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.).

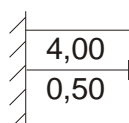
$$p = 1,90 \times 2,55 \times 0,33 = 1,60 \text{ tf/m}^2 \quad h = 20$$



$$\begin{aligned} R &= 2,80 \text{ tf/m} \\ X &= -1,63 \text{ tfm/m} \quad A_{s_m} = 3,76 \text{ cm}^2/\text{m} \\ M &= 0,82 \text{ tfm/m} \end{aligned}$$

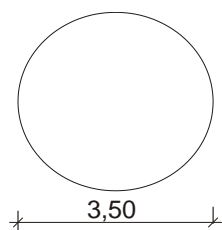
LAJE DE FUNDAÇÃO

ABA $h = 30$



$$\begin{aligned} \delta &= 4,22 - 0,30 \times 2,50 - 1,90 \times 3,93 = -4,00 \text{ tf/m}^2 \\ R &= 2,00 \text{ tf/m} \\ X &= -0,50 \text{ tfm/m} \end{aligned}$$

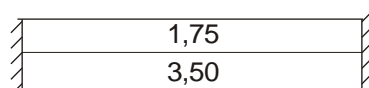
VÃO $h = 30$



$$\begin{aligned} \delta &= 4,22 - 0,30 \times 2,50 = 3,47 \text{ tf/m}^2 \\ M_r = M_t &= \frac{3,47 \times 3,50^2}{20} + 0,50 = 2,63 \text{ tfm/m} \\ A_s &= 5,15 \text{ cm}^2/\text{m} \\ A_{s_F} &= 7,00 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

TAMPA $h = 20$

$$\begin{aligned} pp &= 0,50 \text{ tf/m}^2 \\ rev &= 0,05 \text{ tf/m}^2 \end{aligned}$$



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

$$R = 1,31 \text{ tf/m}$$
$$M = 0,38 \text{ tfm/m}$$

$$X = -0,76 \text{ tfm/m}$$
$$A_{s_m} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

4.3.4.4 Caixa 2 (Comandos)

Considerada isolada, com fechamento em todos os lados.

- Parede $\Rightarrow 0,15 \times 6,30 \times 1,40 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 3,31 \text{ tf}$
 - Tampa $\Rightarrow (1,20 \times 1,65 - 0,70^2) \times 0,15 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 0,56 \text{ tf}$
 - Fundo $\Rightarrow 1,50 \times 1,95 \times 0,15 \times 2,50 \Rightarrow \dots\dots\dots 1,10 \text{ tf}$
- 4.97 tf**

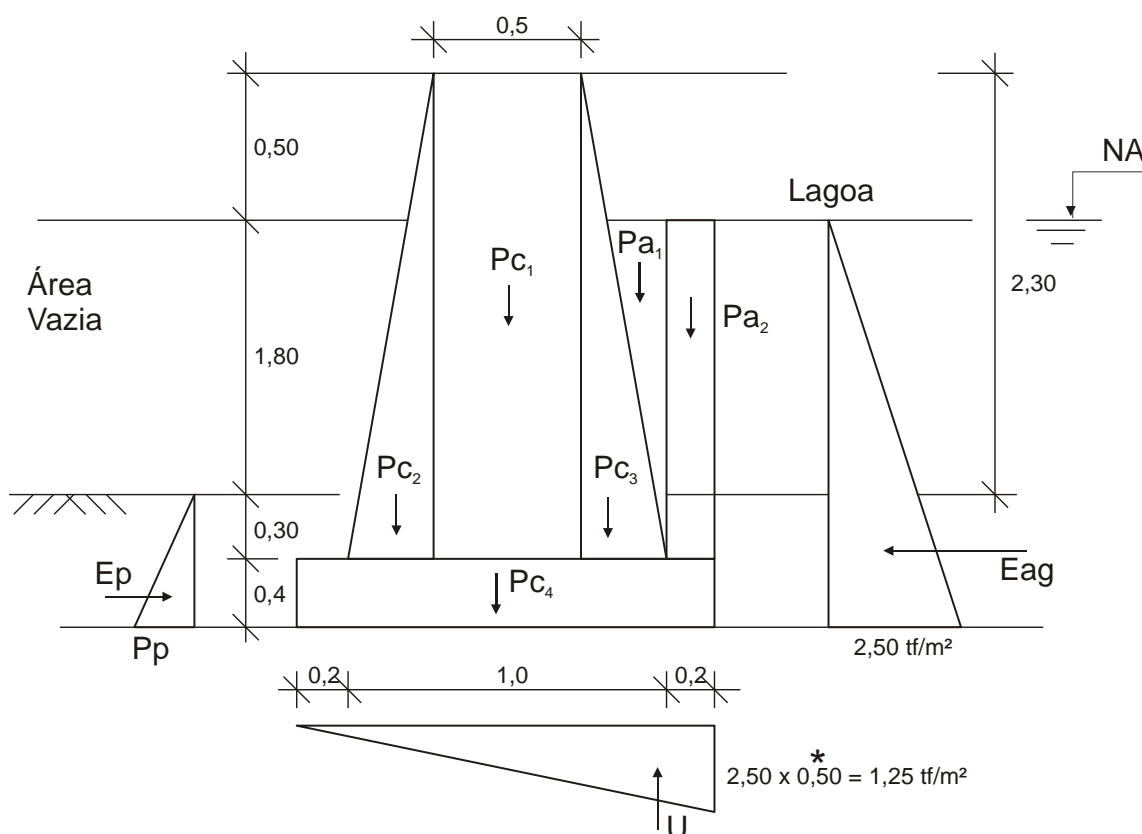
- $p_s = \frac{4,97}{1,50 \times 1,95} = 1,70 \text{ tf/m}^2 > U = 1,45 \text{ tf/m}^2$

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

4.3.5 Lagoas Facultativa e de Maturação

4.3.5.1 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**

- $P_{A1} \Rightarrow 0,50 \times 0,20 \times 2,10 \times 1,00 \Rightarrow \dots\dots\dots 0,21 \text{ tf/m}$
 - $P_{A2} \Rightarrow 0,20 \times 2,10 \times 1,00 \Rightarrow \dots\dots\dots 0,42 \text{ tf/m}$
-
- 0,63 tf/m**

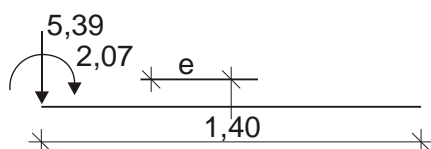
- $P_p = 1,90 \times 0,70 \times 3,00 = 3,99 \text{ tf/m}^2$
- $E_p = 0,50 \times 3,99 \times 0,70 = 1,40 \text{ tf/m}$
- $E_{ag} = 0,50 \times 2,50 \times 2,50 = 3,13 \text{ tf/m}$
- $U = 0,50 \times 1,25 \times 1,40 = 0,88 \text{ tf/m}$
- $F.S.D. = \frac{(6,27 - 0,88) \times 0,50 + 1,40}{3,13} = 1,30$

- $M_E^A = 6,27 \times 0,70 + 0,21 \times 1,13 + 0,42 \times 1,30 + 1,40 \times 0,23 = 5,49 \text{ tfm/m}$

- $M_T^A = 3,13 \times 0,83 + 0,88 \times 0,93 = 3,42 \text{ tfm/m}$

- $F.S.T. = \frac{5,49}{3,42} = 1,60$

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)

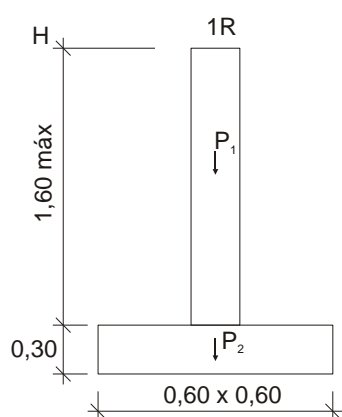
Armadura $A_{s_m} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$

ENTRADA NA LAGOA DE FACULTATIVA (h = 15 cm)

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

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