
PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE KENNEDY

**REVISÃO E ADEQUAÇÃO DO PROJETO DO SISTEMA DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA LOCALIDADE DE SÃO
PAULO NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE KENNEDY – ES**

**PROJETO HIDRÁULICO
MEMORIAL DESCRITIVO, DE CÁLCULO E ESPECIFICAÇÕES
TÉCNICAS
REV.02**

Cliente: Prefeitura Municipal de Presidente Kennedy

Contrato: 185/2019

Responsáveis Técnicos: Otávio Barbosa Guimarães CREA ES-021348/D

José Carlos Guimarães CREA 37233-D/RJ

JANEIRO/2021

Av. Monteiro, nº 490, Salas 211/212, Centro, Vitória, ES, CEP: 29.010-002
(27) 3229-9884

transmarconsultoria@transmarconsultoria.com.br
www.transmarconsultoria.com.br

APRESENTAÇÃO

Este Relatório Técnico é referente ao Projeto do Sistema de Esgotamento Sanitário da localidade São Paulo no Município de Presidente Kennedy, ES.

Esse documento foi elaborado atendendo aos Termos do Contrato nº 000185/2019 firmado entre a TRANSMAR Consultoria e Engenharia Ltda. e a Prefeitura Municipal de Presidente Kennedy, para a execução dos serviços constantes no Edital de Concorrência Pública nº 000004/2018.

Este Projeto será desenvolvido com base na alternativa eleita no Estudo de Concepção elaborado para esta comunidade e aprovado pela Prefeitura Municipal de Presidente Kennedy.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. CONCEPÇÃO DO SISTEMA	7
2.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO	9
2.2 PARÂMETROS DE PROJETO	9
2.3 EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO	9
2.4 CONTRIBUIÇÃO DE ESGOTO	11
3. DIMENSIONAMENTO DAS UNIDADES DO SISTEMA	12
3.1 REDE COLETORA	12
3.1.1 Tensão Trativa	12
3.1.2 Velocidade Mínima	12
3.1.3 Velocidade Limite	12
3.1.4 Lâmina Máxima	13
3.1.5 Recobrimento Mínimo	13
3.1.6 Dispositivo de Inspeção de Limpeza	13
3.2 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO	14
3.2.1 Vazão Média Afluente	14
3.2.2 Vazão de Recalque	14
3.2.3 Grade de Barras Paralelas	14
3.2.4 Caixa de Areia	14
3.2.5 Volume do Poço de Sucção	16
3.3 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO	16
3.3.1 Extensão da Linha	16
3.3.2 Diâmetro da Linha	16
3.3.3 Velocidade na Linha	16
3.3.4 Cálculo das Perdas de Carga	17
3.3.5 Perda de Carga das conexões	17
3.3.6 Cálculo dos Coeficientes das Conexões	18
3.3.7 Perda de Carga Total (Pt)	19
3.4 SELEÇÃO DOS CONJUNTOS ELEVATÓRIOS	19
3.4.1 Altura Geométrica (Hg)	19
3.4.2 Altura Manométrica (Hman)	19

3.4.3	Conjuntos Elevatórios	19
3.5	CICLO DE FUNCIONAMENTO DO CONJUNTO ELEVATÓRIO	21
3.5.1	Tempo de enchimento do Poço de Sucção	21
3.5.2	Período Máximo de Funcionamento	21
3.5.3	Ciclo Médio de Funcionamento do Conjunto	22
3.6	VERIFICAÇÃO DE GOLPE DE ARÍETE	22
3.6.1	Cálculo de Velocidade Corrigida na L.R.	22
3.6.2	Cálculo de Celeridade	23
3.6.3	Cálculo da Sobrepressão (fechamento rápido)	23
4.	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO – ETE	24
4.1	INTRODUÇÃO	24
4.2	ETAPAS DO TRATAMENTO	26
4.2.1	Estação Elevatória de Recirculação	27
4.3	TRATAMENTO SECUNDÁRIO	27
4.3.1	Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo (UASB) 27	
4.3.2	Biofiltro de Matéria Orgânica (BFmo)	29
4.3.3	Decantador Secundário (DS)	31
5.	SUBPRODUTOS	32
5.1	LODO	32
5.1.1	Produção de Lodo	33
5.1.2	Dimensionamento do Leito de Secagem	34
5.2	BIOGÁS.....	34
6.	ESGOTO BRUTO E EFLUENTE FINAL	35
7.	DESEMPENHO OPERACIONAL	35
7.1	GEOMETRIA DOS REATORES.....	36
8.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE EQUIPAMENTOS	37
8.1	REGISTRO DE GAVETA SEDE RESILENTE COM FLANGES.....	37
8.2	VÁLVULA DE RETENÇÃO COM PORTINHOLA PARA ESGOTO	38
8.3	CONJUNTO MOTO-BOMBA SUBMERSÍVEL PARA ESGOTO BRUTO	38
8.3.1.	Introdução	38
8.3.2.	Características Técnicas do Conjunto.....	38
8.3.3.	Disposições Gerais	40

8.4 TRATAMENTO SECUNDÁRIO COMPACTO	41
8.4.1. Escopo de Fornecimento	41
8.4.2. Normas.....	41
8.4.3. Características Técnicas e Construtivas .	Erro! Indicador não definido.
8.4.4. Especificação materiais de construção ...	Erro! Indicador não definido.
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS	53
ANEXO I - FORMULÁRIO DE ESPECIFICAÇÃO DO CONJUNTO MOTO-BOMBA	54
ANEXO II - PLANILHA DE CÁLCULO DAS REDES COLETORAS	55
ANEXO III - ORÇAMENTO DAS OBRAS.....	Erro! Indicador não definido.
ANEXO IV - PLANTAS	Erro! Indicador não definido.
ANEXO V - ART.....	Erro! Indicador não definido.

1. INTRODUÇÃO

Este Relatório apresenta o desenvolvimento do PROJETO BÁSICO/EXECUTIVO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO da localidade de São Paulo, Município de Presidente Kennedy, neste Estado.

Para sua elaboração foi adotada a metodologia a seguir citada:

- Obediência às exigências contidas na documentação fornecida no Edital de Licitação;
- Especificações gerais e técnicas para elaboração do Estudo;
- Parâmetros normativos para elaboração de projetos;
- Critérios técnicos apresentados no Estudo de Concepção da localidade.
- Foco principal na alternativa eleita de projeto.

2. CONCEPÇÃO DO SISTEMA

O sistema de esgotamento sanitário a ser desenvolvido consiste no dimensionamento das unidades ainda por construir com base no Estudo de Concepção e conforme descrição a seguir:

A rede coletora de esgotos já teve seu projeto desenvolvido anteriormente e parte já materializado com a sua implantação realizada pela Prefeitura Municipal. Assim, a partida do projeto que ora será desenvolvido se dará nos extremos finais dos trechos das redes coletoras já implantadas pela Prefeitura Municipal que ora se encontram lançando o esgoto bruto coletado, no córrego que corta a localidade.

Esses trechos de rede a ser projetado interligarão a parte da rede já implantada à Estação Elevatória de Esgoto Bruto, integrante da alternativa eleita no Estudo de Concepção do Sistema de Esgotamento Sanitário da localidade.

Essa EEEB estará situada em terreno próximo ao córrego, na cota 18,500.

A partir dos poços de visita extremos existentes serão projetados trechos da rede que terão inícios nesses PV's e término na área da Estação Elevatória de Esgoto Bruto (EEEB). Também será projetado um trecho da rede que coletará os esgotos produzidos no LIS – Loteamento de Interesse Social, e os conduzirá para a área da EEEB.

Reunido o esgoto coletado na área da EEEB ele será primeiramente gradeado com a finalidade de reter os materiais grosseiros e sobrenadantes e a seguir passará pela caixa de areia para a retirada deste material.

A finalidade do tratamento preliminar com a retirada desse material visa proteger os equipamentos de bombeamento contra travamentos e também para não perturbar o processo secundário de tratamento dos esgotos que se dará na ETE.

Após isso o esgoto será admitido no poço de sucção da EEEB, onde será acumulado até que o nível do líquido atinja seu ponto máximo determinado para o acionamento do conjunto elevatório especificado.

Atingido esse ponto, o conjunto elevatório será acionado automaticamente e o esgoto até então acumulado será recalcado até a caixa de distribuição do esgoto bruto, instalada no topo da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE).

Para atingir a ETE o esgoto será conduzido através de uma tubulação pressurizada a ser dimensionada com a capacidade para atender a vazão de recalque do conjunto elevatório. Preferencialmente, esta tubulação com diâmetro comercial será especificada em PVC PBA 1 MPa, destinada a condução de líquidos por pressão, desde que atenda as condições de projeto.

Essa tubulação terá início no barrilete da EEEB e término na caixa de distribuição do esgoto bruto na ETE.

Chegado o esgoto coletado na ETE ele terá a sua vazão medida e então será admitido no Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo, dando início ao processo de tratamento secundário dos esgotos.

Admitido no corpo da ETE, o esgoto sofrerá um processo de tratamento por meio de bactérias anaeróbias, aonde o líquido admitido pelo fundo do Reator irá por ascensão passar pela manta de lodo atingir o Biofiltro Aerado. Neste ponto ele passará por um processo de aeração artificial e seguirá para o decantador secundário instalado na parte superior do corpo da ETE.

Na primeira parte do tratamento em nível secundário, ou seja, no Reator, devido ao processo anaeróbio de tratamento haverá uma grande formação de gases, com predominância para o metano, que deverão ser removidos do processo, através de coletores de gás e encaminhados para o queimador, a ser instalado na parte superior do corpo da ETE, onde os gases serão devidamente queimados antes do lançamento na atmosfera.

Também no processo de tratamento haverá a formação e concentração de lodo, onde depois de considerado como estabilizado, ele, periodicamente será removido do processo e destinado a um sistema de desidratação por meios de leitos de secagem. Nesses leitos de secagem o esgoto admitido ficará em repouso até que sua massa esteja com o mínimo grau de umidade aceitável para o armazenamento e posterior remoção com destino, inicialmente, a um aterro sanitário.

Passado o esgoto por todo o processo secundário de tratamento, sendo já considerado como tratado, ele será lançado no corpo receptor destinado para tal finalidade.

Neste ponto todo o esgoto coletado no sistema de esgotamento sanitário será dado como tratado e praticamente inofensivo ao meio ambiente, com as devidas restrições de uso legal.

2.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO

A localidade de São Paulo dista da Sede do Município cerca de 10 Km por rodovia. O acesso à localidade é feito pela Rodovia Estadual ES-162, asfaltada em estado bom de conservação, rodovia essa que liga a Sede do Município à BR 101.

2.2 PARÂMETROS DE PROJETO

De acordo com o descrito no Estudo de Concepção relativo a esta localidade, os parâmetros a serem adotados no desenvolvimento do projeto básico/executivo serão os apresentados a seguir:

População final do projeto.....	1.200 hab.
Contribuição unitária de esgotos domésticos.....	150,00 l/hab. dia
Coefficientes do dia de maior consumo.....	1,20
Coefficientes da hora do dia de maior consumo. (peak).....	1,50
Taxa de infiltração.....	0,10 l/ s. km

Obs: Para esta localidade foi considerada esta taxa de infiltração por ela apresentar em grande parte na região plana.

2.3 EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO

De acordo com o exposto no Estudo de Concepção, a população da localidade teve como resultado deste estudo um crescimento com um horizonte de projeto de 20 anos, com início de operação do sistema de esgotos em 2021 e fim de plano em 2041, uma taxa de crescimento exponencial estimada em 3,64 % ao ano.

A localidade de São Paulo possuía em 2019 uma população residente da ordem de 426 habitantes de acordo com a contagem extraoficial realizada pelo pessoal que atua no controle da dengue no Município.

O Termo de Referência anexo ao Edital de Concorrência sugere que no alcance final do projeto seja considerado para esta localidade um contingente populacional da ordem de 1.200 habitantes.

Com esses dados é apresentada a evolução da população conforme Figura 1.

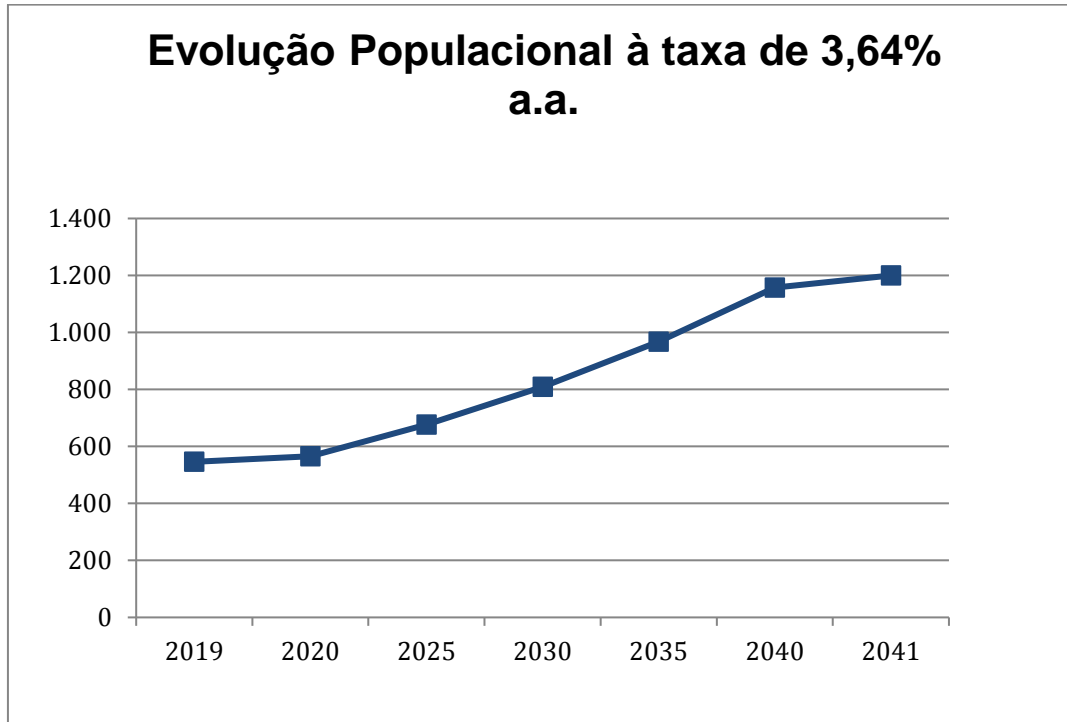


Figura 1 - Evolução populacional

Ao longo do alcance do projeto, ou seja, ano 2021 até o ano de 2041 e com base na taxa de crescimento adotada para a localidade, se confirmada esta proposição, a população residente deverá desenvolver-se de acordo com o quadro apresentado na Tabela 1.

ANO	POPULAÇÃO	ANO	POPULAÇÃO
2019	546		
2020	566		
2021	587	2031	839
2022	608	2032	869
2023	630	2033	901
2024	653	2034	934
2025	677	2035	968
2026	701	2036	1.003
2027	727	2037	1.040
2028	754	2038	1.078
2029	781	2039	1.117
2030	809	2040	1.158
		2041	1.200

Tabela 1 - Evolução populacional

2.4 CONTRIBUIÇÃO DE ESGOTO

Com base nos dados populacionais e considerando os parâmetros adotados para o desenvolvimento do projeto, a contribuição dos esgotos domésticos para o sistema de esgotamento sanitário da localidade, está expresso na Figura 3.

A Tabela 2 mostra o resultado das contribuições de esgotos doméstico, já estando inclusa a contribuição total considerada para a infiltração na rede, da ordem de $Q_i = 0,36$ l/s.

Para atingir este valor para a contribuição total de infiltração, foi considerada a existência de 3.620,00 metros de redes coletoras já implantadas pela Prefeitura Municipal de Presidente Kennedy e um coeficiente para a contribuição unitária de infiltração no valor de $q_i = 0,10$ l/s x m, coeficiente este compatível com as Normas vigentes da ABNT.

Ano	População (hab.)	vazões de contribuição + infiltração, em L/s			
		mínima	média	día de > consumo	hora de > consumo
2019	546	0,83	1,31	1,50	2,07
2020	566	0,85	1,34	1,54	2,13
2021	587	0,87	1,38	1,58	2,19
2022	608	0,89	1,42	1,63	2,26
2023	630	0,91	1,45	1,67	2,33
2024	653	0,93	1,49	1,72	2,40
2025	677	0,95	1,53	1,77	2,47
2026	701	0,97	1,58	1,82	2,55
2027	727	0,99	1,62	1,87	2,63
2028	754	1,01	1,67	1,93	2,71
2029	781	1,04	1,72	1,99	2,80
2030	809	1,06	1,77	2,05	2,89
2031	839	1,09	1,82	2,11	2,98
2032	869	1,11	1,87	2,17	3,08
2033	901	1,14	1,92	2,24	3,18
2034	934	1,17	1,98	2,31	3,28
2035	968	1,20	2,04	2,38	3,39
2036	1.003	1,23	2,10	2,45	3,50
2037	1.040	1,26	2,17	2,53	3,61
2038	1.078	1,30	2,23	2,61	3,73
2039	1.117	1,33	2,30	2,69	3,85
2040	1.158	1,37	2,37	2,77	3,98
2041	1.200	1,40	2,44	2,86	4,11

Tabela 2 - Evolução das contribuições de esgoto.

3. DIMENSIONAMENTO DAS UNIDADES DO SISTEMA

3.1 REDE COLETORA

A rede coletora foi dimensionada atendendo a NBR 9649, com os parâmetros indicados a seguir.

3.1.1 Tensão Trativa

As redes coletoras serão dimensionadas através do método da Tensão Trativa mínima de 1,00 Pa.

A tensão trativa representa um valor médio de tensão ao longo do perímetro molhado do conduto e é dada pela seguinte expressão:

$$T = P \times RH \times I$$

Sendo:

T = tensão trativa média, em Pa;

P = peso específico do líquido, em N/m³ (104 N/m³ para esgoto sanitário);

RH = raio hidráulico, em m; e

I = declividade da tubulação, em m/m.

3.1.2 Velocidade Mínima

A vazão mínima adotada, para efeito de cálculo, será de 1,50 l/s.

3.1.3 Velocidade Limite

As redes coletoras foram projetadas de forma que a vazão mínima em início de plano atenda a tensão trativa mínima 1,0 Pa e que a velocidade correspondente à vazão máxima, em final de plano, não seja superior a 5,0 m/s.

A declividade mínima deve satisfazer a condição de tensão trativa de 1,0 Pa, também podendo ser utilizada a fórmula:

$$I \text{ mín.} = 0,006122 \times Qi^{-0,47} ,$$

Onde:

Imín = declividade mínima, em m/m, e

Qi = vazão inicial, em l/s.

A declividade máxima, para satisfazer a condição de velocidade máxima de 5,0 m/s, também pode ser obtida através da fórmula:

$$I \text{ máx} = 2,66 Q^{-2/3},$$

Onde:

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

Q = vazão de dimensionamento, em l/s .

- Velocidade Crítica

Dada pela fórmula:

$$V_c = 6 (g \times RH)^{1/2},$$

Onde:

V_c = Velocidade crítica em m/s ;

G = aceleração da gravidade em m/s^2 , e

RH = raio hidráulico em m .

Sempre que a velocidade final no coletor ultrapassar a velocidade crítica, a altura da lâmina d'água será limitada em 50% do diâmetro do coletor, assegurando a ventilação do trecho.

3.1.4 Lâmina Máxima

As canalizações foram dimensionadas para a altura de lâmina máxima igual a 75% do diâmetro do tubo.

3.1.5 Recobrimento Mínimo

Definiu-se que o menor recobrimento da rede coletora de esgotos será no mínimo de 0,90 m em vias de circulação de veículos e de 0,60 m sob calçadas ou passeio.

3.1.6 Dispositivo de Inspeção de Limpeza

Foram adotados sempre no início de trechos, e nos pontos de inflexão da rede coletora.

Os dispositivos utilizados são os Poços de Visita com diâmetros de 0,60 m e 1,00 m.

A distância máxima adotada entre esses dispositivos foi de 80,00 (oitenta) metros.

Obs: A planilha de cálculo da rede coletora está anexada ao final deste Memorial.

3.2 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO

A estação elevatória de esgoto bruto será dimensionada dentro dos critérios usualmente empregados e estabelecidos pelas Normas Brasileiras.

Considerando a funcionalidade da unidade o diâmetro a ser adotado para o poço de sucção da elevatória será de 2,00 m.

A Estação Elevatória será dimensionada para atender a vazão produzida pelas 1200 unidades integrantes da comunidade, população esta de fim de plano.

3.2.1 Vazão Média Afluente

É a vazão média calculada para a bacia de contribuição da elevatória, inclusive a infiltração, da ordem de 2,44 l/s.

3.2.2 Vazão de Recalque

A vazão mínima a ser elevada pelos conjuntos elevatórios selecionados será:

- 1ª etapa (ano 2031) - $Q_{max} = 2,98$ l/s
- 2ª etapa (ano 2041) – $Q_{max} = 4,11$ l/s

3.2.3 Grade de Barras Paralelas

A grade de barras paralelas terá a largura útil de 0,40 m e altura de 0,90 m, será inclinada em 60° em relação à horizontal e será constituída de barra de 1.1/4" x 1/4" com espaçamento entre barras de 2,00 cm.

3.2.4 Caixa de Areia

Tem por objetivo remover do esgoto afluente as partículas de tamanho igual ou superior a 0,20 mm, peso específico de 2,65 g/ml e velocidade de sedimentação $V_s = 2,00$ cm/s.

A velocidade máxima de deslocamento considerada na caixa de areia será $V_d = 0,30$ m/s, valor esse usualmente empregado para esse tipo de instalação.

- Cálculo da taxa de aplicação (T_a)

Pela teoria de *Hazen* (teoria da sedimentação)

$$Q/A = V_s / (t/t_0)$$

Bom decantador (75% de remoção): $(t/t_0) = 1,5$

$$T_a = Q/A = 2,0 / 1,5 = 1,33 \text{ cm/s ou } 0,0133 \text{ m/s ou } 1.150 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia.}$$

Intervalo aceitável >>>> 700 e 1.600 $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$

- Largura do Canal (b)

O valor adotado, considerando as melhores condições para a operação de limpeza foi de 0,40 m.

- Cálculo da profundidade do canal

A profundidade é dada pela expressão:

$$H = Q/(b.Vd)$$

$$H = 3,42 \text{ cm.}$$

- Cálculo do comprimento do canal

Na prática é dado pela expressão:

$$L = 25 \cdot H$$

$$L = 0,86 \text{ m.}$$

Objetivando um melhor formato na EE principalmente na área onde estão a caixa de areia e a grade, devido à boa profundidade em que se situam, e também para uma melhor operacionalidade, foram adotados as seguintes dimensões para cada canal da caixa de areia:

Comprimento.....1,00 m.

Largura.....0,40 m.

Profundidade do depósito areia.....0,28 m.

O dispositivo com essas dimensões atende com folga as condicionantes hidráulicas para a retenção de materiais sólidos nas dimensões especificadas.

3.2.5 Volume do Poço de Sucção

Para as Estações Elevatórias de pequeno porte como é o caso presente, adotar-se-á a vazão afluyente como a vazão máxima da rede. Aumenta-se assim o fator de segurança no dimensionamento.

O volume do poço de sucção dado pela fórmula seguinte será:

$$V = Q \times T / 4$$

Sendo:

$$Q = 4,11 \text{ l/s, e}$$

$$T = 20 \text{ min}$$

$$V = 1,24 \text{ m}^3$$

Adotando o diâmetro da elevatória como 2,00 (dois) m, a altura útil calculada da lâmina d'água no poço de sucção será de 0,39 m.

Adotar-se-á a altura útil como sendo igual a 0,45 metros.

3.3 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO

3.3.1 Extensão da Linha

A extensão da linha de recalque a ser construída até a Estação de Tratamento indicada para o recebimento do esgoto é de 208,646 metros.

3.3.2 Diâmetro da Linha

O diâmetro mínimo calculado pela fórmula de *Bresse* é:

$$D = k Q^{1/2}$$

Sendo:

$$K = 1,2 \text{ e } Q = 4,11/\text{seg.}$$

$$D = 0,077 \text{ m.}$$

O diâmetro nominal a ser considerado será de 100 mm.

3.3.3 Velocidade na Linha

Os parâmetros para determinação da velocidade são:

$$Q_{rec} = 4,11 \text{ l/seg.}; e$$

$$A = 0,00785 \text{ m}^2$$

A velocidade é dada por:

$$V = Q / A$$

$$V = 0,52 \text{ m / seg.}$$

Este cálculo inicial de velocidade na tubulação encontra-se em intervalo recomendado de operação. No entanto após a seleção dos conjuntos elevatórios, essa velocidade de recalque será novamente calculada e observada se o valor encontrado estará compatível com as condições de operação dos conjuntos elevatórios selecionados.

3.3.4 Cálculo das Perdas de Carga

- Perdas de Carga nos Tubos

A perda de carga na tubulação é dada por:

$$P_{ct} = 10,64 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87} \times L$$

Onde:

P_{ct} = perda de carga em metros

Q = vazão em $\text{m}^3/\text{seg.}$= 0,00411 $\text{m}^3/\text{seg.}$

C = coef. da tubulação.....= 110

D = diâmetro em metros.....= 0,100 m

L = tubulação nova em metros...= 209,00 m

$$P_{ct} = 1,06 \text{ m.c.a.}$$

3.3.5 Perda de Carga das conexões

A perda de carga nas conexões é dada por:

$$P_{cc} = K \times V^2 / 2g$$

Onde:

K = somatório dos coef. das conexões = 31,15 m.

$V =$ velocidade inicial de escoamento = 0,52 m/s

$2g = 2 \times$ aceleração da gravidade = $2 \times 9,81 \text{ m / s}^2$

$P_{cc} = 0,43 \text{ m.c.a.}$

3.3.6 Cálculo dos Coeficientes das Conexões

Será calculado pelo método do comprimento virtual.

- BARRILETE - (DN 75):

Ampliação (1x).....	1,25 m.
Curva de 90° (2x).....	2,00 m.
Curva de 45° (3x)	1,80 m.
Válvula de retenção (1x).....	6,30 m.
JGI.....	2,10 m.
Registro gaveta (1x).....	0,50 m.
Junção 45° - (1x).....	2,20 m.

- LINHA DE RECALQUE – (DN 100):

Função velocidade na linha.....	1,00 m.
Ampliação (1x).....	1,70 m.
Te (1x).....	2,10 m.
Curva de 90° (4x).....	5,20 m.
Curva de 45°	0,70 m.
Curva de 22°30'	1,10 m.
Saída de canalização.....	3,20 m.

Soma

(K).....31,15 m.

3.3.7 Perda de Carga Total (Pt)

A perda de carga total é o somatório das perdas de carga dos tubos e das conexões.

Assim:

$$Pt = \text{perda nos tubos} + \text{perda nas conexões}$$

$$Pt = 1,49 \text{ m.c.a.}$$

3.4 SELEÇÃO DOS CONJUNTOS ELEVATÓRIOS

Antes da seleção dos conjuntos propriamente dita, será determinado:

3.4.1 Altura Geométrica (Hg)

A altura geométrica será considerada como o desnível entre o ponto mais alto da linha de recalque (topo de ETE) até o nível de desligamento dos conjuntos elevatórios, ou seja: desnível entre o nível mínimo de desligamento dos conjuntos elevatórios (C = 14,706) e o ponto de maior cota ao longo do caminhamento da linha de recalque, que é a chegada na ETE, com cota (C = 24,800).

$$Hg = 10,094 \text{ m.}$$

$$Hg = 10,10 \text{ m.}$$

3.4.2 Altura Manométrica (Hman)

A altura manométrica é dada pela expressão:

$$H \text{ man.} = Hg + Pt$$

$$H \text{ man.} = 10,10 \text{ m} + 1,49 \text{ m.}$$

Acrescendo 15 % para perdas eventuais não consideradas, tem-se:

$$H \text{ man.} = 11,59 \text{ m.c.a.} \sim 12,00 \text{ m.c.a.}$$

3.4.3 Conjuntos Elevatórios

A partir dos dados da vazão mínima de recalque e da altura manométrica exigida, definem-se os equipamentos necessários para o atendimento desta condição.

Para atender a vazão demandada até o ano de 2031, deve-se instalar para funcionar no início de plano (2021) dois conjuntos elevatórios (sendo um reserva) que atendam a vazão máxima horária do dia de maior consumo, ou seja, $Q_{\text{máx.}} = 2,98 \text{ l/s}$ a uma altura manométrica de 12,00 m.c.a.

Para atender a vazão demandada do ano de 2031 a 2041, deve-se instalar para funcionar no início de plano (2031) dois conjuntos elevatórios (sendo um reserva) que atendam a vazão máxima horária do dia de maior consumo, ou seja, $Q_{\text{máx.}} = 4,11 \text{ l/s}$ a uma altura manométrica de 12,00 m.c.a.

Os conjuntos elevatórios adotados para serem instalados na Estação Elevatória são os submersíveis.

Para efeito de referência, os conjuntos elevatórios foram dimensionados segundo catálogos da FLYGT com as seguintes características:

- 1ª ETAPA (período de 2021 a 2031):

Conjunto moto bomba submersível modelo DP 3069 HT- curva 251, *Flygt* ou similar.

Motor trifásico 220 V – 60 Hz

Diâmetro de descarga – 50 mm BSP

Potência nominal máx. do motor – 2,80 KW

Rotação máxima – 3.380 RPM

Esse conjunto motobomba tem condições de recalcar uma vazão de 3,99 l/s a uma altura de 15,20 m.c.a.

- 2ª ETAPA (período de 2031 a 2041):

Conjunto motobomba submersível modelo NP 3069 SH- curva 275, *Flygt* ou similar.

Motor trifásico 220 V – 60 Hz

Diâmetro de descarga – 50 mm

Potência nominal máx. do motor – 2,00 KW

Rotação máxima – 3.305 RPM

Esse conjunto motobomba tem condições de recalcar uma vazão de 5,30 l/s a uma altura de 14,60 m.c.a.

Na aquisição dos conjuntos elevatórios, o processo licitatório deve atender à condição de aceitação de equipamentos similares, desde que esses atendam a todas as condições de trabalho e de qualidade desses equipamentos, observado as condições impostas de projeto.

3.5 CICLO DE FUNCIONAMENTO DO CONJUNTO ELEVATÓRIO

3.5.1 Tempo de enchimento do Poço de Sucção

O tempo de enchimento do poço de sucção é formado pela vazão média afluyente e o volume útil do poço a ser preenchido.

Assim,

$$T_e = V_p / Q_{\text{méd.}}$$

Sendo: T_e = tempo de enchimento do poço de sucção; V_p = volume útil do poço de sucção corrigido = 1,413 m³ e $Q_{\text{méd.}}$ = vazão média afluyente ao poço em l/s.

Do ano 2021 até 2031, tem-se a vazão média afluyente variando de 1,31 l/s a 1,82 l/s.

Do ano 2031 até 2041, tem-se a vazão média afluyente variando de 1,82 l/s a 2,44 l/s.

A Tabela 3 mostra o resultado desses cálculos.

Ano	Q med (l/s)	Tempo de enchimento do poço (min.)
2021	1,31	17,97
2031	1,82	12,93
2041	2,44	9,65

Tabela 3 - Tempos de enchimento do poço de sucção das bombas

3.5.2 Período Máximo de Funcionamento

Esse período é dado pela fórmula:

$$T_f = V_p / (Q_b - Q_{\text{med.}})$$

Sendo:

Tf = tempo de funcionamento;

Vp = volume útil do poço de sucção;

Qb = vazão da bomba em l/s;

Q méd. afluyente ao poço em l/s.

A Tabela 4 mostra o resultado desses cálculos.

Ano	Qmed afluyente (l/s)	Qrec. (l/s)	Período máximo (min.)	
			1ª etapa	2ª etapa
2021	1,31	3,99	8,78	-----
2031	1,82	3,99 / 5,30	10,85	6,76
2041	2,44	5,30	-----	8,23

Tabela 4 – Período máximo de funcionamento das bombas.

3.5.3 Ciclo Médio de Funcionamento do Conjunto

O ciclo médio completo de funcionamento será dado pelo somatório do tempo de funcionamento do conjunto motobomba e do tempo de enchimento do volume útil do poço de sucção.

Assim, a Tabela 5 mostra os resultados:

Período	Ciclo de funcionamento (min.)	Nº de acionamentos (quantidade/hora)
2021 a 2031	26,75 min. A 23,78 min.	2,24 a 2,52
2031 a 2041	19,69 min. a 17,88 min.	3,05 a 3,36

Tabela 5 – Ciclo do funcionamento

3.6 VERIFICAÇÃO DE GOLPE DE ARÍETE

Tem por finalidade verificar se a tubulação a ser utilizada na linha de recalque possui condições técnicas para suportar as variações de pressões na linha, quando da parada dos conjuntos elevatórios, quer por condições operacionais quer por falta de energia elétrica.

A tubulação a ser utilizada na linha de recalque será de PVC JE 1,00 MPa, DN 100 para recalque, a partir do barrilete da Estação Elevatória.

Para tanto, ter-se-á:

3.6.1 Cálculo de Velocidade Corrigida na L.R.

Os parâmetros para determinação da velocidade corrigida são:

$Q_{rec} =$ passa de 4,11 l/seg. para 5,30 l/s e

$$A = 0,00785 \text{ m}^2$$

A velocidade é dada por:

$$V = Q / A$$

$$V = 0,675 \text{ m/s.}$$

3.6.2 Cálculo de Celeridade

É dado por:

$$C = 9.900 / \sqrt{48,3 + K \times D / E}$$

Sendo:

$$K = 1,00; D = 100 \text{ m}; e$$

$$E = 4,8 \text{ mm.}$$

$$C = 1.190,68 \text{ m/s.}$$

3.6.3 Cálculo da Sobrepressão (fechamento rápido)

É dado pela expressão:

$$h_a = C \cdot V / g$$

Sendo:

$$C = 1.190,68 \text{ m/s};$$

$$V = 0,675 \text{ m/s}; e$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2.$$

$$h_a = 81,93 \text{ m.c.a.}$$

O valor da sobrepressão apresenta-se aceitável para a pressão admissível na tubulação da linha de recalque em PVC que é de 1,00 MPa ou 100,00 m.c.a.

4. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO – ETE

4.1 INTRODUÇÃO

A Estação de Tratamento de Esgoto UASB (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo) + BFmo (Biofiltro de remoção de matéria orgânica) + (DS Decantador Secundário), constitui-se em um processo biológico, a nível secundário, de última geração, removendo sólidos em suspensão e matéria orgânica, conforme Figura 2.

- Principais vantagens:

ETE compacta dentre os processos biológicos;

Simplicidade operacional;

Baixo custo de implantação e operação;

Baixo impacto em ambientes urbanos (ruído, odor, visual);

Gera 60% menos lodo que os processos convencionais.

O dimensionamento das unidades que compõem a Estação de Tratamento de Esgotos foi realizado com base nas normas ABNT 12208/1992, 12209/2011, 13160/1994 e 11885/1991. Respeitando os padrões de lançamento das Resoluções CONAMA 357/2005 e 430/2011.

OBS: No Estudo de Concepção da localidade tinha sido considerado um reator UASB do tipo circular. Analisando melhor a situação, estudou-se uma unidade de secção retangular que pudesse tratar os 2,50 l/s, vazão de projeto até o fim de plano (2041). O reator retangular proporciona transporte em caminho de um módulo único, não necessitando de montagem *in loco*.

Ele pode ser construído na fábrica do fornecedor e seu transporte rodoviário é possível.

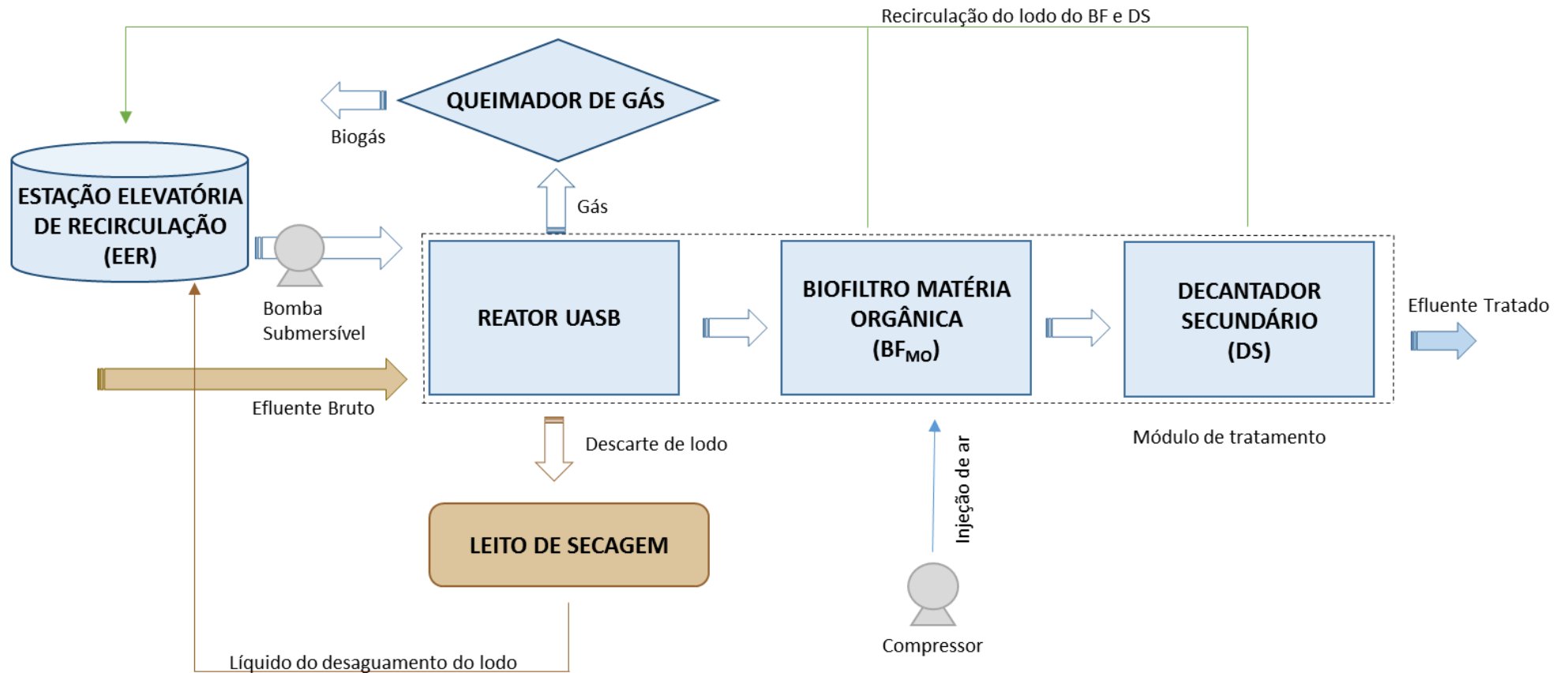


Figura 2 – Fluxograma de Tratamento

O Fluxograma da ETE UASB + BFmo + DS é composto pelas seguintes unidades apresentadas na Tabela 6.

ITEM	Unidade	Componentes
01	Estação Elevatória de Recirculação	Poço e Conjunto Moto Bomba
02	Tratamento secundário	UASB + BFmo + DS
03	Tratamento do lodo	Leito de secagem

Tabela 6 – Unidades do sistema de tratamento de esgoto

- CARACTERÍSTICAS DO ESGOTO AFLUENTE

Dados de entrada		
Vazão média	2,50 l/s	216 m ³ /dia
Vazão mínima	1,25 l/s	108 m ³ /dia
Vazão máxima	4,50 l/s	388 m ³ /dia
DQO	600 mgO ₂ /l	129,6 kg/dia
DBO ₅	300 mgO ₂ /l	64,8 kg/dia
SST	300 mgO ₂ /l	64,8 kg/dia

Tabela 7 - Dados de entrada da ETE

- DESEMPENHO OPERACIONAL DA ETE

Parâmetros	UASB	BFmo	DS	Eficiência Total da ETE
DQO	70%	70%	0%	90%
DBO₅	70%	70%	0%	90%
SS	70%	70%	50%	90%

Tabela 8 - Eficiência das etapas de tratamento da ETE

4.2 ETAPAS DO TRATAMENTO

O processo de funcionamento da ETE UASB + BFmo + DS compreende as seguintes etapas:

4.2.1 Estação Elevatória de Recirculação

A EER irá receber o clarificado da desidratação do lodo, a espuma e o lodo do DS para recalcar para o início do processo. Esse sistema é composto por poço e bomba submersível.

4.3 TRATAMENTO SECUNDÁRIO

A ETE adotada possui configuração vertical, na qual o esgoto passa pelo UASB e em seguida pelo BFmo, em fluxo ascendente, não sendo necessário sistema de direcionamento do efluente de um compartimento para o outro. Sendo assim, esse tipo de sistema dispensa a lavagem do BFmo, visto que o lodo que é despreendido do meio suporte já vai para o UASB por decantação.

4.3.1 Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo (UASB)

O esgoto é encaminhado para o reator UASB, o qual promove uma remoção média de matéria orgânica (DBO5) da ordem de 60 a 70%. Em alguns casos pode ser inviável o lançamento direto do efluente anaeróbio no corpo receptor. Neste caso, é necessário que seja inclusa uma etapa de pós-tratamento para a remoção dos compostos orgânicos remanescentes no efluente anaeróbio.

O funcionamento do reator é descrito a seguir, com base em estudo realizado por Marelli & Libório (1998) e consiste em:

- A água residuária entra na caixa receptora de esgoto bruto de afluentes para em seguida entrar na caixa de distribuição do afluente, onde tubulações encaminham essa água residuária até o fundo do reator;
- Em contato com o leito de lodo (zona de digestão), onde estão os microrganismos, a água residuária passa a sofrer degradação dos seus componentes biodegradáveis que são convertidos em biogás;
- Flocos de lodo são levados pelas bolhas de gás em fluxo ascendente através do digestor, para as placas defletoras de decantação, as quais retornam à região de digestão dentro do reator. O fluxo em movimento descendente do lodo desgaseificado opera em contra corrente ao fluxo

hidráulico dentro do digestor e serve para promover o processo de mistura para um contato entre as bactérias e a água residuária afluyente;

- A fração líquida do substrato continua em fluxo ascendente através do decantador e em seguida para o BFmo;
- O gás é liberado quando a mistura líquido/lodo é forçada através das placas, indo até as câmaras de gás e são retiradas uma vez que o aumento de pressão é suficiente para sobrepor a pressão contrária, intencionalmente induzida para formar e manter o espaço para o gás.

O reator UASB é composto por um leito de lodo biológico (biomassa) denso e de elevada atividade metabólica, no qual ocorre a digestão anaeróbia da matéria orgânica do esgoto em fluxo ascendente. A biomassa pode apresentar-se em flocos ou em grânulos de 1 a 5 mm de tamanho.

- Dimensionamento do Reator:

O cálculo do UASB atende aos requisitos do item 6.4 da NBR 12209/2011.

Adotou-se o tempo de detenção (θ) de 8,4 horas. Sendo assim, o volume útil do UASB é de:

$$V_{\text{útil}} = Q_{\text{méd}} * \theta = 75,6 \text{ m}^3$$

Onde:

$V_{\text{útil}}$ = volume útil do reator (m^3) e

$Q_{\text{méd}}$ = vazão de esgoto média em final de plano (m^3/h)

No item 6.4.5. da NBR12209, a profundidade útil total dos reatores tipo UASB deve estar entre 4,0 m a 6,0 m, logo adotou-se:

Altura útil do UASB: $H = 5,60 \text{ m}$

Área total do UASB (A):

$$A = \frac{V_{\text{útil}}}{H}$$

$$A = 13,50 \text{ m}^2$$

Tem-se assim, as seguintes velocidades ascensionais:

$v = 0,67$ m/h, para vazão média

$v = 1,20$ m/h, para vazão máxima

De acordo com o item 6.4.8 a velocidade ascensional no compartimento de digestão do reator deve ser igual ou inferior a 0,70 m/h para a vazão média e inferior a 1,20 m/h para vazão máxima.

- Pontos de descarga de esgoto:

Foram adotadas 5 tubulações de descida para descarga do esgoto bruto no UASB. Como a área total do reator é de 13,50m², tem-se uma área de influência por tubulação de 2,70 m², o que está de acordo com o item 6.4.7 b da NBR 12209.

4.3.2 Biofiltro de Matéria Orgânica (BFmo)

O biofiltro é constituído por um tanque preenchido com material suporte e aerado artificialmente. O leito filtrante tem a função de servir de meio suporte para as colônias de bactérias. Através deste leito esgoto e ar fluem permanentemente, ambos com fluxo ascendente.

O biofiltro recebe o efluente anaeróbico do reator UASB. Nesta etapa, grande parte da matéria orgânica remanescente é metabolizada aerobiamente, ou seja, com a presença de oxigênio. A principal função dos filtros biológicos aerados é a remoção de matéria orgânica, contribuindo para uma eficiência global de remoção de DBO₅ superior a 90%.

O meio filtrante é mantido sob total imersão pelo fluxo hidráulico, caracterizando os BF's como reatores trifásicos compostos por:

- Fase sólida - constituída pelo meio suporte e pelas colônias de microrganismos que nele se desenvolvem sob a forma de um filme biológico (biofilme);
- Fase líquida - composta pelo líquido em escoamento através do meio poroso.
- Fase gasosa – formada, principalmente, pela aeração artificial.

Dimensionamento biofiltro de matéria orgânica:

- Volume útil (V):

Carga orgânica volumétrica aplicada ($C_v - \text{DBO}$) = 1,80 kg.DBO/m³.dia

Carga orgânica diária no BFmo ($C_d - \text{DBO}$) = 19,44kgDBO/dia

O volume útil do BFmo é dado pela fórmula:

$$V = \frac{C_{d-DBO}}{C_{v-DBO}}$$

V = 10,80 m³

- Área (A):

Altura do meio filtrante adotada (h) = 2,0 m

$$A = \frac{V}{h}$$

A = 7,62 m²

- Taxa orgânica superficial aplicada (Tsup):

O material de enchimento que será utilizado no BFmo será do tipo S2530 com superfície específica (Sup espec) de 315 m²/m³.

$$T_{sup} = \frac{C_{d-DBO}}{V \cdot Sup_{espec}}$$

T sup = 5,70gDBO/m².dia

- Demanda de ar:

Relação de O₂/DBO (R) = 3

$$Demanda\ de\ massa\ de\ O_2(m) = \frac{R}{C_{d-DBO}} = 2,43\ kg/h$$

Demanda de volume (V_N) de O₂ nas condições normais de temperatura e pressão

Volume de um mol de gás nas CNTP (V_{CNTP}) = 22,4 l/mol

Massa molar do O₂ (M) = 32 g/mol

$$V_N = \frac{m \cdot V_{CNTP}}{M}$$

V_N = 1,70Nm³O₂/hora

Considerando que o ar possui 20% de O₂, a demanda de ar será de 8,51Nm³ar/hora.

A eficiência de transferência de ar do difusor é de cerca de 28%, sendo assim a demanda de ar real (Q_{ar – real}) será de 30,2Nm³ar/hora.

A taxa de aeração obtida é dada por

$$Taxa = \frac{Q_{ar - real}}{C_{d-DBO}}$$

Taxa = 37,27 Nm³ar/kg.DBO

Nota: Segundo NBR12209/11 - A taxa de aeração obtida para remoção de matéria orgânica deve ser maior que 30 Nm³/ kg DBO aplicada.

4.3.3 Decantador Secundário (DS)

O Decantador Secundário é a unidade que produz o polimento final no efluente tratado, propiciando a remoção de DQO, DBO₅, sólidos em suspensão (SS) e nutrientes, especialmente fosfatos e nitratos, a teores muito baixos, superiores a 90%.

O efluente tratado é introduzido sob as lâminas paralelas inclinadas que ao escoar entre elas ocorrerá à sedimentação do lodo. O esgoto decantado sai pela parte de cima do decantador, após ser escoado pelas lâminas e é coletado por tubos coletores.

Essa inclinação assegura a autolimpeza dos módulos, ou seja, à medida que os lodos vão se sedimentando em seu interior, e aglutinando-se uns aos outros, as maiores massas de lodo que vão se formando, adquirem peso suficiente para se soltarem dos módulos e se arrastarem em direção ao fundo. Pela abertura da descarga de fundo o lodo é encaminhado para a elevatória de esgoto bruto e recalcado para o UASB para digestão e adensamento.

Dimensionamento do decantador secundário:

Serão utilizadas placas paralelas inclinadas em 60°, com distância (d) entre elas de 80 mm. O comprimento (l) das placas paralelas é de 692 mm. O fator de eficiência (S) é 1,0.

O fator de área (f) é dado pela seguinte equação:

$$f = \frac{\text{sen}\theta(\text{sen}\theta + \left(\frac{l}{d}\right) * \cos\theta)}{S}$$

f = 4,5

Segundo a NBR 122009, o limite máximo para a taxa de escoamento superficial deve ser de 80 m³/m².dia. Foi adotada uma taxa (Vs) de 24 m³/m².dia, sendo necessária uma área superficial útil de:

$$A = \frac{Q}{f * V_s}$$

A = 2,00 m².

5. SUBPRODUTOS

5.1 LODO

A única fonte de emissão de lodo é o reator UASB. O lodo produzido no biofiltro e decantador é bem menos concentrado, portanto retorna para o sistema. Já no UASB, como o tratamento do esgoto se dá através da manta de lodo, que se desenvolve continuamente, de tempos em tempos parte da manta (excesso) deve ser descartada.

Geralmente, o lodo de excesso produzido no UASB é retirado a uma frequência média de 01 descarte mensal e, o lodo descartado deverá ser disposto em leitos de secagem para desidratação. A concentração de sólidos totais neste lodo situa-se na faixa de 4 a 6%, devendo atingir valores da ordem de 20% após a desidratação.

Os leitos de secagem constituem-se em unidades de tratamento, em forma de tanques retangulares de concreto. No interior destes tanques, são dispostos materiais adequados a fim de constituir uma camada suporte para o lodo em processo de desaguamento (areia e brita de diversos tamanhos), uma soleira drenante e um sistema de drenagem para encaminhar o líquido percolado para a estação elevatória.

5.1.1 Produção de Lodo

No Reator UASB será produzido lodo relativo ao tratamento do esgoto bruto afluente a ele, acrescido do lodo produzido no tratamento biológico aeróbio, que é enviado ao UASB para estabilização. A produção de lodo relativa a cada uma dessas parcelas será considerada separadamente.

- No Biofiltro - Matéria Orgânica

Y (kg SS / kg DQO removida).....0,25
 Produção lodo diária.....6,8kg SS/dia
 Lodo volátil.....80%.....5,44

- No Reator UASB

Y (kg SS / kg DQO removida).....0,15
 Produção lodo diária.....13,61 kg SS/dia

- Produção de Lodo Total

% lodo volátil digerida no UASB.....25%
 Produção total.....19,05 kg SS/dia
 Densidade lodo.....1030 kg/m³
 Teor de sólidos.....5%
 Volume de lodo.....0,37m³/dia

O sistema de desidratação será por meio de leito de secagem.

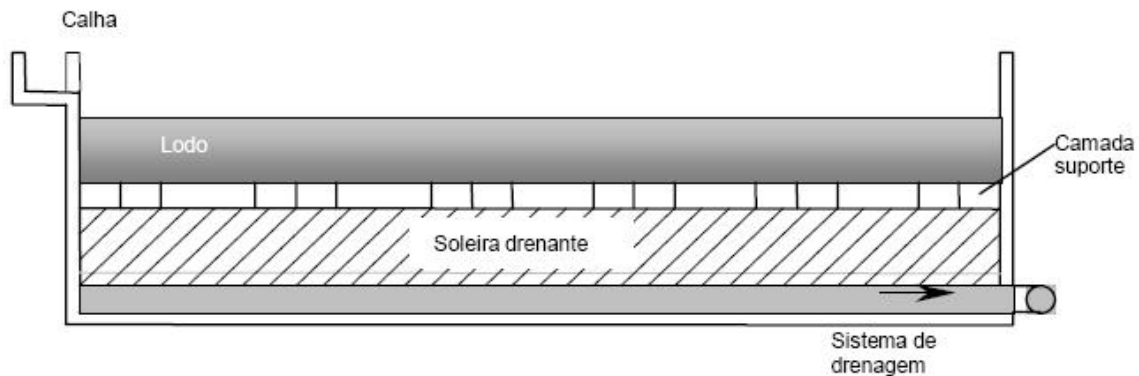


Figura 3 - Corte longitudinal do leito de secagem de lodo

O lodo desaguado é retido acima da camada suporte do leito de secagem e o percolado retorna para a estação elevatória da ETE. Vencidas todas as etapas de tratamento do lodo, este é estocado e, posteriormente, é encaminhado para aterro sanitário.

O lodo desidratado poderá ainda ser submetido à estabilização e higienização com cal ou pasteurização, adquirindo características de um lodo classe "A". Segundo os critérios da EPA (40 CFR Part 503 - 1993), não existe restrição quanto ao uso do lodo classe A.

5.1.2 Dimensionamento do Leito de Secagem

Considerando o período entre descarte (t) de 21 dias, o volume a ser descartado será de 7,77 m³.

Carga de sólido adotada (CS) = 15 kg SS/m²

$$A = \frac{M_{\text{lodo}} * t}{C_s}$$

$$A = 26,67 \text{ m}^2$$

Serão adotados 2 leitos de secagem, cada um com 3 metros de largura e 4,45 metros de comprimento.

5.2 BIOGÁS

Um dos subprodutos da decomposição anaeróbia, que ocorre no reator UASB, é a produção do biogás, composto principalmente por gás metano e dióxido de carbono.

Considerando que o metano é muito mais prejudicial ao fenômeno conhecido como efeito estufa (aquecimento global) do que o gás carbônico, uma das alternativas para minimizar este problema é promover a queima deste gás. Este processo de queima transforma o metano em gás carbônico e vapor d'água.

Sendo assim, o gás liberado no reator UASB deve ser queimado, controladamente, nos "Queimadores de Biogás". Este consiste num sistema de queima de forma constante e de ignição automática acompanhado de dispositivo de segurança tipo corta-chama.

Lembrando ainda que existe a possibilidade de reuso do biogás como fonte de energia, de acordo com sua produção.

6. ESGOTO BRUTO E EFLUENTE FINAL

O desempenho operacional da ETE UASB + BFmo + DS está apresentado na Tabela 9 a seguir:

Parâmetros	Unidade	Resultados analíticos		Resolução nº 430 VMP ⁽²⁾
		Entrada	Saída	
Sólidos totais	ml/L	300 ⁽¹⁾	< 30	---
DBO	mg/L	300 ⁽¹⁾	< 30	120
DQO	mg/L	600 ⁽¹⁾	< 60	---

Tabela 9 - Características do afluente e efluente final

(1) Os valores de entrada apresentados na tabela são valores usualmente empregados para esgoto de doméstico.

(2) VMP (Valores Máximos Permitidos) - Os resultados de saída atendem além da resolução CONAMA 430/2011 e a CONAMA 357/2005.

7. DESEMPENHO OPERACIONAL

O desempenho operacional da ETE UASB + BFmo + DS está apresentado na Tabela 10 a seguir.

Parâmetros	UASB	BFmo	DS	Eficiência Total da ETE
DQO	70%	70%	0%	90%
DBO₅	70%	70%	0%	90%
SS	70%	70%	50%	90%

Tabela 10 - Eficiência das etapas de tratamento e total da ETE

A fim de proporcionar a eficiência total da ETE descrita acima deve-se garantir que ocorra a remoção de:

- 95% da areia (partículas de tamanho igual ou superior a 0,2 mm);
- 80% da gordura; e
- Sólidos acima de 12 mm na grade.

7.1 GEOMETRIA DOS REATORES

As dimensões dos reatores encontram-se na Tabela 11.

Compartimento	Área por compartimento (m ²)	Quantidade de compartimentos	Área total (m ²)
UASB	13,51	1	13,51
BFmo	2,81	1	5,62
DS	2,49	1	2,49
Área Total⁽¹⁾			21,62 m²

Tabela 11 - Área dos compartimentos da ETE

8. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE EQUIPAMENTOS

A seguir, serão descritas as especificações técnicas dos equipamentos referentes às unidades que compõem o Sistema de Esgotamento Sanitário de São Paulo, descrito no referido projeto.

8.1 REGISTRO DE GAVETA SEDE RESILENTE COM FLANGES

- Objeto: Dados, características e exigências para fornecimento de válvulas gaveta com cunha emborrachada (cunha elástica) com flanges.

- Características Técnicas:

- Fluido: esgoto;
- Temperatura: 20 a 25 °C;
- Tipo de Válvula: Gaveta com cunha emborrachada de passagem reta com flanges;
- Acionamento: Volante;
- Norma: ISO 7259 / ISO 5752 – Série 14 / ISO 5208;
- Pressão Nominal: 1,0 / 1,6 MPa;
- Diâmetro Nominal: Conforme lista de materiais;
- Montagem: Entre flanges com furação conforme ABNT NBR 7675 (ISO 2531) PN 10;
- Corpo: Ferro fundido nodular com revestimento epóxi poliamida eletrostático com 150 micras, ou equivalente aprovado;
- Haste: Aço inox;
- Elastômero: EPDM ou NBR;
- Porca de Manobra: Bronze de alta resistência;
- Vedação: Anéis de borracha tipo “o ring”, permitindo manutenção com a linha em carga e válvula aberta;
- Teste Hidrostático: Conforme Norma ISO 5208;
- Torques de Manobra e Resistência: Conforme tab. 9 Norma ISO 7259 ou tab.15 NBR 12430.

8.2 VÁLVULA DE RETENÇÃO COM PORTINHOLA PARA ESGOTO

- Objeto: Dados e características para fornecimento de válvulas de retenção com portinhola única e corpo flangeado com tampa de inspeção.

- Características do Fluido e da Válvula:

- Fluido: Esgoto bruto sanitário com sólidos e fibras;
- Temperatura: 25 °C;
- Tipo de válvula: Portinhola única de elastômero com reforço, de pequeno curso angular e vedação em altas e baixas pressões, corpo flangeado com tampa de inspeção;
- Pressão Nominal: PN 10 k/cm²;
- Montagem: entre flanges com furação conforme ABNT NBR 7675 PN 10 (ISO 2531);
- Corpo e Tampa: Ferro Fundido ou Aço Fundido;
- Portinhola: Bruna N com reforço interno metálico e nylon;
- Parafusos e Porcas Externas: Aço carbono galvanizado;
- Teste Hidrostático: Conforme Norma ABNT ou ANSI;
- Revestimento: Epóxi Pó 150 micra ou Poliamida 11 (rilsan).

8.3 CONJUNTO MOTO-BOMBA SUBMERSÍVEL PARA ESGOTO BRUTO

8.3.1. Introdução

A presente especificação refere-se ao fornecimento de bomba submersível de esgoto bruto com elevado percentual de sólidos abrasivos, inclusive areia.

8.3.2. Características Técnicas do Conjunto

- Bomba para recalque de esgoto bruto com elevado percentual de sólidos abrasivos, inclusive areia.
- Carcaça da bomba em ferro fundido, com revestimento de espessura mínima de 0,5 mm em toda parte hidráulica interna, para alcançar dureza mínima de 60 HRC.

- Impulsor da bomba em ferro fundido, tipo aberto, semiaberto, canal único ou dois canais, com revestimento de espessura mínima de 0,5 mm para alcançar dureza mínima de 60 HRC. O impulsor deve permitir a passagem de sólidos com diâmetro mínimo maior ou igual a 50% do diâmetro da descarga da bomba, sendo maior ou igual a 50 mm.
- A frequência do motor deve ser de 60 Hz.
- O fator de potência mínimo deve ser de 0,93.
- O fator de serviço do motor deve ser no mínimo de 1,1.
- O motor deve ser trifásico, com classe de isolamento no mínimo F.
- O selo mecânico deve ser em carbeto de tungstênio ou carbeto silício.
- A instalação do conjunto moto-bomba deve ser do tipo “semipermanente”, com fornecimento de conexão de descarga (pedestal) de instalação para interligação à tubulação de recalque, e o conjunto moto-bomba fornecido deverá se encaixar nessa tubulação. Caso seja necessária alguma adaptação, é de responsabilidade do fornecedor adaptador para a conexão de descarga sem ônus para a CONTRATANTE.
- O motor deve ter potência máxima de 15,0 cv.
- Tensão do motor: 220 V.
- Grau de proteção: IP68.
- Regime de serviço: S1.
- Os conjuntos Motobombas com potência maior ou igual a 5cv devem ter unidade eletrônica de monitoramento para proteção do equipamento, na qual serão ligados os sensores instalados na bomba.
- Os conjuntos Motobombas com potência maior ou igual a 5 cv devem ter sensor de temperatura para o estator.
- Os conjuntos Motobombas com potência maior ou igual a 10 cv devem ter sensor de umidade do estator.

- Os conjuntos Motobombas com potência maior ou igual a 10 cv devem ter sensor de umidade na câmara de óleo.
- Os conjuntos Motobombas com potência maior ou igual a 50 cv devem ter sensor de temperatura nos mancais.

8.3.3. Disposições Gerais

Todos os chumbadores, parafusos, arruelas e porcas, utilizados no conjunto motobomba, devem ser em aço inox.

No período de garantia, em caso de defeito no conjunto motobomba, o fornecedor se obriga a prestar atendimento técnico até 48 horas após o comunicado. O conjunto deve ser reparado no prazo máximo de 30 dias.

Os testes de bancada são obrigatórios para a contratada. A PMPK, caso necessário, fará o acompanhamento dos testes, com aviso antecipado de 10 dias, sem ônus para a contratada.

Para aquisição de conjunto motobomba, a especificação deve conter, no mínimo, vazão, altura manométrica, potência máxima, tensão do motor, comprimento do cabo elétrico.

Na especificação de compra de conjuntos motobomba, deve ser previsto a instalação de banco de capacitor, se necessário, para correção do fator de potência de no mínimo 0,93, com ônus para o fabricante.

No fornecimento de conjuntos motobomba é obrigatório acompanhamento das folhas de dados técnicos do motor, da bomba e das unidades eletrônicas de monitoramento e proteção.

Deve ser fornecido garantia total de todos os componentes do conjunto motobomba, de no mínimo dois anos, a custo zero de manutenção.

É obrigatório o acompanhamento do representante ou do fabricante na montagem e teste de partida do conjunto motobomba em campo, sem ônus para a PMPK.

É de responsabilidade do fornecedor, sem ônus para a PMPK, o transporte do equipamento da fábrica até o almoxarifado da Prefeitura.

Todos os equipamentos devem ser acompanhados de manuais, catálogos e ficha técnica em português.

O fornecimento de peças de reposição deve ser garantido por um período mínimo de 10 anos.

No processo de aquisição preencher e entregar o formulário de Especificação do Conjunto Motobomba (Anexo 1), bem como os catálogos em português.

8.4 TRATAMENTO SECUNDÁRIO COMPACTO

As unidades a serem propostas por fornecedor específico para a ETE Compacta deverão considerar os limites da Planta de Implantação e Situação, observando ainda as demais unidades projetadas.

Após definição do fornecedor da ETE compacta, este ficará a cargo de ajustes de todos os projetos (hidráulico, estrutural e elétrico) para interligação com as demais unidades projetadas. Todo ônus envolvido nesse processo deverá ser considerado na elaboração da proposta.

Ainda em relação ao processo citado no parágrafo acima, serão admitidos pequenos rearranjos internos das unidades da ETE, para que se adeque ao projeto proposto (novo layout), desde que atenda as interligações funcionais entre as unidades e se mantenha as áreas livres disponíveis.

8.4.1. Escopo de Fornecimento

O escopo de fornecimento consiste no projeto, fabricação, fornecimento e montagem da ETE compactas do tipo UASB+BF+DS, conforme especificado neste documento.

O fornecimento incluirá os seguintes itens principais:

- 01 Reator Anaeróbio de Manta de Lodo (UASB);
- 01 Biofiltro Aerado Submerso com remoção de Matéria Orgânica (BF);
- 01 Decantador Secundário (DS);
- 01 Queimador de Gás;
- Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas;
- Painel Elétrico e de Automação;

- Ensaio e testes na fábrica;
- Transporte do material necessário até o local determinado para execução dos serviços;
- Supervisão, reparos e correções necessárias durante a montagem;
- Utilização de mão-de-obra especializada;
- Ensaio de funcionamento após instalação;
- Instalações elétricas dos equipamentos constantes do projeto da ETE;
- Pintura completa e proteção;
- Suporte técnico para Licenciamento, implantação e operação da ETE junto ao órgão ambiental, fornecendo a documentação necessária para aprovação como: projetos, memoriais descritivos e de cálculo e manual de operação e manutenção;
- Assessoria Técnica para a partida do Sistema e treinamento dos operadores;
- Pré-Operação/Operação assistida por seis (06) meses.

8.4.2. Normas

O dimensionamento deverá se basear na norma NBR 12209:2011, com destaque para o item 4 da mesma que dispõe sobre tratamento anaeróbico com reator do tipo UASB.

Um resumo dos principais critérios e parâmetros que norteiam o projeto de reatores UASB para o tratamento de esgotos domésticos é apresentado na 12 a seguir.

CRITÉRIO / PARÂMETRO	FAIXA DE VALORES EM FUNÇÃO DA VAZÃO	
	Para Q _{méd}	Para Q _{máx}
Tempo de detenção hidráulica (h)*	≥7	≥4,5
Velocidade ascendente do fluxo (m/h)	0,5 à 0,7	<1,2
Velocidade nas aberturas para o decantador (m/h)	≤2,5	≤4
Tempo de detenção hidráulica no decantador (h)	≥1,5	>0,6

Tabela 12 – Resumo dos principais critérios e parâmetros hidráulicos para o projeto de reatores UASB tratando esgotos domésticos.

(*) para temperatura média do esgoto nos meses mais frios do ano de 22 a 25 °C.

O tratamento secundário compacto, objeto desta especificação, deverá ser fabricado por fornecedores com experiência na fabricação de produtos iguais ou similares.

As instruções da Especificação Técnica para Fornecimento e Montagem de Materiais e Equipamentos devem ser aplicadas, onde cabível.

Poderá ser proposto materiais construtivos de qualidade comprovada igual ou superior ao material especificado.

8.4.3. Características Técnicas e Construtivas

O projeto deverá considerar os dados e características do sistema descritos neste relatório, sendo os principais:

- DBO de entrada = 300 mg O₂/l;
- Vazão média de cada estação = 2,5 l/s;
- Eficiência de tratamento mínima requerida (UASB+BF+DS) = 90%.

Foi representada em projeto uma unidade do tipo retangular com dimensões aproximadas de 7 metros x 3 metros. A área prevista e disponível para implantação desta unidade compacta é de cerca de 32,00 m². As cotas de terreno e chegada/saída das tubulações especificadas no projeto são fundamentais para o funcionamento da Estação de Tratamento e deverão ser atendidas. Na ocasião da obra, estas poderão ser adequadas conforme unidade fornecida, desde que mantida a concepção do projeto.

A carga média prevista para a ETE, conforme informações de fornecedor deste tipo de equipamento, é em torno de 7 toneladas/m².

- Sopradores

O projeto prevê a utilização de (02) sopradores para aeração do Biofiltro, sendo um (01) reserva. A vazão de ar requerida deverá ser dimensionada pelo fabricante da ETE Compacta.

- Queimador de gás

Estes equipamentos e sua interligação ao sistema deverão ser especificados e fornecidos pelo fabricante da ETE compacta.

O queimador de gás deverá ser provido de protetor de chama e sistema de ignição automático.

8.4.4. Especificação materiais de construção

As unidades poderão ser construídas conforme projeto de implantação, ou em formato/dimensões que se adequem à proposta inicial, respeitando a área prevista no projeto. Os materiais admitidos são: Aço Carbono / Inox, PRFV (Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro) ou PEAD (Polietileno de Alta Densidade).

Poderá ser avaliada a instalação considerando o material de melhor custo, desde que esteja compatível com a área disponível para implantação da obra, obedecendo às necessidades de interligação das unidades, e ter flexibilidade operacional possibilitando a manutenção sem paralisação do sistema.

Deverá ser mantida a garantia de integridade da unidade, devendo atender no projeto proposto as características de classe de agressividade ambiental IV “conforme NBR 6118”, caracterizada como muito forte e risco elevado de deterioração da estrutura.

A) Construção em aço carbono

Para adoção do aço carbono, deverão seguir as normas abaixo:

- Chapas de Aço Carbono - SAE 1008 / SAE1020 / ASTM-A36;
- Chapas Xadrez em Aço Carbono - SAE 1020 OU A36;
- Chapa-Piso em Alumínio em Espessura de 2,7MM;
- Perfis em Aço Carbono - SAE 1020 / ASTM-A36;
- Barras Redondas em Aço - SAE 1020;
- Tubo em Aço Carbono - DIN2440, Classe Média;
- Parafusos, Porcas e Arruelas em Aço Inoxidável;
- Tubos para Água em PVC NBR 5688/5648;

- Tubo de PVC Rígido Ocre EB 892 NBR7362;
- Tubos e Conexões de Ferro Fundido;
- Flanges em Chapa de Aço Carbono A36;
- Registros e Válvulas em Ferro Fundido Tipo Esfera e Wafer - CLASSE 125 LB. Materiais deverão ter certificados de qualidade técnica de composição e características, fornecido pela siderúrgica e distribuidor, e responsabilidade técnica (ART) firmada pela própria empresa fabricante das unidades.
- Soldas: os profissionais que executarão as soldas deverão apresentar certificado de qualificação dos soldadores e deverão executadas pelos processos AWS A 5.1 SMAW # E7018 E ou AWS 5.18 GMAW # MIG ER 70S
- Teste Hidrostático: deverá ser testada hidrostaticamente, com as tubulações e conexões instaladas.

Especificações mínimas do tratamento anticorrosivo e pintura para aço carbono

O tratamento anticorrosivo, deverá atender a norma SIS 055900-84 e ser resistente à ação de intempéries sem provocar danos ao funcionamento operacional do sistema.

Segue abaixo a especificação mínima do tratamento anticorrosivo para peças em aço e orientações mínimas para preparo da superfície e aplicação:

- **FUNDO:**

Pintura interna:

1 (uma) demão de Primer Epóxi (SV - 80% +/-2) com espessura 75 µm (na indústria).

3 (três) demãos de Epóxi Poliamida (SV - 80% +/-2), com espessura mínima total de 400 µm.

Ou

1 (uma) demão de Primer Epóxi (SV - 80% +/-2) com espessura 50 µm (na indústria).

4 a 5 (quatro a cinco) demãos de Poliuretano Vegetal, com espessura mínima total de 1000 μm (1 Kg/m²).

Pintura externa:

As superfícies das chapas do fundo em contato com o concreto:

1 (uma) demão de Primer Epóxi (SV - 80% +/-2) com espessura 75 μm (na indústria).

1 (uma) demão de primer epóxi betuminoso com espessura de película seca de 300 μm .

- **COSTADO:**

Pintura interna:

1 (uma) demão de Primer Epóxi (SV - 80% +/-2) com espessura 75 μm (na indústria).

3 (três) demãos de Epóxi Poliamida (SV - 80% +/-2), com espessura mínima total de 400 μm .

Ou

1 (uma) demão de Primer Epóxi (SV - 80% +/-2) com espessura 50 μm (na indústria).

4 a 5 (quatro a cinco) demãos de Poliuretano Vegetal, com espessura mínima total de 1000 μm (1 Kg/m²).

Pintura externa:

1 (uma) demão de Primer Epóxi (SV - 80% +/-2) com espessura 120 μm (na indústria).

2 (duas) demãos de Poliuretano Alifático com espessura 80 μm

Ou

1 (uma) demão de Primer Epóxi (SV - 80% +/-2) com espessura 50 μm (na indústria).

2 a 3 (duas a três) demãos de Poliuretano Vegetal, com espessura mínima total de 500 μm (0,5 Kg/m²).

- **DIVISÓRIAS:**

Pintura nas faces:

1 (uma) demão de Primer Epóxi (SV - 80% +/-2) com espessura 75 µm (na indústria).

3 (três) demãos de Epóxi Poliamida (SV - 80% +/-2), com espessura mínima total de 400 µm.

Ou

1 (uma) demão de Primer Epóxi (SV - 80% +/-2) com espessura 50 µm (na indústria).

4 a 5 (quatro a cinco) demãos de Poliuretano Vegetal, com espessura mínima total de 1000 µm (1 Kg/m²).

- **CÂMARA DE GÁS, DEFLETORES E SEPARADORES:**

Pintura nas faces:

1 (uma) demão de Primer Epóxi (SV - 80% +/-2) com espessura 75 µm (na indústria).

3 (três) demãos de Epóxi Poliamida (SV - 80% +/-2), com espessura mínima total de 400 µm.

Ou

1 (uma) demão de Primer Epóxi (SV - 80% +/-2) com espessura 50 µm (na indústria).

4 a 5 (quatro a cinco) demãos de Poliuretano Vegetal, com espessura mínima total de 1000 µm (1 Kg/m²).

- **TUBULAÇÕES EXTERNAS:**

Pintura externa:

1 (uma) demão de Primer Epóxi (SV - 80% +/-2) com espessura 120 µm (na indústria).

2 (duas) demãos de Poliuretano Alifático, com espessura 80 µm

Ou

1 (uma) demão de Primer Epóxi (SV - 80% +/-2) com espessura 50 µm (na indústria).

2 a 3 (duas a três) demãos de Poliuretano Vegetal, com espessura mínima total de 500 µm (0,5 Kg/m²).

- **TUBULAÇÕES ENTERRADAS:**

Pintura externa:

2 (duas) demãos de Primer Epóxi (SV - 80% +/-2) com espessura 200 µm (na indústria).

Ou

1 (uma) demão de Primer Epóxi (SV - 80% +/-2) com espessura 50 µm (na indústria).

2 a 3 (duas a três) demãos de Poliuretano Vegetal, com espessura mínima total de 500 µm (0,5 Kg/m²).

- **PREPARO DE SUPERFÍCIES**

A limpeza da superfície metálica deverá ser realizada mediante ar comprimido e abrasivo, para a completa remoção de traços de óxidos e carepas, de modo a proporcionar a rugosidade adequada para a boa aderência do produto, já que sua ancoragem acontece de forma mecânica. O padrão de limpeza mais indicado ao jateamento é o tipo Sa 2½ (conforme a norma SIS 055900-84) “ao metal quase branco” sem o reaproveitamento do abrasivo (granalha).

OBS: As juntas soldadas em campo deverão ser testadas por líquido penetrante com emissão de laudo, e tratadas com limpeza mecânica, conforme procedimentos técnicos.

- **PROCEDIMENTOS PARA APLICAÇÃO**

Quando se fizer necessário emendar o revestimento ou aplicar sobre camada já curada, faz-se imprescindível o lixamento, até a quebra do brilho do referido revestimento, por uma faixa de 20 cm, que servirá de ponte de aderência entre as películas. A ancoragem do produto acontece de forma mecânica, o que é favorecido em superfícies porosas.

OBS1: Deverá ser observado o intervalo entre as demãos para não haver polimerização (formação de película monolítica – prejudicando a aderência) do produto, conforme procedimentos técnicos de cada produto a ser aplicado.

OBS2: Deverá ser realizado testes de arrancamento e verificação da espessura das camadas, apresentando laudo de profissional habilitado e qualificado, e aprovado pela fiscalização.

B) Construção em PRFV (poliéster reforçado com fibra de vidro)

Considerar em seus processos de fabricação, resinas poliéster vinil ester com inibidor de raios ultravioletas e fibra de vidro reforçada, através do processo de fabricação (fillament wilding – FW); como segue:

- O laminado interno (liner) deverá suportar aos ataques químicos, e proporcionar melhores resistências aos impactos e as abrasões; deverá ser constituído de dupla camada de véu de vidro ou sintético com gramatura de 35 Gr/cm², com proporção de 90% de resina e 10% de vidro ou poliéster.
- O laminado intermediário (barreira química) deverá proteger o laminado estrutural, constituído de dupla camada de manta de fibra de vidro com gramatura de 450 Gr/cm², com proporção de 70% de resina e 30% de manta de fibra de vidro.
- O processo fillament wilding – FW deverá assegurar a capacidade de resistência aos esforços externos e internos atuantes no laminado, constituído de camadas alternadas de mantas de fibra de vidro com gramatura de 450 Gr/cm² e tecidos de fibra de vidro com gramatura de 600 Gr/cm², com proporção de 70% de resina e 30% de manta de fibra de vidro. As quantidades de mantas e tecidos deverão ser dimensionadas em função das resistências mecânicas desejadas para cada uma das peças a serem fornecidas.
- O laminado externo (proteção contra UV), que deverá proteger o laminado estrutural contra as intempéries e raios solares; constituído de camada de véu de vidro ou sintético com gramatura de 35 Gr/cm², com proporção de

90% de resina e 10% de vidro ou poliéster, seguido de camada de resina parafinada contendo aditivo inibidor a absorção de raios ultravioleta com espessura entre (0,10 a 0,25) milímetros. A cura deverá ser processada á temperatura ambiente ou em estufas apropriadas.

C) Especificações do tratamento e pintura para unidade em PRFV

Deve ser fabricada em PRFV com liner e barreira química em resina éster vinílica, totalmente estanque, com alta resistência química e mecânica para atender o que determina o item 5.2 da NBR-7229/93 e 4.1.3 da NBR-13969/97 principalmente no que se refere ao ataque químico de substâncias contidas no esgoto, devendo ter as paredes do costado paralelas com espessura não menor que 10 mm e deve ser constituído das seguintes camadas:

- Camada interna – Liner;
- Barreira química;
- Reforço estrutural;
- Reforço Interno;
- Reforço Externo;
- Acabamento;

Deve utilizar pintura interna e externa tipo PU que confere ao tanque resistência às intempéries.

Peças metálicas que integram os equipamentos deverão ser protegidas com pintura epóxi e PU conforme descrito acima, com no mínimo 200 µm de espessura.

Esquema de Pintura						
Camadas	Demãos	Tintas Recomendadas	Método de Aplicação	Intervalo (h)	Espessura por demão (micrômetro)	Redução de brilho
Acabamento	2	Esmalte Poliuretânico Acrílico	Pistola/ Rolo / Trincha	2 a 4	75 a 100	Redução < 5,0

		Alifático Bi componente (PU).				
--	--	-------------------------------------	--	--	--	--

8.5 GARANTIAS E RESPONSABILIDADES

A CONTRATADA deverá prestar ao Município de Presidente Kennedy garantia de qualidade, estanqueidade e funcionamento dos materiais e/ou equipamentos fornecidos.

A garantia é válida por um período não inferior a 24 (vinte e quatro) meses a partir da data final da operacionalização do sistema. Essa garantia corresponde à obrigatoriedade de substituição das partes ou peças defeituosas. Caso o defeito perdurar, a CONTRATADA estará obrigada a total substituição do (s) material (is) e/ou equipamento (s).

A CONTRATADA garantirá o correto funcionamento do sistema de tratamento e dos equipamentos elétricos, automação (cabos, dutos, entre outros), componentes eletrônicos do quadro de comando, equipamentos eletromecânicos (válvulas, acionamentos, bombas centrífugas, compressor, medidor de vazão, entre outros) e mecânicos que o compõe (contemplando as tubulações), pelo prazo mínimo de 24 (vinte e quatro) meses a partir da data do início efetivo de operação da ETE, com envio de respectivo termo de garantia para a CONTRATANTE.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários.** NBR 12209. Dez 2011. 53p.

Von SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 3.ed. 2005. 452p.

Jordão, Eduardo Pacheco, Tratamento de Esgotos Domésticos - 7ª edição – Rio de Janeiro, 2014.

VIEIRA, S.M.M.; GARCIA JR., A.D. **Sewage treatment by RAC-reactor**. Vol.25, nº.7, 1992.143 –157p.

NBR 12209/2011 – **Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários**.

NBR 12208/ 1992 – **Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário**.

ANEXOS

ANEXO I - FORMULÁRIO DE ESPECIFICAÇÃO DO CONJUNTO MOTO-BOMBA

1- IDENTIFICAÇÃO	
Cidade: _____ - ES	Proponente:
Local instalação: EEEB _____	Proposta nº:
Solicitação de material: Conjunto Moto-bomba	Data :
Licitação:	Contato :
Etiqueta (tag): _____ Quantidade: _____	Telefone :
2- CARACTERÍSTICAS	
2.1- CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO	PROPOSTO
Fluido	
Sólidos	
Ph	
Tipo de serviço de equipamento	
Vazão	
Altura manométrica total	
Rotação máxima	
2.2- PERFORMANCE	
Rendimento nominal do conjunto	
Potência máxima	
Submersão	
Vazão mínima (início da recirculação)	
Pressão com vazão nula (<i>shut-off</i>)	
Nº de estágios	
σ rotor	
Faixa de operação	
2.3- CARACTERÍSTICAS DA BOMBA	
Montagem	
Tipo construtivo	
Conexão de recalque	
Diâmetro da tubulação de recalque	
Tipo de rotor	
Passagem de sólido pelo rotor c/ diâmetro	
Tipo de vedação do rotor	
Tipo de vedação do eixo no motor	
Vida nominal dos rolamentos	
Marca/modelo do moto-bomba	
2.4- MATERIAIS EMPREGADOS	
Carcaça	
Rotor	
Eixo da bomba	
Parafusos e porcas	
Difusor (se for o caso)	
Anéis de desgaste	
Revestimento	
2.5- VEDACÃO DO EIXO	

ANEXO II - PLANILHA DE CÁLCULO DAS REDES COLETORAS

SISTEMA SANCAD - PLANILHA DE DADOS FINAIS
SÃO PAULO
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
REDE COLETORA

12/02/2020

D:\DESKTOP\B- SÃO PAULO - SANCAD\B - ESG - SÃO PAULO - REDE COLETORA E L.R.DBF

Trecho	PVM	PVJ	Comp (m)	CTM (m)	CTJ (m)	CCM (m)	CCJ (m)	PRFM (m)	PRFJ (m)	Diam (mm)	Decl (m/m)	Q Real Ini (l/s)	Q Real Fim (l/s)	Veloc Ini (m/s)	Veloc Fim (m/s)	Veloc Crit (m/s)	Trativa (Pa)	H/D Ini	H/D Fim	Observ.
005-001	pv019	pv018	29.00	19.381	19.023	18.331	17.973	1.050	1.050	150	0.0123	0.068	0.163	0.71	0.71	2.39	2.00	0.18	0.18	DG 0.003
004-001	pv017	pv018	19.00	19.117	19.023	18.067	17.972	1.280	1.281	150	0.0050	0.045	0.107	0.52	0.52	2.64	1.00	0.22	0.22	DG 0.002
004-002	pv018	pv015	75.00	19.023	18.460	17.970	17.408	1.053	1.052	150	0.0075	0.289	0.692	0.60	0.60	2.53	1.36	0.20	0.20	TQ 1.923
003-001	pv016	pv013	20.00	19.516	19.841	18.466	18.366	1.050	1.475	150	0.0050	0.047	0.113	0.52	0.52	2.64	1.00	0.22	0.22	TQ 1.171
002-001	pv010	pv011	67.00	19.105	19.258	18.055	17.720	1.050	1.538	150	0.0050	0.158	0.377	0.52	0.52	2.64	1.00	0.22	0.22	
002-002	pv011	pv012	55.00	19.258	19.801	17.720	17.445	1.538	2.356	150	0.0050	0.287	0.686	0.52	0.52	2.64	1.00	0.22	0.22	
002-003	pv012	pv013	50.00	19.801	19.841	17.445	17.195	2.356	2.646	150	0.0050	0.404	0.967	0.52	0.52	2.64	1.00	0.22	0.22	
002-004	pv013	pv014	40.00	19.841	16.700	17.195	15.650	2.646	1.050	150	0.0386	0.546	1.305	1.06	1.06	2.11	4.85	0.13	0.13	DG 0.013
002-005	pv014	pv015	29.00	16.700	18.460	15.637	15.492	1.063	2.968	150	0.0050	0.614	1.468	0.52	0.52	2.64	1.00	0.22	0.22	DG 0.007
002-006	pv015	pv009	12.00	18.460	18.477	15.485	15.425	2.975	3.052	150	0.0050	0.931	2.227	0.52	0.58	2.88	1.00	0.22	0.27	DG 0.017
001-001	pv001	pv002	35.00	20.697	20.246	19.647	19.196	1.440	1.440	150	0.0129	0.373	0.488	0.72	0.72	2.38	2.07	0.18	0.18	DG 0.005
001-002	pv002	pv003	28.00	20.246	20.053	19.191	18.998	1.055	1.055	150	0.0069	0.439	0.645	0.58	0.58	2.55	1.27	0.20	0.20	DG 0.002
001-003	pv003	pv004	22.00	20.053	20.147	18.996	18.886	1.057	1.261	150	0.0050	0.491	0.769	0.52	0.52	2.64	1.00	0.22	0.22	
001-004	pv004	pv005	14.00	20.147	20.137	18.886	18.816	1.261	1.321	150	0.0050	0.524	0.848	0.52	0.52	2.64	1.00	0.22	0.22	
001-005	pv005	pv006	15.00	20.137	19.974	18.816	18.741	1.321	1.233	150	0.0050	0.559	0.932	0.52	0.52	2.64	1.00	0.22	0.22	
001-006	pv006	pv007	60.00	19.974	19.410	18.741	18.360	1.233	1.050	150	0.0064	0.700	1.269	0.56	0.56	2.57	1.19	0.21	0.21	
001-007	pv007	pv008	44.00	19.410	18.821	18.360	17.771	1.050	1.050	150	0.0134	0.804	1.517	0.73	0.73	2.38	2.13	0.17	0.17	DG 0.010
001-008	pv008	pv009	60.00	18.821	18.477	17.761	17.417	1.060	1.060	150	0.0057	0.945	1.854	0.54	0.58	2.73	1.10	0.21	0.24	TQ 2.009
001-009	pv009	FIM	5.00	18.477	18.500	15.408	15.386	3.069	3.114	150	0.0044	1.888	4.109	0.53	0.66	3.31	1.00	0.26	0.38	FIM

PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE KENNEDY

**REVISÃO E ADEQUAÇÃO DO PROJETO DO SISTEMA DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA LOCALIDADE DE SÃO PAULO
NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE KENNEDY – ES**

**PROJETO HIDRÁULICO
MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

Cliente: Prefeitura Municipal de Presidente Kennedy

Contrato: 185/2019

Responsáveis Técnicos: Otávio Barbosa Guimarães CREA ES-021348/D

José Carlos Guimarães CREA 37233-D/RJ

JULHO/2020

APRESENTAÇÃO

Este Relatório Técnico é referente ao Projeto do Sistema de Esgotamento Sanitário da localidade São Paulo no Município de Presidente Kennedy, ES.

Esse documento foi elaborado atendendo aos Termos do Contrato nº 000185/2019 firmado entre a TRANSMAR Consultoria e Engenharia Ltda. e a Prefeitura Municipal de Presidente Kennedy, para a execução dos serviços constantes no Edital de Concorrência Pública nº 000004/2018.

Este Projeto será desenvolvido com base na alternativa eleita no Estudo de Concepção elaborado para esta comunidade e aprovado pela Prefeitura Municipal de Presidente Kennedy.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. SISTEMA COLETOR	5
2.1 UNIDADES DO SISTEMA COLETOR.....	5
2.1.1 Rede Coletora e Poços de Visita - PV	5
2.1.2 Caixa de Ligação Predial.....	6
3. ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO – EEEB	6
3.1 COMPONENTES DA EEEB.....	7
3.1.1 Grade de Retenção de Materiais.....	7
3.1.2 Caixa de Retenção de Areia.....	8
3.1.3 Poço de Sucção	8
3.1.4 Conjuntos motobomba e Quadro de Comando	9
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	10

1. INTRODUÇÃO

Este manual tem por finalidade fornecer informações gerais que permitam ao operador do sistema, operar e manter da melhor forma o Sistema de Esgotamento Sanitário da localidade de São Paulo.

Para alcançar os objetivos de uma boa operação e manutenção do sistema será necessário executar eficientemente as atividades de inspeção, operação, manutenção (preventiva e corretiva) e também avaliação de desempenho que permitam associados aos parâmetros de controle, conhecer as reais condições de funcionamento do Sistema.

Tratando-se de um sistema de esgotamento do tipo separador absoluto, o operador do sistema deve sempre observar que em hipótese alguma sejam permitidos lançamentos de águas pluviais, direta ou indiretamente na rede coletora ou em seus acessórios. A vazão de águas de chuvas permissíveis para serem conduzidas pelas redes coletoras já estão inseridas no dimensionamento das mesmas.

Para garantia desse quesito, o operador do sistema ao acompanhar a execução do ramal predial e sua interligação ao sistema de coleta, quando executados por terceiros, verifique a existência de condições propícias para a coleta indesejada e interceda nos procedimentos para que tal fato não se concretize.

Um dos grandes problemas relacionados com a obstrução de redes coletoras, principalmente as de pequenos diâmetros e vazões é a gordura produzida nas habitações. Para minimizar esse problema é necessário que o operador procure conscientizar os usuários do sistema a manter as caixas de gordura de suas residências sempre em boas condições de funcionamento, inclusive promovendo limpezas periódicas, para que o excedente de gordura não alcance as redes coletoras dos logradouros.

A rede coletora de esgotos não deve em hipótese alguma receber diretamente os despejos provenientes de postos de serviços ou outros locais que produzam efluentes contaminados com graxa, óleo, areia, argila, etc., ou outro líquido que não seja esgoto doméstico. Para esses casos devem ser previstas a existência de unidades pré-tratadoras responsáveis pela remoção dos mesmos, podendo ser adotados “caixas separadoras de óleo”, “caixas de retenção de areia”, após os quais os efluentes podem ser recebidos pelo sistema coletor.

Em todos esses casos citados acima a remoção desses resíduos indesejáveis deve ser feita pelos usuários e os resíduos coletados devem ser acondicionados e transportados para local apropriado.

Toda vez que o operador suspeitar de anormalidades no funcionamento das instalações prediais de esgoto, esse, com consentimento do proprietário, deve realizar uma inspeção no imóvel a fim de orientar ao usuário a correção da necessária.

2. SISTEMA COLETOR

O sistema coletor do Loteamento que ora será considerado abrange as tubulações pertencentes aos trechos de rede, os poços de visita, os ramais prediais e as caixas de ligações situadas nas calçadas. O sistema interno das unidades residenciais anterior às caixas de ligações não serão objeto desse documento.

O planejamento dos serviços de operação e manutenção das redes coletoras e de seus acessórios deve ter como instrumento principal de ação o conhecimento de todo o sistema de modo a permitir o dimensionamento da equipe e dos equipamentos necessários à realização dos serviços.

As redes coletoras não necessitam de programação preventiva quanto às atividades de operação propriamente dita. Devem ser programadas preventivamente as atividades de manutenção periódica a fim de determinar a necessidade de reparos físicos nas redes e limpeza das redes e de seus acessórios (PV's) e proceder à manutenção corretiva.

Todo o material recolhido e oriundo das limpezas devem ser devidamente acondicionados e transportados para local adequado e indicado pela autoridade competente.

2.1 UNIDADES DO SISTEMA COLETOR

2.1.1 Rede Coletora e Poços de Visita - PV

Os Poços de Visita do sistema coletor devem ser inspecionados e limpos sempre que apresentarem qualquer assoreamento, retenção de quaisquer materiais, crostas de gordura e quando constatados através de simples inspeção visual.

As inspeções devem ser realizadas em períodos máximos de 3 (três) meses.

A limpeza quando realizada produzirá material que deve ser recolhido, devidamente acondicionado e transportado para local apropriado.

Se eventualmente houver algum entupimento da rede coletora que a obstrua e promova acúmulo de esgoto no interior do Poço de Visita ou até o transbordamento do mesmo, providências urgentes devem ser tomadas de modo a desobstruir a rede, limpar o PV removendo o material acumulado, a fim de restabelecer o fluxo de esgoto no sistema.

Para tal lançar-se-á mão de equipamento mecânico apropriado para a realização dessa tarefa, sendo que o material removido seja adequadamente transportado para local apropriado e aprovado pelo Órgão competente.

2.1.2 Caixa de Ligação Predial

Órgão complementar da rede coletora, ela geralmente situa-se na calçada, posicionada defronte da edificação e tem a finalidade de recolher todo o esgoto oriundo da edificação e direcioná-lo para o interior da rede coletora. Tem dimensões reduzidas, podendo ser de seção circular ou quadrada, nas medidas de $\varnothing 0,40$ m e (0,40 x 0,40) m respectivamente. A profundidade geralmente não ultrapassa dos 0,80 metros.

Normalmente não são realizadas inspeções periódicas nessa unidade uma vez que raramente ela apresenta obstrução ou acúmulo de resíduos.

Caso haja obstrução dessa unidade ela é perfeitamente solucionada com uma simples limpeza manual realizada pelo operador do sistema.

Todo o material retirado deve ser devidamente acondicionado e transportado para local apropriado e previamente determinado pelo Órgão Competente. Se necessário, o local exterior (calçada) deve ser limpo e lavado com água corrente para eliminação de restos deixados no local.

3. ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO – EEEB

A Estação Elevatória de Esgoto Bruto da comunidade de São Paulo situa-se em estrada vicinal de terra, nas coordenadas UTM 284539.72 mE e 7672868.82 mS em terreno próprio para essa finalidade.

A EEEB é do tipo convencional, abrigando dois conjuntos motobomba submersíveis de eixo vertical, estando dimensionado um conjunto para trabalho e outro como reserva.

A EEEB compõe-se de algumas partes apresentando-se sequencialmente: grade retentora de materiais, caixa de retenção de materiais granulares (areia), poço de sucção e linha de recalque.

A EEEB requer cuidado especial nos trabalhos de inspeção visto que abrigam equipamentos essenciais na operação do sistema como um todo.

As condições operacionais da Estação Elevatória de Esgoto Bruto estão intimamente relacionadas às condições de operação e manutenção da rede coletora. Quanto melhor for o funcionamento da rede coletora no aspecto de operação e manutenção mais fácil será a operação e a manutenção dos componentes da Estação Elevatória.

3.1 COMPONENTES DA EEEB

3.1.1 Grade de Retenção de Materiais

Construída com barras paralelas de aço, inclinadas em 60°, nas dimensões de 1.1/4" x 1/4" tem por finalidade primordial promover a retenção de materiais carreados pelo esgoto através do sistema coletor.

O espaçamento entre as barras é de 2,00 cm, suficiente para proporcionar uma boa retenção dos materiais impedindo o seu acesso ao poço de sucção dos conjuntos elevatórios.

A operação se dá sem maiores interferências do operador do sistema, bastando somente efetuar uma limpeza diária, como rotina, com a retirada do material retido. Para a realização dessa operação o operador deve dispor de um rastelo dentado com dentes espaçados adequadamente ao espaçamento das barras da grade.

Todo o material retirado deverá ser devidamente acondicionado em sacos plásticos ou bombonas plásticas e transportados para local adequado e aprovado.

Depois de concluído o procedimento de limpeza da grade o operador deve realizar uma inspeção visual na unidade para verificar se existe alguma corrosão na grade, e caso exista levar ao conhecimento do seu superior para a devida correção.

3.1.2 Caixa de Retenção de Areia

Unidade situada entre a grade retentora de materiais e o poço de sucção, tem por finalidade promover a retenção do material granular de pequena dimensão carregado pelo esgoto.

Compondo-se de dois canais em paralelo, onde cada um foi dimensionado para atender a vazão máxima de projeto, permite que quando do procedimento da limpeza de um dos canais o outro absorva toda a vazão afluyente sem prejuízo da operacionalidade do sistema.

Cada canal possui um compartimento destinado à retenção do material mais pesado, que vai acumulando em seu interior até que se proceda a devida remoção.

Quando em operação sempre deve ser usado um único canal e nunca os dois ao mesmo tempo.

Para a limpeza deve-se bloquear o canal a ser limpo, com a colocação de comportas manuais, geralmente construídas em fibra de vidro, de modo que o fluxo de esgoto se dê somente no outro canal.

Terminada a limpeza do canal, este deve permanecer inoperante até a próxima limpeza do canal em operação ficando o outro em operação.

O procedimento de limpeza deve realizar-se sempre que se fizer necessário e sua periodicidade será determinada pelo operador ao longo da operação do sistema, vez que é muito variável a quantidade de areia que incide em cada local, havendo muita ocorrência em áreas mais próximas das praias e pouca nas áreas interioranas. Vale também frisar que os procedimentos pessoais dos usuários do sistema são fator fundamental para a incidência de areia nos esgotos domésticos.

Depois de concluída a limpeza da unidade o material retirado deve ser devidamente acondicionado em bombonas e transportado para local apropriado e previamente aprovado pelo Órgão Competente.

3.1.3 Poço de Sucção

Parte integrante da EEEB e destinada ao abrigo dos conjuntos elevatórios tem a forma cilíndrica e é o responsável pelo acúmulo de esgoto em seu interior até que haja volume

suficiente para o acionamento do conjunto elevatório, que através da linha de recalque conduzirá esses esgotos em direção às unidades de tratamento do sistema.

A frequência prevista de inspeções no poço de sucção deve ser mensal, sendo que essa periodicidade poderá sofrer alterações conforme necessidade operacional.

Essas inspeções devem ser executadas quando da parada dos conjuntos elevatórios cujo momento é propício por estar o esgoto em seu nível mínimo.

O poço de sucção deve ser limpo quando apresentar assoreamento em seu interior, que pode ser detectado por simples sondagem, ou também quando apresentar incidência de crosta de gordura em suas paredes constatada por simples inspeção visual.

A tarefa de retirada do material assoreado deve ser feita mecanicamente e com equipamento de sucção, apropriado para essa tarefa.

Todo material retirado deve ser transportado para local apropriado e devidamente aprovado pelo Órgão Competente.

3.1.4 Conjuntos motobomba e Quadro de Comando

Instalados dois conjuntos elevatórios completos de mesma capacidade, onde um sempre estará na reserva. Esses conjuntos motobomba serão acionados automaticamente sempre que o nível de esgoto no interior do poço de sucção atinja o nível máximo pré-estabelecido em projeto.

Normalmente o quadro que comanda o acionamento dos conjuntos elevatórios tem condições técnicas de fazê-los operar alternadamente de modo que quando um para, o próximo acionamento se dará no outro. Isso faz com que não se tenha no interior da massa líquida um equipamento totalmente inoperante, sem lubrificação de seus componentes e eventualmente em processo de deterioração.

A manutenção preventiva desses equipamentos é necessária e deve ser realizada de acordo com as instruções do seu fabricante.

A cada período estabelecido pelo fabricante o equipamento deve ser retirado do interior do poço de sucção, lavado no local e transportado para a oficina credenciada pelo Administrador do Sistema, para a manutenção preventiva necessária ao bom funcionamento do equipamento. O equipamento deve ser desmontado e verificado seu

desgaste, onde se procede a troca dos elementos danificados. Concluída a manutenção mecânica do equipamento ele é testado para verificação se sua condição de trabalho permanece inalterada e em condições de retornar à sua posição no sistema. Caso necessário faz-se os ajustes.

Um manual de manutenção programada deve ser obtido do fabricante /fornecedor, e seguida fielmente para que se obtenha uma vida útil prolongada dos equipamentos.

Devem ser realizadas inspeções periódicas nos equipamentos (conjuntos motobomba e quadro de comandos), inicialmente em períodos semanais e cuja periodicidade deverá ser ajustada no decorrer da operação do sistema.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Numa equipe de operação e manutenção de sistema deverá haver sempre um coordenador que irá verificar a execução dos serviços programados.

Esse coordenador deve preencher um formulário de inspeção, fornecido pelo Administrador do Sistema, onde deverá observar e anotar todas as irregularidades apresentadas no sistema, observando além da qualidade da limpeza, os seguintes itens:

1. Observar se o conjunto motobomba em funcionamento está apresentando vibrações ou ruídos anormais;
2. Verificar se os controladores de níveis estão operando normalmente;
3. Verificar se houve alteração níveis de funcionamento dos conjuntos motobomba em comparação aos estabelecidos inicialmente para a operação dos conjuntos;
4. Verificar se as limpezas da grade, da caixa de areia e do poço de sucção foram feitos a contento;
5. Verificar o estado de conservação das peças, acessórios, equipamentos hidráulicos e elétricos, a fim de avaliar a necessidade de reparos ou substituições;
6. Verificar a existência de vazamentos, principalmente nas juntas das peças do barrilete; e
7. Testar o funcionamento dos registros e válvulas.

Esse formulário deve ser assinado pelo coordenador e o mais rapidamente possível seja encaminhada para seu superior imediato de forma a que se houver necessidade de alguma intervenção no sistema, ela seja feita o mais prontamente possível.