

# ETE POLÍCIA FEDERAL CÁCERES/MT

## MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO



Rua Comendador Alcides Simão Helou, N° 443, CIVIT II, Serra/ES  
CEP: 29168 – 090. Contato: (27) 3038 – 4122 / FAX: (27) 3038 – 4133.

## APRESENTAÇÃO

A Estação de Tratamento de Esgoto Polícia Federal Cáceres está localizada no município de Cáceres/MT, onde foi projetado um sistema de tratamento de esgoto doméstico do tipo Reator Anaeróbio de Manta de Lodo e Fluxo Ascendente (UASB) + Biofiltro desnitrificante (BFDESN) + Biofiltro matéria orgânica (BFm.o) + Biofiltro nitrificante (BFN) + Decantador Secundário (DS) + Desfosfatação (DESF) + Desinfecção por Raio Ultravioleta (UV), com capacidade para atendimento de uma vazão média de 0,5 L/s.

Esse Manual está dividido em:

- Memorial Justificativo;
- Memorial Descritivo;
- Manual de Operação e Manutenção da Estação;
- Plano de monitoramento;
- Termo de Garantia;
- Manual de Equipamentos.

O seu conteúdo é composto por fluxograma, etapas de tratamento da estação, características do efluente tratado, desempenho operacional, dimensionamento, especificação dos materiais e projetos básicos.

## SUMÁRIO

MEMORIAL JUSTIFICATIVO.....	7
1 INTRODUÇÃO .....	7
MEMORIAL DESCRITIVO.....	8
2 FLUXOGRAMA DE TRATAMENTO .....	8
3 ETAPAS DO TRATAMENTO .....	9
3.1 SISTEMA DE PRÉ-TRATAMENTO .....	9
3.2 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO .....	9
3.3 REATOR ANAERÓBIO DE MANTA DE LODO E FLUXO ASCENDENTE (UASB) .....	9
3.4 BIOFILTRO (BF).....	11
3.4.1 Biofiltro desnitrificante (BFdesn) .....	11
3.4.2 Biofiltro matéria orgânica (BF m.o.).....	12
3.4.3 Biofiltro nitrificante (BFnit).....	12
3.4.4 Sistema de aeração.....	13
3.4.5 Material filtrante.....	14
3.5 DESFOSFATAÇÃO .....	15
3.6 DECANTADOR SECUNDÁRIO (DS) .....	18
3.7 DESINFECÇÃO POR RAIOS ULTRAVIOLETA .....	19
3.8 DESIDRATAÇÃO DO LODO DE DESCARTE EM CAIXA DESAGUADORA .....	20
3.9 TRATAMENTO DO BIOGÁS.....	21
4 CARACTERÍSTICAS DO AFLUENTE – ESGOTO BRUTO .....	21
5 ESGOTO BRUTO E EFLUENTE FINAL .....	22
6 DESEMPENHO OPERACIONAL .....	22
7 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA ETE .....	23
MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO .....	24
8 PARTIDA DE REATORES DE MANTA DE LODO .....	24
8.1 INTRODUÇÃO .....	24
8.2 PRELIMINARES .....	25
8.3 CONSIDERAÇÕES E CRITÉRIOS PARA A PARTIDA DO SISTEMA .....	25
8.3.1 Volume de inoculo para a partida do processo .....	25
8.3.2 Partida e operação de reatores anaeróbios .....	26
8.3.3 Carga hidráulica volumétrica.....	26
8.3.4 Produção de biogás .....	26
8.3.5 Temperatura.....	27
8.3.6 Fatores Ambientais .....	27
8.4 ACLIMATIZAÇÃO E SELEÇÃO DA BIOMASSA.....	27
8.5 PROCEDIMENTOS QUE ANTECEDEM A PARTIDA DE UM REATOR .....	28
8.5.1 Caracterização do lodo de inoculo.....	28

8.5.2 Caracterização do esgoto bruto .....	28
8.6 ESTIMATIVA DO VOLUME DE LODO DE INOCULO NECESSÁRIO À PARTIDA DO REATOR .....	29
8.7 PROCEDIMENTOS DURANTE A PARTIDA DE UM REATOR ANAERÓBICO .....	30
8.7.1 Inoculação do reator .....	30
8.7.2 Alimentação do reator com esgotos .....	31
9 ETAPAS DO TRATAMENTO .....	31
9.1 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO (EEE) .....	31
9.1.1 Limpeza da estação elevatória de esgoto .....	32
9.1.2 Bombas da EEE.....	32
9.2 REATOR UASB .....	33
9.2.1 Atividades de Limpeza.....	33
9.3 BIOFILTRO E DECANTADOR .....	36
9.3.1 Lavagem dos BF's.....	36
9.3.2 Lavagem do decantador.....	37
9.4 SISTEMA DE AERAÇÃO .....	38
9.4.1 Aerador.....	39
9.5 SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO .....	40
9.6 SISTEMA DE DESFOSFATAÇÃO .....	40
9.7 BY-PASS.....	42
9.7.1 Bypass dos BFs .....	42
9.7.2 Bypass DS.....	43
9.7.3 Bypass Reator UV .....	44
9.8 REATOR ULTRAVIOLETA .....	44
9.8.1 Limpeza das lâmpadas do reator .....	45
9.9 QUEIMADOR DE GÁS .....	45
9.10 DESCARTE DE LODO .....	46
9.10.1 Procedimento para descarte do lodo.....	47
10 PRINCIPAIS PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO.....	48
10.1 PROCEDIMENTOS REFERENTES AO TRATAMENTO ANTICORROSIVO.....	49
11 PRINCIPAIS PROBLEMAS E SOLUÇÕES .....	50
11.1 REATOR UASB .....	50
11.2 BIOFILTRO .....	52
12 FERRAMENTAS NECESSÁRIAS.....	53
13 TAREFAS DIÁRIAS DO OPERADOR .....	53
PLANO DE MONITORAMENTO .....	55
14 TIPOS DE COLETA DE AMOSTRAS .....	55
14.1 AMOSTRAS SIMPLES.....	55
14.2 AMOSTRAS COMPOSTAS OU MISTURAS DE AMOSTRAS SIMPLES .....	56
15 ESCOLHA DO TIPO DE COLETA DE AMOSTRAS .....	56

<b>16 SELEÇÃO DE PONTOS E FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM .....</b>	<b>57</b>
<b>16.1 PONTOS DE AMOSTRAGEM NO CORPO RECEPTOR .....</b>	<b>57</b>
<b>16.2 PONTOS DE AMOSTRAGEM NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO .....</b>	<b>57</b>
<b>17 PARÂMETROS A SEREM ANALISADOS .....</b>	<b>57</b>
<b>18 CUIDADOS NECESSÁRIOS PARA COLETA DAS AMOSTRAS .....</b>	<b>58</b>
<b>19 VOLUME DA AMOSTRA.....</b>	<b>60</b>
<b>20 PRESERVAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE AMOSTRAS DE ÁGUA.....</b>	<b>60</b>
<b>21 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>62</b>

## FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma da estação de tratamento de efluente. ....	8
Figura 2 - Difusores de ar sobre a base de PVC .....	14
Figura 3 - Forma para confecção as placas de polietileno. ....	14
Figura 4 - Solubilidade dos sais de fosfato em função do pH.....	16
Figura 5 - Reator UV com destaque para as lâmpadas.....	19
Figura 6. Modelo de Estação Elevatória de Esgoto (EEE) da Sanevix, constituído de 3 bombas. .....	32
Figura 7. Planta do teto do UASB. ....	33
Figura 8. Cesto da caixa receptora de esgoto bruto e caixa de distribuição do esgoto modelo Sanevix.....	34
Figura 9. Tampa da boca de visita da câmara de gás – modelo Sanevix. ....	35
Figura 10. Vista superior do BF e DS. ....	36
Figura 11. Válvulas de lavagem dos biofiltros.....	37
Figura 12. Válvula de lavagem do decantador.....	38
Figura 13. Distribuição de ar no biofiltro. ....	39
Figura 14. Localização do Soprador .....	39
Figura 15. Sistema de recirculação.....	40
Figura 16. Dique de contenção do coagulante. ....	41
Figura 17. By-pass BFN. ....	42
Figura 18. By Pass DS. ....	43
Figura 19. By-pass Reator UV .....	44
Figura 20. Reator ultravioleta da estação. ....	45
Figura 21. Queimador de Gás.....	46
Figura 22. Tomada de amostra de lodo. ....	47
Figura 23. Válvulas de descarte de lodo do Reator UASB. ....	48

## QUADROS

Quadro 1 - Unidades de tratamento que constituem a ETE .....	9
Quadro 2 - Vantagens do sistema de desinfecção ultravioleta.....	19
Quadro 3. Relação e descrição dos equipamentos utilizados na ETE.....	23
Quadro 4. Tratamento anticorrosivo aplicado na ETE.....	49
Quadro 5. Principais problemas, causas e soluções propostas para o reator UASB.....	50
Quadro 6. Principais problemas, causas e soluções propostas para o Biofiltro.....	52
Quadro 7. Parâmetros usualmente utilizados para o monitoramento de rotina. ....	58
Quadro 8. Cada análise, o método e o tempo de conservação das amostras.....	61

## TABELAS

Tabela 1 - Ortofosfatos em função do pH .....	15
Tabela 2 - Concentração típica de fósforo em efluentes domésticos.....	15
Tabela 3. Características físico-químicas dos esgotos sanitários domésticos.....	21
Tabela 4 - Características do afluente e efluente final.....	22
Tabela 5. Eficiências de SS, DBO <sub>5</sub> e DQO do UASB, BF e do DS. ....	22

## MEMORIAL JUSTIFICATIVO

### 1 INTRODUÇÃO

A ETE do tipo UASB + BFdesn + BFm.o + BFn + DS + DESF + UV, constitui-se em um processo capaz de realizar o tratamento de esgoto a nível terciário através da associação em série de reatores anaeróbios, biofiltros, decantador secundário, desfosfatação e desinfecção por raio ultravioleta, atingindo eficiência de remoção de matéria orgânica superiores a 90%.

#### PRINCIPAIS VANTAGENS:

- Compacta;
- Simplicidade operacional;
- Baixo custo de implantação e operação;
- Baixo impacto em ambientes urbanos (ruído, odor, visual);
- Gera 60 % menos lodo que os processos convencionais;
- Tecnologia vencedora do 4º Prêmio FINEP de Inovação Tecnológica/2001 – Categoria Produto – Região Sudeste.

Os parâmetros adotados para o dimensionamento da ETE foram realizados com base em literaturas específicas para o tratamento de esgotos sanitários e na experiência de 15 anos da Sanevix Engenharia neste ramo.

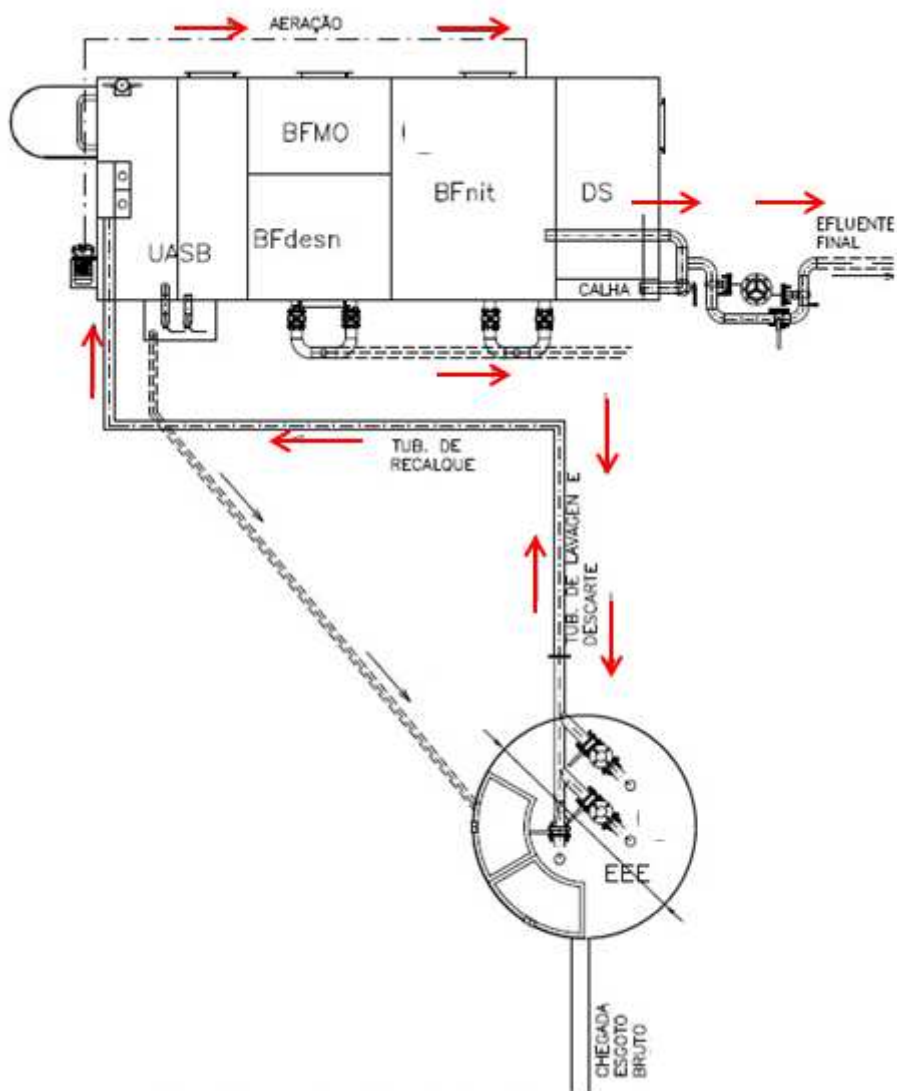


## MEMORIAL DESCRITIVO

### 2 FLUXOGRAMA DE TRATAMENTO

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o fluxograma da estação de tratamento de esgoto.

**Figura 1 - Fluxograma da estação de tratamento de efluente.**



O fluxograma da estação é composto pelas unidades descritas no Quadro 1:

**Quadro 1 - Unidades de tratamento que constituem a ETE**

<b>Unidade</b>	<b>Componentes</b>
Estação elevatória (EEE)	Poço e conjunto moto-bomba
Tratamento secundário	Reatores anaeróbios de manta de lodo e fluxo ascendente (UASB), Biofiltro de matéria orgânica (BFmo), Decantadores secundários (DS)
Tratamento Terciário	Biofiltros nitrificantes e desnitrificantes (BFn e BF desn), Desfosfatação (DESF), Reator ultravioleta (UV)
Tratamento do Gás	Queimador do biogás

Fonte: SANEVIX, 2014.

### **3 ETAPAS DO TRATAMENTO**

O processo de funcionamento da ETE UASB + BFmo + BFn + BFdesn+ DS + DESF + UV compreende as seguintes etapas de tratamento:

#### **3.1 SISTEMA DE PRÉ-TRATAMENTO**

#### **3.2 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO**

O esgoto bruto é encaminhado para a estação de recalque, onde é bombeado para o reator. A estação elevatória também recebe o lodo de lavagem dos filtros biológicos, na ocasião em que estes reatores forem submetidos à lavagem do meio granular. O lodo aeróbio é então bombeado para o reator, juntamente com o esgoto pré-tratado.

#### **3.3 REATOR ANAERÓBIO DE MANTA DE LODO E FLUXO ASCENDENTE (UASB)**

O esgoto é encaminhado para o reator UASB, o qual promove uma remoção média de matéria orgânica ( $DBO_5$ ) da ordem de 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) 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;

b) 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;

c) 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 afluente;

d) a fração líquida do substrato continua em fluxo ascendente através do decantador e deixa o reator através de tulipas;

e) 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.

O perfil de sólidos no reator varia de muito denso e com partículas granulares de elevada capacidade de sedimentação, próximas ao fundo (leito de lodo), até um lodo mais disperso e leve, próximo ao topo do reator (manta de lodo).

O cultivo de um lodo anaeróbio de boa qualidade é conseguido através de um processo cuidadoso de partida, durante o qual a seleção da biomassa é

imposta, permitindo que o lodo mais leve, de má qualidade, seja arrastado para fora do sistema, ao mesmo tempo em que o lodo de boa qualidade é retido.

O leito de lodo normalmente se desenvolve no fundo do reator e apresenta uma concentração de sólidos totais da ordem de 40 a 100 g ST/L. Usualmente, não se utiliza qualquer dispositivo mecânico de mistura, uma vez que estes parecem ter um efeito adverso na agregação do lodo, e, conseqüentemente, na formação de grânulos.

### 3.4 BIOFILTRO (BF)

#### 3.4.1 Biofiltro desnitrificante (BF<sub>desn</sub>)

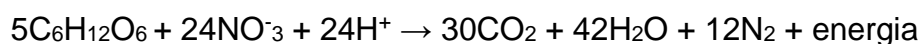
O processo de desnitrificação consiste na redução de nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ) a nitrogênio molecular ( $\text{N}_2$ ), essa redução acontece associada ao ganho de elétrons.

As bactérias heterotróficas utilizam carbono orgânico como fonte doadora de elétrons. As bactérias consideradas facultativas desnitrificantes são heterotróficas em ambiente anaeróbio e oxidam matéria orgânica utilizando nitrato – obtido no processo de nitrificação – como receptor terminal de elétrons.

Para que ocorra a desnitrificação é necessária uma fonte de carbono orgânico, tal como o carbono orgânico presente no próprio efluente do UASB na forma de DBO.

Neste processo, o oxigênio molecular ( $\text{O}_2$ ), estando presente no meio, funciona como inibidor. As bactérias desnitrificantes são anaeróbias facultativas e utilizam preferencialmente o oxigênio molecular que compete com o nitrato na função de receptor de elétrons. Dessa forma, a desnitrificação só pode ocorrer em ambiente anóxico.

A desnitrificação pode ser representada pela seguinte reação:



As bactérias desnitrificantes seguem, assim como no processo de nitrificação, a teoria de crescimento da biomassa em um meio suporte.

### **3.4.2 Biofiltro matéria orgânica (BF m.o.)**

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

Os biofiltros recebem o efluente anaeróbio (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 biofiltros é a remoção de compostos orgânicos e nitrogênio, 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 como reatores trifásicos compostos por:

**Fase sólida** - constituída pelo meio suporte e pelas colônias de micro-organismos 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.

O lodo produzido nos biofiltros é removido rotineiramente através de lavagens contra correntes ao sentido do fluxo, sendo enviado para a elevatória de esgoto bruto, que o encaminhará por recalque ao reator UASB para digestão e adensamento pela via anaeróbia.

A legislação ambiental brasileira tem dado especial atenção à remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo) pela possibilidade de ocasionar eutrofização dos corpos d'água.

### **3.4.3 Biofiltro nitrificante (BFnit)**

O biofiltro nitrificante possui funcionamento e configuração similar ao BFm.o, e recebe o esgoto proveniente deste último. Uma intensa atividade de nitrificação é observada no BFnit, devido à ausência de carbono orgânico, que

foi consumido no UASB e BFm.o., o que favorece o desenvolvimento das bactérias nitrificantes sem competição pelo oxigênio dissolvido.

Nas águas residuárias o nitrogênio pode se apresentar principalmente sob as seguintes formas: Reduzida (Nitrogênio Orgânico (Norg), Nitrogênio Amoniacal ( $\text{N-NH}_4^+$ ) ou oxidada (Nitrogênio Nitroso ( $\text{N-NO}_2^-$ ) e Nitrogênio Nítrico ( $\text{N-NO}_3^-$ )).

Conhece-se como “Nitrogênio de Kjeldahl” (Nkj ou NTK) o conjunto formado pelas formas reduzidas. Já o “Nitrogênio Total” representa o total das formas, reduzidas e oxidadas.

Os processos de remoção de Nitrogênio podem ser classificados em aqueles que fazem a oxidação de  $\text{NH}_4^+$  (em  $\text{N-NO}_2^-$  e  $\text{N-NO}_3^-$ ) e os que fazem a remoção completa deste nutriente.

O sistema de remoção de nitrogênio projetado pela SANEVIX corresponde à classificação de processos de biomassa aderida em um elemento suporte de área específica determinada. A diferença entre os processos com leito suspenso e os processos com biofilme é que o último dispensa o conceito de idade do lodo, devido ao elevado tempo de permanência das bactérias ativas dentro do sistema. Neste caso, os fatores limitantes do processo são o fornecimento e a difusão do oxigênio e nutrientes no interior do biofilme, onde se realiza efetivamente os processos de nitrificação e a disponibilidade de nitratos e carbono para os processos de desnitrificação.

#### **3.4.4 Sistema de aeração**

O sistema de aeração dá-se por ar difuso através de difusores porosos – Difusor circular de membrana – o qual é constituído de borracha de Etileno-Propileno-Dieno (EPDM), sendo o tamanho das bolhas caracterizadas como bolhas finas. O difusor é montado sobre uma base de PVC e é fixado pelas reentrâncias de fixação (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

**Figura 2 - Difusores de ar sobre a base de PVC**

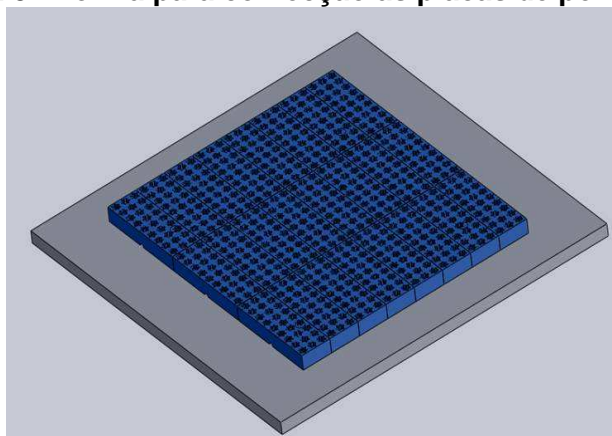
Fonte: SANEVIX, 2014.

A vantagem da aplicação deste tipo de difusor no Biofiltro Nitrificante é devido ao fato de ele aumentar a eficiência de transferência de oxigênio para o efluente, assim, o sistema de injeção de ar no BFN irá exigir menos energia.

#### **3.4.5 Material filtrante**

O material filtrante é composto por placas de polietileno, de 0,24 m<sup>2</sup> com ressaltos em sua superfície de 8 mm de diâmetro, área superficial de 491 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> e densidade aparente de 33 kg/m<sup>3</sup>.

O polietileno é um material resistente com uma vida útil projetada de no mínimo 50 anos. A utilização desse material foi uma ideia desenvolvida visando à sustentabilidade do uso de materiais que apresentam o maior tempo de vida útil, com menor impacto ambiental possível, bem como a reutilização de resíduos urbanos e industriais.

**Figura 3 - Forma para confecção as placas de polietileno.**

Fonte: SANEVIX, 2014.

### 3.5 DESFOSFATAÇÃO

O sistema de desfosfatação da SANEVIX ENGENHARIA tem como objetivo remover o fósforo presente em esgotos domésticos por meio de processos físico-químicos. A determinação do coagulante, bem como sua dosagem, deve ser feita através de ensaios laboratoriais com uma amostra do esgoto a ser tratado ou com características parecidas.

#### 3.5.1.1 Fósforo no Esgoto Sanitário

A importância do fósforo nos sistemas biológicos deve-se à sua participação em processos fundamentais do metabolismo dos seres vivos, tais como: armazenamento de energia (forma uma fração essencial da molécula de ATP) e estruturação da membrana celular (através de fosfolípidos) (ESTEVES apud PENETRA, 1998).

O fósforo presente nos esgotos sanitários pode ser oriundo de águas pluviais carreadoras de resíduos urbanos; de usos comerciais e industriais e de produtos de limpeza doméstica, como detergentes sintéticos (JENKINS & HERMANOWICZ, 1991). Ele pode-se apresentar na forma orgânica (P-orgânico) ou na forma inorgânica, em forma de ortofosfatos iônicos (P-orto). Dentre essas formas, o P-orto predomina em quantidade e assume maior relevância, pois é a principal forma assimilada pelos vegetais aquáticos e pode ser encontrado sob diferentes espécies iônicas, de acordo com o pH do meio, segundo a **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

**Tabela 1 - Ortofosfatos em função do pH**

Faixa de pH	Forma predominante
Abaixo de 2	$H_3PO_4$
2 – 7	$H_2PO_4^-$
7 – 12	$HPO_4^{2-}$
Acima de 12	$PO_4^{3-}$

A concentração de fósforo nos esgotos domésticos já foi analisada por vários autores e pode ser encontrada na Tabela 2.

**Tabela 2 - Concentração típica de fósforo em efluentes domésticos**

Referência	Faixa de concentração (mgP/L)	Valor Típico (mgP/L)
VON SPERLING (1996)	5 – 25	14

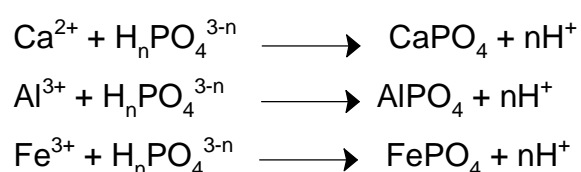


GONÇALVES (1994)	3,0 – 10,2	6,6
SILVA (2000)	7,7 – 11,7	9,7
ETE – MARINGÁ (Serra-ES)		
TCHOBANOGLOUS (1991)	4 – 15	8

Uma das soluções para remoção de fósforo dos esgotos domésticos é o tratamento químico, visando especificamente à remoção de fósforo, reduzindo sua carga de lançamento nos corpos d'água. Excelentes remoções de fósforo podem ser conseguidas utilizando coagulantes comuns, tais como o sulfato de alumínio e o cloreto férrico, apesar das alterações na qualidade e na quantidade do lodo produzido.

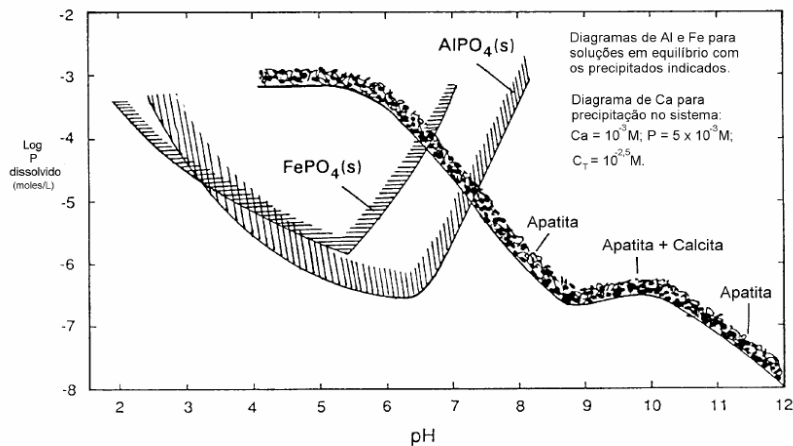
### 3.5.1.2 A química da remoção de fósforo

A remoção do fosfato das águas residuárias é possível a partir da precipitação do fosfato pela adição de um íon metálico, o que acarreta a formação dos fosfatos precipitados pouco solúveis. Este íon pode ser o cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), o ferro ( $\text{Fe}^{3+}$ ) ou o alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ). Os compostos normalmente empregados são a cal ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), o sulfato ou o cloreto de alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{AlCl}_3$ ) e o cloreto férrico ( $\text{FeCl}_3$ ). As reações que demonstram a formação dos fosfatos encontram-se a seguir:



As curvas de solubilidade do  $\text{FePO}_{4(s)}$  e de  $\text{AlPO}_{4(s)}$  têm formas similares, conforme a **Erro! Fonte de referência não encontrada..** A precipitação de fosfatos de ferro e alumínio pode ser realizada com grande eficiência numa faixa de pH entre 5 e 7, não sendo necessária a correção do pH após a adição dos sais metálicos. A cal consegue remover baixíssimas concentrações de fósforo, no entanto, é necessário um pH muito elevado, necessitando de uma correção do pH antes do efluente chegar ao corpo receptor.

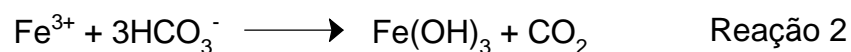
**Figura 4 - Solubilidade dos sais de fosfato em função do pH**



Os fatores que afetam a escolha de determinado produto químico, visando remoção de fósforo são (METCALF & EDDY, 1991):

- Concentração de fósforo afluente;
- pH e alcalinidade do afluente;
- Custo do produto químico (inclusive transporte);
- Fornecimento garantido do produto;
- Compatibilidade com outros processos.

Uma alcalinidade muito alta pode interferir no aumento da quantidade de coagulante devido a reações de competição entre formação de fosfatos e hidróxidos, conforme as reações 1 e 2 descritas abaixo:



Estas reações paralelas geram consumo de alcalinidade que, dependendo do poder tampão da água, podem acarretar queda do pH. Por este motivo, este tipo de precipitação é denominado “via ácida” de desfosfatação físico-química. São raros os casos no tratamento de esgotos em que a alcalinidade disponível é insuficiente devendo, nessas situações, ser adicionada. Outro aspecto importante é que as reações 1 e 2 podem ser consideradas parasitas, uma vez que contribuem para um consumo suplementar do reagente. Mesmo se teoricamente a relação molar é igual a 1 ( $\text{mol M}^{3+} / \text{mol PO}_4^{3-}$ ), se o objetivo de qualidade é inferior a 1 mgP/L, na

prática esta relação varia entre 1,5 e 3 ( $\text{mol M}^{3+} / \text{mol PO}_4^{3-}$ ) (GONÇALVES et al., 1994).

#### 3.5.1.3 Local de adição do produto

A adição de produtos químicos para a remoção de fósforo pode ser efetuada em diversos pontos da ETE. De acordo com o local onde o produto é aplicado, a precipitação é denominada:

- Pré-precipitação: quando o produto químico é adicionado antes do tratamento biológico e o fósforo é removido junto com o lodo primário;
- Co-precipitação: quando a adição do produto químico forma precipitados que são removidos junto com o lodo biológico, podendo ser aplicado no efluente do decantador primário, no tanque de aeração (num processo de lodos ativados), ou no efluente de um processo de tratamento biológico, antes do decantador secundário;
- Pós-precipitação: o produto químico é adicionado ao efluente do decantador secundário e os precipitados são removidos através de um sistema separado de sedimentação ou filtração.

### 3.6 DECANTADOR SECUNDÁRIO (DS)

O Decantador Secundário é a unidade que produz o polimento final no efluente tratado, propiciando a remoção de DQO,  $\text{DBO}_{5,20}$ , sólidos em suspensão (SS) e nutrientes, especialmente fosfatos e nitratos, a teores muito baixos, superiores a 90%.

O Decantador Secundário é a unidade em que 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 calhas coletoras.

Essa inclinação assegura a auto limpeza 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. Dessa forma, os lodos removidos pelo decantador acabam por se

precipitarem para o poço de lodo, onde permanecem acumulados até serem removidos através da abertura da descarga de fundo.

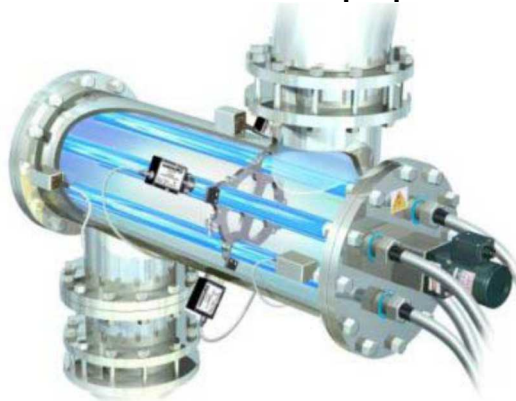
### 3.7 DESINFECÇÃO POR RAIOS ULTRAVIOLETA

Com o aumento da exposição humana a esgotos domésticos e efluentes contaminados, coloca-se a saúde em risco pela possibilidade de contato ou ingestão de água com organismos infecciosos como bactérias, vírus, protozoários e helmintos.

A desinfecção por radiação ultravioleta é um meio físico de destruir tais patógenos sem a utilização de produtos químicos desinfetantes.

No Reator UV, a Radiação Ultravioleta é gerada "in loco" por descarga elétrica através de lâmpadas de vapor de mercúrio (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Esta radiação penetra no corpo dos micro-organismos, altera seu código genético e impossibilita a reprodução destes, evitando a multiplicação de vírus e bactérias. As vantagens deste sistema podem ser observadas no Quadro 3.

**Figura 5 - Reator UV com destaque para as lâmpadas.**



Fonte: SNATURAL Ltda.

#### **Quadro 2 - Vantagens do sistema de desinfecção ultravioleta**

##### **VANTAGENS DO SISTEMA UV**

- UV é eficiente para inativar bactérias, vírus, esporos e cistos;
- UV é um processo físico que não utiliza/adiciona produtos químicos ao meio;
- Não tem necessidade de transporte, armazenamento, manuseio de produtos tóxicos ou corrosivos;
- Não há efeito residual que possa prejudicar humanos, meio ambiente ou vida

---

aquática;

- Não altera o pH ou qualquer propriedade físico-química da água;
  - Fácil e segura operação para o usuário;
  - Ocupa menos espaço que a instalação de outros métodos;
  - Precisa de menor tempo de contato com a água para controlar os patógenos;
  - Os organismos não criam resistência;
  - Ação rápida: 0,5 -5,0 seg. contra 20 - 40 min. no caso do cloro e/ou ozônio.
- 

Para o bom funcionamento do reator ultravioleta, faz-se necessário a manutenção da limpeza das lâmpadas de acordo com as instruções do manual do fabricante em anexo.

Além disso, destaca-se que a eficiência dos demais componentes da ETE a montante do reator UV deve ser observada com atenção, já que parâmetros tais como sólidos totais em suspensão acima de 30 mg/l, ferro e ácidos húmicos no efluente final podem prejudicar a desinfecção.

Ressalta-se que as lâmpadas são montadas em dispositivos especiais e localizadas de maneira que as pessoas não sejam expostas à radiação direta, portanto, deve-se manter a luz do equipamento desligada quando forem executados trabalhos de manutenção no mesmo.

### **3.8 DESIDRATAÇÃO DO LODO DE DESCARTE EM CAIXA DESAGUADORA**

A estação de tratamento de esgotos da Sanevix Engenharia possui uma única fonte de emissão de lodo – subproduto sólido do tratamento de esgotos – que se concentra no reator UASB. O excesso de lodo produzido no UASB (anaeróbio + aeróbio digerido) detém característica de lodo estabilizado, não requerendo, portanto, uma etapa posterior de digestão para tal subproduto.

A frequência média de retirada do excesso de lodo produzido no reator UASB é de um descarte mensal. Este processo dá-se por meio da abertura das válvulas de descarte de lodo, o qual é removido por meio de caminhão suga-fossa e encaminhado para aterro sanitário.

### 3.9 TRATAMENTO DO BIOGÁS

Um dos subprodutos da decomposição anaeróbia (Reator UASB) é a formação de vários gases, dentre os quais o gás metano, altamente inflamável.

Devido às características intrínsecas de cada gás, promove-se a queima controlada do mesmo em “Queimadores de Biogás”; este consiste num sistema de queima de forma constante e de ignição automática acompanhado de dispositivo de segurança do tipo corta-chama. Existe ainda, a possibilidade de reuso do biogás como fonte de energia.

## 4 CARACTERÍSTICAS DO AFLUENTE – ESGOTO BRUTO

As características físico-químicas típicas dos esgotos sanitários predominantemente domésticos, usualmente utilizadas em estudos e projetos, encontram-se apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3. Características físico-químicas dos esgotos sanitários domésticos.**

Parâmetro	Contribuição per capta (g/hab.d)		Concentração		
	Faixa	Típico	Unidade	Faixa	Típico
Sólidos totais	120-220	180		700-1350	1100
Em suspensão	35-70	60	mg/L	200-450	350
Fixos	7,0-14	10	mg/L	40-100	80
Voláteis	25-60	50	mg/L	165-300	320
Dissolvidos	85-150	120	mg/L	500-900	700
Fixos	50-90	70	mg/L	300-550	400
Voláteis	35-60	50	mg/L	200-350	300
Sedimentáveis	-	-	mg/L	44105	15
DBO <sub>5</sub>	40-60	50	mg/L	250-400	300
DQO	80-120	100	mg/L	450-800	600
DBO última	60-90	75	mg/L	350-600	450
Nitrogênio total	6,0-10,0	8,0	mg/L	35-60	45
Nitrogênio orgânico	2,5-4,0	3,5	mg/L	15-25	20
Amônia	3,5-6,0	4,5	mg NH <sub>3</sub> -N/L	20-35	25
Nitrito	0*	0*	mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N/L	0*	0*
Nitrato	0,0-0,2	0*	mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/L	0-1	0*
Fósforo	0,7-2,5	1,0	mgP/L	4,0-15	7,0
Fósforo orgânico	0,2-1,0	0,3	mgP/L	1,0-6,0	3,5
Fósforo inorgânico	0,5-1,5	0,7	mgP/L	3,0-9,0	5,0
pH	-	-	-	6,7-8,0	7,0
Alcalinidade	20-40	30	mg.CaCO <sub>3</sub> /L	100-250	200
Metais pesados	0*	0*	mg/L	traços	traços
Compostos orgânicos tóxicos	0*	0*	mg/L	traços	traços

\* Valores muito baixos. FONTE: Von Sperling (2005), Arceiva (1981), Pessoa & Jordão (1995), Qasim (1985), Metcalf&Eddy (1991), Cavalcanti et al (2001).

## 5 ESGOTO BRUTO E EFLUENTE FINAL

O efluente final produzido pela ETE UASB + BFN + BFDESN + BFm.o + DS + DESF + UV, atende ao padrão terciário de tratamento e apresenta as seguintes características:

**Tabela 4 - Características do afluente e efluente final**

Parâmetros	Unidade	Resultados analíticos		Resolução nº 430/2011VMP <sup>(2)</sup>
		Entrada <sup>(1)</sup>	Saída	
Sólidos totais	ml/L	300	< 30	*
DBO	mg/L	300	< 30	120
DQO	mg/L	600	< 60	---
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	60	< 20	20
Fósforo total	mg/L	10	≤ 1,5	
Coliformes termotolerantes	NPM/100ml	1x10 <sup>6</sup>	< 1x10 <sup>3</sup>	---

(1) Segundo a NBR 12209, item 5.2., "Todos os valores dos parâmetros acima devem ser determinados de investigação local de validade reconhecida. Na ausência e impossibilidade dessa determinação, podem ser usados valores na faixa de 45 DBO/hab.d a 60g DBO/hab.d, 90g DQO/hab. dia a 120g DQO/ d, 45g SS/hab. d a 70g SS/hab. D, 8g N/hab.d a 12g N/ hab.d, e 1,0g P/hab. dia 1,6g P/ hab. dia. Os valores adotados devem ser justificados."

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.

## 6 DESEMPENHO OPERACIONAL

O Desempenho operacional da ETE está apresentado na tabela abaixo:

**Tabela 5. Eficiências de SS, DBO<sub>5</sub> e DQO do UASB, BF e do DS.**

Parâmetro	Eficiências (%)			
	UASB	BF	DS	Total
DQO	70	72	0	90
DBO <sub>5</sub>	70	77	0	90
SS	70	69	52	90

## 7 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA ETE

O Quadro 3 apresenta os equipamentos utilizados na estação de tratamento de efluentes.

**Quadro 3. Relação e descrição dos equipamentos utilizados na ETE.**

<b>Equipamento</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Vazão</b>
Bombas da estação elevatória de esgoto	2	FLYGT	DP 3045 MT	1,05 l/s
Aerador	1	DOSITEC	DKM 120/20	16 Nm <sup>3</sup> /h
Bomba de recirculação	1	ROWA	SOLAR 3 MONO	1,8 m <sup>3</sup> /h
Bomba dosadora	1	DOSITEC	JCM-1	2 l/h



## **MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

### **8 PARTIDA DE REATORES DE MANTA DE LODO**

#### **8.1 INTRODUÇÃO**

A redução do período necessário à partida e à melhoria do controle operacional dos processos anaeróbios são fatores importantes para aumentar a eficiência e a competitividade dos sistemas anaeróbios de alta taxa. No entanto, é muito difícil uma discussão mais crítica das semelhanças, diferenças e vantagens dos diferentes sistemas aeróbios de alta taxa, em relação à partida, à operação e ao monitoramento, uma vez que o comportamento do processo depende fundamentalmente das características do esgoto a ser tratado.

A partida dos reatores anaeróbios pode ser definida como o período de transição inicial, marcado por instabilidades operacionais. Basicamente, a partida pode ser e três formas distintas:

Utilizando-se lodo de inóculo adaptado ao esgoto a ser tratado: A partida do sistema procede-se de forma rápida e satisfatória, não havendo a necessidade de aclimação do lodo;

Utilizando-se lodo de inóculo não adaptado ao esgoto a ser tratado: Nesse caso, a partir sistema passa por um período de aclimação, incluindo uma fase de seleção microbiana;

Sem a utilização do lodo de inóculo: Essa é considerada a forma mais desfavorável de proceder à partida do sistema, uma vez que haverá a

necessidade de se inocular o reator com os próprios microrganismos contidos no esgoto afluente. Como a concentração de microrganismos no esgoto é muito pequena, o tempo demandado para a retenção e seleção de uma elevada massa microbiana pode ser bastante prolongado (da ordem de 4 a 6 meses).

## **8.2 PRELIMINARES**

O sucesso da aplicação dos processos anaeróbios está condicionado ao atendimento de uma série de requisitos, os quais se relacionam principalmente à concentração e à atividade da biomassa presente, e também ao regime de mistura e padrão de fluxo do reator. Isso se todos os fatores ambientais (temperatura, pH, alcalinidade etc.) estiverem na faixa ótima.

Os objetivos mais comuns a serem alcançados na operação dos processos anaeróbios são o controle do tempo de detenção de sólidos, independentemente do tempo de detenção hidráulica, a prevenção de acumulação de sólidos suspensos inertes no reator e o desenvolvimento de condições favoráveis para o transporte de massa. Esses objetivos são via de regra alcançados a partir do projeto, da construção dos reatores bem elaborados, e de procedimentos adequados durante a partida e operação do sistema.

## **8.3 CONSIDERAÇÕES E CRITÉRIOS PARA A PARTIDA DO SISTEMA**

### ***8.3.1 Volume de inóculo para a partida do processo***

O volume de inóculo (lodo de semeadura) para a partida do sistema é usualmente determinado em função da carga biológica inicial aplicada ao sistema de tratamento.

A carga biológica ( $\text{kgDQO/kgSSV.d}$ ) é o parâmetro que caracteriza a carga orgânica aplicada ao sistema em relação à quantidade de biomassa presente no reator.

### **8.3.2 Partida e operação de reatores anaeróbios**

Os valores de carga biológica a serem aplicados durante a partida dependem essencialmente do tipo de inoculo empregado e da aclimatização deste ao esgoto a ser tratado. Quando possível, recomenda-se que a carga biológica para a partida seja determinada através de testes de atividade metanogênica específica do lodo. Na impossibilidade de realização de tais testes, são utilizadas cargas biológicas durante a partida do processo na faixa de 0,05 a 0,50 kgDQO/kgSSV.d.

Estas cargas iniciais deverão ser aumentadas gradativamente, em função da eficiência do sistema. A carga biológica, durante o regime permanente, pode atingir, de acordo com o tipo de afluente a ser tratado, valores em torno de 2,0 kg DQO/kgSSV.d.

### **8.3.3 Carga hidráulica volumétrica**

A carga hidráulica volumétrica equivale à quantidade (volume) de esgotos aplicados diariamente ao reator, por unidade de volume do mesmo.

A carga hidráulica produz pelo menos três diferentes efeitos sobre a biomassa do reator durante a partida do sistema:

A carga hidráulica retira toda a biomassa com características de sedimentação precária, criando, dessa maneira, espaço para a nova biomassa que está crescendo;

Com a retirada de parte da nova biomassa, que não possui boas propriedades de sedimentação, verifica-se uma seleção sobre a biomassa ativa;

A carga hidráulica tem grande influência sobre as características de mistura do reator, principalmente durante a partida do sistema.

### **8.3.4 Produção de biogás**

Nos reatores de manta de lodo a produção de biogás é muito importante para a boa mistura do leito de lodo. Entretanto, taxas muito elevada de produção de gás podem afetar negativamente a partida do processo, porque o lodo pode se expandir excessivamente em direção à parte superior do reator, sendo perdido juntamente com o efluente.

### **8.3.5 Temperatura**

A temperatura ideal de operação de reatores anaeróbios é na faixa de 30-35°C, quando o crescimento da maioria dos microrganismos anaeróbios é considerado ótimo. No caso do tratamento de esgotos domésticos, esta faixa de temperatura é dificilmente atingida, uma vez que a temperatura média dos esgotos afluentes ao sistema usualmente se situa na faixa de 20 a 26°C, dependendo da região brasileira.

Nestas condições sub-ótimas de temperatura, a partida de reatores anaeróbios se processará mais facilmente com a inoculação de suficientes quantidades de lodo anaeróbio, de preferência aclimatizado ao tipo de esgoto.

### **8.3.6 Fatores Ambientais**

Para uma partida ótima do sistema, é desejável que os fatores ambientais sejam favoráveis, de acordo com as seguintes diretrizes principais:

Quando possível, a temperatura no interior dos reatores deve ser próxima à faixa ótima de crescimento das bactérias anaeróbias (30-35°C). No caso do tratamento de esgotos domésticos, tais temperaturas não são factíveis de serem atingidas, fazendo com que a partida do sistema não se dê em condições ótimas de temperatura;

O pH deve ser mantido sempre acima de 6,2 e preferencialmente na faixa de 6,8 a 7,2;

Todos os fatores de crescimento (N, P, S e micronutrientes) devem estar presentes em quantidades suficientes;

Os compostos tóxicos devem estar ausentes em concentrações inibidoras. Caso contrário deve ser propiciado um tempo suficiente para a aclimatização das bactérias.

## **8.4 ACLIMATIZAÇÃO E SELEÇÃO DA BIOMASSA**

A primeira partida de um reator anaeróbio é um processo relativamente delicado. No caso dos reatores de manta de lodo, a remoção suficiente e contínua da fração mais leve do lodo é essencial, de forma a se propiciar a seleção do lodo mais pesado para crescimento e agregação do mesmo. As

principais diretrizes para a aclimatização e seleção da biomassa em reatores de manta de lodo são as seguintes:

- Não retornar ao reator o lodo disperso perdido juntamente com o efluente;
- Aumentar a carga orgânica progressivamente, sempre que a remoção de DBO/DQO atingir pelo menos 60%;
- Manter as concentrações de ácido acético entre 200 a 300 mg/L;
- Prover a alcalinidade necessária ao sistema, de forma a manter o pH próximo a 7.

*Para garantir o 1º item, devemos deixar o by-pass do UASB aberto por um período aproximado de 2 a 3 meses.*

## **8.5 PROCEDIMENTOS QUE ANTECEDEM A PARTIDA DE UM REATOR**

### **8.5.1 Caracterização do lodo de inoculo**

Definida a utilização de lodo de inoculo para a partida do reator, devem ser realizadas análises para a sua caracterização qualitativa e quantitativa, incluindo os seguintes parâmetros: pH, alcalinidade bicarbonato, ácidos graxos voláteis, sólidos totais (ST), sólidos voláteis totais (SVT) e atividade metanogênica específica (AME).

Além dos parâmetros referidos acima, deve-se proceder a uma caracterização visual e olfativa do lodo.

### **8.5.2 Caracterização do esgoto bruto**

A fim de se estabelecer à rotina de partida do reator anaeróbio, deve-se proceder a também uma campanha de caracterização qualitativa e quantitativa do esgoto bruto afluente ao sistema de tratamento.

## 8.6 ESTIMATIVA DO VOLUME DE LODO DE INOCULO NECESSÁRIO À PARTIDA DO REATOR

Com base nos resultados das análises de caracterização do lodo e do esgoto afluente ao sistema de tratamento, pode-se estimar o volume de inoculo necessário à partida do reator, conforme exemplificado a seguir:

### 🔵 **Exemplo:**

Estimar a quantidade de lodo necessária para a inoculação de um reator RAC, sendo conhecidos os seguintes elementos:

Vazão afluente: 11,0 L/s (adotada como média do período de medição)

Concentração dos esgotos: 600 mgDQO/l (adotada como média do período de caracterização)

Concentração de sólidos totais voláteis (STV) no lodo de inoculo: 3% (adotada como média das amostras analisadas)

Densidade do lodo de inoculo: 1030 kg/m<sup>3</sup>

Volume do reator: 316,80 m<sup>3</sup>

Carga biológica adotada durante a partida do reator: 0,10 kgDQO/kgSTV.d.

Solução:

### 🔵 **Carga orgânica aplicada (Lo)**

$L_p = Q_{\text{méd}} \times \text{Concentração de DQO total do esgoto} = 950,4 \text{ m}^3/\text{dia} \times 0,6 \text{ kgDQO/m}^3$

$L_o = 570,2 \text{ kgDQO/dia}$

### 🔵 **Massa de inoculo necessária (Mi)**

$M_i = \text{Carga orgânica aplicada} / \text{Carga biológica admissível}$

$M_i = (570 \text{ kgDQO/d}) / (0,1 \text{ kgDQO/kgSVT.d})$

$M_i = 5702 \text{ kg SVT}$

### 🔵 **Volume de inoculo resultante (Vi)**

$V_i = \text{Massa de inoculo} / (\text{Densidade do lodo} \times \text{Concentração de SVT})$

$V_i = 5702 \text{ kgSTV} / 1030 \text{ kgSTV/m}^3 \times 0,031$

$V_i = 178,58 \text{ m}^3$

Como o volume de inoculo necessário é relativamente elevado (178 m<sup>3</sup>), equivalente a aproximadamente 22 caminhões-tanque, pode-se avaliar a

possibilidade de não aplicação da carga orgânica total, desviando-se parte dos esgotos afluentes para extravasá-lo.

**OBS:** Usualmente, quando se trata de esgotos domésticos, adotamos uma faixa de 4 a 7 % do volume do reator, para calcular a quantidade de lodo a ser inoculado.

**Logo:**

Volume do Reator: 100 m<sup>3</sup>

Volume de lodo inculo: 6 m<sup>3</sup>

## **8.7 PROCEDIMENTOS DURANTE A PARTIDA DE UM REATOR ANAERÓBICO**

Os procedimentos durante a partida do reator referem-se principalmente à:

- Inoculação;
- Alimentação com esgotos;
- Monitoramento do processo.
- Apresentam-se nos itens seguintes alguns dos procedimentos adotados durante a partida de um reator de manta de lodo.

### ***8.7.1 Inoculação do reator***

A inoculação pode-se dar tanto com o reator cheio ou vazio, embora seja preferível a inoculação com o reator vazio, a altura manométrica (Hm), pode diminuir as perdas de lodo durante o processo de sua transferência. Para essa segunda situação, foram os seguintes procedimentos adotados:

Transferir o lodo de inculo para o reator, cuidando para que o mesmo seja descarregado no fundo do reator. Evitar turbulências e contato excessivo com o ar;

Deixar o lodo em repouso por um período aproximado de 12 a 24 horas, possibilitando a sua adaptação gradual à temperatura ambiente.

### **8.7.2 Alimentação do reator com esgotos**

Após o término do período de repouso, iniciar a alimentação do reator com esgotos, até que o mesmo atinja aproximadamente a metade de seu volume útil;

Deixar o reator sem alimentação por um período de 24 horas. Ao término deste período, e antes de iniciar uma próxima alimentação, coletar amostras do sobrenadante do reator e efetuar análises dos seguintes parâmetros: temperatura, pH, alcalinidade, ácidos voláteis e DQO. Caso estes parâmetros estejam dentro das faixas de valores aceitáveis, prosseguir o processo de alimentação. Valores aceitáveis: pH entre 6,8 e 7,4 e ácidos voláteis abaixo de 200 mg/l (como ácido acético);

Continuar o processo de enchimento do reator, até que o mesmo atinja o seu volume total (nível das tulipas);

Deixar o reator novamente sem alimentação por outro período de 24 horas. Ao término deste período, retirar novas amostras para serem analisadas e proceder como anteriormente;

Caso os parâmetros analisados estejam dentro das faixas estabelecidas, propiciar a alimentação contínua do reator, de acordo com a quantidade de inóculo utilizada e com a percentagem de vazão a ser aplicada;

Proceder ao aumento gradual da vazão afluente, inicialmente a cada 15 dias, de acordo com a resposta do sistema. Este intervalo poderá ser ampliado ou reduzido dependendo dos resultados obtidos.

## **9 ETAPAS DO TRATAMENTO**

### **9.1 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO (EEE)**

O esgoto é encaminhado para a estação de recalque de onde é bombeada para o Reator UASB. A estação elevatória também recebe o lodo de lavagem dos biofiltros e do decantador. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.**<sup>6</sup> apresenta um modelo de estação elevatória de esgoto da Sanevix.





**Figura 6. Modelo de Estação Elevatória de Esgoto (EEE) da Sanevix, constituído de 3 bombas.**

### **9.1.1 Limpeza da estação elevatória de esgoto**

A retirada dos sólidos do fundo da estação (EEE) é efetuada com auxílio de um caminhão limpa fossa. Para que não ocorra à entrada de grandes quantidades de sólidos inertes (como a areia) no Reator UASB, esta limpeza deve ser efetuada a cada 30 dias ou com maior frequência dependendo das características do esgoto.

Deve-se adotar como procedimento para limpeza do fundo da elevatória:

- 1º) Aguardar até que a lâmina d'água chegue ao seu mínimo, a fim de facilitar a visualização do fundo;
- 2º) Introduzir o mangote do caminhão limpa fossa até o fundo e fazê-lo percorrer toda a área da EEE;
- 3º) Enviar os resíduos para destino apropriado (aterro sanitário).

Obs: Não há necessidade de desligar as bombas ou interromper a chegada de esgoto para efetuar o procedimento citado.

Deve-se adotar como procedimento de limpeza do cesto da elevatória:

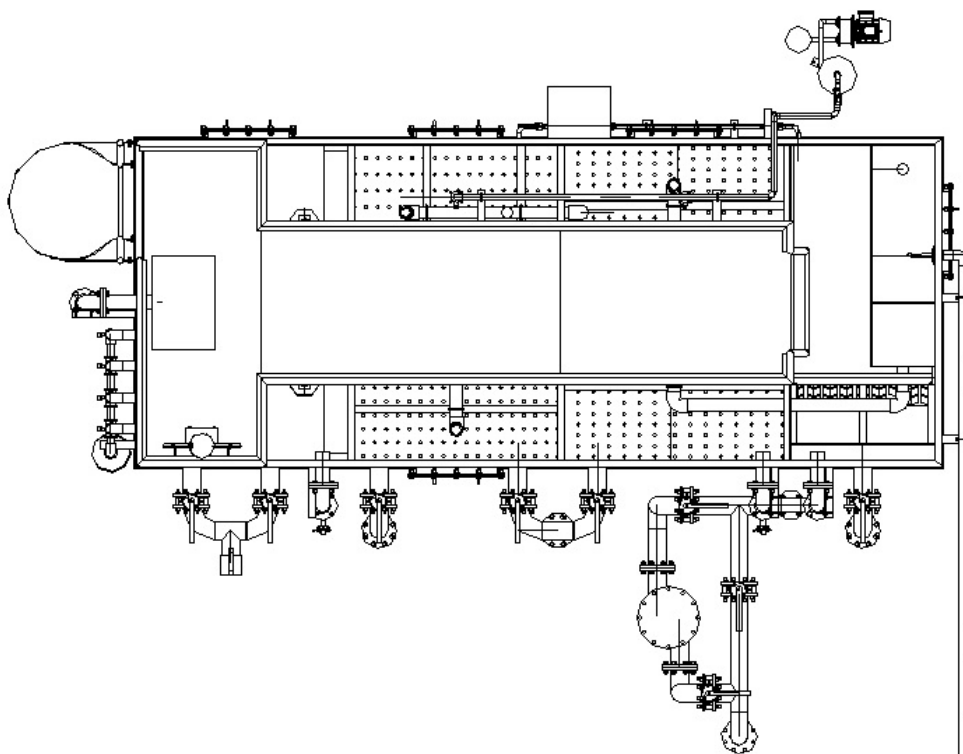
- 1º) Retirada do cesto por meio da corda de içamento;
- 2º) Retirada dos sólidos utilizando jato d'água e/ou escova;
- 3º) Acondicionamento dos resíduos nas caçambas para posterior destinação final (aterro sanitário).

### **9.1.2 Bombas da EEE**

Manter a EEE sempre limpa para evitar entupimento das bombas.

## 9.2 REATOR UASB

O esgoto bruto é encaminhado para as caixas de distribuição de onde desce até o fundo do Reator UASB através dos tubos de distribuição. Em seguida, o esgoto sobe passando pela manta de lodo onde ocorrem os processos de digestão anaeróbia. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** 7 ilustra a parte superior de um UASB.



**Figura 7. Planta do teto do UASB.**

### 9.2.1 Atividades de Limpeza

#### 9.2.1.1 Cesto da caixa receptora de esgoto bruto (caixa de entrada do UASB) e caixas de distribuição

Nas caixas receptora e de distribuição ocorre o acúmulo de areia e sólidos grosseiros. As caixas devem ser sempre limpas a fim de evitar a obstrução dos tubos de distribuição e favorecer os processos de tratamento posteriores.

*Obs: Todos os procedimentos devem ser executados fazendo uso de EPI's (Luva de borracha cano longo, botina de borracha e óculos de segurança).*

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.**8 apresenta o cesto da caixa receptora de esgoto bruto e a caixa de distribuição da ETE modelo Sanevix.



**Figura 8. Cesto da caixa receptora de esgoto bruto e caixa de distribuição do esgoto modelo Sanevix.**

#### *9.2.1.2 Sobrenadante*

Na camada superficial da parte líquida do reator UASB, pode ocorrer à incidência de sobrenadantes resultantes do acúmulo de espuma e outros materiais, os quais devem ser retirados através de peneiras, similares às usadas no processo de limpeza de piscinas.

Este procedimento deve ser constante da operação (diariamente), tendo em vista a necessidade de manter-se um aspecto limpo da ETE e a prevenção de danos causados pelo acúmulo de tais materiais.

#### *9.2.1.3 Câmara de gás*

Antes de iniciar a limpeza da câmara de gás deve-se atentar para os seguintes pontos:

- O queimador de gás deve ser desligado;
- A válvula de alimentação de gás deve ser fechada;
- Não é preciso parar o sistema nem by-passar nenhum compartimento;
- Realizar o procedimento utilizando os EPIs adequados (óculos, luva PVC, máscara), principalmente máscara com filtro VO, devido à toxicidade de alguns gases;

- A área deve ser devidamente sinalizada com indicação de possível presença de gás inflamável e tóxico.

A câmara de gás do reator deve ser limpa a cada 30 dias, para remoção da espuma existente na mesma, propiciando a livre circulação do gás através da tubulação que conduz até o queimador. Caso o efluente apresente elevada concentração de gordura, recomenda-se a limpeza a cada 15 dias.

A limpeza é feita através da abertura de sua tampa, retirando as porcas e as travas das tampas. Deve-se prender a alça da tampa com uma corda no guarda-corpo, para evitar que a mesma caia no reator. Uma das alternativas é realizar a limpeza com o auxílio de um caminhão suga-fossa introduzindo o mangote na câmara de gás, através da boca de visita, e sugar o sobrenadante. Outra opção é realizar a limpeza manual, retirando o sobrenadante com o auxílio de peneira ou similar.



**Figura 9. Tampa da boca de visita da câmara de gás – modelo Sanevix.**

Atenção: Esta limpeza deve ser executada com extremo cuidado, deixando-se a tampa da câmara de gás aberta por um período mínimo de 3 horas antes da execução da mesma, pois é importante que o gás (que é altamente combustível) seja previamente disperso na atmosfera, evitando assim o risco de explosão. Não usar ferramentas elétricas ou equipamentos que emitam faúlhas, e não fumar nos arredores da ETE.

Recomenda-se inspecionar o nível de  $H_2S$  na superfície próxima da boca de visita da câmara de gás, utilizando medidor de gases. Somente executar o serviço se a concentração desse gás estiver abaixo do máximo permitido por legislação.



Atentar para a perfeita vedação da câmara de gás, ao se fechar a boca de visita. Sugere-se trocar a borracha esponjosa adesiva de vedação sempre que a tampa for aberta.

### 9.3 BIOFILTRO E DECANTADOR

O polimento do efluente do Reator UASB é encaminhado para os BFs e depois para o DS.



Figura 10. Vista superior do BF e DS.

#### 9.3.1 Lavagem dos BF's

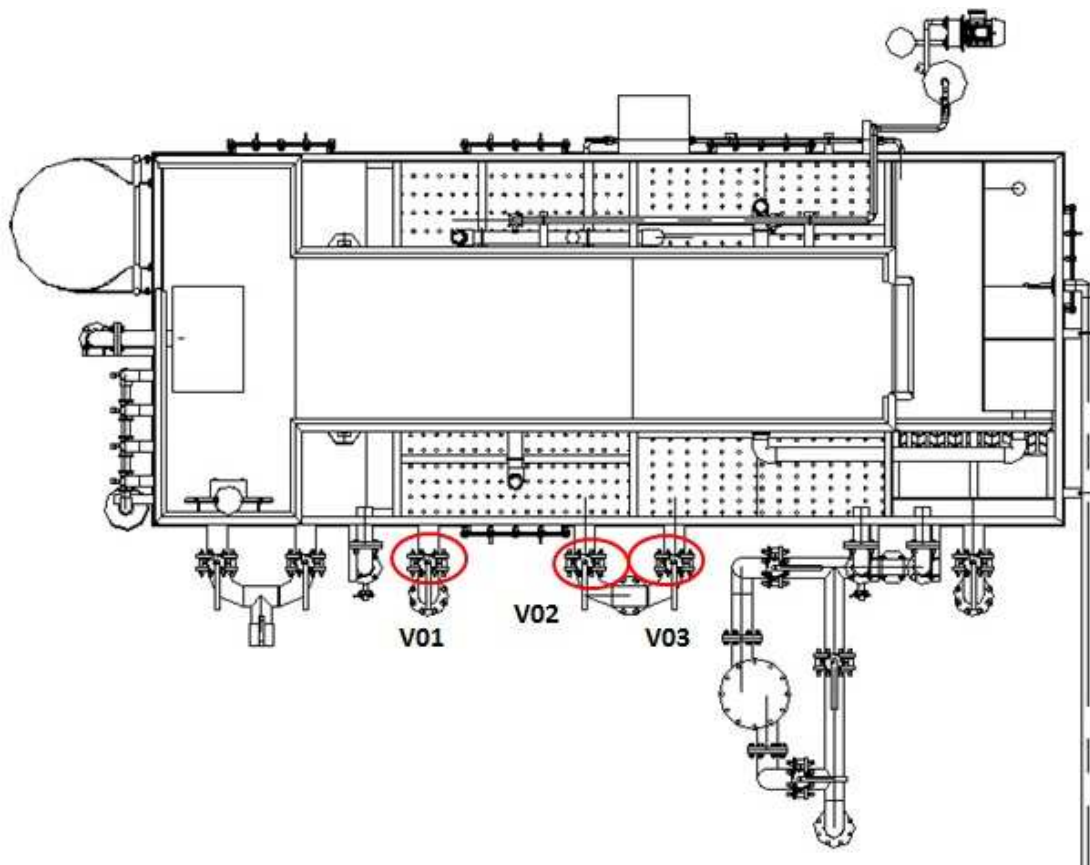
Os BF's devem ser lavados diariamente por um período de 5 a 7 minutos. No entanto, **deve-se atentar para a clarificação do efluente durante a lavagem**. Caso seja necessário, deve-se aumentar o tempo de lavagem e a frequência, até que o efluente saia claro na elevatória. A lavagem deve ser realizada no horário de menor vazão, que geralmente ocorrem as 7:00 e as 16:00 h.

#### Passo a Passo para as lavagens do BF.

- 1) Abrir válvula V01 do BFmo, até que o efluente saia claro na EEE..... fechar a V01;
- 2) Abrir válvula V02 do BFdesn, até que o efluente saia claro na EEE ..... fechar a V02;
- 3) Abrir válvula V03 do BFn, até que o efluente saia claro na EEE..... fechar a V02;

Fim do ciclo de lavagem do biofiltro.

**NOTA:** sugere-se adotar um tempo médio de 5 minutos, porém o mesmo deve ser alterado, até que o efluente saia claro na elevatória.



**Figura 11. Válvulas de lavagem dos biofiltros.**

### **9.3.2 Lavagem do decantador**

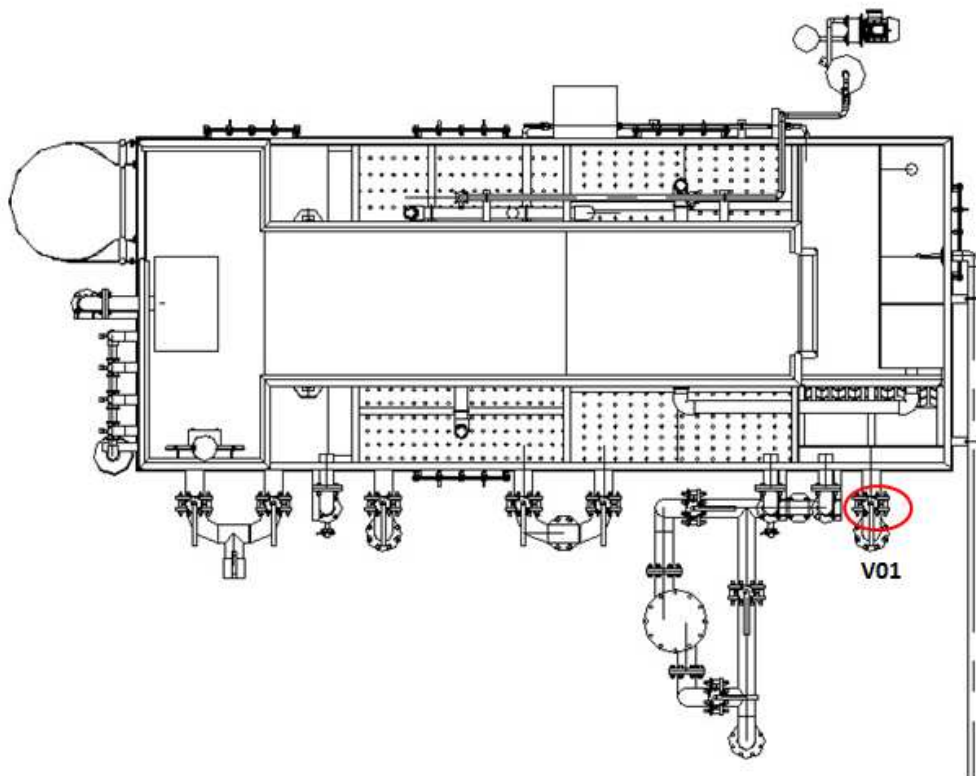
No decantador, a turbulência deverá ser mínima, para garantir uma melhor sedimentação e a retirada desse lodo decantado deverá ser frequente, impedindo assim que o decantador fique excessivamente sujo.

Ele também deve ser lavado diariamente por um período de 5 a 7 minutos. No entanto, **deve-se atentar para a clarificação do efluente durante a lavagem**. Caso seja necessário, deve-se aumentar o tempo de lavagem e a frequência, até que o efluente saia claro na elevatória

#### **Passo a Passo para as lavagens do decantador:**

- 1) Abrir válvula 01, até que o efluente saia claro na EEE.....fechar V01;  
Fim do ciclo de lavagem do decantador.

**NOTA:** sugere-se adotar um tempo médio de 5 minutos, porém o mesmo deve ser alterado, até que o efluente saia claro na elevatória.

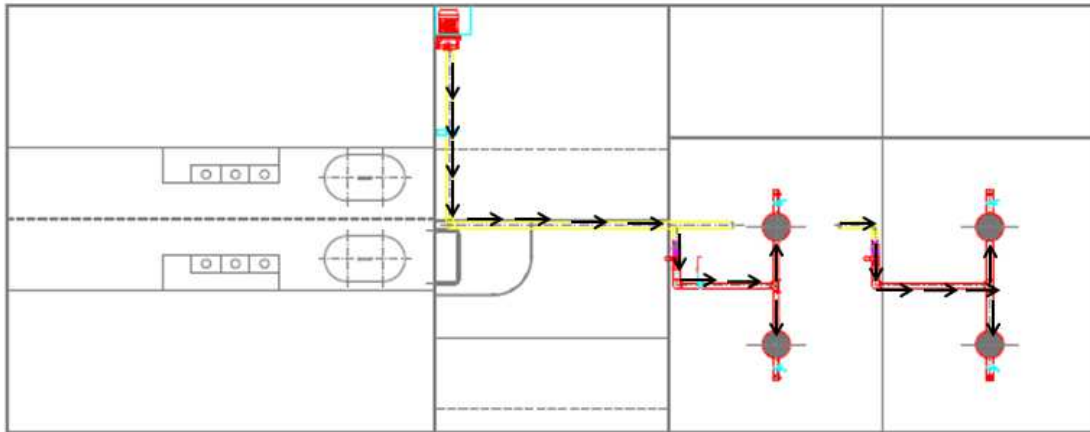


**Figura 12. Válvula de lavagem do decantador.**

#### **9.4 SISTEMA DE AERAÇÃO**

O BF dispõe de um sistema de aeração cujo ar é distribuído por todo sistema por meio de um aerador. É de fundamental importância que o aerador esteja ligado e o ar bem distribuído, para manter um ambiente propício ao crescimento do biofilme de bactérias aeróbias existentes no meio filtrante. Caso o ar tenha que ser interrompido, por um período superior a 2 dias, o procedimento adotado será a abertura do By-pass do UASB, para que se evite anaerobiose (falta de oxigênio).

Além disso, o sistema de aeração é constituído por uma bomba de anel líquido, portanto, a alimentação pela água é essencial para o funcionamento e refrigeração. Desta forma, a tubulação que interliga o recirculador de água para o aerador deve estar com o seu registro aberto.



**Figura 13. Distribuição de ar no biofiltro.**

#### **9.4.1 Aerador**

Nunca ligar o aerador, ainda que por pouco tempo, com a entrada de água de refrigeração fechada. Diariamente, efetuar a limpeza do filtro “Y” da entrada de água de refrigeração. Se o aerador desligar continuamente, comunicar-se imediatamente com o setor de suporte da Sanevix.

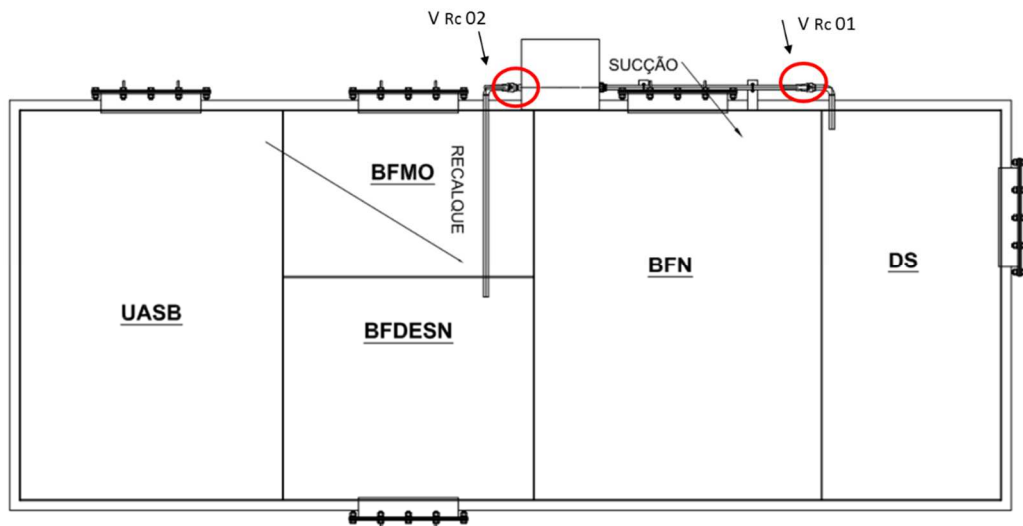


**Figura 14. Localização do Soprador**



## 9.5 SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO

Para realizar a remoção do Nitrogênio total, o efluente do BFn deve ser recirculado para o BFdesn. Deve-se atentar para o funcionamento da bomba de recirculação, mantendo a mesma ligada 24 horas por dia.



**Figura 15. Sistema de recirculação**

Caso seja necessário para a bomba de recirculação, deve-se fechar as válvulas  $V_{Rc01}$  e 02.

## 9.6 SISTEMA DE DESFOSFATAÇÃO

Para realizar a remoção do fósforo, o efluente do BFn deve ser passar por um vertedor retangular (caixa de desfosfatação) onde recebe o coagulante que irá promover a floculação do fósforo solúvel.

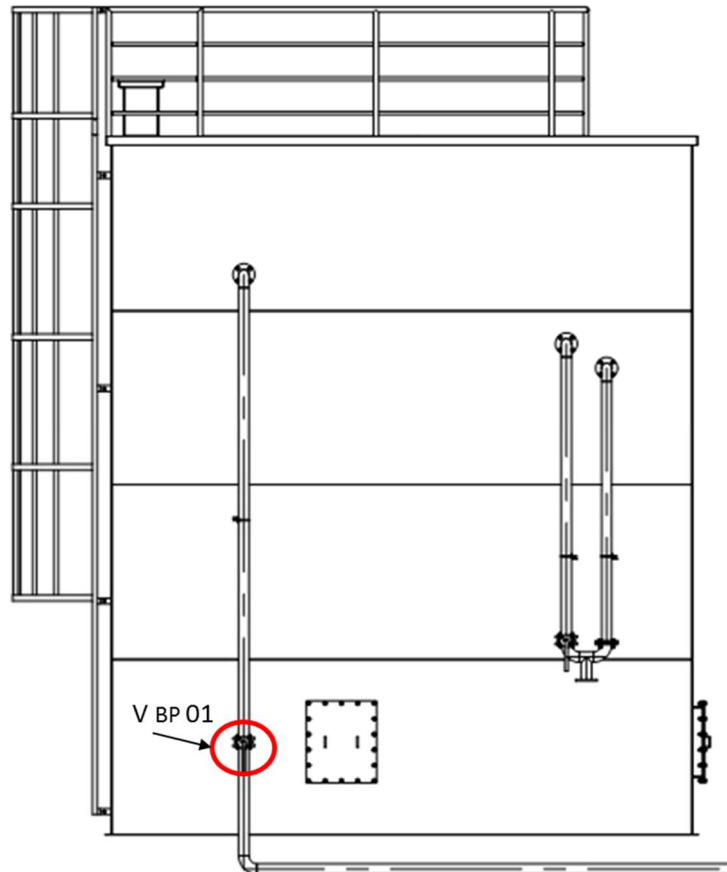
O coagulante fica armazenado em um tanque, dentro do dique de contenção e é bombeado para a caixa de desfosfatação. Deve-se atentar para o nível de coagulante armazenado no tanque, para evitar que falte o reagente.



**Figura 16. Dique de contenção do coagulante.**

## 9.7 BY-PASS

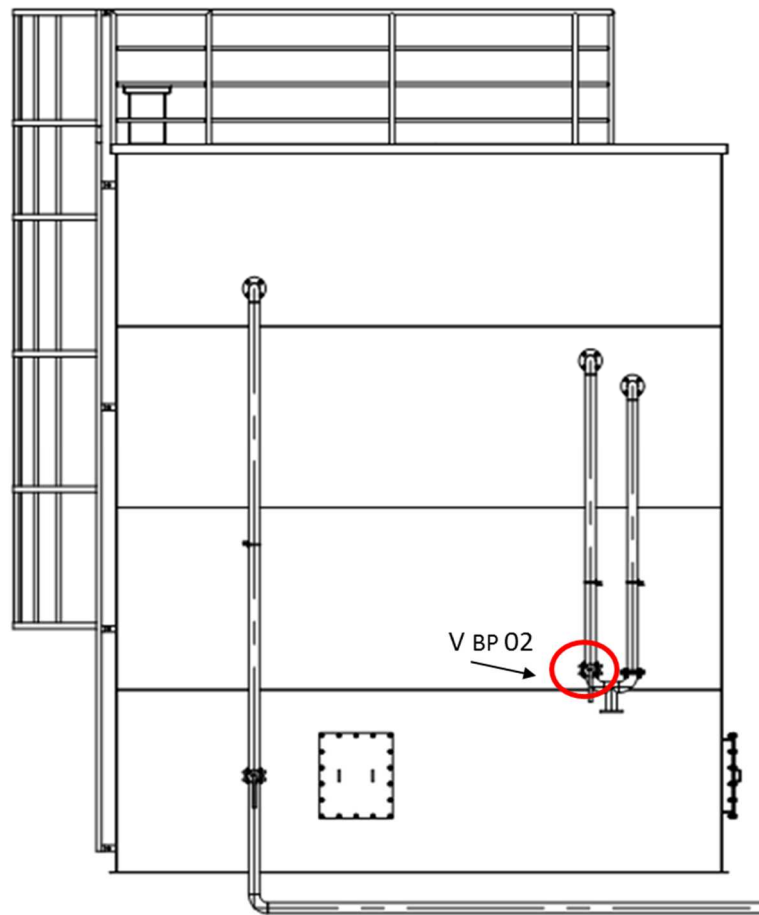
### 9.7.1 Bypass dos BFs



**Figura 17. By-pass BFN.**

O efluente do Reator UASB é encaminhado para o BFdesn. A Válvula  $V_{BP01}$  deve estar sempre fechada para alimentar o BF.

Para interromper a entrada de esgoto nos BFs e DS, deve-se abrir a válvula  $V_{BP01}$ , encaminhando o efluente do Reator UASB para o efluente final.

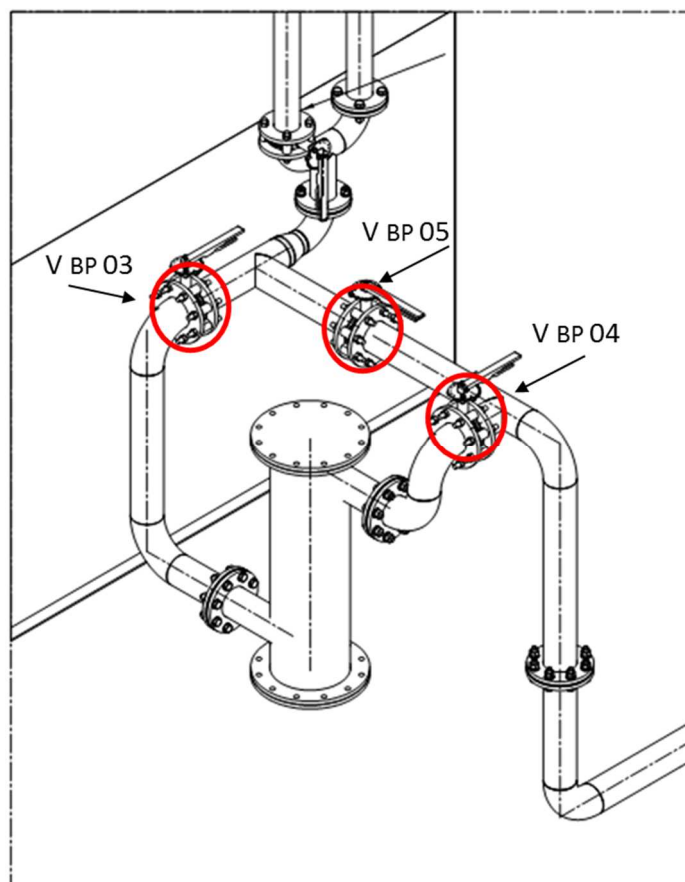
**9.7.2 Bypass DS**

**Figura 18. By Pass DS.**

O efluente do BF<sub>n</sub> é encaminhado para o DS. A Válvula V<sub>BP02</sub> deve estar sempre fechada para alimentar o DS.

Para interromper a entrada de esgoto no DS, deve-se abrir a válvula V<sub>BP02</sub>, encaminhando o efluente do BF<sub>n</sub> para o efluente final.

### 9.7.3 Bypass Reator UV



**Figura 19. By-pass Reator UV**

O efluente do DS é direcionado para o Reator UV. A válvula V<sub>BP03</sub> e a válvula V<sub>BP04</sub> devem estar sempre abertas, e a válvula V<sub>BP05</sub> fechada para realizar a desinfecção pelo Reator UV.

Caso seja necessário para a alimentação de esgoto no Reator UV, deve-se abrir a válvula V<sub>BP05</sub> e fechar as válvulas V<sub>BP03</sub> e 04.

## 9.8 REATOR ULTRAVIOLETA

A desinfecção do efluente é realizada pelo reator ultravioleta (Figura 20), onde a radiação ultravioleta é gerada "in loco" por descarga elétrica através de lâmpadas de vapor de mercúrio. Para identificação do funcionamento das lâmpadas, essas devem ser verificadas manualmente em um período mensal. É estritamente proibido verificar as lâmpadas com o reator ligado, pois a luz emitida pode causar danos visuais. Deve-se atentar para a

substituição das lâmpadas UV quando a mesma estiver queimada o ultrapassar sua vida útil, que segundo o fabricante é de aproximadamente 12.000 horas.



**Figura 20. Reator ultravioleta da estação.**

#### **9.8.1 Limpeza das lâmpadas do reator**

A limpeza das lâmpadas deve ser feita diariamente, através do volante do reator UV:

- 1) Girar o volante para a direita até o seu limite, sem forçá-lo;
- 2) No dia seguinte, girar o volante para a esquerda até o seu limite;
- 3) Repetir esse procedimento para as próximas limpezas.

### **9.9 QUEIMADOR DE GÁS**

O queimador de gás tem como finalidade queimar o gás coletado pela câmara de gás (Figura 21), isso quando tivermos quantidade suficiente de gás para queimarmos.

Como características técnicas, tem sua operação de forma simplificada, filtro tipo cartucho para reduzir o odor gerado pelo processo anaeróbico, ignição automática com centelhamento elétrico consecutivo, alimentação elétrica com tensão bi-volt 110/220v, fabricado em aço inox, projeto elétrico de

alta tensão seguro, não acumula água em seu interior e é de fabricação nacional com peças de reposição com pronta entrega

Esse equipamento necessita de alguns cuidados, como:

- Deve-se observar se a válvula de regulação da chama não está entupida;
- Deve-se abrir o registro agulha diariamente, para prevenir possível travamento. Fechando-o em seguida;
- Retirar a “camisa” do queimador, a cada quinze dias, para verificação dos cabos elétricos e conexões nos pontos de ignição.



**Figura 21. Queimador de Gás.**

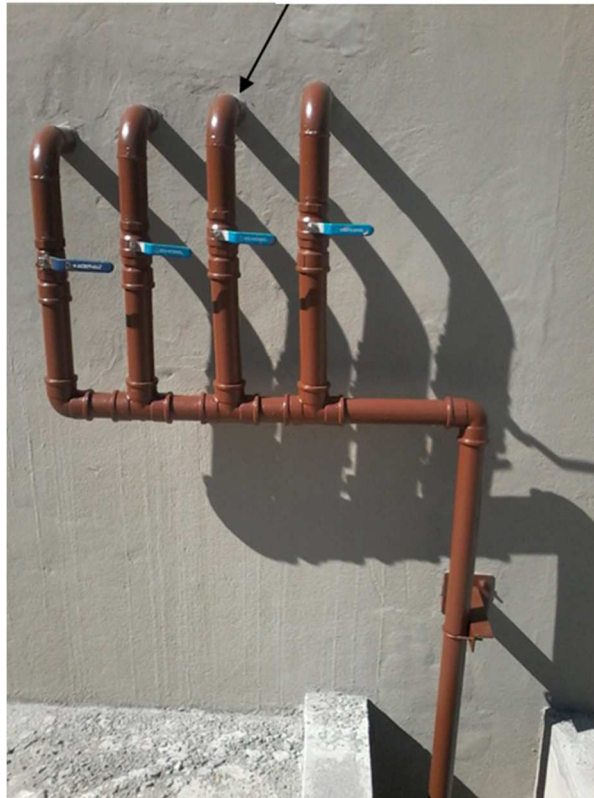
## **9.10 DESCARTE DE LODO**

No Reator UASB existe o desenvolvimento de um leito de lodo bastante concentrado junto ao fundo do reator. Acima do leito de lodo desenvolve-se uma zona de crescimento bacteriana mais dispersa, denominada manta de lodo que é a camada ativa, que realiza a remoção de matéria orgânica, como mencionado anteriormente.

O sistema de tomada de amostra (Figura 2222) destina-se ao monitoramento do nível da manta de lodo, que deve estar situada entre a 2ª e 3ª tomada da direita para esquerda.



Nível máximo de lodo



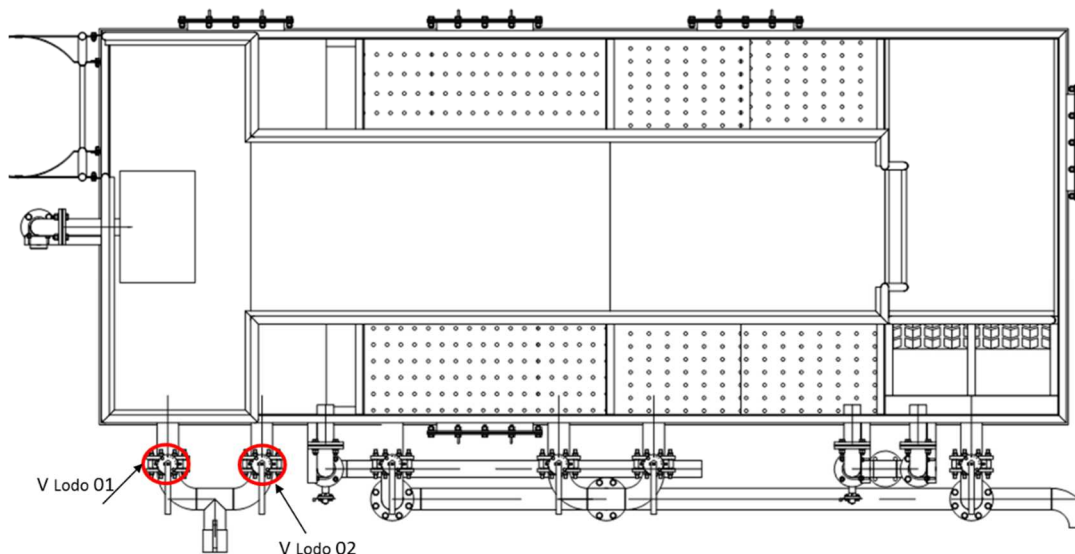
**Figura 22. Tomada de amostra de lodo.**

Diariamente, através da tomada de amostra no reator UASB, deve-se monitorar a altura da manta de lodo para não ultrapassar a altura de 3 metros (2ª tomada de amostra de cima para baixo). Quando a manta alcançar esta altura deverá ser feito o descarte do Lodo para a caixa desaguadora.

#### **9.10.1 Procedimento para descarte do lodo**

Para descartar p lodo do Reator UASB deve-se abrir a válvula que está a 1,20 m do fundo do reator, Válvulas  $V_{Lodo01}$  da Figura 23. O lodo descartado é retirado com auxílio de caminhão suga-fossa e destinado para aterro sanitário. A válvula  $V_{Lodo02}$  está na base da ETE, e pode ser aberta quando for preciso descarte a parte de baixo da manta de lodo.





**Figura 23. Válvulas de descarte de lodo do Reator UASB.**

**NOTA:** em caso de inóculo de lodo, o procedimento de descarte deve iniciar após 1 mês de operação da ETE. Se a ETE não tiver partido com o inóculo de lodo, o descarte só iniciará após 4 a 6 meses de operação. Deve-se atentar para o nível de lodo nas tomadas de amostras para definir o período ideal para início do descarte.

## 10 PRINCIPAIS PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO

Para o funcionamento e conservação ideal das ETE's Sanevix é indispensável seguir as medidas citadas neste manual, como as tarefas diárias dos operadores e os procedimentos operacionais, além de observar e seguir os manuais de instruções dos equipamentos elétricos da estação (Conjunto moto-bomba, Aerador, bombas dosadoras, etc.) visando a qualidade do tratamento e a limpeza da estação.

Como todo equipamento, a Estação de Tratamento de Esgoto, da Sanevix Engenharia, apesar de todos os cuidados quanto ao tratamento anticorrosivo, necessita de cuidados, para garantir sua maior durabilidade.

O tratamento de esgoto anaeróbio tem como um de seu subproduto o gás sulfídrico ( $H_2S$ ), esse gás reagindo com a água forma o ácido sulfúrico, que é altamente corrosivo, não só ao aço mais a vários materiais, inclusive a alvenaria.

Devido a esse fato devem ser tomadas algumas precauções para garantir a durabilidade estrutural da ETE. São essas:

- Fiscalizar diariamente o sistema de coleta e queima de gás do Reator, identificando e corrigindo possíveis vazamentos;
- Executar todos os procedimentos descritos no Manual de Operação, pois o não cumprimento das tarefas causa vários distúrbios no tratamento, formando o gás  $H_2S$  em locais não preparados para o mesmo, acelerando assim a degradação do meio;
- Evitar arranhar, bater, esfregar, usar qualquer produto que atinja diretamente o revestimento da ETE;
- Identificar e tratar possíveis pontos de corrosão que surgirem na ETE;

***Recomenda-se nas estações fabricadas pela Sanevix uma manutenção periódica a cada 2 anos das partes constituintes da estação (principalmente com relação à pintura da estação). É importante citar também que se deve observar e tratar os possíveis pontos de corrosão da ETE antes que eles se agravem.***

## 10.1 PROCEDIMENTOS REFERENTES AO TRATAMENTO ANTICORROSIVO

O Quadro 4 apresenta os procedimentos referentes ao tratamento anticorrosivo da estação de tratamento de esgoto.

**Quadro 4. Tratamento anticorrosivo aplicado na ETE.**

Parte da Estação	Tipo de Tratamento	Forma de Correção	Forma de Aplicação
Costado <sup>1</sup> externo da estação	Primer <sup>2</sup> + esmalte sintético	Lixar a parte afetada com lixa 36	Limpar a superfície, aplicar o primer, e o esmalte sintético na cor da Estação.
Costado interno, parte com contato direto com oxigênio	Primer + fiber glass <sup>3</sup> + alcatrão hulha	Lixar a parte afetada com lixa 36	Limpar a superfície, aplicar o primer, fiberglass e alcatrão
Costado interno UASB, parte submersa	Primer + alcatrão hulha	Primer + alcatrão hulha + fiber glass <sup>3</sup>	Limpar a superfície, aplicar o primer e alcatrão.
Costado interno dos Biofiltros e DS	Primer + fiber glass <sup>3</sup> + alcatrão hulha	Lixar a parte afetada com lixa 36	Limpar a superfície, aplicar o primer, fiberglass e alcatrão

Vigas do teto	Primer + fiber glass <sup>3</sup> + alcatrão hulha	Primer + fiber glass <sup>3</sup> + alcatrão hulha	Limpar a superfície, aplicar o primer, fiberglass e alcatrão.
Guarda corpo	Primer <sup>2</sup> + fibra + esmalte sintético	Lixar a parte afetada com lixa 36	Limpar a superfície, aplicar o primer, e o esmalte sintético na cor Amarelo Segurança.

1 – Costado: Parede formada pelas chapas de aço.

2 – Primer: Tinta de fundo.

3 – Fiberglass: tratamento que consiste na aplicação de resina e fibra de vidro.

*Obs: Sendo de entendimento de todos, ficam os procedimentos acima diretamente relacionados com a Garantia do Produto.*

## 11 PRINCIPAIS PROBLEMAS E SOLUÇÕES

### 11.1 REATOR UASB

**Quadro 5. Principais problemas, causas e soluções propostas para o reator UASB.**

PROBLEMAS	POSSÍVEIS CAUSAS	SOLUÇÕES
Odores desagradáveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sobrecarga orgânica elevadas concentrações de matéria orgânica no afluente;</li> <li>- Sobrecarga hidráulica, picos de vazões afluentes;</li> <li>- Presença de compostos tóxicos no esgoto;</li> <li>- Concentrações de ácidos voláteis excessivas no reator;</li> <li>- Baixas temperaturas do esgoto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localizar e eliminar as fontes de contribuição de matéria orgânica em excesso ou reduzir cargas mediante diminuição da vazão afluente;</li> <li>- Limitar vazões afluentes ao reator ou equalizar vazões em indústrias;</li> <li>- Localizar e eliminar as fontes de emissão de compostos tóxicos;</li> <li>- Elevar alcalinidade e manter o pH próximo de 7,0 mediante adição de cal hidratada;</li> <li>- Avaliar possibilidade de cobrir o reator.</li> </ul>

Elevadas concentrações de sólidos suspensos no efluente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sobrecarga hidráulica com redução do tempo de detenção;</li> <li>- Elevadas concentrações de sólidos suspensos no afluente;</li> <li>- Excesso de sólidos no reator.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localizar e eliminar as fontes de contribuição de matéria orgânica em excesso ou reduzir cargas mediante diminuição da vazão afluente;</li> <li>- Avaliar possibilidade de remoção de sólidos a montante do reator;</li> <li>- Realizar descartes de sólidos do reator.</li> </ul>
Reduzida produção do biogás	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vazamento na tubulação de gás;</li> <li>- Entupimento na tubulação de gás;</li> <li>- Presença de compostos tóxicos no esgoto;</li> <li>- Concentrações de ácidos voláteis excessivas no reator;</li> <li>- Baixas temperaturas do esgoto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localizar o vazamento e realizar a vedação;</li> <li>- Proceder ao desentupimento da tubulação através de um tubo guia;</li> <li>- Localizar e eliminar as fontes de emissão de compostos tóxicos;</li> <li>- Elevar alcalinidade e manter o pH próximo de 7,0 mediante adição de cal hidratada;</li> <li>- Avaliar possibilidade de cobrir o reator.</li> </ul>
- Baixa eficiência na remoção de matéria orgânica (DBO, DQO e SS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sobrecarga orgânica, elevadas concentrações de matéria orgânicas no afluente.</li> <li>-Sobrecarga hidráulica, picos de vazões afluentes.</li> <li>-Presença de compostos tóxicos no esgoto.</li> <li>- Concentrações de ácidos voláteis excessivas no reator</li> <li>- Baixa temperatura do esgoto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localizar e eliminar as fontes de contribuição de matéria orgânica em excesso ou reduzir cargas mediante diminuição da vazão afluente.</li> <li>- Limitar vazões afluentes ao reator ou equalizar vazões em indústrias.</li> <li>- Localizar e eliminar as fontes de emissão de compostos tóxicos.</li> <li>- Elevar alcalinidade e manter o pH próximo de 7,0 mediante adição de cal hidratada;</li> <li>- Avaliar a possibilidade de cobrir o reator.</li> </ul>
Proliferação de insetos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espessa camada de espuma flutuante, constituída por óleos e graxas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicação de dosagens moderadas de inseticida, para não perturbar o funcionamento do reator.</li> </ul>
Expansão excessiva da manta de lodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sobrecarga hidráulica, picos de vazões afluentes;</li> <li>- Reinicialização do processo após longos períodos de paralisação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limitar vazões afluentes ao reator ou equalizar vazões em indústrias;</li> <li>- Dosar cargas volumétricas (pequenas) durante a reinicialização do reator.</li> </ul>

## 11.2 BIOFILTRO

**Quadro 6. Principais problemas, causas e soluções propostas para o Biofiltro.**

PROBLEMAS	POSSÍVEIS CAUSAS	SOLUÇÕES
Elevadas concentrações de sólidos suspensos no efluente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perda do biofilme/deficiência da lavagem</li> <li>- Perda de biofilme/toxicidade</li> <li>- Elevadas concentrações de sólidos suspensos no afluente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lavagens prolongadas do BAS, lavar com mais frequência, aumentar cargas hidráulicas de ar e água durante a lavagem;</li> <li>- Localizar e eliminar as fontes de emissão de compostos tóxicos;</li> <li>- Avaliar possibilidade de remoção de sólidos a montante do reator.</li> </ul>
Aumento excessivo da perda de carga hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sobrecarga orgânica ou hidráulica;</li> <li>- Lavagem deficiente;</li> <li>- Distribuição de ar deficiente;</li> <li>- Aeração em excesso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localizar e eliminar as fontes de contribuição de matéria orgânica em excesso ou reduzir cargas mediante diminuição da vazão afluente;</li> <li>- Lavagens prolongadas do BAS, lavar com mais frequência, aumentar cargas hidráulicas de ar e água durante lavagem;</li> <li>- Avaliar funcionamento do sistema de distribuição de ar (possível entupimento);</li> <li>- Reduzir taxa de aeração.</li> </ul>
- Baixa eficiência na remoção de matéria orgânica (DBO, DQO e SS).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sobrecarga orgânica, elevadas concentrações de matéria orgânicas no afluente.</li> <li>- Sobrecarga hidráulica, picos de vazões afluentes.</li> <li>- Presença de compostos tóxicos no esgoto.</li> <li>- Baixa temperatura do esgoto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localizar e eliminar as fontes de contribuição de matéria orgânica em excesso ou reduzir cargas mediante diminuição da vazão afluente.</li> <li>- Limitar vazões afluentes ao reator ou equalizar vazões em indústrias.</li> <li>- Localizar e eliminar as fontes de emissão de compostos tóxicos.</li> <li>- Avaliar a possibilidade de cobrir o reator.</li> </ul>

Odores desagradáveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sobrecarga orgânica, elevadas concentrações de matéria orgânica no afluente;</li> <li>- Sobrecarga hidráulica, picos de vazões afluentes;</li> <li>- Presença de compostos tóxicos no esgoto;</li> <li>- Distribuição de ar deficiente;</li> <li>- Baixas temperaturas do esgoto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localizar e eliminar as fontes de contribuição de matéria orgânica em excesso ou reduzir cargas mediante diminuição da vazão afluente;</li> <li>- Limitar vazões afluentes ao reator ou equalizar vazões em indústrias;</li> <li>- Localizar e eliminar as fontes de emissão de compostos tóxicos;</li> <li>- Avaliar funcionamento do sistema de distribuição de ar (possível entupimento);</li> <li>- Avaliar possibilidade de cobrir o reator.</li> </ul>
----------------------	---	---

## 12 FERRAMENTAS NECESSÁRIAS

É de fundamental importância que o operador das ETE's, possua uma caixa de ferramentas composta por:

### Ferramentas

Jogo de chaves combinadas de 6 mm á 28 mm, arco de serra, jogo de chaves de fenda e *philips*, martelo, chave de grifo 24'', alicate universal, carrinho de mão, balde, rastelo, pá e enxada.

### Equipamentos Proteção Individuais

Luva de borracha cano longo, bota de borracha, luva de pano, álcool iodado (proporção de 1L/50mL), máscara, capa de chuva e macacão.

## 13 TAREFAS DIÁRIAS DO OPERADOR

Para uma boa manutenção da ETE o operador, diariamente, atentar para os seguintes fatos:

- 1) Limpeza da elevatória e caixas distribuidoras;
- 2) Lavagem do cesto da caixa receptora de esgoto bruto;
- 3) Verificar a condição de funcionamento do sistema de aeração;
- 4) Verificar a altura da manta de lodo pelas tomadas de coleta de lodo nas câmaras do Reator UASB;
- 5) Observar a existência de vazamentos do Biogás para o interior do reator;
- 6) Verificar se o sistema de coleta e queima do gás não está obstruído;

- 7) Manter sempre à queima do gás, pois dessa forma evitamos o aumento da corrosão do tanque.
- 8) Executar os procedimentos de manutenção caso haja a necessidade;
- 9) Ficar atento a qualquer alteração na cor e/ou odor no tratamento do efluente;
- 10) Sempre manter o local limpo;
- 11) Na ocorrência de alguma anormalidade no tratamento, favor comunicar imediatamente a Sanevix Engenharia: Tel: (27) 3038-4122.

## **PLANO DE MONITORAMENTO**

A definição dos usos propostos para o corpo de água, o conhecimento dos riscos à saúde da população, os danos aos ecossistemas, a toxicidade das substâncias químicas, os processos industriais e as medidas de vazão somam algumas das informações básicas necessárias para se definirem a metodologia de coleta, a escolha dos pontos de amostragem e a seleção de parâmetros. Sem isso, qualquer programa para avaliar a qualidade ambiental pode gerar dados distorcidos sobre a realidade, favorecendo decisões errôneas.

O objetivo da amostragem e das análises não é a obtenção de informações sobre alíquotas, mas, sim, a caracterização espacial e temporal do corpo d'água amostrado.

O período de amostragem depende do regime de variação da vazão, da disponibilidade de recursos econômicos e dos propósitos do programa de amostragem.

Atualmente, os técnicos dos laboratórios de análise contam com aparelhos de alta tecnologia e precisão para a execução dos trabalhos. No entanto, de nada adiantará se as amostras a serem analisadas não forem representativas das condições reais e/ou não forem devidamente conservadas.

## **14 TIPOS DE COLETA DE AMOSTRAS**

### **14.1 AMOSTRAS SIMPLES**

Representam somente as características da água residual para o instante da amostragem e, na maioria dos casos, podem não ser representativas de um período prolongado, posto que, estas características variam com o tempo. É mais desejável quando o fluxo de água residual não é contínuo; quando a descarga de contaminantes é intermitente; quando a característica dos resíduos é relativamente constante ou quando o parâmetro que se vai analisar pode mudar de maneira significativa durante o período de amostragem.



Em geral, usam-se amostras simples para análises de OD (oxigênio dissolvido), cloro residual, temperatura, pH, alcalinidade e acidez, coliformes, graxas e óleos.

#### **14.2 AMOSTRAS COMPOSTAS OU MISTURAS DE AMOSTRAS SIMPLES**

Asseguram representatividade e detectam efeitos da descarga variável dos diferentes contaminantes. As amostras compostas são preferíveis quando se deseja conhecer resultados médios. A amostra composta é uma mistura de amostras individuais proporcionais à vazão instantânea, para o efeito de tomar amostras simples a intervalos constantes de tempo, armazena-se apropriadamente em um refrigerador e, ao final do período de amostragem, misturam-se em proporção direta à vazão avaliada em cada instante de amostragem. O intervalo entre uma coleta e outra deve ser o menor possível, sendo o ideal entre 10 a 15 min. O período de tempo para a coleta composta deve ser igual ao período de funcionamento da estação durante um dia de trabalho.

#### **15 ESCOLHA DO TIPO DE COLETA DE AMOSTRAS**

A coleta simples restringe-se a recolher um determinado volume de amostra instantaneamente. O volume de amostra vai depender das análises a que ela se destina.

A coleta composta é realizada recolhendo-se, em intervalos programados ao longo de um dado período, uma determinada porção de amostra. O volume de cada porção única é variável de acordo com o tempo total em que se deseja efetuar a amostragem e com o volume final de amostra a ser obtido.

Caracterizando os tipos de coletas, é preciso considerar quando necessário usar uma ou outra. Para os testes de rotina, ou seja, as análises diárias que são realizadas nas estações, a coleta simples é suficiente, pois os resultados são comparativos. A coleta composta, por sua vez, é indicada quando desejamos valores mais representativos do efluente a tratar.

## **16 SELEÇÃO DE PONTOS E FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM**

Para localização dos pontos de amostragem, deve-se considerar o objetivo que se pretende alcançar. Assim, se o objetivo é detectar violação dos padrões de qualidade, são escolhidos pontos onde a probabilidade de ocorrência destas violações seja maior. Por outro lado, se o principal objetivo consiste em determinar o dano que a poluição esta ocasionando aos seres humanos, à vida aquática e aos usos do curso de água, devem ser estabelecidos locais de amostragem em torno do(s) ponto(s) de lançamento.

Recomenda-se que as amostragens, com finalidade de controle, sejam realizadas, no mínimo, mensalmente, devendo-se analisar estatisticamente os dados obtidos.

### **16.1 PONTOS DE AMOSTRAGEM NO CORPO RECEPTOR**

Na prática, é importante que sejam definidos, no mínimo, dois pontos de amostragem para referência no corpo de água receptor. Um deve estar localizado imediatamente acima do local de lançamento, livre de sua interferência, e outro, abaixo deste.

### **16.2 PONTOS DE AMOSTRAGEM NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO**

Os pontos de amostragem na estação vão depender da etapa de tratamento que se quer avaliar. Caso o objetivo seja avaliar a qualidade do efluente em cada unidade separadamente, as coletas deverão ser realizadas na entrada e na saída de cada etapa de tratamento. Para a comparação do afluente e efluente da estação por completa, a coleta do afluente (efluente bruto) deve ser executada na tubulação de chegada da estação, e do efluente tratado na tubulação de saída, posterior a última etapa de tratamento.

## **17 PARÂMETROS A SEREM ANALISADOS**

Os parâmetros a serem determinados são os previstos na legislação federal e estadual em vigor. Entretanto alguns parâmetros (Quadro 7) são

analisados para o monitoramento de rotina, estes por sua vez, são determinados de acordo com o conhecimento das características dos processos e atividades realizadas que produzem o efluente. O planejamento da amostragem deve ser feito, visando à detecção, determinação e controle de riscos ambientais, sociais e econômicos.

**Quadro 7. Parâmetros usualmente utilizados para o monitoramento de rotina.**

Parâmetro	Unidade
Vazão afluyente	m <sup>3</sup> /h
Sólidos Totais	mg/l
Sólidos Sedimentáveis	mg/l
DQO	mgO <sub>2</sub> /l
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l
NTK*	mg/l
N-NH <sub>4</sub> *	mg/l
P total*	mg/l
P-PO <sub>4</sub> *	mg/l
PH	-
Temperatura	° C
Coliformes Fecais	NMP/100 ml
Coliformes Totais	NMP/100 ml

\* Parâmetros que podem afetar o corpo receptor, devendo ser monitorados segundo orientação do órgão ambiental.

## 18 CUIDADOS NECESSÁRIOS PARA COLETA DAS AMOSTRAS

Nos dois tipos de coleta são necessários os seguintes cuidados:

- Os frascos de coleta devem ser limpos e secos. Para análise microbiológica, o frasco deve ser esterilizado, a quantidade de amostra é de 100 ml, já para análise físico-química o frasco não precisa ser estéril e a quantidade de amostra é de 2 l;
- Antes de iniciar a coleta, os frascos devem ser enxaguados três vezes com a própria amostra;
- As amostras coletadas não devem incluir partículas grandes, folhas, detritos ou outro tipo de material estranho coletado acidentalmente, exceto no caso de sedimento de fundo;

- Não devem ser coletadas amostras junto às paredes ou próximos ao fundo do tanque, o ideal é procurar um ponto intermediário representativo da massa líquida;
- Deve-se ter cuidado para não tocar a parte interna dos frascos e equipamentos de coleta, ou ainda evitar sua exposição a pó, fumaça e outras impurezas que possam ser grande fonte de contaminação, tais como: gasolina, óleo e fumaça de exaustão de veículos. Desta forma recomenda-se que o pessoal responsável pela coleta das amostras use luvas plásticas não-coloridas, preferencialmente cirúrgicas;
- Como as cinzas e fumaça de cigarro podem ser fontes de contaminação, principalmente em relação a metais pesados, fosfatos, amônia e outras substâncias, é recomendável que os coletores não fumem durante a coleta;
- Os frascos devem ser devidamente identificados, constando nos rótulos a data, a hora, a origem da amostra, as análises a que se destina (se foi conservada ou não) e o nome do responsável pela amostragem;
- Deve-se evitar a realização de coletas em condições adversas, tais como, dias chuvosos, alterações marítimas (estações em regiões litorâneas), entre outras;
- A amostra deve ser transportada até o laboratório, garantindo sua integridade e preservação, e no tempo necessário para que a análise ocorra dentro do prazo de validade da preservação;
- Após a coleta, as amostras deverão ser acondicionadas imediatamente até a chegada ao laboratório. As amostras que exigirem refrigeração para manutenção da integridade física e química devem ser transferidas e acondicionadas em isopor com gelo. Vale ressaltar que alguns parâmetros dispensam este tipo de procedimento, como é o caso do oxigênio dissolvido (OD).

## **19 VOLUME DA AMOSTRA**

Em geral, para análise de um único constituinte se requer pelo menos 100 ml para análise de rotina de amostras simples de 2 l e para amostras compostas de 4 l. Em certos casos, deve-se consultar o laboratório a quantidade da amostra requerida para cada análise.

## **20 PRESERVAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE AMOSTRAS DE ÁGUA**

A coleta de amostras em campo é, provavelmente, o passo mais importante de um Programa de Monitoramento de Qualidade de Água/Esgoto. Da correta execução dos procedimentos depende a confiabilidade dos resultados finais e, portanto, as ações resultantes da interpretação dos dados gerados. O simples fato de abstrair uma amostra do seu local de origem e colocá-la em contato com as paredes de recipientes e, portanto, sujeitando-a a um novo ambiente físico, pode ser suficiente para romper esse equilíbrio natural e conferir mudanças na sua composição.

O intervalo de tempo entre a coleta das amostras e a realização das análises pode comprometer sua composição inicial, especialmente quando se faz necessário a avaliação da concentração de substâncias que se encontram em quantidades traços, ou no caso de amostras biológicas, quando se necessita manter a integridade dos organismos.

Os principais objetivos dos métodos de preservação de amostras são: retardar a ação biológica e a hidrólise dos compostos químicos e complexos; reduzir a volatilidade dos constituintes e os efeitos de adsorção; preservar organismos, evitando alterações morfológicas e fisiológicas.

O Quadro 8 apresenta, para cada análise, o método e o tempo de conservação das amostras.

**Quadro 8. Cada análise, o método e o tempo de conservação das amostras.**

Parâmetro	Frascos	Volume mín de Amostra (mL)	Preservação	Tempo máximo Estocagem
Sulfeto	V	1000	2 ml de sol. de acetato de zinco 2N/1000 ml de amostra e sol. NaOH 6N até pH<9.	07 d
Cromo total	P	300	Refrigerar a 4°C	24 h
Oxigênio dissolvido	V (*1)	300	Analisar imediatamente	-----
pH	P,V	200	Analisar imediatamente	-----
Sólidos	P,V	2000	Refrigerar a 4°C	07 d
Cloretos	P,V	250	Refrigerar a 4°C	07 d
DQO	P,V	300	Adicionar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> até pH<2	07 d
DBO5	P,V	2000	Refrigerar a 4°C	24 h
Nitrogênio Amoniacal	P,V	1000	Adicionar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> até pH<2 e refrigerar até 4 °C	24 h
Nitrogênio Orgânico	P,V	1000	Adicionar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> até pH<2 e refrigerar até 4 °C	24 h
Nitrito	P,V	100	Adicionar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> até pH = 2 e refrigerar até 4 °C	74 d
Nitrato	P,V	200	Refrigerar até 4 °C	48 d
Óleos e Graxas	V (*2)	2000	Adicionar HCL até pH<2 e refrigerar até 4°C	24 h
Fósforo Total	V (*3)	50	Adicionar 1 ml/l de HCL conc. por litro de amostra ou congelar a – 10°C	48 h
Teor da Matéria Seca	P,V	200	Refrigerar a 4°C	67 d

P = Plástico (polietileno ou equivalente)

V = Vidro

V (\*1) = Frascos de DBO5

V (\*2) = 2 vidros de boca larga com capacidade para exatamente 1000 ml; os frascos deverão ser limpos com hexano;

V (\*3) = Frasco enxaguado com HCL diluído, a quente; não utilizar detergente.

d = dias

h = horas

## 21 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **Planejamento de amostras de efluentes líquidos e corpos receptores.** NBR 9897. Jun 1987. 14p.

ABNT. **Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.** NBR9898. Jun 1987. 22p.

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

EPA (40 CFR Part 503 –1993).

SOUZA, B.H.; DERISIO, J.C. **Guia Técnico de Amostras de Água.** São Paulo: CETESB. 1977.257 p.

VIEIRA, S.M.M.; GARCIA JR., A.D. **Sewage treatment by RAC-reactor.** Vol.25, nº7, 1992.143 –157p.

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.


.

# TERMO DE GARANTIA

A Estação de Tratamento de Esgoto da SANEVIX ENGENHARIA LTDA. terá garantia **contra defeitos de fabricação** por um período de **05 (cinco) anos**, desde que observadas todas as especificações e procedimentos descritos no manual de operação e manutenção fornecido pela contratada, com exceção dos equipamentos eletromecânicos, tais como as bombas, cujas garantias são especificadas pelo fabricante.

**Nota:** Esta garantia não cobre danos causados por acidentes, negligências, esgoto com característica industrial e/ou má operação do sistema.





# **MANUAL DE EQUIPAMENTOS**