

APRESENTAÇÃO

A YC Engenharia apresenta à CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, o **Manual de Operação e Manutenção** do Sistema de Esgoto Sanitário da cidade de **Matias Cardoso / MG**.

O trabalho foi desenvolvido com a orientação dos técnicos da CODEVASF, nas etapas de definições e diretrizes, tendo havido um acompanhamento efetivo e uma soma de esforços para o bom resultado do empreendimento.

O presente trabalho é composto dos seguintes volumes:

- Volume 1 – Estudo de Reconhecimento;
- Volume 2 – Estudo de Concepção e Viabilidade;
- Volume 3 – Levantamentos Topográficos;
- Volume 4 – Projeto Básico;
- Volume 5 – Levantamentos Geotécnicos;
- Volume 6 – Projeto Elétrico;
- Volume 7 – Projeto Estrutural;
- **Volume 8 – Manual de Operação e Manutenção;**
- Volume 9 – Resumo do Projeto.

Data da Licitação: 18/10/2007

Nº do Edital: 26/2007

Contrato de Prestação de Serviço: N°0.06.08.0026.00

Ordem de Serviço: N°01

Responsável Técnico:

Período: 30/01/08 a 30/07/08

Luiz Casuo Yamatogi CREA 10.870/D - MG

Emissão: Setembro/2008

Coordenação: CODEVASF

Revisão: A

YC ENGENHARIA LTDA.

Engº Luiz Casuo Yamatogi

SUMÁRIO

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	6
2 – SISTEMA PROJETADO.....	7
2.1 – Ligações Prediais	7
2.2 – Redes Coletoras.....	7
2.3 – Interceptores	8
2.3.1 – Interceptor Rio São Francisco I	8
2.3.2 – Interceptor Rio São Francisco II	8
2.4 – Estações Elevatórias de Esgoto Bruto	9
2.4.1 – EEB-01	9
2.4.2 – EEB-Final	9
2.5 – Estação de Tratamento de Esgotos – ETE - Matias Cardoso	10
2.5.1 – Tratamento Preliminar	11
2.5.2 – Lagoas Anaeróbias	13
2.5.3 – Lagoas de Lodo.....	13
2.5.4 – Lagoa Facultativa	13
2.5.6 – Emissário.....	13
2.5.7 – Aterro Controlado	13
2.6 – Relação dos Volumes do Projeto	15
3 – OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA	16
3.1 – Ligações Prediais	16
3.2 – Redes Coletoras.....	16
3.3 – Interceptores	17
3.4 – Estações Elevatórias de Esgoto Bruto	17
3.5 – Estação de Tratamento de Esgotos	21
3.5.1 – Tratamento Preliminar	21
3.5.2 – Lagoas de Estabilização	24
4 – PRINCIPAIS PROBLEMAS DE FUNCIONAMENTO E POSSÍVEIS SOLUÇÕES	40
4.1 – Introdução	40
4.2 – Principais Problemas Operacionais em Unidades de Remoção de Sólidos Grosseiros	40
4.2.1 – Excesso de Matéria Orgânica no Material Removido dos Depósitos de Acumulação de Areia	40
4.2.2 – Arraste de Areia no Efluente das Caixas de Desarenação.....	41
4.3 – Principais Problemas Operacionais em Lagoas Anaeróbias	41
4.3.1 – Emissão de Maus Odores.....	41
4.3.2. – Crescimento de Vegetação	46
4.3.3 – Presença de Mosquitos e Moscas.....	47

4.3.4. – Aparecimento de Animais Roedores	48
4.4 – Principais Problemas Operacionais nas Lagoas Facultativas	49
4.4.1 – Escumas.....	49
4.4.2 – Emissão de Maus Odores	50
4.4.3 – Vegetação	52
4.4.4 – Presença de Larvas de Insetos e Insetos na Lagoa e na Área que Circunda.....	53
4.4.5 – Controle de Algas Azuis	54
4.4.6 – Controle de Algas Filamentosas.....	54
4.4.7 – Controle de Algas no Efluente.....	55
4.4.8 – Declínio do pH.....	55
5 – ATERRO CONTROLADO	57
6 – EQUIPE DE TRABALHO.....	59
6.1 – Dever dos Responsáveis Diretos	59
6.2 – Equipe	59
6.3 – Engenheiro Chefe	59
6.4 – Técnico Químico	59
6.5 – Operador	60
6.6 – Operários.....	60
6.7 – Cuidados com Saúde e Segurança do Trabalho.....	60
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

1 – INTRODUÇÃO

O Manual de Operação do Sistema de Esgotos Sanitários da Cidade de Matias Cardoso / MG, apresentado a seguir, tem o objetivo principal de fornecer aos responsáveis e aos operadores do sistema informações básicas sobre a operação e a manutenção do mesmo.

Não será possível abranger todas as informações, já que cada sistema mantém suas próprias características. Além disso, o sistema adapta-se e otimiza-se no decorrer do tempo, como resultado de suas características específicas e em virtude dos costumes regionais (hábitos) da população, clima, etc. Portanto, serão descritas aqui as situações mais comuns, abrangendo assim as operações e manutenções tidas como convencionais.

Assim, far-se-á um descritivo das unidades operacionais previstas para o sistema enfatizando aquelas que requeiram uma sistemática operacional mais detalhada, seja em função da dependência do bom funcionamento de outras unidades do sistema ou pela complexidade operacional da própria unidade.

As ligações prediais, as redes coletoras e os interceptores pertencentes ao sistema de esgotos sanitários de Matias Cardoso, deverão ser mantidos limpos, com fluxo permanente, tampões instalados e mantidos intactos por todo o tempo de funcionamento do sistema.

As estações elevatórias de esgotos deverão ter suas áreas internas e externas sempre limpas com entrada permanentemente acessível e com equipamentos de segurança funcionando. Para qualquer situação de emergência seguir recomendação do fabricante dos equipamentos ou contidas neste manual.

A estação de tratamento de esgotos de Matias Cardoso está distante da urbanização. Pela própria concepção, funcionará em harmonia com o meio ambiente à sua volta. Para tanto, uma série de procedimentos de operação e manutenção devem ser executados dentro de uma determinada rotina para detectar e resolver eventuais problemas ambientais e de redução da eficiência do sistema.

2 – SISTEMA PROJETADO

2.1 – Ligações Prediais

Para atendimento em início de plano será necessária a implantação de ligações prediais em todas as Sub-Bacias, onde foram projetadas redes coletoras.

QUADRO 2.1.1 – ESTIMATIVA DO NÚMERO DE LIGAÇÕES PREDIAIS

POPULAÇÃO (hab)		NÚMERO DE LIGAÇÕES PREDIAIS A IMPLANTAR
TOTAL	ATENDIDA	
3.972	3.972	1.098

2.2 – Redes Coletoras

O plano de escoamento do sistema de esgotos sanitários foi desenvolvido obedecendo às declividades naturais dos arruamentos que tendem para as bacias drenantes, o que definiu as 08 (oito) sub-bacias de contribuição de esgotos.

Em função do relevo de algumas sub-bacias ser bastante acidentado, foram niveladas algumas normais, para que o sistema de rede coletora de esgotos pudesse atender o máximo de residências possíveis.

As sub-bacias de projeto 01, 02, 03 e 04 contribuem diretamente para o Interceptor São Francisco I, que lança os efluentes na EEB 01 a ser locada no final do interceptor São Francisco I. O PV 5.29 da sub-bacia 05 recebe toda a contribuição do interceptor São Francisco I por meio do recalque.

A sub-bacia de projeto 08 lança seus efluentes na sub-bacia 07 e as sub-bacias de projeto 05, 06 e 07 contribuem diretamente no Interceptor São Francisco II, que lança os efluentes na EEB final, a ser locada no final do interceptor.

As redes coletoras projetadas perfazem uma extensão de 21.993 m.

QUADRO 2.2.1 – EXTENSÃO REDE COLETORA

SUB-BACIA	DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXTENSÃO REDE (m)
1	150	PVC	4.653
2	150	PVC	989
3	150	PVC	1.693
4	150	PVC	1.026
5	150	PVC	1.661
6	150	PVC	4.020
7	150	PVC	5.918
8	150	PVC	2.033
TOTAL			21.993

2.3 – Interceptores

2.3.1 – Interceptor Rio São Francisco I

O interceptor Rio São Francisco I de Matias Cardoso foi projetado para conduzir todo o esgoto proveniente das sub-bacias 01, 02, 03 e 04 até a estação elevatória de esgotos bruto 01.

O interceptor tem seu início no PV ISF-1 no final da Rua José Geronimo dos Santos, onde recebe a contribuição da sub-bacia 01 e segue até o final da Rua Almirante Barroso, onde será locada a EEB - 01.

No percurso do interceptor até a EEB - 01, o mesmo receberá as contribuições das sub-bacias 02, 03 e 04.

O interceptor será todo projetado em DN 150 mm de PVC, perfazendo uma extensão total de 673 m.

2.3.2 – Interceptor Rio São Francisco II

O interceptor Rio São Francisco II de Matias Cardoso foi projetado para conduzir todo o esgoto proveniente das sub-bacias 05, 06, 07 e 08 até a estação elevatória de esgoto bruto final.

O interceptor tem seu início no PV ISF2-1 na Rua Beira Rio entre as Ruas João Jorge Leite e Ruy Barbosa, onde recebe a contribuição da sub-bacia 05 e segue até

o final da Rua Beira Rio esquina com Rua Duque de Caxias, onde será locada a EEB - final.

No percurso do interceptor até a EEB - final, o mesmo receberá as contribuições das sub-bacias 06, e 07.

O interceptor será todo projetado em DN 150 mm de PVC, perfazendo uma extensão total de 556 m.

2.4 – Estações Elevatórias de Esgoto Bruto

2.4.1 – EEB-01

A EEB-01 será locada no final da Rua Almirante Barroso, com a finalidade de altear o esgoto do interceptor Rio São Francisco I, que recebe as vazões das sub-bacias 01, 02, 03 e 04. O esgoto recalcado será enviado para o poço de visita PV 5.29 da sub-bacia 05.

- Ponto de operação:
 - $Q_{\text{máx hor.}} = 2.028 = 3,89 \text{ l/s};$
 - $H_g = 447,509 \text{ (chegada no PV 5.29)} - 442,410 \text{ (NE}_{\text{min}}) = 5,10 \text{ m}$
 - $H_{\text{man}} = 6,56 \text{ m.c.a}$
 -

O conjunto a ser empregado será do tipo submersível da marca ABS modelo PEJ 10 BX com as seguintes características:

- Ponto de Operação: 3,89 l/s x 6,56 mca;
- Rendimento Hidráulico: 45,50 %;
- Potência do motor: 1,0 cv;
- Diâmetro do Rotor: 130mm;
- Rotação: 1750 rpm;
- Tensão: 220 / 380 / 440 V.

2.4.2 – EEB-Final

A estação elevatória final será locada ao final do Interceptor Riacho dos Machados Margem Direita junto à área da ETE, e objetiva a concentração dos esgotos gerados

em Riacho dos Machados e seu recalque para o tratamento preliminar na Estação de Tratamento de Esgotos.

- Ponto de operação:
 - $Q_{\text{máx hor.}} - 2.028 = 12,33 \text{ l/s};$
 - $H_g = 455,400 \text{ (chegada no Trat. Preliminar)} - 443,650 (NE_{\text{min}}) = 11,75 \text{ m}$
 - $H_{\text{man}} = 18,98 \text{ m.c.a}$

O conjunto a ser empregado será do tipo submersível da marca ABS modelo AFP 1049 M 75 /4 com as seguintes características:

- Ponto de Operação: 12,33 l/s x 18,98 mca;
- Rendimento Hidráulico: 48,40 %;
- Potência do motor: 10,0 cv;
- Diâmetro do Rotor: 228 mm;
- Rotação: 1750 rpm;
- Tensão: 220 / 380 / 440 V.

2.5 – Estação de Tratamento de Esgotos – ETE - Matias Cardoso

A ETE - Matias Cardoso foi definida com as seguintes unidades operacionais para atendimento de final de plano do projeto, 2.028:

- Tratamento Preliminar → 1 unidade;
- Lagoas Anaeróbias → 2 unidades;
- Lagoa Facultativa → 2 unidade;
- Lagoas de lodo → 2 unidades;
- Aterro Controlado → 3 unidades (valas); e
- Laboratório/ Escritório → 1 unidade.

Vazão afluyente a ETE**QUADRO 2.5.1 – VAZÃO PARA DIMENSIONAMENTO DA ETE**

ANO	POPULAÇÃO ATENDIDA (hab)	VAZÕES TOTAIS (l/s)			
		TIPO	l/s	m ³ /h	m ³ /dia
2.008	3.972	Q _{min}	4,09	14,74	353,71
		Q _{média}	5,99	21,56	517,34
		Q _{máx.hor}	9,02	32,46	779,15
2.028	5.899	Q _{min}	5,01	18,05	433,11
		Q _{média}	7,83	28,17	676,14
		Q _{máx.hor}	12,33	44,37	1.064,98

2.5.1 – Tratamento Preliminar

O Tratamento Preliminar é projetado para a vazão de recalque da elevatória final de Matias Cardoso de 12,33 l/s, correspondente a vazão máxima horária de final de plano de projeto.

- Caixa de Amortização

Dimensões da caixa (0,50 m x 0,50 m e h=1,05 m) V= 0,263 m³

– $Q_{\text{bomba}} = 0,01233 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow \text{TRH} = 21,29 \text{ seg.} \cong 0,35 \text{ min.}$

- Calha Parshall

– Calha Parshall de 3" (W = 7,6 cm), k= 0,176 m e n=1,547;

– Largura do canal igual a 0,30 cm;

– V= 0,60m/s;

– Degrau adotado: Q (2.028) \Rightarrow 0,110 m;

– Lâmina à montante do Parshall \Rightarrow 0,070 m;

– Lâmina a jusante do Parshall \Rightarrow 0,111 m;

– Velocidade a jusante da calha: V = 0,37 m.

- Caixa de Areia - Limpeza Manual

A caixa de areia adotada será do tipo convencional, funcionando por gravidade de acordo com a lei de Stokes. Sendo a vazão de dimensionamento do tratamento

preliminar ($Q_{\text{máx hor}} = 13,33 \text{ l/s}$) menor que 250 l/s, a limpeza será manual por recomendação da NBR-12.209.

- $V1 \Rightarrow$ Velocidade do fluxo = 30 cm/s;
- $V2 \Rightarrow$ Velocidade de sedimentação = 2 cm/s;

Adotando-se o coeficiente de segurança de 50%, tem-se $L = 22,5 \text{ H}$.

Determinação das Dimensões da Caixa

- 0,30 m de largura,
- Lâmina de 0,070 m;
- Degrau de 0,20 m para depósito;
- $A = 0,081 \text{ m}$;
- $V = 0,15 \text{ m/s}$ (s/ areia);
- $L = 3,00 \text{ m}$.

Verificação da taxa de aplicação

$$T = \frac{Q \text{ (m}^3\text{/d)}}{A \text{ (m}^2\text{)}} = 1.184 \text{ m}^3\text{/m}^2\text{d}$$

Acúmulo de Areia

- 2008 \rightarrow 0,0173 m/dia;
- 2028 \rightarrow 0,0226 m/dia.

Considerando o tempo médio para limpeza da caixa de areia de 5 (cinco) dias serão acumulados, aproximadamente, 11,3 cm de areia. No momento da limpeza a velocidade na caixa de areia é de 0,26 m/s.

• Grade Fina

A grade fina terá funcionamento contínuo com limpeza manual e será instalada no canal de entrada com 0,30 m de largura.

- Características da grade
 - Espaçamento entre barras: 20 mm;
 - Espessura das barras: 10 mm (3/8");
 - Largura das barras: 50,80 mm (2");
 - Comprimento da grade: 880 mm;
 - Ângulo de instalação: 60°;
 - Lâmina a montante da grade:
Limpa \rightarrow 0,10 m;

50% obstruída → 0,20 m.

2.5.2 – Lagoas Anaeróbias

O dimensionamento das Lagoas Anaeróbias deu origem a duas lagoas de (14,00 x 14,00) m² com profundidade de 4,5 m.

2.5.3 – Lagoas de Lodo

O dimensionamento das Lagoas de Lodo deu origem a duas lagoas de (27,00 x 27,00 x 1,200) m³.

2.5.4 – Lagoa Facultativa

O dimensionamento da Lagoa Facultativa deu origem a uma lagoa de (35,00 x 5,00) m com profundidade de 2,00 m.

2.5.6 – Emissário

O efluente das Lagoas Facultativas da ETE - Matias Cardoso será conduzido até o Rio São Francisco através de uma tubulação em PVC junta elástica diâmetro de 150 mm e extensão de 292 m.

2.5.7 – Aterro Controlado

A estimativa do volume de material a ser disposto nas valas de aterro controlado está apresentada no Quadro 2.5.7.1.

Para aterramento dos resíduos foram projetadas células lineares de 1,5 m de largura e profundidade de 1,90 m. A extensão total da célula é determinada pelo volume de resíduo a ser aterrado. Portanto, foram dispostas 3 valas de aterro com 94 m de comprimento. As células serão abertas conforme a necessidade de aterramento do material proveniente da limpeza das unidades da ETE e elevatórias, verificada durante a operação do sistema.

QUADRO 2.5.7 – VOLUME DE MATERIAL A SER ATERRADO

MATERIAL RETIDO NO CESTO - ELEVATORIA FINAL	
VAZÃO MÉDIA 2.008 (l/s)	6,27
VAZÃO MÁXIMA 2.028 (l/s)	13,34
VOLUME RETIDO NO GRADEAMENTO (l/m ³)	0,012
VOLUME DE MATERIAL RETIDO ACUMULADO - 2.028 (m ³)	74,61
MATERIAL RETIDO NO GRADEAMENTO FINO - TRATAMENTO PRELIMINAR	
VAZÃO MÉDIA 2.008 (l/s)	6,27
VAZÃO MÉDIA 2.028 (l/s)	8,60
ESPAÇAMENTO ENTRE AS BARRAS (cm)	2,0
TAXA DE MATERIAL RETIDO (l/m ³)	0,038
VOLUME DE MATERIAL RETIDO ACUMULADO - 2.028 (m ³)	190,90
MATERIAL RETIDO NA CAIXA DE AREIA - TRATAMENTO PRELIMINAR	
VAZÃO MÉDIA 2.008 (l/s)	6,27
VAZÃO MÉDIA 2.028 (l/s)	8,60
TAXA DE ACÚMULO DE AREIA (l/m ³)	0,030
VOLUME DE MATERIAL RETIDO ACUMULADO - 2.028 (m ³)	150,71
VOLUME TOTAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO ATERRO (m³)	416,23

2.6 – Relação dos Volumes do Projeto

- Volume 1 – Estudo de Reconhecimento;
- Volume 2 – Estudo de Concepção e Viabilidade;
 - Tomo 2.1 – Memorial Descritivo;
 - Tomo 2.2 – Desenhos.
- Volume 3 – Levantamentos Topográficos;
- Volume 4 – Projeto Básico:
 - Tomo 4.1 – Memorial Descritivo e de Cálculo;
 - Tomo 4.2 – Desenhos das Redes Coletoras;
 - Tomo 4.3 – Desenhos das Redes Coletoras, Interceptores e Elevatórias;
 - Tomo 4.4 – Desenhos da Estação de Tratamento de Esgotos - ETE;
 - Tomo 4.5 – Orçamento e Especificação Particular de Obras.
 - Anexo A – Especificação Geral de Materiais;
 - Anexo B – Especificação Geral de Execução.
- Volume 5 – Levantamentos Geotécnicos;
- Volume 6 – Projeto Elétrico
 - Tomo 6.1 – Memória de Cálculo e Desenhos;
 - Tomo 6.2 – Desenhos.
- Volume 7 – Projeto Estrutural;
 - Tomo 7.1 – Memória de Cálculo e Desenhos;
 - Tomo 7.2 – Desenhos.
- Volume 8 – Manual de Operação e Manutenção;
- Volume 9 – Resumo do Projeto.

3 – OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA

3.1 – Ligações Prediais

As ligações prediais constituem a interligação entre os imóveis e a rede coletora. Devem fazer parte das ligações prediais, a caixa de gordura, caixa de passagem e o ramal interno, com manutenção de obrigação do usuário, até o poço luminar situado na calçada dos imóveis.

É de fundamental importância que a Prefeitura Municipal ou a empresa concessionária responsável pela operação do sistema consiga inspecionar o ramal interno do usuário para verificar ligações clandestinas de águas pluviais e o perfeito funcionamento da caixa de gordura e caixas de passagens.

Do poço luminar até a rede coletora a responsabilidade de manutenção é da empresa concessionária ou da Prefeitura Municipal.

3.2 – Redes Coletoras

A rede coletora constitui a unidade operacional responsável pela coleta dos esgotos dos imóveis e por conduzi-los até os interceptores ou estação elevatória.

Constituídas em tubos de PVC com diâmetro DN 150 mm, em juntas tipo elástica não apresentam, a princípio, nenhuma condicionante para sua operação.

No entanto, sabe-se que o dimensionamento das redes coletoras utiliza parâmetros para seu funcionamento que levam em consideração as condições iniciais e finais de vazões nos trechos das mesmas.

Isto poderá levar alguns trechos a funcionarem de maneira inadequada no início da operação, onde aparecerão os efeitos inconvenientes da deposição de material orgânico (mau cheiro) que necessitam de descargas de água periódicas para lavagem destes trechos (a ser executado através de caminhões pipa ou hidrojatos).

Os poços de visita deverão ser vistoriados mensalmente sendo executada a devida limpeza necessária. A sua implantação deve coibir a entrada de água de chuva pelo tampão. Os tampões devem estar sem avarias e caso se encontrem com alguma anormalidade como trincas, quebras cobertura com asfalto, os mesmos deverão ser prontamente corrigidos e caso necessário substituídos.

As infiltrações nas paredes dos poços de visita colocam em risco a estrutura dos mesmos e sobrecarregam as redes coletoras desta forma as mesmas devem ser permanentemente corrigidas até mesmo a execução de um novo PV com material da parede mais impermeável.

3.3 – Interceptores

Os interceptores são unidades operacionais dos sistemas de esgotos sanitários responsáveis pela condução dos esgotos coletados pelas redes para as estações elevatórias e/ou para as estações de tratamento.

Os interceptores normalmente construídos com tubos de PVC até o diâmetro de 350 mm sendo que a partir do diâmetro de 400 mm construídos com tubulação de concreto simples ou armado e em situações especiais são utilizados os tubos de ferro fundido.

A manutenção dos interceptores deverá seguir as mesmas recomendações das redes coletoras para aqueles situados em trechos de ruas e avenidas sanitárias existentes.

Para trechos situados em talvegues não urbanizados, onde os poços de visita têm seus tampões alçados em até 0,50 m para facilitar a sua localização deverão ter a vegetação das faixas de servidão limpas, periodicamente, e conservação dos poços de visita sobressaindo ao nível do terreno (pintura, estrutura e tampão).

3.4 – Estações Elevatórias de Esgoto Bruto

O sistema de esgotamento sanitário da Cidade de Matias Cardoso prevê a implantação no início de plano de 2 (duas), estações elevatórias de esgoto, com dois conjuntos moto-bombas, sendo um em funcionamento e um de reserva e/ou rodízio.

Pelo estudo comparativo de custo/benefício dos conjuntos, definiu-se pela utilização de conjuntos moto-bombas submersível, como solução mais viável para os recalques do sistema em questão.

Operação / Manutenção

A seguir relacionam-se algumas rotinas de operação/manutenção:

- Verificar, diariamente, o funcionamento do sistema;

- Manter limpos os locais em volta;
- Lubrificar as máquinas, periodicamente;
- Fazer vistorias das bombas, motores e poço de sucção, periodicamente;
- Limpar periodicamente toda a área das elevatórias, evitando que as mesmas contenham materiais soltos pelo chão. Evitar o acúmulo de poeira nos sistemas de quadro de comando, bombas e motores.

Para que problemas maiores e de difícil solução sejam evitados, recomenda-se observar atentamente o comportamento dos equipamentos e as variações de funcionamento, no intuito de se identificar mazelas do sistema que, diagnosticadas antecipadamente, podem ser evitadas e/ou amenizadas.

Entre as ocorrências que podem trazer problemas ao funcionamento das elevatórias, as mais comuns e de maior gravidade são:

- Efeito da “Idade em Uso” da Bomba

Com o decorrer do tempo, o desgaste normal e a deficiência na conservação da bomba alteram as curvas características. O desgaste dos anéis separadores, gaxetas e mancais aumentam as fugas internas do líquido, tornando ainda menor o rendimento.

Para um mesmo valor de vazão, vê-se que a bomba usada fornece um menor valor de altura manométrica e tem um rendimento menor, necessitando, por outro lado, de uma potência maior. Em vista disso, não se devem empregar para uma bomba, já em uso há longo tempo as curvas características fornecidas pelo fabricante, sem se certificar do estado de conservação da bomba. Deve-se adotar valores com correções.

Recomenda-se a cada 2 anos, redesenhar as curvas características das bombas a fim de se verificar se as bombas foram alteradas com o passar do tempo e efetuar os ajustes adequados para que as bombas funcionem sempre próximas do rendimento ideal.

- Efeito de Materiais em Suspensão no Líquido

Quando o esgoto traz, em suspensão, sólidos ou outros elementos pastosos, a mistura se comporta como um novo líquido de maior densidade e maior viscosidade. Faz-se necessário, portanto, um rigoroso controle do sistema de gradeamento no

intuito de impedir que o acúmulo de matéria sólida venha a alterar substancialmente as características do esgoto, diminuindo a vida útil das bombas.

- Partida, Funcionamento e Parada das Bombas

- a) Partida

- Fechar, antes da primeira partida, o registro da tubulação de recalque, que após a partida, deve ser lentamente aberto para se evitar uma acentuada aceleração da massa líquida contida na tubulação;
- Ajustar o aperto das sobrepostas das caixas de gaxetas para que não se aqueçam por aperto excessivo, nem deixar escapar muito líquido por insuficiência de aperto.

- b) Funcionamento

- Inspeccionar as leituras do manômetro para verificar se permanecem nos limites desejados;
- Examinar freqüentemente os indicadores de funcionamento do motor elétrico para controlar a potência que está sendo solicitada pela bomba;
- Verificar se aparecem ruídos ou vibrações, indicadores de mau funcionamento.

- c) Parada

- Antes de desligar o motor das bombas, fechar lentamente o registro da tubulação de recalque, reduzindo assim o efeito da energia cinética que vai transformando-se em energia de pressão.

- Automação

A instalação elétrica da bomba deverá permitir seu funcionamento automaticamente sob a ação de um medidor de nível que controlará a partida programada das bombas. É importante salientar que no programa de automação da EE será considerado um rodízio das duas bombas, sendo que uma mesma bomba não poderá ter mais que 6 partidas num intervalo de uma hora e, ainda, deverá obedecer a um intervalo de, no mínimo, 10 minutos entre duas partidas consecutivas. O tempo de retenção máximo do esgoto no poço de sucção é de trinta minutos, conforme normas vigentes.

O sistema de automação foi programado para propiciar o rodízio total das bombas inclusive à considerada de reserva, fazendo com que o desgaste de cada bomba

seja menor e, conseqüentemente, a vida útil das mesmas seja prolongada, permitindo a todas, o mesmo número de horas de funcionamento. Para maiores detalhes consultar o projeto elétrico.

Problemas Eventuais nas Elevatórias e Possíveis Causas

A tabela 3.4.1, a seguir, relaciona uma série de problemas comuns encontrados em estações elevatórias do tipo adotado, e as causas mais prováveis que costumam gerar os problemas citados.

TABELA 3.4.1 – PRINCIPAIS PROBLEMAS E POSSÍVEIS CAUSAS NAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

PROBLEMAS	POSSÍVEIS CAUSAS
A Descarga ou a pressão é nula ou muito baixa	<ul style="list-style-type: none"> •Obstrução na tubulação ou entre as pás do rotor causada por corpos estranhos. É preciso, sempre que possível, a desobstrução da tubulação de entrada. •Velocidade de funcionamento abaixo da exigida ou rotação em sentido contrário. •Altura manométrica excessiva. Verificar se os registros estão totalmente abertos.
A descarga ou a pressão, que de início estavam boas, diminuem ou caem rapidamente.	<ul style="list-style-type: none"> •As mesmas citadas no item anterior. •Presença de bolsas de ar na tubulação de aspiração. •Líquido com ar em dissolução, que passa a desprender-se com a redução da pressão na entrada da bomba. •Rotor muito gasto. •Líquido com elevada viscosidade. •Número de rotações baixo.
A bomba consome demasiada potência	<ul style="list-style-type: none"> •A altura manométrica está abaixo do ponto de funcionamento normal da bomba, dando uma descarga exagerada. •Gaxetas muito apertadas. •Atritos internos causados pelo deslizamento do eixo, empeno ou desalinhamento do eixo ou da carcaça, desgaste excessivo dos mancais ou dos anéis separadores. Corrente elétrica com tensão inferior à normal. •Defeito no motor que o aciona. •Número de rotações excessivo. •Falta de lubrificação. •Viscosidade excessiva do líquido.
Ruídos e vibrações	<ul style="list-style-type: none"> •Presença de ar na bomba. •Defeitos mecânicos citados anteriormente. •Rotor desbalanceado.

3.5 – Estação de Tratamento de Esgotos

3.5.1 – Tratamento Preliminar

O tratamento preliminar precede as Lagoas Anaeróbias. É, no geral, composto de unidades de caixa de amortização, gradeamento fino, caixas de areia e calha Parshall. Como o tratamento previsto é do tipo manual, a operação da grade e da caixa de areia requer uma atenção sistemática. É necessária uma inspeção diária nos componentes, verificando as condições de limpeza e do fluxo de esgoto para que não haja qualquer tipo de obstrução.

Para suprir a necessidade de limpeza da caixa de areia sem paralisar ou fazer um “by pass” no esgoto afluente a caixa de areia foi projetada em duas câmaras.

A caixa de areia com limpeza manual tem a forma retangular funcionando por gravidade. O tamanho das partículas que se deseja sedimentar é $\geq 0,2$ mm.

Para remoção da areia acumulada na caixa de areia, serão utilizados instrumentos manuais do tipo ferramentas como pá, enxada, etc.

3.5.1.1 – Gradeamento

O gradeamento tem por finalidade reter os sólidos de dimensões superiores a 20 mm (grade fina), impedindo que estes venham a causar problemas operacionais nas unidades subseqüentes. A operação das grades requer uma atenção sistemática. É necessária uma limpeza diária, verificando as condições de fluxo de esgotos, para que não haja qualquer tipo de obstrução.

Operação/Manutenção

As principais atividades de operação/manutenção previstas são:

- Inspecionar o sistema da grade de retenção diariamente;
- Evitar o aumento de perda de carga pelo acúmulo de sólidos flutuantes no canal;
- Observar se o rastelo está funcionando adequadamente, sem empenos;
- Limpar os locais em volta da instalação e lançar o material gradeado num aterro controlado diariamente, situado ao lado, para evitar odor.

Acondicionamento e Destino Final do Material Removido

O material removido na unidade de grade fina deve ser colocado em um carinho de mão, localizado próximo à grade e, encaminhado ao aterro controlado.

Problemas Usuais e Soluções

A tabela 3.5.1.1, a seguir, apresenta possíveis problemas e soluções para o sistema de gradeamento:

TABELA 3.5.1.1 - PROBLEMAS E SOLUÇÕES NAS UNIDADES DE GRADEAMENTO

PROBLEMAS	CAUSAS	PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO
Maus odores;	<ul style="list-style-type: none"> – Esgoto séptico; – Acúmulo de sólidos na grade; – Sujeira acumulada no canal de entrada; – Esgoto industrial; 	<ul style="list-style-type: none"> – Verificar se não está havendo retenção do esgoto no emissário de chegada; – Aumentar o número de limpezas por dia; – Escovar e jatear água sob pressão para limpar os canais; – Verificar lançamento de efluentes industriais que produzam maus odores.
Excesso de moscas junto à grade;	<ul style="list-style-type: none"> – Material gradeado caído na parte externa do canal das grades; 	<ul style="list-style-type: none"> – Manter sempre limpa a área externa ao gradeamento;
Redução brusca nos sólidos grosseiros retidos na grade;	<ul style="list-style-type: none"> – Avarias no sistema de coleta. Esgoto extravasando em poços de visita nas ruas. 	<ul style="list-style-type: none"> – Efetuar manutenção corretiva no sistema de coleta e interceptação;
Excesso de sólidos retidos na grade;	<ul style="list-style-type: none"> – Lançamento irregular de efluentes industriais; – Avaria no sistema de coleta. PV sem tampas. 	<ul style="list-style-type: none"> – Vistoriar indústrias de acordo com sólidos retidos. Aumentar a frequência da limpeza; – Vistoriar e corrigir sistema de coleta. Aumentar frequência de limpezas.

Monitoramento

A avaliação de desempenho do gradeamento será obtida correlacionando-se a quantidade de (volume) de material removido por dia (m^3/d) com o volume diário de esgotos afluente à grade. Ao final do mês, far-se-á a totalização, através do somatório dos valores diários levantados. Caso se deseje avaliar a eficiência da unidade, poderão ser feitas análises à montante e à jusante da grade. Deverão ser coletadas periodicamente amostras na caçamba do material gradeado.

3.5.1.2 – Medidor de Vazão (Calha Parshall)

A finalidade do medidor é medir as vazões instantâneas, horárias e diárias dos esgotos afluentes à ETE. A correlação da vazão diária com outros dados permitirá o monitoramento adequado da estação de tratamento. O conhecimento da vazão diária permitirá obter também uma série de parâmetros e dados operacionais tais como peso de material gradeado e areia por m^3 de esgoto, DQO, DBO, etc. Quando

se situa logo após a caixa de areia, a calha Parshall tem também função de promover o bom funcionamento da mesma, mantendo a velocidade constante no canal à montante do medidor e na caixa de areia.

Localização

O medidor de vazão tipo Parshall será instalado a jusante da caixa de areia.

Operação/Manutenção

Diariamente, o operador da ETE deverá verificar se não existe nenhuma obstrução na garganta da Calha Parshall, para que não ocorram erros de leitura.

As principais observações referentes à manutenção/operação da Calha Parshall são:

- Registrar a vazão de hora em hora;
- Manter limpos os locais em volta do tratamento preliminar.

Monitoramento

O controle operacional mensal será feito em impresso próprio.

3.5.1.3 – Desarenadores

O desarenador ou caixa de areia tem como finalidade a remoção de areia, com o objetivo de proteger as unidades da estação de tratamento de esgotos e evitar a criação de zonas mortas.

Operação/Manutenção

As principais atividades de operação/manutenção no desarenador são:

- Verificar, diariamente, o funcionamento do desarenador.
- Lançar o material coletado no aterro controlado logo após a limpeza;
- Coletar, quinzenalmente, amostras do material retirado para saber a concentração dos sólidos totais, fixos e suspensos;
- Manter limpos os locais em volta.

Monitoramento

O controle de remoção de areia deve ser feito em impresso próprio.

3.5.2 – Lagoas de Estabilização

Inspeção Inicial do Sistema de Lagoas de Estabilização

Numa inspeção inicial é importante a observação as dimensões, unidades e detalhes do projeto, além de uma série de condições e materiais necessários ao bom andamento das atividades operacionais. Dessa forma, deve-se atentar para as seguintes verificações:

a) Obediência ao Projeto:

- Unidades previstas e suas dimensões;
- Inclinação e proteção dos taludes;
- Alimentação das unidades; e
- Verificação das condições do terreno da lagoa.

b) Condições Básicas Locais:

- Cercamento da área para controle do acesso de pessoas e veículos à área;
- Passadiços e guarda-corpos nos acessos às caixas de saída das lagoas;
- Instalações sanitárias;
- Pontos de água potável, principalmente próximo aos locais de amostragem;
- Instrumentos de limpeza (pá perfurada, para remoção de material sedimentado na caixa de areia, rastelo para remoção do material gradeado, peneira de nylon, com cabo longo para remoção de sobrenadante, carrinho de mão para transporte do removido, mangueira, pá para cobrir o material gradeado, escovão para limpar vertedores, tábuas de stop-logs, etc) e fichas de anotações rotineiras;
- Tabelas de vazão (referentes aos medidores de vazão);
- Inexistência de barreiras naturais ou artificiais à ação dos ventos sobre a área das lagoas;
- Escala de operadores e/ou serviçais definida;
- Comportas e stop-logs devem estar estanques.

Procedimentos para o Carregamento das Lagoas de Estabilização

A técnica a ser adotada para a partida inicial de uma lagoa de estabilização depende das circunstâncias locais.

Todavia, qualquer que seja a situação, a fase de carregamento deve ocorrer, de preferência, no verão (predominância de temperaturas mais elevadas) e dois procedimentos devem ser evitados:

- Receber a carga de esgotos prevista em projeto, sem que antes na lagoa se estabeleça uma comunidade de algas e bactérias. Se tal prática for adotada, as lagoas passarão por um processo de composição anaeróbia, com o predomínio da fermentação ácida e emissão de odores insuportáveis de compostos putrescíveis, à base de enxofre e nitrogênio, tais como os mercaptanos, ácidos tioglicólicos e cadaverinos. As medidas adotadas para minimizar os problemas são dispendiosas, levam cerca de quase dois meses para surtirem efeitos e, até certo ponto, são incontroláveis, principalmente, quanto maiores forem as áreas das lagoas e o número de células do sistema.
- Carregar as lagoas com pequenas e continuadas contribuições (típicas quando o número de ligações domiciliares é baixo) de esgotos.

Assim sendo, se o sistema situar-se próximo do corpo d'água receptor ou se dispuser de água de abastecimento público, dois procedimentos são recomendados na partida inicial das lagoas:

- Enchimento das lagoas com água bombeada do córrego ou proveniente do sistema de abastecimento público. Neste caso, a água bombeada do córrego ou proveniente da rede pública de abastecimento, deve ser num volume tal que assegure uma lâmina mínima, se possível, de 1,0 m. Atingida a lâmina mínima, a introdução de esgoto poderá ser iniciada, bloqueando-se, evidentemente, todos os dispositivos de saída ("stop-logs"), até atingir a lâmina prevista em projeto. Este procedimento permite testar a estanqueidade do conjunto (lastro e taludes) e possibilita correção de eventuais deficiências decorrentes de má aplicação da geomembrana de impermeabilização dos taludes, fundos de lagoas, antes de encher as mesmas com esgoto;
- Enchimento, intermitente, com uma mistura de água bombeada do córrego e esgoto a ser tratado. Neste caso, enche-se, parcialmente, a lagoa com água e esgoto (diluições de 5:1 ou menores) até se assegurar uns 0,40 m de lâmina. Aguardam-se alguns dias, até que se verifique visualmente o surgimento de algas. Nos dias subseqüentes, mais esgotos (ou uma mistura de água/esgoto) serão adicionados até o desenvolvimento de uma floração de algas. Pode levar cerca de 7 a 14 dias de paralisação para que isso ocorra. Decorrido esse

período, a lagoa é então enchida com esgoto até o nível de operação e novamente interrompida a alimentação. Após uma população de algas se estabelecerem no meio, que pode também durar de 7 a 14 dias, a lagoa passará a receber esgotos normalmente. Naturalmente, essas intermitências, diluições ou não, floração de algas para preparação de um meio balanceado de algas e bactérias, devem ser acompanhados, de perto, por operadores com certa vivência prática do processo. Uma boa comunidade biológica pode se estabelecer num período de 60 dias.

Início de Operação de uma Lagoa Anaeróbia

- Iniciar a introdução dos esgotos, conforme recomendações;
- Manter o pH do conteúdo líquido levemente alcalino (7,2 a 7,5). Esta tarefa pode ser facilitada se, quando decorridos os primeiros 30 dias de operação, for inoculado lodo digerido de estações ou tanques in-off ou aplicado pó de calcário, cinza vegetal ou bicarbonato de sódio.

Início de Operação de Lagoa Facultativa

- Iniciar a introdução dos esgotos,
- A manutenção do pH acima de 7,5 será assegurada, sem a adição de qualquer produto químico, se as instruções forem seguidas. Uma comunidade biológica balanceada entre algas e bactérias é esperada após 60 dias de operação;
- Medir diariamente o oxigênio dissolvido.

Início de Operação de Lagoa de maturação

- Partida Inicial da Célula Primária
 - Seguir as instruções descritas para lagoas anaeróbias e lagoa facultativa.
- Partida Inicial das Outras Células
 - As lagoas de uma associação em série podem começar a ser cheias com água, quando a célula primária atingir uma lâmina mínima de 1,0 m;
 - Adicionar água do rio ou do sistema público de abastecimento de água nas demais lagoas em série, até atingir um nível d'água de 1,0 m. Evidentemente, todos os dispositivos de saída dessas células devem estar fechados;

- Atingida a lâmina de operação de projeto (geralmente maior que 1,0 m) na célula primária, o efluente desta pode ser transferido para a célula subsequente, tomando-se as seguintes precauções:
- Retirar os “stop-logs”, lentamente, não permitindo que a lâmina d’água da unidade precedente caia abaixo de 1,0m;
- Não efetuar operações de descarga de fundo de célula primária para acelerar a equalização dos níveis d’água nas demais lagoas;
- Equalizar as lâminas d’água em todas as lagoas dessa maneira lenta; se a instalação dispuser de bomba, recircular o efluente de qualquer lagoa do sistema, para que necessite elevar o seu nível de operação.

A simultaneidade ou não das diversas etapas dos enchimentos das lagoas será função de:

- Volume de água que pode ser retirado do rio ou do sistema público de abastecimento de água sem que cause inconvenientes aos usos dos mesmos;
- Diferença das pressões hidrostáticas exercidas pelos volumes de água de lagoas adjacentes sobre os taludes de terra que constituem a interface entre as mesmas. Por exemplo, se uma lagoa anaeróbia de 3,0 m de profundidade for seguida de uma facultativa de 1,5 m de profundidade, cujos fundos estejam à mesma cota, não é conveniente deixar que a primeira célula atinja o seu nível de operação, enquanto a segunda permanecer totalmente vazia. Nesta condição há possibilidade de rompimento ou percolação de água através do talude divisório das duas células.

Operação e Manutenção

Para se atender aos objetivos de um tratamento de esgotos, fazem-se necessárias a execução eficiente de atividades de inspeção, operação, manutenção e a avaliação de desempenho.

A avaliação de desempenho visa conhecer as condições reais de funcionamento da instalação e o acúmulo desse conhecimento, através de parâmetros de controle, permite:

- Dominar a instalação em termos de manejá-la tanto em condições normais com em situações especiais; e
- Prever problemas que possam ocorrer.

Esse conhecimento só é conseguido através de controle operacional rotineiro da instalação, assunto que é tratado neste capítulo.

Quando esse controle rotineiro revelar que a instalação não está funcionando satisfatoriamente, ou há insuficiência de dados para se assegurar uma análise mais racional dos problemas, recomenda-se uma avaliação de desempenho denominada “avaliação extraordinária”.

O controle adequado do processo envolve o conhecimento das composições qualitativa e quantitativa do esgoto afluente às lagoas de estabilização, certo domínio dos fenômenos que ocorrem nesse ambiente, além da caracterização do efluente do sistema. Assim sendo, existem três pontos principais de controle numa lagoa de estabilização: entrada da lagoa, a lagoa em si e a saída da lagoa. Em cada um deles são efetuadas diversas análises e medições que serão utilizadas para se determinar como está se desenvolvendo o processo de tratamento, prever as alterações operacionais que se fizerem necessárias, bem como verificar a eficiência do sistema.

Algumas determinações podem ser efetuadas diariamente pelo próprio operador, que dentre outras atividades diárias, deve preencher uma Ficha Diária de Controle Operacional (ver tabela 3.5.2.1), que permite, aos responsáveis pelo controle, constatar as principais ocorrências, as condições meteorológicas e os parâmetros físicos básicos que possam interferir no bom desempenho de um sistema de lagoas de estabilização.

Outras determinações exigem técnicas e equipamentos específicos. Amostras do afluente e efluente de cada unidade que compõe um sistema deverão ser coletadas periodicamente para análise, em laboratório, dos principais parâmetros que permitam avaliar o comportamento da operação do sistema de tratamento.

Se a localidade dispuser de laboratório, técnicos de nível médio e engenheiros treinados, as amostragens, as determinações laboratoriais, a orientação e fiscalização do programa de avaliação de desempenho do sistema deverão ficar a cargo do supervisor ou do responsável pelo sistema.

Quando isto não for aplicável, o responsável pelo sistema deve solicitar a participação do Órgão Estadual de controle da Poluição e, em colaboração com ele, executar o conjunto de tarefas que caracterizarem o funcionamento e o desempenho do seu sistema.

TABELA 3.5.2.1 – FICHA DIÁRIA DE CONTROLE OPERACIONAL PARA SISTEMA DE LAGOAS ANAERÓBIAS E/OU FACULTATIVAS

Identificação da Lagoa	Data	Nome do Operador:		
1 – Ocorrências		Sim	Não	
Levantamento do lodo em algum ponto da lagoa Manchas verdes na superfície da lagoa: Anaeróbia Facultativa Manchas negras ou cinzentas na lagoa facultativa Aparecimento de vegetais: Na lagoa Nos taludes Evidência de erosão nos taludes Alguma infiltração visível Cercas em ordem Presença de insetos Presença de aves Água pluvial com canaletas limpas Medidor de vazão em funcionamento Mau odor Na lagoa facultativa Na lagoa anaeróbia Manchas de óleo				
2 – Parâmetros Físico-Químicos				
Parâmetro	Hora			Observações
	07:00	12:00	17:00	
Altura da lâmina no medidor de Vazão (cm) Vazão (l/s) (*)				
Temperatura (°C) Do ar Do esgoto Afluente Meio da lagoa Efluente				
Nível da lâmina líquida na lagoa (m)				
pH Afluente Efluente				
Sólidos sedimentáveis (ml/l) No esgoto bruto No efluente da 1ª célula				
OD, a 20 cm abaixo da superfície líquida, próximo ao efluente da lagoa facultativa.				
* - sempre que possível, medições horárias que cubram o período diurno ou pelo menos às 7:00 , 9:00, 12:00, 13:00, 15:00, 17:00, 18:00 e 21:30 h				
3 – Condições Meteorológicas (**)				
	Classificação	Período		Observação

Os procedimentos de coleta e análise devem seguir normas e recomendações sugeridas e/ou consagradas por entidades especializadas. Existem, na maioria dos casos, diferentes métodos que podem ser utilizados, todos válidos desde que compatíveis com a condição e qualidade do meio a ser mostrado e/ou analisado.

As análises Físico-Químicas para controle das estações de tratamento de esgotos deverão ser feitas para determinação dos seguintes itens:

- Determinação de alcalinidades em águas – Método da Titulação até pH pré-determinado;
- Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) – Método da diluição e incubação (20°C, 5 dias);
- Determinação de fósforo em águas – Método do ácido ascórbico;
- Determinação de nitrogênio amoniacal em águas – Método de neslerização em destilação prévia;
- Determinação de nitrogênio orgânico e de nitrogênio total, Kjeldhal em águas – Método da determinação de nitrogênio na forma de amônia;
- Determinação de pH em águas;
- Determinação do resíduo sedimentável em águas – Método do cone IOF;
- Determinação do resíduo em águas – Métodos gravimétricos;
- Determinação de oxigênio dissolvido (OD) em águas – Método de Winkler modificado pela azida sódica;
- Coliformes totais e fecais – Determinação do número mais provável pela técnica de tubos múltiplos – Método de ensaio;
- Método de fitoplankton de água doce – Métodos qualitativos e quantitativos;
- Método de zooplankton de água doce – Métodos qualitativos e quantitativos;
- Demanda química de oxigênio (DQO) – Método refluxo aberto.

Dimensionamento da Equipe de Trabalho

• Pessoal Necessário

O número de pessoas necessárias para um controle adequado das lagoas de estabilização depende, fundamentalmente, do porte da instalação e do número de células que compõem o sistema.

Não existe uma regra absoluta para quantificar o número de operários nesses sistemas, todavia, um critério da tabela 3.5.2.2 pode auxiliar o responsável pelo sistema a mensurar a sua equipe de trabalho.

TABELA 3.5.2.2 – DIMENSIONAMENTO DE EQUIPE DE OPERAÇÕES DE SISTEMAS DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

População Servida por Lagoa	Pessoal	
	Supervisor	Ajudantes
5.000		2
10.000	1	3
50.000	1	6
100.000	1	8
200.000	1	8

• *Funções do Pessoal*

– Supervisor

Será encarregado das lagoas e deverá possuir conhecimento sobre operação e manutenção desses sistemas e manter-se, sempre que possível atualizado com cursos ministrados por Órgãos Estaduais de Controle da Poluição das Águas ou pelas universidades existentes na sua região de trabalho.

Suas principais responsabilidades são:

- a) Ter autoridade suficiente sobre o pessoal de manutenção e instruí-los sobre as suas atividades;
- b) Informar pessoalmente ao responsável pelo sistema sobre o funcionamento e estado geral das lagoas de estabilização;
- c) Realizar os controles necessários para a operação normal das instalações, entre eles:
 - Controles meteorológicos: leitura dos instrumentos, registros e manutenção dos mesmos;
 - Controles físico-químicos: leitura de parâmetros e análises de amostras;
 - Coleta de amostras para exames de fitoplâncton e zooplâncton;
- d) Registrar os dados obtidos, processar as informações e enviá-las ao responsável pelo sistema e, quando solicitadas, ao órgão Estadual de Controle da Poluição.

– Ajudantes

Preocupar-se, fundamentalmente, com a manutenção das áreas gramadas e dos taludes, limpeza das grades, caixa de areia, vertedores, dispositivos de alimentação, saída e regulação dos fluxos, medir as vazões horárias e cuidar do paisagismo e urbanização de toda a área de tratamento.

- *Atividades Gerais de Inspeção e Manutenção*

- Atividades Diárias do Operador

- a) Percorrer o perímetro do sistema de tratamento de esgotos, bem como o de cada lagoa, procurando verificar:
 - Se não existe nenhum mourão da cerca enfraquecido ou arame arrebitado, visando impedir a entrada de animais ou pessoas estranhas no local;
 - O estado de conservação dos gramados de proteção dos diques externos;
 - Se os avisos, indicando ser o local um sistema de tratamento de esgotos, estão fixados em pontos visíveis;
 - Se existe algum vazamento de líquidos pelos taludes;
 - O estado de conservação e limpeza das calhas diversoras de águas pluviais;
 - Se a distribuição de vazão, no caso de existência de entradas e saídas múltiplas, é equitativa pelos diversos ramais;
 - Se os níveis de operação estão adequados;
- b) Anotar dados meteorológicos (temperatura, precipitações pluviométricas e ventos) na Ficha Diária de Controle Operacional (tabela 3.5.2.1);
- c) Se dispuser de estação meteorológica no local, medir quantitativamente: horas de insolação, temperaturas do ar (máxima, média e mínima), precipitação, evaporação, direção dos ventos, umidade do ar, nebulosidade.

- Atividades Periódicas do Operador

- a) Limpar as valas de proteção contra águas pluviais, com a remoção da areia nelas depositadas;
- b) Pintar cercar, placas de avisos.

Atividades de Operação e Controle Operacional Rotineiros

1- Unidade de Remoção de Sólidos Grosseiros

O material retido nas grades deverá ser removido com uma frequência tal que possa evitar que o aumento da perda de carga localizada nas barras cause represamento dos esgotos no canal a montante e aumento demasiado da velocidade do líquido entre as barras, arrastando alguns materiais que deveriam ser retidos nessa unidade;

As caixas de areia são dispositivos empregados para remover material inorgânico não putrescível, que se caracteriza por partículas com tamanhos superiores a

0,2 mm que não floculam e por possuírem uma velocidade de sedimentação maior que a das partículas orgânicas.

– Atividades Diárias do Operador

- a) Dar pancadas na grade, com rastelo apropriado, de hora em hora;
- b) Passar o material gradeado para um crivo construído sobre o canal a jusante da grade, a intervalos máximos de 3 horas. Aí, com esguicho de mangueira, o mesmo poderá ser lavado de toda a sua matéria orgânica não grosseira, reduzindo então o seu volume;
- c) Todas as manhãs, o material já lavado e escoado, deverá ser depositado em valas apropriadas e recoberto com pequena camada de terra, para ser digerido fora do acesso de insetos, especialmente das moscas;
- d) Agitar a caixa de areia no sentido contrário ao fluxo dos esgotos 3 vezes ao dia, de modo a forçar a matéria orgânica que porventura tenha se sedimentado (especialmente nas horas de menor vazão), a voltarem ao meio líquido a ser transportada até as lagoas de estabilização, dimensionadas para receber esse tipo de sólido;

– Atividades Periódicas do Operador

Fazer a descarga ou limpeza da caixa de areia sempre que o material acumulado ocupar a metade da altura da câmara de armazenamento ou $\frac{2}{3}$ de todo o seu comprimento. Os intervalos entre limpezas geralmente ocorrem a cada 15 (quinze) dias ou, em certos casos, até 3 (três) meses.

- O ideal é revezar entre as duas unidades de caixa de areia; pode-se isolar uma caixa para a limpeza, enquanto a outra é colocada em funcionamento;
- A areia, bem como o material sedimentado nessa unidade, é retirada por meio de pás ou enxadas e deve ser transportada para ser convenientemente enterrada;
- Lava-se a câmara e ela está pronta para ser reutilizada.

2- Unidades de Medição e Controle de Vazão

– Atividades Diárias do Operador

- a) Sempre que possível, dispor de registradores de vazão afluente ou realizar medições horárias que cubram pelo menos o período diurno. Quando isso não for possível, optar por leituras às 07:00, 09:00, 12:00, 13:00, 15:00, 17:00, 18:00 e 21:30 horas, o operador deve observar que antes de cada leitura é necessário

limpar as calhas vertedoras e/ou canal afluente ao dispositivo de medição para impedir qualquer interferência no fluxo que possa conduzir a leituras falhas. Os valores medidos devem ser anotados na Ficha Diária de Controle Operacional (tabela 3.5.2.1).

– Atividades Periódicas do Operador

- a) A distribuição e regulação dos fluxos num sistema de lagoas é uma das ferramentas mais úteis de que dispõe o operador para controlar os processos de tratamento. O sistema projetado, quando não possui essa flexibilidade, dificulta, em muito, o trabalho do operador.
 - Num sistema unicelular, a única flexibilidade de que dispõe o operador é o controle da profundidade da lâmina d'água. Essa alteração visa à redução do número de larvas de mosquitos na zona dos diques, o ajuste dos níveis de inclinação e a eficiência do processo;
 - Quando o sistema projetado inclui múltiplas celulares em série e/ou em paralelo, o operador tem um maior número de opções para o controle;
 - * Pode transferir o líquido de uma lagoa para outra, visando à correção de um problema de deficiência de oxigênio;
 - * Pode variar a profundidade da lâmina d'água para controle das larvas de mosquitos;
 - * Pode isolar uma célula que se tornou anaeróbia ou permitir que haja uma aclimação dos microorganismos para assimilar uma carga de resíduos tóxicos;
 - * Pode alterar o regime de operação – em série ou em paralelo – para redistribuir as cargas orgânicas nas diferentes lagoas;
 - * Pode acumular os esgotos numa célula primária, especialmente durante as operações de descargas sazonais freqüentes em indústrias.
- b) Limpar, periodicamente, os vertedores e encaixe das tábuas dos dispositivos de saída com auxílio de escovão, para evitar que se formem crostas de espuma e/ou algas.
- c) Se existir comporta com volante para fazer variar o nível d'água, a haste da comporta deverá estar sempre lubrificada com graxa, evitando o aparecimento de ferrugem que dificulte o seu acionamento.

Lagoas Anaeróbias

– Atividades Diárias do Operador

- a) Medir a temperatura dos esgotos afluentes, da lagoa e efluente, nível da lâmina líquida na lagoa, pH e sólidos sedimentáveis tanto no esgoto bruto como no efluente, pelo menos às 07:00, 12:00 e 1700 horas. Anotar os dados na Ficha de Controle Operacional (tabela 3.5.2.1).
- b) Bater os sobrenadantes com instrumentos simples (um quadrado de tábua, fixado à ponta de uma vara de três metros de comprimento); as batidas podem ser feitas duas vezes ao dia; essas operações só se justificam quando se constata que elas são, verdadeiramente, responsáveis pela exalação de maus odores;
- c) Retirar dos sobrenadantes pequenas partes que ficam ao alcance próximo às margens e enterrá-las em valas apropriadas;
- d) Combater qualquer início de erosão nos taludes;
- e) Manter isentos de vegetais as margens, bem como qualquer ponta da lagoa;
- f) Não permitir a permanência de porejamento nos taludes. Caso ocorra, obstruí-los com argila;
- g) Manter limpos os dispositivos de entrada de esgoto na lagoa, principalmente quando esses são submersos;
- h) No caso da lagoa anaeróbia ser seguida de uma facultativa, não permitir a passagem de material flutuante para a célula subsequente.

– Atividades Periódicas

- a) O operador deverá esparrizar cinzas vegetais sobre as crostas sobrenadantes das lagoas anaeróbias, pelo menos semanalmente. Ao mesmo tempo, as escumas devem ser batidas com instrumentos simples;
- b) Realizar análises para o controle operacional rotineiro da lagoa; as principais análises recomendadas e suas frequências constam na tabela 3.5.2.3; É conveniente que por ocasião da coleta de amostras, se efetuem determinações em campo de pH e sólidos sedimentáveis (essas análises fazem parte das atividades diárias do operador). Com exceção da colimetria e alcalinidade, as demais determinações laboratoriais devem ser feitas a partir da coleta de amostras compostas de 24 horas;
- c) Verificar, nas estações de inverno e verão, a provável espessura da camada de lodo. Tal procedimento visa acompanhar o comportamento da lagoa; acúmulo e

distribuição do lodo, a possível época da remoção do lodo e limpeza da unidade de tratamento.

TABELA 3.5.2.3 – DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E BIOLÓGICAS PARA LAGOAS ANAERÓBIAS

Parâmetros	Unidade	Afluente	Efluente	Frequência Mínima
DBO	mg/l	X	X	S
DQO	mg/l	X	X	S
Sólidos Totais	mg/l	X	X	Q
Sólidos Fixos	mg/l	X	X	Q
Sólidos Suspensos	mg/l	X	X	Q
Colimetria/Coli fecal	mg/l	X	X	M
Alcalinidade	mg/l	X	X	M
Nitrogênio Kjeldhal *	mg/l	X	X	O
- orgânico	mg/l	X	X	O
- amoniacal	mg/l	X	X	O
Fósforo Total*	mg/l	X	X	O

* - Preferencialmente em sistemas associados em série

S = Semanal

M = Mensal

Q = Quinzenal

O = Ocasional

• Lagoas Facultativas

– Atividades Diárias do Operador

- Medir a temperatura dos esgotos afluentes, da lagoa e efluente, nível da lâmina líquida na lagoa, pH no afluente e efluente da lagoa, sólidos sedimentáveis no esgoto bruto e no efluente nos casos de células primárias, OD (oxigênio dissolvido) a 20 cm abaixo da superfície, pelo menos às 07:00, 12:00 e 17:00 horas. Anotar os dados na Ficha Diária de Controle Operacional (tabela 3.5.2.1);
- Havendo crostas de escumas nas lagoas facultativas, essas deverão ser jateadas com água, destruídas com rastelos ou removidas com peneira de nylon ou estopo de cabo longo, sendo o material enterrado posteriormente;
- Cuidar da conservação dos taludes e dos seus gramados, evitando e/ou corrigindo porejamentos e erosões;
- Combater qualquer início de erosão nos taludes;
- Manter os taludes limpos (carpidos e roçados), mudar os níveis da superfície líquida, a cada quinze dias, por meio dos “stop-logs”;
- Manter limpos os dispositivos de entrada do esgoto afluente;
- Controlar o nível de água de acordo com a insolação e eficiência do processo;
- Manter os poços vertedores dos efluentes isentos de qualquer material que tenha sido indevidamente ali lançado.

– Atividades Periódicas

a) Realizar duas vezes por semana, próximo à entrada, no meio e próximo à saída da lagoa, à profundidade de 20 cm abaixo da superfície, 20 cm acima do fundo e no meio da lâmina líquida as seguintes determinações:

- Oxigênio de respiração;
- Oxigênio dissolvido;
- Oxigênio fotossíntese.

b) Realizar análises para o controle operacional rotineiro da lagoa; as principais análises recomendadas e suas frequências constam na Tabela 3.5.2.4. É conveniente que, por ocasião da coleta de amostras, se efetuem determinações em campo, de pH e sólidos sedimentáveis que fazem parte das atividades diárias do operador.

TABELA 3.5.2.4 – DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E BIOLÓGICAS PARA LAGOAS FACULTATIVAS

Parâmetros	Unidade	Afluente	Efluente	Frequência Mínima
DBO	MG/l	X	X	S
DQO	MG/l	X	X	S
Sólidos Totais	MG/l	X	X	Q
Sólidos Fixos	MG/l	X	X	Q
Sólidos Suspensos	MG/l	X	X	Q
Fito plâncton	org./m ³	X	X	Q
Zooplâncton	org/ml		X	Q
Coliformes Fecais	NMP/100 ml		X	M
Alcalinidade	mg/l	X	X	M
Nitrogênio Kjeldhal	mg/l	X	X	O
- orgânico	mg/l	X	X	O
- amoniacal	mg/l	X	X	O
Nitrogênio Nitrato	mg/l		X	O
Nitrogênio Nitrito	mg/l		X	O
Fósforo Total	mg/l		X	O
Ortofosfato	mg/l		X	O

S = Semanal
Q = Quinzenal

M = Mensal
O = Ocasional

Limpeza de Lagoas de Estabilização

– *Frequência de Limpeza*

O lodo depositado nas lagoas de estabilização, sejam anaeróbias ou facultativas, não constitui em médio prazo, um problema operacional.

Teoricamente, a quantidade de lodo acumulada numa lagoa anaeróbia é de cerca de 0,26 l/hab. dia e, após secagem ao ar, de 0,13 l/hab. dia. Nesse último estado, ele

contém 45% de sólidos e ainda 55% de água, ou seja, a taxa de acumulação de lodo seco é de 0,03 a 0,04 m³/hab. ano.

Nas lagoas facultativas, bem mais raras que as anaeróbias, submetidas a intensas e variadas radiações do sol, temperaturas maiores que 15°C são, para as nossas condições climáticas, sempre asseguradas na camada de lodo. Como, acima dessa temperatura mínima, os processos de digestão anaeróbia desenvolvem-se favoravelmente, raramente a remoção de lodo justifica-se antes de 15 anos ininterruptos de funcionamento. É oportuno registrar que, em lagoas onde existem zonas mortas, pode haver uma sedimentação exagerada de algas mortas (5 cm/ano), o que pode levar o operador menos avisado a concluir por um assoreamento prematuro da lagoa.

– *Procedimentos de Limpeza*

O lodo acumulado numa lagoa de estabilização deve ser removido quando a sua espessura atingir a metade da lâmina d'água de operação.

Os procedimentos adotados na limpeza de uma lagoa seguem as seguintes seqüências:

- A lagoa cujo lodo removido, sairá temporariamente do circuito. Os esgotos deverão ser desviados para outra célula em uso ou, em último caso, para o curso d'água. Esta operação deverá ser realizada de forma gradual, de modo a não prejudicar o funcionamento normal da lagoa em uso o interferir o mínimo possível nos diversos usos de jusante do corpo receptor;
- Os “*stop-logs*” das caixas de saída devem ser removidos seqüencialmente, de forma gradativa, e os líquidos encaminhados para a outra célula em uso. A lâmina d'água deve ser rebaixada até alcançar a camada de lodo;
- O lodo exposto ao sol perderá, paulatinamente, sua água intersticial e secará ao ar livre;
- Quando o lodo apresentar rachaduras e tornar-se manuseável com garfos de brita, deverá ser retirado da lagoa e utilizado como condicionador de solo ou “adubo” na própria área da estação.

Estas recomendações são fáceis de serem aplicadas quando não existe a interferência das águas no lençol freático nas lagoas de estabilização. Na hipótese da existência de lençol freático aflorante realimentando as lagoas, o lodo ali

acumulado dificilmente secará ao ar livre e a sua remoção só será viável através de processos mecânicos. Os procedimentos recomendados, neste caso, são os seguintes:

- Construir, previamente, próximo da lagoa a ser limpa, uma pequena lagoa com fundo em cota superior ao nível do lençol subterrâneo, dotada de drenos (a 0,40 m do fundo) e tubos extravasores (ladrão);
- Interromper, temporariamente, a alimentação dos esgotos e colocar, na lagoa a ser limpa, uma draga para retirada dos lodos;
- A draga, circulando ordenadamente, succionará e bombeará os lodos para a “lagoa auxiliar” até o nível máximo de extravasão, quando ela deverá interromper, por algumas horas, o seu funcionamento. Pouco a pouco, o nível auxiliar irá baixando através dos drenos (manilhas);
- Enquanto diminui o nível do líquido a lagoa auxiliar, o nível na lagoa principal deverá ser elevado para assegurar o calado da draga. O reenchimento da lagoa deverá ser feito com água bombeada do córrego (quando possível e próximo) ou de outras lagoas subseqüentes;
- Estas operações, cíclicas e associadas entre a lagoa principal e a auxiliar, se repetirão até se ter a certeza de que todo o lodo foi removido da lagoa principal;
- O lodo acumulado na lagoa auxiliar perderá sua água intersticial e secará ao ar livre.

4 – PRINCIPAIS PROBLEMAS DE FUNCIONAMENTO E POSSÍVEIS SOLUÇÕES

4.1 – Introdução

Por ser um sistema de tratamento bastante simples, a maioria das lagoas de estabilização não é devidamente cuidada. A falta de um interesse no controle operacional e o total descaso na manutenção leva-as, em pouco tempo, a uma situação de abandono.

Uma lagoa de estabilização, quando bem projetada, construída, operada e cuidadosamente mantida, constitui um dos processos mais simples de tratamento de esgotos e não causa perturbações à vizinhança e nem provoca decepções aos visitantes. Todavia, como se trata de um processo de tratamento natural, muito influenciado pelas mudanças climáticas locais, não controláveis pelo homem, é recomendável que as lagoas de estabilização mantenham certa distância das áreas residenciais. Essa condição, embora não constitua uma regra rígida, só deve ser desobedecida quando a instalação for adota de algum sistema de recirculação que possa ser acionado para eliminar e/ou minimizar os maus odores exalados por alguma célula, temporariamente, em distúrbio ou desequilíbrio.

4.2 – Principais Problemas Operacionais em Unidades de Remoção de Sólidos Grosseiros

A maioria das perturbações na operação das caixas de areia provém da variação da velocidade dentro da câmara e agravam-se mais ainda, quando são associados perfis e medidores de vazão inadequados.

4.2.1 – Excesso de Matéria Orgânica no Material Removido dos Depósitos de Acumulação de Areia

Causas:

- Velocidade de escoamento demasiadamente baixa;
- Tempo de retenção demasiadamente longo;

Correção:

- Reduzir a área da seção transversal do canal da caixa de areia, adicionando-se material ao longo das paredes do canal (enchimento com tijolos rejuntados com cimento e areia, massa, etc);

- Diminuir o número de câmaras usadas;
- Reajustar, quando for possível, o vertedor de saída de maneira a diminuir a profundidade da lâmina d'água, durante o período de vazões normais;
- Reduzir, quando for praticável, o comprimento da câmara por meio de deslocamento do vertedor da saída;
- Revolver, três vezes ao dia, o material acumulado nos depósitos das caixas de areia, no sentido contrário ao fluxo, de maneira que a matéria orgânica absorvida aos grânulos de areia possa ser liberada e siga a sua trajetória normal; esta recomendação operacional consta no item 7.4.1 do capítulo 7 deste Manual.

4.2.2 – Arraste de Areia no Efluente das Caixas de Desarenação

Causas:

- Velocidade dos fluxos demasiadamente alta;
- Tempo de retenção, na câmara, demasiadamente curto;
- Como corrigir
- Remover, com maior frequência, a areia acumulada nos depósitos da caixa de desarenação;
- Colocar em funcionamento duas unidades de desarenação;
- Ampliar a área da seção transversal das caixas de areia.

4.3 – Principais Problemas Operacionais em Lagoas Anaeróbias

Os principais problemas operacionais que ocorrem na lagoa anaeróbia são:

- Emissão de maus odores;
- Formação de espuma;
- Proliferação de insetos.

4.3.1 – Emissão de Maus Odores

É quase inevitável que, algumas vezes, se depreendam odores desagradáveis de uma estação de tratamento de esgotos, não importando qual seja o processo empregado.

A maioria dos odores é ocasionada por uma sobrecarga de matéria orgânica ou pela operação do processo.

As lagoas anaeróbicas emitem sempre um odor característico nas vizinhanças dos dispositivos de alimentação e saída, e passam a ser incômodas à população, quando esta reside próxima dessas unidades de tratamento. Os odores associados à formação de compostos de sulfetos a baixas temperaturas (abaixo de 20°C).

As principais causas deste inconveniente são:

- Procedimentos incorretos na partida inicial das lagoas;
- Projeto das lagoas, com cargas de tempos de detenção muito reduzidos;
- Tratamento de despejos líquidos com altas concentrações de sulfetos ou com a presença de substâncias tóxicas que inibem a fermentação metânica;
- Queda repentina ou persistência de baixas temperaturas no conteúdo líquido das lagoas;
- Admissão de despejos líquidos industriais que tendem a diminuir o pH dos esgotos abaixo de 6,5.

Causa a)

- Operação inicial das lagoas

Correção:

- Sempre que possível, os seguintes procedimentos devem ser adotados no carregamento inicial das lagoas, para se assegurar uma população de bactérias metanogênicas em quantidade suficiente e evitar a acumulação dos ácidos orgânicos (voláteis) da primeira fase de fermentação;
- Iniciar a operação das lagoas na estação de verão, ou nas épocas que as temperaturas médias do ambiente são superiores a 20°C;
- Introduzir lodo digerido de uma ETE, tanque *in-off* ou de fossas sépticas inodoras, lançando-o na zona bentônica das lagoas, nas regiões circunvizinhas aos tubos de alimentação da lagoa;
- Carregar a lagoa de maneira progressiva, evitando o lançamento brusco de toda a carga orgânica. Tais procedimentos são complementados com as instruções propostas no item 6.2.1 deste manual;
- Ajustar o pH do conteúdo líquido, com o emprego de calcário em pó, bicarbonato de sódio, até que a neutralização seja obtida; essas operações só devem ser feitas quando a lagoa adquirir lâmina suficiente, de maneira a não afetar diretamente a camada bentônica do lodo inoculado. Esses compostos contêm

oxigênio na sua composição e o oxigênio é bastante tóxico às bactérias metanogênicas.

Causa b)

- Cargas orgânicas elevadas ou utilização de pequenos tempos de detenção

Embora não se ignore que o emprego de cargas orgânicas elevadas (até 0,20 kg DBO/dia.m³) ou de detenções mínimas de 1 ou 2 dias não compromete a eficiência de remoção de DBO, quando prevalecem temperaturas elevadas na massa líquida, a exalação de maus odores é inevitável e chega a ser insuportável. Desde que exista uma distância das habitações em relação ao sistema, o desprendimento de odores só incomoda quem, diretamente, convive com o sistema.

Apesar de o critério mais indicado para dimensionar essas lagoas o da adoção de cargas orgânicas volumétricas e não superficiais, a nossa experiência tem confirmado que, quando a taxa de aplicação superficial supera os 1.500 kg DBO/ha.dia, a emissão de odores começa a gerar incômodos aos operadores, visitantes e, principalmente, à população que, inadvertidamente, habita próximo dessas instalações.

As causas dos maus odores, nesses casos, provêm de:

- Sobrecargas propositais empregadas no projeto, com a finalidade principal de reduzir as áreas de espelho d'água. Nesses casos, a instalação já parte com pouca chance de que os desprendimentos de odores não venham ocorrer;
- Sobrecargas das lagoas em decorrência das mesmas terem alcançado sua vida útil, isto é, o sistema atingiu o limite de sua capacidade de tratamento e necessita ser ampliado.

Correção:

- Ampliar o sistema de maneira a redistribuir as cargas orgânicas e, conseqüentemente, reduzi-las a níveis toleráveis;
- Não projetar lagoas com cargas volumétricas elevadas, sem a prévia avaliação do comportamento das unidades experimentais, trabalhando nas condições previstas no projeto e em idênticas condições climáticas.

Do ponto de vista operacional, entretanto, algumas medidas podem ser adotadas para o controle ou atenuação da emissão de maus odores:

- Recircular uma parte do efluente de uma lagoa facultativa para a entrada da anaeróbia. Razões de 1 para 4 (1 volume de efluente para 4 volumes de águas residuárias brutas), até 1 para 2 podem ser utilizadas para atenuação do problema;
- Introduzir vegetação em decomposição (folhas e galhos úmidos e/ou apodrecidos);
- Aplicação de pó calcário ou cal para elevar o pH do líquido a valores levemente alcalinos (7,0 a 7,5);
- Adicionar porções de nitrato de sódio (salitre do Chile) em vários pontos da lagoa, mantendo-a numa fase alcalina. Em solução, dosagens de até 60 mg/l podem ser necessárias;
- Espargir cinza vegetal, em vários pontos da lagoa, até a neutralização do conteúdo líquido.

Nota: a adição de cloro deve ser evitada, uma vez que, embora cause rapidamente o desaparecimento de maus odores, traz problemas posteriores para reinício das atividades biológicas necessárias ao tratamento.

Causa c)

- Presença de substâncias tóxicas

A exalação de maus odores nas lagoas anaeróbias como nos digestores anaeróbios das estações convencionais de tratamento possa, também, serem provenientes da presença de sulfatos e metais pesados, compostos esses que inibem as bactérias metanogênicas da digestão. Entretanto, tratando-se de esgotos predominantemente sanitários, foge do escopo deste manual abordar os efeitos desses compostos na inibição da fase metanogênica porque a presença deles nessas águas residuárias não chega a causar preocupação.

Correção:

- Os metais pesados, os praguicidas, os resíduos de fábricas de antibióticos e de indústrias diversas, quando lançados nas redes municipais, sem a prévia autorização dos órgãos estaduais de controle de poluição, deverão ser controlados na fonte, isto é, na própria indústria. Assim sendo, o operador deve notificar o Órgão Estadual de Controle de poluição sobre o problema.

Causa d)

- Quedas bruscas e persistência e baixas temperaturas.

Sabe-se que a atividade biológica da camada de lodo das lagoas anaeróbias e também das facultativas depende, principalmente, da temperatura ali predominante.

- Quando ela cai abaixo dos 17°C, a produção de metano é significativamente reduzida e, praticamente, o lodo vai se acumulando sem sofrer decomposição; a eficiência da lagoa depende, quase exclusivamente, da decantação dos sólidos. No inverno, quando a fermentação se processa lentamente, é muito provável que se formem placas de lodo flutuantes na superfície das lagoas, e como consequência, se apresentam odores devido à produção de gás sulfídrico.
- Uma boa digestão para ocorrer, e o problema de baixa temperatura ser eliminado, quando a lagoa receber também águas residuárias devidamente previstas no projeto de matadouros e frigoríficos (geralmente com temperaturas entre 27 – 30°C). Normalmente, com a presença desses despejos, acumula-se na superfície da lagoa uma cobertura de material graxo que se solidifica. Esta cobertura proporciona o isolamento da lagoa, evita o resfriamento do líquido, previne a mistura da superfície pela ação dos ventos mantendo as condições anaeróbias do fundo e suprime a emissão de odores incômodos.
- Profundidades pequenas podem, tanto no verão quanto no inverno, levar à formação de espuma na superfície, onde as bolhas de gases arrastam consigo placas de lodo da zona bentônica.
- Durante os meses mais quentes, quando o líquido se aquece e a camada bentônica do lodo se encontra em plena atividade biológica, com uma grande produção de gases típicos da fermentação metânica, os odores devem ser mínimos, principalmente, em lagoas com grandes profundidades (acima de 3,0 m).

Correção:

- Não existem maneiras práticas e econômicas para controle deste fator ambiental com vistas a manter a temperatura da camada de lodo acima dos 20°C.

Causa e)

- Predominância de baixos valores de pH nos esgotos afluentes

A principal causa deve estar relacionada com a presença de certos despejos industriais entre eles, os provenientes das indústrias de laticínios.

Correção:

- Adicionar, em caráter temporário ou definitivo, uma das substâncias alcalinas, de maneira a elevar o pH dos esgotos a serem tratados;
- Deve-se ter sempre em mente que a neutralização do pH não é, necessariamente, um remédio para todos os desequilíbrios dos processos anaeróbios de digestão.

Assim, quando se dispuser de um laboratório bem equipado deve-se, sempre que possível, medir a acidez volátil total (como ácido acético), e alcalinidade total (como carbonato de sódio), do lodo em digestão. É desejável que a relação acidez volátil total e alcalinidade total sejam inferiores a 0,1. A elevação desse valor é um sinal de um distúrbio iminente no processo de digestão, o que pode levar a suspender ou diminuir a alimentação da unidade por vários dias.

Como Atenuar a Propagação de Maus Odores:

- Uma maneira que, embora não elimine a emissão de odores agressivos, atenua a sua propagação para as áreas habitadas vizinhas, consiste na plantação de algumas fileiras de eucaliptos da espécie Citrodora. Tais fileiras de eucaliptos, que deverão circundar o conjunto depurador, podem ter de três a dez árvores de coroa e a primeira fileira, no caso das lagoas anaeróbias, devem ficar distante 10 m ou mais dos taludes, para evitar sombreamento no espelho líquido. O espaçamento entre árvores de uma fileira, bem como a distância entre duas fileiras pode ser de 3 a 5 m.

4.3.2. – Crescimento de Vegetação

Quando se fala de problemas oriundos do crescimento de vegetais em lagoas, devem-se diferenciar dois tipos: as ervas aquáticas daninhas e os vegetais terrestres.

As ervas aquáticas daninhas, que constituem as pragas aquáticas, se acumulam nos taludes internos (lagoas com manta de geomembrana em revestimento dos taludes internos e fundos), e lastros das lagoas.

Os vegetais terrestres compreendem os arbustos, ervas e capins que crescem externamente nas lagoas e suas circunvizinhanças.

Os vegetais aquáticos, ou ervas daninhas, estão sempre associados a um ciclo de problema, ou seja:

Vegetais → insetos e larvas → sapos → roedores → cobras

O controle desses vegetais e sua remoção periódica são indispensáveis para evitar a proliferação de mosquitos e garantir até a segurança dos diques.

Causas:

- Falta de conservação e manutenção das áreas externas das lagoas.

Coreção:

- As plantas aquáticas, como aguapés, devem ser retiradas com auxílio de barros, cordas ou dragas;

É um trabalho que precisa ser repetido várias vezes, a fim de se evitar a procriação de mosquitos e servir de depósitos para escumas superficiais.

4.3.3 – Presença de Mosquitos e Moscas

Esses insetos podem proliferar quando existe material gradeado ou areia removidos não convenientemente enterrados, ou expostos ao ar livre, em algum local próximo das lagoas.

Os ovos depositados por esses insetos são muito frágeis e não resistem à ação superficial por ventos e correntes; por isso, não chegam a constituir problemas quando se mantêm as bordas e a lagoa em geral, livres de vegetação, e se controlam as escumas.

Correção:

- O material removido da grade e da caixa de areia deve ser enterrado em valas previamente abertas. Para maior segurança, poderá ser lançado querosene sobre o material gradeado e, a seguir com o devido cuidado, ateado fogo; logo em seguida, as cinzas devem ser cobertas com terra;

- O controle de vegetais deve ser feito de acordo com as instruções do item 8.3.2.. Contudo, nas fases de projeto e construção podem ser adotadas algumas medidas que reduzam, ao máximo, proliferação de mosquitos;
- Projetar os dispositivos de saída com condições que permita regular o nível d'água ou esvaziar, por completo, a lagoa;
- Antes de encher a lagoa, nivelar o fundo e eliminar toda a vegetação existente;
- Manter em bom estado os taludes dos diques;
- A proliferação de moscas sobre as escumas que se formam nas lagoas pode ser combatida com a aplicação de algum pesticida ou inseticida, em quantidade adequada de modo a não prejudicar o funcionamento normal da lagoa e nem contrariar os regulamentos de proteção ambiental. Para definição do produto e suas dosagens, convém consultar, previamente, os órgãos do Ministério da Agricultura.

O revolvimento da camada de espuma com o auxílio de um rastelo ou jateamento da camada de material flutuante são também empregados. Essas práticas, contudo, precisam ser mais bem investigadas e avaliadas quanto as suas vantagens e desvantagens. A retirada das natas e escumas superficiais é mais adequada no controle das larvas de Psychoda e de mosca doméstica porque estes insetos não são aquáticos.

4.3.4. – Aparecimento de Animais Roedores

Embora a presença de ratos nas lagoas de estabilização tenha sido muito rara, ela pode ocorrer em algumas situações:

- Quando nas proximidades das lagoas existem lixões ou aterros sanitários construídos inadequadamente;
- Quando ocorre adensamento populacional significativo nas circunvizinhanças das lagoas e a coleta do lixo domiciliar não for processada com a necessária frequência obrigando os moradores a descartá-los de forma inadequada, nos fundos de quintais ou em monturos, em lotes desabitados;
- Quando os diques das lagoas encontram-se desprotegidos das mantas de geomembrana (faixa de proteção no nível d'água), mal conservadas ou mal compactadas durante a construção.

Os ratos de esgotos ou de banhados formam, nos taludes internos das lagoas, verdadeiros túneis parcialmente submersos que chegam, com o tempo, a comprometer a estabilidade dos diques.

Essas escavações são facilmente perceptíveis e no caso de se elevar o nível de água na lagoa, os ratos tendem a formar novos túneis mais acima da água.

Correção:

- Evitar a construção de lixões nas proximidades das lagoas, visando remover as possíveis fontes de alimentos desses roedores;
- O Departamento de Limpeza Pública local deve ser informado quanto à gravidade do problema e tomar providências, no tocante a coleta e destino adequado do lixo;
- Compactar, durante a construção, os diques das lagoas e manter em bom estado os diques e bordas dos taludes internos;
- Se o problema persistir, consultar os órgãos locais de saúde para orientarem sobre outros sistemas de remoção, tais como armadilhas, raticidas, etc.

4.4 – Principais Problemas Operacionais nas Lagoas Facultativas

4.4.1 – Escumas

A superfície líquida de uma lagoa de estabilização facultativa deve estar isenta de escumas, óleos e graxas, ou qualquer outro material que impeça a livre passagem de raios luminosos através da massa líquida, prejudique a ação dos ventos e venha causar odores ou tornar-se um habitat favorável para proliferação e insetos.

Causas:

- Flotação de placas de lodos que se desprendem do fundo, especialmente em lagoas muito rasas e nos meses de verão (predominância de temperaturas elevadas);
- Admissão de esgotos com elevadas quantidades de óleos e graxas;
- Floração de algas que chega a formar uma nata esverdeada sobre a superfície líquida, que se desloca para os cantos das lagoas pela ação dos ventos. Essa nata dificulta a passagem da luz e, se não for destruída, surgirão maus odores na lagoa devido à sua morte.

Correção:

- Desagregar os flocos de lodo e quebrar as escumas com jatos d'água, rastelos ou barcos a motor;
- Remover, sempre que possível, a espuma utilizando peneira de pano presa a um cabo comprido de madeira. A espuma coletada deve ser enterrada em valas previamente abertas no solo ou disposta no solo e posteriormente incinerada;
- No caso de lagoa facultativa secundária, colocar anteparos nas caixas de saída da lagoa primária de modo a impedir a passagem de materiais flutuantes.

4.4.2 – Emissão de Maus Odores

Os odores são geralmente incômodos ao público e têm como causas:

- Sobrecarga orgânica;
- Longos períodos com tempo nublado e baixas temperaturas;
- Presença de substâncias tóxicas nos esgotos;
- Formação de curtos-circuitos e zonas mortas nas lagoas;
- Presença de massas flutuantes de algas na superfície líquida.

Causa a)

- Sobrecarga Orgânica

A sobrecarga de esgotos numa lagoa de estabilização facultativa está sempre acompanhada de um abaixamento de pH, queda do nível do oxigênio, mudança na cor do efluente de verde escuro para verde amarelado, aparecimento de manchas acinzentadas junto à alimentação do afluente e surgimento concomitante de odores incômodos.

Correção:

- No caso de existirem duas células facultativas, aquela que apresentar o problema deverá ser retirada de operação, até que se recupere, enquanto se coloca em operação a segunda célula; com a alimentação em paralelo poder-se-á, reduzir o carregamento;
- Caso exista uma única célula, poder-se-á, através de bombas e mangote, recircular o efluente da própria lagoa, de modo a adicionar oxigênio dissolvido e distribuir a concentração de sólidos. Razões de recirculação de 1 para 4 ou 1 para 6 são normalmente empregadas;

- Havendo disponibilidade de aeradores superficiais suficientes, estes poderão ser instalados temporariamente para melhorar a mistura e a oxigenação;
- No caso de haver uma única entrada, o fluxo deverá ser distribuído através de múltiplas entradas, evitando-se os problemas de curtos-circuitos ou caminhos preferenciais do fluxo dentro da lagoa.

Causa b)

- Longos Períodos com Temperatura Baixa e Tempo Nublado

Neste caso, a produção de oxigênio será bastante afetada, chegando-se a ter OD igual a zero, mesmo nos períodos diurnos.

Correção:

- Havendo disponibilidade, instalar aeradores superficiais junto à entrada do afluente, de maneira a completar, com aeração mecânica, a produção de oxigênio pelas algas;
- Recircular o efluente, utilizando bombas portáteis, para a entrada da lagoa.

Causa c)

- Presença de Substâncias Tóxicas nos Esgotos

Quando, numa lagoa facultativa que se encontra em operação normal, ocorrem repentinas condições anaeróbias, o operador deve, imediatamente, solicitar ao laboratório central de sua companhia a realização de uma análise físico-química completa do afluente.

Os resultados dessa análise poderão indicar altos teores de substâncias tóxicas provenientes de lançamentos de resíduos industriais.

Correção:

- Percorrer o emissário e a rede local junto às indústrias que se localizam na bacia contribuinte, verificando através de análises físico-químicas, a composição desses esgotos industriais. Neste caso, sendo comprovadas concentrações de substâncias tóxicas acima dos limites permissíveis, deverão ser acionadas a área competente dentro da companhia para que tome as providências cabíveis dentro da legislação vigente.

Causa d)

- Formação de Correntes Preferenciais Provocando Curtos-Circuitos

A ocorrência de curtos-circuitos pode ser indiciada por problemas de odores, baixas concentrações de oxigênio dissolvido em partes da lagoa, condições anaeróbias e baixo pH. Esta indicação poderá ser verificada pela determinação de oxigênio dissolvido em vários pontos da lagoa. Ocorrendo diferenças de 100 a 200% nos valores de OD, é bastante provável que não esteja havendo uma boa distribuição de esgotos na lagoa. As vezes que não estão recebendo boa circulação caracterizam-se por baixos valores de OD e pH.

Os curtos-circuitos podem decorrer de:

- Presença de vegetais aquáticos no interior da lagoa;
- Má distribuição do afluente em relação à forma geométrica da lagoa;
- Árvores ou cercas que impeçam a ação dos ventos;
- Irregularidades do fundo da lagoa.

Como Corrigir:

- Quanto aos vegetais aquáticos, corta-los e remove-los. Mas o ideal é iniciar a operação de maneira eficiente;
- Em caso de entradas múltiplas de afluente, regularizar uniformemente a distribuição das mesmas;
- Em caso de entrada única de esgotos, efetuar pequena obra de reparos para ampliar o número de entradas, procurar igualar as vazões em cada entrada;
- Em caso de entrada de esgotos através de tubulação que avança demais lagoa adentro, cortar e retirar a maior extensão dos tubos alimentadores, deixando suas extremidades com apenas um ou dois metros além da saia interior dos taludes;
- Guardar distância mínima de vinte metros entre as margens e as árvores e cercas que circundam as lagoas;
- Regularizar o fundo da lagoa.

4.4.3 – Vegetação

A presença de vegetação no lastro e no meio líquido da lagoa pode prejudicar a passagem de raios luminosos e a ação dos ventos no meio líquido e causar problemas de curtos-circuitos, além de constituir habitats de insetos. A vegetação

terrestre de grande porte pode trazer problemas de diminuição de insolação e ação dos ventos.

Causas:

- Início de operação inadequada;
- Utilização de lâmina líquida abaixo de 0,90 m.

4.4.4 – Presença de Larvas de Insetos e Insetos na Lagoa e na Área que Circunda

Causas:

- Material gradeado ou areia não enterrado convenientemente;
- Presença de escumas;
- Presença de vegetação.

Correção:

- Enterrar o material removido das grades e caixas de areia em valas previamente abertas. Se quiser, pode-se lançar querosene sobre o material gradeado, atear fogo e logo em seguida cobri-lo com terra, nivelando-se o terreno. Quebrar e/ou remover a espuma segundo o item 8.3.1. Quanto à vegetação, ver item 8.3.3;
- Rebaixando-se o nível de água da lagoa, as larvas que se encontrarem presas junto aos taludes desaparecerão quando esta área secar. A oscilação alternada e periódica do nível de água da lagoa é uma operação que diminui o aparecimento de larvas de diversos insetos;
- Em caso de grandes quantidades de moscas, poderão ser aplicados produtos químicos nos taludes internos, nas concentrações especificadas pelos seus fabricantes. A destruição e coleta de escumas também previne o aparecimento de moscas;
- Dependendo da concentração de OD (oxigênio dissolvido), presente na massa líquida, a proliferação de insetos pode ser também combatida mediante a colocação de peixes nas lagoas de estabilização (carpas, tilápias e gambússia). Como nas horas noturnas, a concentração de OD tende a valores nulos, não permitindo, portanto, a criação de peixes, é necessário um sistema de recirculação com água limpa através de chuveiros que devem ser dispostos à maior altura possível sobre o espelho líquido da lagoa. Outra prática recomendada é a diluição do líquido da lagoa com água limpa na proporção de

até 1:20. Para impedir a evasão de peixes da lagoa, os dispositivos de saída do efluente deverão ser antecidos por telas ou peneiras finas de nylon circundando os vertedores.

4.4.5 – Controle de Algas Azuis

A floração de algas azuis geralmente vem acompanhada de baixos valores de pH (< 6,5), OD menores do que 1 mg/l e, quando elas morrem, há emissão de odores desagradáveis.

Causas:

- Indicação de tratamento incompleto;
- Sobrecarga de esgotos;
- Balanço inadequado de nutriente.

Correção:

- Fazer 3 aplicações de solução de sulfato de cobre:
 - Se a alcalinidade total for superior a 50 mg/l, aplicar 1 g de sulfato de cobre por m³ de água na lagoa;
 - Se a alcalinidade total for inferior a 50 mg/l, reduzir para 0,5 g de sulfato de cobre por m³.
- Destruir as natas de algas com o emprego de barco a motor ou bomba portátil e esguicho de água sob pressão. O motor do barco deve ser refrigerado a ar de modo a se evitar o seu entupimento por lagoas.

4.4.6 – Controle de Algas Filamentosas

Essas algas limitam a penetração da radiação solar no líquido e podem entupir as tubulações de saída da lagoa. Esse tipo de alga aparece em lagoas com cargas orgânicas baixas.

Causas:

- Superdimensionamento da lagoa;
- Vazões baixas em certas estações do ano.

Correção:

- Reduzir o número de celular em uso, aumentando, dessa maneira, a carga orgânica aplicada;
- A dispersão das natas por jateamento de água e destruição por meios mecânicos não são eficientes.

4.4.7 – Controle de Algas no Efluente

A maior parte dos sólidos suspensos presentes no efluente decorre da presença de algas. Como muitas são unicelulares e imóveis, é difícil remove-las.

Causas:

- Condições de temperatura e clima que favorecem o crescimento dessas algas.

Correção:

- Retirar o efluente a partir de 0,20 m abaixo da superfície líquida e instalar também uma cortina retentora de sobrenadante acoplada aos dispositivos de saída da lagoa;
- Empregar lagoas múltiplas em série ou acrescentar unidades adicionais de tratamento, tais como filtros intermitentes de areia.

4.4.8 – Declínio do pH

O pH do meio controla diversos tipos de algas, como por exemplo, as algas verdes necessitam de pH entre 8,0 e 8,4. O pH e o OD variam durante o dia, com predominância de seus menores valores ao nascer do sol e os mais elevados no período da tarde.

Causas:

O declínio do pH é seguido por uma queda no OD com morte de algas verdes. Isto é muitas vezes causado por:

- Sobrecarga;
- Longos períodos com condições meteorológicas adversas;
- Presença de animais tais como a Daphnia, que se alimentam de algas.

Correção:

- Desativar temporariamente a célula e deixá-la se restabelecer;
- Colocar em operação outra lagoa em paralelo;

- Recircular o efluente da lagoa;
- Verificar os possíveis curtos-circuitos;
- No caso de sobrecarga, instalar aeradores superficiais;
- Verificar possíveis causas de toxicidade ou mortandade das algas e corrigi-las na própria fonte.

5 – ATERRO CONTROLADO

O aterro controlado da ETE – Matias Cardoso tem a função de receber os sólidos coletados do tratamento preliminar e das elevatórias de esgoto bruto do sistema.

Os cuidados operacionais para a administração da área do aterro é bastante simples, mas necessária será a atenção a ser dada para a mesma. Assim sendo as principais precauções e ações estão delineadas a seguir:

- Toda área destinada para o aterro controlado deverá permanecer cercado e protegido contra a entrada de pessoas estranhas e de animais;
- As áreas próximas e a própria área do aterro deverá ficar livre de vegetações, evitando a proliferação de roedores, moscas e mosquitos;
- Proteção contra águas pluviais

Para evitar a percolação de águas pluviais através das camadas de lodo colocado no aterro, deve-se:

- Proteger a área, desviando a água que para ela correr;
- Valas e valetas de desvio devem ser abertas a meia encosta e em outros pontos que o projeto indicar, para captar e desviar as águas pluviais, evitando que penetrem na área, encaminhando-as para jusante;
- O recobrimento de um aterro controlado entre outras finalidades será o de proteger o mesmo à infiltração de águas pluviais, e deve fazer-se de preferência com camadas de espessuras reduzidas, com caimento que evite empoçamento de água e as encaminhe para fora da área.
- O recobrimento com terra deverá ser feito quando a camada de lodo atingir a altura especificada de 0,30 m . Deverá ser feito uma proteção especial através de lonas de plástico, tipo terreiro, até a camada de lodo atingir a altura de 0,30 m para o recobrimento final.
- Drenagem de fundo e superficial

A drenagem de fundo do aterro controlado será feito por tubos de MBV para drenagem, em diâmetro de 100 mm, para coleta de algum líquido que por ventura venha a percolar através das camadas de lodo.

No ponto mais baixo do aterro controlado será construído um PV, donde o líquido coletado será encaminhado para a lagoa de maturação, por gravidade.

Em toda sua extensão, onde houver lançamento de resíduos, terá uma camada de brita nº2, na espessura de 30 cm, e camada de 10 cm de argila.impermeabilizante.

6 – EQUIPE DE TRABALHO

6.1 – Dever dos Responsáveis Diretos

A operação de uma ETE é um trabalho de equipe, sendo os responsáveis diretos o(s) engenheiro(s) e o(s) operado(es). Qualquer que seja a entidade competente à mesma a supervisão geral, operação e manutenção do sistema de tratamento.

Os técnicos deverão ser devidamente treinados, a fim de possuírem autonomia para tomar decisões rápidas frente aos problemas corriqueiros ou mais graves que possam surgir. Deverá haver uma perfeita interação entre o técnico e a companhia responsável pela operação do sistema, para que todos os empecilhos que possam ocorrer, sejam resolvidos eficientemente.

6.2 – Equipe

No Sistema de Tratamento, a maior parte das atividades de manutenção e operação são simples e podem ser executadas pelos operadores e trabalhadores braçais. A necessidade de pessoal técnico é baixa.

Seguem as principais responsabilidades de cada membro da equipe (adaptado de CETESB - 1989 e Von Sperling - 1996).

6.3 – Engenheiro Chefe

- Orientar o pessoal de manutenção, instruindo-os sobre as responsabilidades.
- Informar pessoalmente os responsáveis sobre o funcionamento e estado geral dos componentes do sistema de tratamento.
- Realizar os controles necessários à operação normal da unidade.
- Registrar os dados obtidos e processar as informações, enviando-as ao responsável pelo sistema e, quando solicitadas, ao órgão estadual de controle de poluição.

6.4 – Técnico Químico

- Coletar parâmetros físico-químicos relevantes para determinar o funcionamento do sistema de tratamento de esgotos.
- Realizar as análises e medições de parâmetros.
- Avisar o engenheiro-chefe quando houver problemas ambientais ou redução da eficiência do tratamento.

6.5 – Operador

- Executar diariamente uma inspeção em todas as unidades e anotar as ocorrências na ficha diária.
- Anotar diariamente os parâmetros físico-químicos.

6.6 – Operários

- Limpar as grades, caixas de areia, vertedores, dispositivos de alimentação, instalações e equipamentos do sistema.
- Cuidar da saída e regulação dos fluxos.
- Cuidar do paisagismo e urbanização de toda a área de tratamento e providenciar cercas e placas de aviso durante a manutenção.

6.7 – Cuidados com Saúde e Segurança do Trabalho

Os esgotos contêm contaminantes que podem causar doenças de pele, diarreias, infecções, micoses, entre outras doenças. Ao realizar atividades de operação/manutenção das unidades os operadores devem ter os seguintes cuidados:

- Evitar sempre o contato direto de qualquer parte do corpo com os esgotos;
- Durante as atividades de operação e manutenção da estação, os operadores devem usar macacões em PVC com botas, máscaras e luvas de borracha. Estes equipamentos não devem ser levados para casa. Devem ser lavados na própria estação;
- Após a realização dos serviços, lavar as luvas com detergente e, em seguida, retirá-las e guardá-las. Não utilizar estas luvas para outras finalidades;
- As ferramentas utilizadas para a Estação de Tratamento de Esgotos deverão ser guardadas em local separado das outras e utilizadas somente para esta finalidade. Após o uso, lavá-las com jateamento de água e usá-las somente na estação;
- Manter sempre as unhas limpas e cortadas, pois constituem permanentes veículos de transmissão de doenças;
- De acordo com orientação médica e nas ocasiões oportunas, providenciar o reforço das vacinas contra tétano, tifo, varíola e hepatite B;
- Caso ocorram ferimentos, limpar com solução de iodo a 25% e logo após usar mercúrio cromo;

- Todas as passarelas deverão possuir guarda-corpo;
- Prever a instalação de água potável para ser utilizada na higiene;
- Possuir em local apropriado e de fácil acesso, estojo de primeiros socorros;
- A ETE deverá possuir extintores de incêndio dispostos em locais apropriados e de fácil acesso;
- Os banheiros deverão possuir chuveiros de boa vazão para, em caso de contaminação direta com o esgoto, o indivíduo poder se lavar com farta quantidade de água.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCEIVALA, S. J. Wastewater treatment and disposal - engineering and ecology in pollution control. New York, Marcel Dekker, p. 892, 1981
- CHERNICHARO, C.A.L. e CAMPOS, C.M.M. - Tratamento Anaeróbio de esgotos. Belo Horizonte, DESA-UFMG, pg. 53-61, 1995.
- CHERNICHARO, C.A.L. - Reatores Anaeróbios - Belo Horizonte, DESA-UFMG, 245 pg, 1997.
- EPA, Process design manual for land treatment of municipal wastewater. Cincinnati, Ohio, 1981.
- JORDÃO, E.P. & PESSÔA, C.A. Tratamento de esgotos domésticos. ABES, 3ª ed., p 683, 1995.
- METCALF & EDDY, Inc. Wastewater engineering. Treatment, disposal, reuse. 3.ed., Mc. Graw-Hill, 1991.
- PEARSON, H.W., MARIA, D.D., ARRIDGE, H.A. The influent of pond geometry and configuration on facultative and maturation waste stabilisation pond performance and efficiency. Wat. Sci. Tech., 31 (12), p. 129-139, (1995).
- REED, S.C., CRITES, R.W., MIDDLEBROOKS, E.J. Natural systems for wastewater management and treatment. 2ª ed., New York, 1995.
- SOARES, C.A.L. Curso básico de esgotos. Módulo III. Tratamento. ABES-MG. Belo Horizonte, 22-25, novembro 1993.
- VAN HAANDEL, A.C. E LETTINGA, G. - Tratamento Anaeróbio de esgotos - um manual para regiões de clima quente. EPGRAF -Campina Grande - p.IV-28 - IV-30, 1994.
- VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, Volume 3, Belo Horizonte, DESA - UFMG, 1996, p.124.
- YANEZ, F. Lagunas de estabilizacion. Teoria, diseño y mantenimiento. ETAPA, Cuenca, Equador, p.421, 1993.