

**ELABORAÇÃO DOS PROJETOS
BÁSICOS DOS SISTEMAS DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO
DAS CIDADES DE GENTIO
DO OURO, IPUPIARA E
ITAGUAÇU DA BAHIA
LOCALIZADAS NO
ESTADO DA
BAHIA**

Contrato N° 0.06.08.0023.00

EG0085-R-IPR-PBA-28-V10-00

IPUPIARA

RELATÓRIO FINAL DO PROJETO BÁSICO
VOLUME 10
MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO



MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
CODEVASF

**ELABORAÇÃO DOS PROJETOS BÁSICOS DOS SISTEMAS
DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DAS CIDADES DE
GENTIO DO OURO IPUPIARA E ITAGUAÇU DA BAHIA
LOCALIZADAS NO ESTADO DA BAHIA**

EG0085-R-IPR-PBA-28-V10-00

RELATÓRIO FINAL DO PROJETO BÁSICO

VOLUME 10 - MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

IPUPIARA

OUTUBRO/2008

CODIFICAÇÃO DO RELATÓRIO

<i>Código do Relatório:</i>	EG0085-R-IPR-PBA-28-V10-00		
<i>Título do Documento:</i>	RELATÓRIO FINAL DO PROJETO BÁSICO VOLUME 10 - MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO		
<i>Resp. Aprovação Inicial:</i>	Luiz Carlos Kraemer Campos		
<i>Data da Aprovação Inicial:</i>	29/10/2008		
<i>Quadro de Controle de Revisões</i>			
<i>Revisão n°:</i>	<i>Justificativa/Discriminação da Revisão</i>	<i>Aprovação</i>	
		<i>Data</i>	<i>Nome do Responsável</i>

ELABORAÇÃO DOS PROJETOS BÁSICOS DOS SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DAS CIDADES DE GENTIO DO OURO, IPUPIARA E ITAGUAÇU DA BAHIA, LOCALIZADAS NO ESTADO DA BAHIA.

ÍNDICE GERAL

Código	Identificação do Relatório	Data Entrega
EG0085-R-GER-EST-01-00	RT-01 – Detalhamento do Programa de Trabalho	04/04/2008
EG0085-R-____-EST-02-00	RT-02 – Coleta de Dados e Reconhecimento	11/04/2008
EG0085-R-____-EST-03-00	RT-03 – Diagnóstico do Sistema de Esgotamento Sanitário Existente	06/05/2008
EG0085-R-____-EST-04-00	RT-04 – Estudo Populacional e Contribuições Sanitárias	28/04/2008
EG0085-R-____-EST-05-00	Minuta do Relatório dos Estudos de Reconhecimento	16/05/2008
EG0085-R-____-EST-06-00	Relatório Final dos Estudos de Reconhecimento	11/06/2008
EG0085-R-GER-VBD-07-00	RT-05 – Serviços Preliminares de Campo	22/04/2008
EG0085-R-____-VBD-08-00	RT-06 – Concepção das Alternativas Propostas para o Sistema de Esgotamento Sanitário	23/05/2008
EG0085-R-____-VBD-09-00	RT-07 – Pré-dimensionamento das Alternativas Propostas	30/05/2008
EG0085-R-____-VBD-10-00	RT-08 – Avaliação Ambiental das Alternativas	14/07/2008
EG0085-R-____-VBD-11-00	RT-09 – Comparação e Seleção da Melhor Alternativa	14/07/2008
EG0085-R-____-VBD-12-00	RT-10 – Análise de Pré-Viabilidade da Alternativa Selecionada	21/07/2008
EG0085-R-____-VBD-13-00	Minuta do Relatório do Estudo de Concepção e Viabilidade	21/07/2008
EG0085-R-____-VBD-14-00	Relatório Final do Estudo de Concepção e Viabilidade	31/07/2008
EG0085-R-GER-PBA-15-V1-00	RT-11 – Execução de Serviços de Campo	14/07/2008
EG0085-R-GER-PBA-15-V2-00	Volume 1 – Topografia de Itaguaçu da Bahia e Geotec. de Gentio do Ouro, Ipuipara e Itaguaçu da Bahia Volume 2 – Topografia de Gentio do Ouro e Ipuipara	08/08/2008
EG0085-R-____-PBA-16-00	RT-12 – Projeto Básico das Redes Coletoras	25/07/2008
EG0085-R-____-PBA-17-00	RT-13 – Projeto Básico de Coletores Tronco, Interceptores e Emissários	25/07/2008
EG0085-R-____-PBA-18-00	RT-14 – Projeto Básico de Estações Elevatórias	31/07/2008
EG0085-R-____-PBA-19-00	RT-15 – Projeto Básico de Linhas de Recalque e Emissários Finais	31/07/2008
EG0085-R-____-PBA-20-00	RT-16 – Projeto Básico de ETE's	05/08/2008

Código	Identificação do Relatório	Data Entrega
EG0085-R-___-PBA-21-00	RT-17 – Projetos Complementares	05/08/2008
EG0085-R-___-PBA-22-00	RT-18 –Tomo I - Especificações ET-00 a ET 31	25/07/2008
EG0085-R-___-PBA-22-00	RT-18 –Tomo II - Especificações ET-32 a ET 48	25/07/2008
EG0085-R-___-PBA-22-00	RT-18 –Tomo III - Quantitativos e Orçamento	25/07/2008
EG0085-R-___-PBA-23-00	RT-19 – Projeto de Desapropriações	05/08/2008
EG0085-R-___-PBA-24-00	RT-20 – Avaliação Sócio-Ambiental	05/08/2008
EG0085-R-___-PBA-25-00	RT-21 – Manuais de Operação e Manutenção	29/07/2008
EG0085-R-___-PBA-26-00	RT-22 – Estudos de Viabilidade	11/08/2008
EG0085-R-___-PBA-27-00	Minuta do Relatório do Projeto Básico	11/08/2008
EG0085-R-___-PBA-27-00	Volume 1 – Tomo I – Resumo do Projeto Básico	11/08/2008
	Volume 1 – Tomo II – Peças Gráficas	11/08/2008
EG0085-R-___-PBA-28-V1-00	Relatório Final do Projeto Básico	29/10/2008
EG0085-R-___-PBA-28-V2-00	Volume 1 – Resumo do Projeto Básico	29/10/2008
EG0085-R-___-PBA-28-V3-00	Volume 2 – Projetos Hidráulico, Arquitetônico e Civil	29/10/2008
EG0085-R-___-PBA-28-V4-00	Volume 3 – Projeto Elétrico	29/10/2008
EG0085-R-___-PBA-28-V5-00	Volume 4 – Projeto de Automação	29/10/2008
EG0085-R-___-PBA-28-V6-00	Volume 5 – Projeto Estrutural	29/10/2008
EG0085-R-___-PBA-28-V7-00	Volume 6 – Avaliação Socioambiental	29/10/2008
EG0085-R-___-PBA-28-V8-00	Volume 7 – Viabilidade Econômica e Financeira	29/10/2008
	Volume 8 – Relação de Materiais, Relação de Serviços e Orçamentos	29/10/2008
EG0085-R-___-PBA-28-V9-00	Volume 9 – Especificações Técnicas	29/10/2008
EG0085-R-___-PBA-28-V10-00	Volume 10 – Manual de Operação e Manutenção	29/10/2008
EG0085-R-___-PBA-28-V11-00	Volume 11 – Estudos Topográficos	29/10/2008
EG0085-R-___-PBA-28-V12-00	Volume 12 – Estudos Geotécnicos e Geológicos	29/10/2008
EG0085-R-___-PBA-28-V13-00	Volume 13 – Desapropriações	29/10/2008
EG0085-R-___-PBA-28-V14-00	Volume 14 – Desenhos	29/10/2008

Com exceção dos relatórios RT-01, RT-05 e RT-11, os demais os relatórios foram programados para serem editados de forma individualizada para as cidades de Gentio do Ouro, Ipupiara e Itaguaçu da Bahia, com a seguinte codificação:

GTO – Gentio do Ouro;

IPR – Ipupiara;

ITB – Itaguaçu da Bahia.

SUMÁRIO EXECUTIVO

**ELABORAÇÃO DOS PROJETOS BÁSICOS DOS SISTEMAS DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO DAS CIDADES DE GENTIO DO OURO,
IPUPIARA E ITAGUAÇU DA BAHIA, LOCALIZADAS NO ESTADO DA BAHIA.**

**RELATÓRIO FINAL DO PROJETO BÁSICO
IPUPIARA**

SUMÁRIO EXECUTIVO

Volume 1 – Resumo do Projeto Básico

Volume 2 – Projetos Hidráulico, Arquitetônico e Civil

Volume 3 – Projeto Elétrico

Volume 4 – Projeto de Automação

Volume 5 – Projeto Estrutural

Volume 6 – Avaliação Socioambiental

Volume 7 – Viabilidade Econômica e Financeira

Volume 8 – Relação de Materiais, Relação de Serviços e Orçamentos

Volume 9 – Especificações Técnicas

Tomo I – Especificações de Obras, Materiais e Serviços – ET-00 a ET-31

Tomo II – Especificações de Obras, Materiais e Serviços – ET-31 a ET-48

Tomo III – Especificações de Equipamentos Mecânicos – Hidráulicos – Elétricos

Volume 10 – Manual de Operação e Manutenção

Volume 11 – Estudos Topográficos

Volume 12 – Estudos Geotécnicos e Geológicos

Volume 13 – Desapropriações

Volume 14 – Desenhos

Tomo I

Tomo II

**ELABORAÇÃO DOS PROJETOS BÁSICOS DOS SISTEMAS DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO DAS CIDADES DE GENTIO DO OURO,
IPUPIARA E ITAGUAÇU DA BAHIA LOCALIZADAS NO ESTADO DA BAHIA.**

**RELATÓRIO FINAL DO PROJETO BÁSICO
VOLUME 10 – MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO
IPUPIARA**

ÍNDICE

1 APRESENTAÇÃO	1
2 INTRODUÇÃO	4
3 FICHA TÉCNICA DO SISTEMA PROJETADO	6
4 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS EBE'S.....	10
4.1 Descrição Geral das EBE's	11
4.2 Manual de Operação e Manutenção dos Equipamentos	13
4.3 Operação Normal dos Grupos Elevatórios.....	14
4.4 Características de Funcionamento na Operação Normal	14
4.5 Anormalidades no Funcionamento e Eliminação das Mesmas.....	15
5 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA ETE	18
5.1 Considerações Gerais.....	19
5.2 Características Afluentes à ETE	19
5.3 Características Esperadas para o Efluente Tratado.....	19
5.4 Corpo Receptor dos Efluentes Tratados	19
5.5 Descrição da ETE Projetada.....	19
5.6 O Processo de Tratamento dos Esgotos através do Sistema de Lagoas ...	29
5.7 A Influência dos Fatores Ambientais sobre o Tratamento em Lagoas de Estabilização	35
5.8 A Influência dos Fatores Químicos sobre o Tratamento (Oxigênio, Nutrientes e pH)	37
5.9 Controle do Processo de Tratamento	39
5.10 Instruções de Operação e Manutenção	41
5.11 Operações Corretivas de Problemas	45

1 APRESENTAÇÃO

1 APRESENTAÇÃO

O Ministério da Integração Nacional, através do seu órgão executivo, a Codevasf, vem focando um dos problemas mais crônicos da bacia do São Francisco, que é a poluição dos recursos hídricos por esgotos sanitários. Para tanto, vem destinando recursos financeiros para projetos de implantação ou melhoria dos sistemas de coleta e tratamento de esgotos, reservando uma parcela de recursos para a elaboração de projetos de engenharia, em apoio aos municípios mais carentes da região.

Sendo assim, foi licitada a Elaboração dos Projetos Básicos dos Sistemas de Esgotamento Sanitário das cidades de Gentio do Ouro, Ipupiara e Itaguaçu da Bahia, com localização ilustrada adiante na Figura 1.1, de forma a integrar estes municípios no Programa de Revitalização do Rio São Francisco, objetivando a redução substancial da carga poluidora na bacia.

Em prosseguimento ao processo licitatório, os serviços foram adjudicados à empresa Engeplus Engenharia e Consultoria Ltda.

Os principais dados e informações que caracterizaram o Contrato são os seguintes:

- Tipo/Identificação da Licitação: Concorrência N° 036/2007;
- Data da Licitação: 5/11/2007;
- Contrato n°: 0.06.08.0023.00;
- Data da Assinatura do Contrato: 30/01/2008;
- Prazo de Execução: 180 dias;
- Valor do Contrato: R\$ 500.728,88;
- Nota de Empenho: 2007NE701565 data: 30/01/2008.

Com base nas cláusulas e condições desse contrato, bem como nas especificações dos Termos de Referência do Edital de Concorrência N° 036/2007, é que se desenvolve o presente trabalho cujo objeto é a “Elaboração dos Projetos Básicos dos Sistemas de Esgotamento Sanitário de Gentio do Ouro, Ipupiara e Itaguaçu da Bahia”, em continuação é apresentado o Volume 10 - Manual de Operação e Manutenção, referente ao Relatório Final do Projeto Básico do Sistema de Esgotos Sanitários de Ipupiara.

2 INTRODUÇÃO

2 INTRODUÇÃO

O Sistema de Esgotos Sanitários de Ipujiara projetado pela ENGEPLUS compreende as Ligações Prediais, a Rede Coletora de Esgotos, a Estação de Bombeamento, as Linha de Recalque, a Estação de Tratamento de Esgotos e o Emissário Final.

Nestes Manuais de Operação e Manutenção são apresentadas as informações necessárias para a Operação das EBE's 1, 2 e 3, controlar o tratamento, e realizar as operações de controle e manutenção, bem como as operações corretivas de problemas da ETE.

Para complementação destes Manuais recomenda-se utilizar o Manual de "Operação e Manutenção de Lagoas Anaeróbias e Facultativas" da Série "Manuais", editada em maio/92, pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB.

3 FICHA TÉCNICA DO SISTEMA PROJETADO

3 FICHA TÉCNICA DO SISTEMA PROJETADO

Para possibilitar a operação correta do Sistema Projetado é necessário conhecer as características principais das obras e equipamentos previstos e implantados, bem como as justificativas e as descrições das soluções adotadas.

Para esse conhecimento é recomendado que sejam consultados os documentos integrantes do projeto e relacionados no Índice Geral.

Como parte integrante desses documentos, o Manual de Operação e Manutenção tem por objetivo exclusivo de complementar as informações referentes ao Sistema Projetado, não sendo, portanto, suficiente por si só para a execução das ações de operação e manutenção das unidades previstas no Projeto.

O Sistema de Esgotos Sanitários projetado para a localidade de Ipujiara está constituído das seguintes unidades:

- Ligações Prediais de Esgotos;
- Rede Coletora de Esgotos;
- Estações de Bombeamento;
- Linhas de Recalque;
- Estação de Tratamento de Esgotos – ETE;
- Emissário Final.

As principais características das unidades projetadas estão relacionadas no Quadro 3.1.

Quadro 3.1: Características das unidades projetadas

Item	Unidades do Sistema	Componentes	Características Principais	Quantidades
3.1	Ligações Prediais	População Atendida Kit de Ligação Predial (2009)	DN 100	7.205 hab. 1.891 lig.
3.2	Rede Coletora de Esgotos	Bacias de Contribuição Tubulação de PVC	Bacia 1 Bacia 2 Bacia 3 DN 150 DN 200	66,490 ha 45,611 ha 31,748 ha 23.235 m 385 m
3.3	Estações de Bombeamento	EBE-1	Vazão da Bomba AMT	10,77 L/s 37,01 m.c.a.

Item	Unidades do Sistema	Componentes	Características Principais	Quantidades
		EBE-2	Potência	20 hp
			Bombas Instaladas	1 + 1 (reserva)
			Vazão da Bomba	19,13 L/s
			AMT	33,77 m.c.a.
		EBE-3	Potência	20 hp
			Bombas Instaladas	1 + 1 (reserva)
			Vazão da Bomba	4,68 L/s
			AMT	10,53 m.c.a.
			Potência	3,5 hp
			Bombas Instaladas	1 + 1 (reserva)
3.4	Linhas de Recalque	EMI-1	DN	100 mm
			Material	F°F°
			Extensão	643 m
		EMI-2	DN	150 mm
			Material	F°F°
			Extensão	2.840 m
		EMI-3	DN	100 mm
			Material	F°F°
			Extensão	321 m
3.5	Estação de Tratamento de Esgotos (ETE)	Sistema de Tratamento	Lagoas de Estabilização	
			Vazão Média (L/s)	11,96 L/s
			Vazão Máxima (L/s)	18,36 L/s
			Alcance	
		Caixa de Areia	2029	
			Tipo Canal	
			Número de lagoas	1 unid.
			Tempo Detenção	3 dias
		Lagoa Anaeróbia	Dimensões (LxC)	15 m x 30 m
			Profundidade	4 m
		Lagoa Facultativa	Número de lagoas	1 unid.

Item	Unidades do Sistema	Componentes	Características Principais	Quantidades
		Eficiência de Tratamento	Tempo Detenção Dimensões (LxC) Profundidade Remoção DBO Remoção Coliformes	13 dias 192 m x 48 m 1,5 m 95,79% 94,70%
3.6	Emissário Final	Corpo Receptor	DN Extensão Material Afluente do Córrego Santo Antônio	200 mm 773 m PVC

4 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS EBE'S

4 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS EBE'S

4.1 Descrição Geral das EBE's

Em função da configuração topográfica de Ipuíara, para o Sistema de Esgotos Sanitários foram previstas 3 (três) estações elevatórias que objetivam a transposição das Bacias de Contribuição (EBE-1 a EBE-3).

4.1.1 Localização

a) EBE- 1

A EBE-1 estará localizada em uma área baixa, próximo da represa a leste da cidade, na Avenida Jonival Lucas.

b) EBE- 2

A EBE-2 estará localizada em uma área baixa, próximo da represa a oeste da cidade, na Rua das Frutas.

c) EBE- 3

A EBE-3 estará localizada em uma área situada na Rua Dr. Sebastião Oliveira Alcântara, próximo da Rua Antônio Carlos Magalhães.

Esses locais foram selecionados no Estudo de Concepção e Comparativo de Alternativas, após a análise de pré-viabilidade técnica e econômica que indicaram as soluções adotadas nos projetos.

4.1.2 Condicionantes Principais Adotados no Projeto das EBE's

a) Vazões Afluentes e Alcances das Instalações

As vazões afluentes para os projeto das EBE's foram anteriormente determinadas e apresentadas no relatório do Projeto das Redes Coletoras. Essas vazões apresentam valores crescentes desde o ano previsto para implantação das obras até o ano previsto como alcance do projeto (2029).

Considerando que a vida útil dos grupos motor-bomba normalmente depende das condições de operação e tem duração pouco superior a 10 anos, a EMBASA ou a concessionária da operação do Sistema de Esgotos deverá oportunamente substituir os grupos elevatórios.

O conceito de “meio do plano” no entanto está caracterizado apenas como referência para os serviços de manutenção.

b) Chegada do Afluente nas EBE's

O afluente bruto chegará nas EBE's através das redes coletoras ou interceptores.

O trecho final da Rede ou do Interceptor será ligado à uma Câmara de Chegada nas EBE's.

4.1.3 Concepção Geral das EBE's

As Estações de Bombeamento de Esgotos foram concebidas para receberem os efluentes das Redes Coletoras ou dos Interceptores e conduzi-los à um Poço de Visita (PV) de uma Bacia adjacente, situada em cotas mais elevadas, ou à Estação de Tratamento através de uma linha de recalque.

Foi previsto que nas EBE's os esgotos brutos terão a remoção de sólidos grosseiros através de Grades e a remoção de sólidos sedimentáveis, através de Caixa de Areia.

As Estações de Bombeamento serão constituídas de grupos elevatórios submersíveis, instaladas em Poços Circulares. O gradeamento será através de grades fixas de barras inclinadas, para limpeza manual, assim como a remoção dos sólidos sedimentáveis, dispositivos também instaladas em Poço Circular.

A Caixa de Areia não terá equipamento para remover e proceder a lavagem da areia de forma contínua e automática. Para a remoção do material depositado, a equipe de operação deverá dispor de bomba de sucção portátil que tenha capacidade de bombear pequenas partículas sólidas (bombas de drenagem)

4.1.4 Quantidades e Tipos de Grupos Elevatórios

Na seleção quantidade e do tipo de grupos elevatórios para as EBE's foram adotados os seguintes critérios básicos:

- utilização da menor quantidade de grupos elevatórios possível;
- utilização de um grupo de reserva para possibilitar a alternância de operação, além da manutenção (preventiva e corretiva) sem necessitar a paralisação do Sistema.

A partir dos critérios básicos estabelecidos foi pesquisado no mercado tradicional fornecedor de grupos elevatórios, os modelos de bombas que poderiam ser adequadas às condições do projeto.

No caso do Sistema de Esgotos projetado, as características hidráulicas serão atendidas por um único grupo motor bomba em operação sem necessitar de demandas exageradas de potência.

O grupo motor bomba selecionado foi do tipo submersível, adotado como padrão pela EMBASA, que deverá operar o Sistema de Esgotos.

Essa configuração geométrica condicionou a disposição das unidades de gradeamento e remoção de areia, as peças previstas na descarga das bombas e o lay out das instalações mecânicas.

4.1.5 Peças Previstas

Para as instalações mecânicas foram previstas as seguintes peças:

a) na entrada das EBE's

- Poço de Grade fechado com Tampão de Ferro Fundido articulado;
- Grade Fixa, para limpeza manual;
- Poço de Retenção de Areia fechado com Tampão de Ferro Fundido Articulado;
- Tubulação de Queda para Poço de Bombas.

b) na descarga das EBE's

- curva de pé de 90°
- tubo vertical de recalque ;
- curva de 90°;
- tubo horizontal de recalque;

c) na câmara de manobras

- válvula de retenção de portinhola única;
- registro de gaveta;
- 2 Tês de passagem direta;
- curva de 90°.

Foram previstas ainda, as seguintes peças na Câmara de Manobras e que normalmente não terão influência no fluxo hidráulico, isto é, não produzirão perdas de carga:

- registro de gaveta para descarga;
- tubo de descarga;
- curva de 90°.

4.2 **Manual de Operação e Manutenção dos Equipamentos**

Para operação e manutenção dos equipamentos deverão ser consultados os manuais a serem fornecidos pelos respectivos fabricantes por ocasião de suas aquisições.

Nesses manuais estão indicados os procedimentos normais de lubrificação e limpeza dos equipamentos.

Os resíduos sólidos retidos e removidos pela grade, bem como o material retirado do Poço de Areia serão inicialmente depositados em caçambas estacionárias para posterior encaminhamento a aterros sanitários.

Para os grupos elevatórios os procedimentos específicos de lubrificação e manutenção estarão descritos nos manuais a serem fornecidos pelo fabricante. Os procedimentos gerais e operacionais estão em continuação indicados.

4.3 Operação Normal dos Grupos Elevatórios

A operação dos grupos elevatórios foi projetada para funcionamento de modo rotativo, ou seja, o tempo de operação de cada bomba será totalizado a cada ciclo de operação e, excedendo-se um valor preestabelecido, a bomba principal passará para a condição de bomba reserva e a bomba reserva terá prioridade para operação no próximo comando de liga, ressalvando a condição de que as bombas jamais poderão operar em paralelo, isto é, uma estará sempre na condição de reserva da outra.

Para operação de partida dos conjuntos motor-bomba, foram previstos para serem instaladas chaves bóia que controlarão os níveis dos efluentes no Poço de Bombas.

4.4 Características de Funcionamento na Operação Normal

4.4.1 Fiscalização Geral

Durante o serviço, cada bomba, deve ser observada cuidadosamente.

Nas bombas deve-se observar o seguinte:

A marcha da bomba deve ser suave e sem vibrações.

Devem eventualmente ser verificados os níveis de líquido no Poço de Bombas e a pressão na boca de aspiração.

Comparar sempre a carga do conjunto, quanto à pressão ou ao consumo de energia do motor, com os dados marcados nas plaquetas das máquinas e que estarão anotados em fichas de operação.

O grupo de reserva deve ser experimentado periodicamente, para ter a certeza de que o mesmo está sempre pronto para entrar em serviço.

4.4.2 Manutenção dos Acoplamentos

Os acoplamentos das Bombas com a curva de pé deve ser periodicamente verificado para que sejam minimizados os vazamentos que reduzem o rendimento e a operacionalidade das bombas. Cada nova instalação é necessário um certo tempo de acomodação e deve ser controlado várias vezes durante esse período.

Alcançado o estado de adaptação, basta um controle em tempo oportuno. Durante o serviço, o acoplamento pode vaziar ligeiramente. Na ocasião deve ser examinado o estado das paredes do acoplamento do mesmo, que devem ser substituídos caso a sua superfície apresentar formação de estrias ou asperezas.

4.5 Anormalidades no Funcionamento e Eliminação das Mesmas

4.5.1 Vazão Insuficiente da Bomba

Causas possíveis:

Eliminação:

Entupimento da entrada

Limpar a entrada, ou eventualmente o rotor.

Formação de bolsas de ar nas tubulações

Verificar alinhamento dos tubos.

Sentido errado de rotação

Inversão dos polos do motor. Se a bomba já trabalhou com rotação errada, verificar a porca do rotor e eventualmente reapertá-la.

Rotação muito baixa

Se a bomba à plena rotação não fornece a vazão exigida, terá que ser substituída por uma de maior capacidade.

Forte desgaste das peças internas

Abrir a bomba e verificar as folgas das peças sujeitas ao desgaste (anéis de desgaste e rotor). Eventualmente colocar peças novas.

4.5.2 Sobrecarga do Motor de Acionamento

Causas possíveis:

Eliminação:

A altura manométrica é maior do que a indicada nos dados da encomenda

Verificar com fabricante.

4.5.3 Pressão Excessiva da Bomba

Causas possíveis:

Eliminação:

Rotação muito alta

Verificar exatamente a rotação. Se a redução da mesma for impossível, o registro deverá ser parcialmente fechado. Consultar fabricante.

4.5.4 Vazamento do Acoplamento

Causas possíveis:

Eliminação:

Acoplamento gasto ou mal colocado

Acoplar novamente.

A superfície de contato tem estrias provocadas pelo desgaste exagerado ou desigual.

A superfície de contato deve ser retificada.

4.5.5 Vibrações

Causas possíveis:

Eliminação:

O grupo está mal alinhado

Verificar o alinhamento no acoplamento.

Tubulação mal colocada, provocando tensões nos flanges da bomba

Remontar a tubulação de modo a se obter uma ligação livre de tensões. Alinhar o grupo.

Pressão axial elevada devido ao entupimento dos furos de alívio do rotor ou desgaste dos anéis de vedação.

Limpar os furos do rotor, trocar os anéis de vedação.

4.5.6 Vazamento do Acoplamento

Causas possíveis:

Eliminação:

Acoplamento gasto ou mal colocado

Acoplar novamente.

A superfície de contato tem estrias provocadas pelo desgaste exagerado ou desigual.

A superfície de contato deve ser retificada.

4.5.7 Vibrações

Causas possíveis:

Eliminação:

O grupo está mal alinhado

Verificar o alinhamento no acoplamento.

Tubulação mal colocada, provocando tensões nos flanges da bomba

Remontar a tubulação de modo a se obter uma ligação livre de tensões. Alinhar o grupo.

Pressão axial elevada devido ao entupimento dos furos de alívio do rotor ou desgaste dos anéis de vedação.

Limpar os furos do rotor, trocar os anéis de vedação.

5 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA ETE

5 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA ETE

5.1 Considerações Gerais

O presente Manual tem por objetivo orientar o Operador, responsável pela Estação de Tratamento de Esgotos com as informações básicas sobre o Sistema Implantado, como se processa o tratamento, as influências dos respectivos fatores ambientais, e a definição das atividades de operação e manutenção.

5.2 Características Afluentes à ETE

As características dos afluentes à ETE foram definidas no Projeto da ETE, considerando os seguintes parâmetros unitários:

- esgotos domésticos: 50 g de DBO₅/hab.dia

Para o dimensionamento da ETE foram adotados os valores determinados para o ano de alcance do projeto (2029), quais sejam:

- Vazões
 - Máxima = 19,13 L/s
 - Média = 11,96 L/s
- DBO₅: 385 mg/L
- NMP coliformes fecais: 10⁷ CF/100 mL

5.3 Características Esperadas para o Efluente Tratado

Considerando as eficiências esperadas para um sistema de tratamento através de lagoa de estabilização em série composta por células anaeróbias a células facultativas, as características esperadas no efluente tratado são:

- DBO₅ 16,23 mg/L (95,79% de redução)
- NMP coliformes fecais: 5,27 x10⁵ CF/100 mL (94,7% de redução)

5.4 Corpo Receptor dos Efluentes Tratados

O corpo receptor dos efluentes tratados será o afluente ao córrego Santo Antônio.

5.5 Descrição da ETE Projetada

A ETE projetada estará constituída de uma unidade de chegada do afluente bruto, das unidades de tratamento, do emissário final dos efluentes líquidos e da Casa do Operador.

Além desses componentes, para direcionamento do escoamento das águas de chuva foi previsto um sistema de drenagem superficial da área da ETE. Para proteção contra o acesso de animais e pessoas não autorizadas, foi previsto o fechamento da Área com cerca. Para circulação pela área da ETE foi projetado um sistema viário interno.

5.5.1 Chegada do Afluente Bruto

O Afluente Bruto chegará na ETE através de uma linha de recalque..

A descarga da linha de recalque será realizada em uma Caixa de Areia tipo Canal, com dois canais paralelos.

Na Caixa de Areia, o fluxo chegará em uma Câmara de Distribuição.

Após a Câmara de Distribuição, o fluxo seguirá para um dos canais da Caixa de Areia através da abertura de stop log.

Os sólidos mais pesados e a areia sedimentarão e serão conduzidos pela inclinação das paredes da estrutura até uma canaleta central com 0,20 m de profundidade.

A remoção da areia depositada será realizada com a Caixa de Areia fora de operação (stop log's de entrada e saída fechados) e será de forma manual.

O fluxo sairá da Caixa de Areia através de uma abertura denominada de "fenda de controle" provida de um stop log.

Saindo da Caixa de Areia os líquidos serão conduzidos através de tubulação para uma Caixa Divisória de Vazões.

Na Caixa Divisória de Vazões foi previsto uma saída de By Pass da ETE.

A Caixa Divisória de Vazões foi projetada para ser constituída por células de concreto armado.

Nessa célula, de seção horizontal quadrada, em um dos lados estará ligada a tubulação de by pass e nos outros dois lados estarão instalados vertedores reguláveis.

Esses vertedores, quando posicionados com a soleira na mesma altura, permitirão a distribuição equitativa do fluxo para os dois módulos de lagoas de estabilização. Caso for desejado, a variação do nível da soleira de cada um dos vertedores provocará a distribuição do fluxo com vazões diferenciadas.

O vertedor regulável foi projetado para ser fabricado em guias e lâmina de fibra de vidro para evitar a corrosão provocada pelo contato com o esgoto bruto.

Para regular a altura da soleira do vertedor, a lâmina de fibra de vidro estará ligada a uma haste a ser fabricada em aço inoxidável e que estará, por sua vez, fixada a um pórtico com volante de acionamento.

A extremidade da haste ligada ao volante estará provida de rosca sem fim. A operação do volante possibilitará o movimento de “subida” e “descida” da lâmina vertedora.

Nessa célula estarão ligadas as tubulações de saída para alimentação das lagoas anaeróbias.

O nível d'água em cada uma das caixas será formado em função do escoamento e das perdas de carga no trajeto para as lagoas. Tendo em vista que a localização altimétrica das lagoas é diferenciada em cada módulo, o nível d'água a ser estabelecido nas caixas, também será diferenciado.

Essas células, além de receber a vazão afluyente distribuída, terão por função quebrar a energia excedente, existente no nível líquido da chegada, em relação aos módulos das lagoas.

Foi previsto que a cobertura da Caixa Divisória de Vazões seja constituída de lajes pré moldadas removíveis e justapostas lado a lado.

5.5.2 Unidades de Tratamento

As Unidades de Tratamento foram projetadas para serem constituídas das seguintes estruturas:

- 1 tubulação de alimentação para a Lagoa Anaeróbia;
- 1 caixa de entrada para a Lagoa Anaeróbia;
- 1 Lagoas Anaeróbias;
- 1 caixa de saída para a Lagoa Anaeróbia;
- 1 linha de efluentes para a Lagoa Anaeróbia;
- 1 caixa de entrada para a Lagoa Facultativa;
- 1 Lagoa Facultativa;
- 4 caixas de saída para a Lagoa Facultativa; e
- 1 linha de efluentes para a Lagoa Facultativa.

5.5.2.1 Tubulação de Alimentação da Lagoa Anaeróbia

A linha de alimentação da Lagoa Anaeróbia será constituída de tubulação para ligar a célula de saída da Caixa Divisória de Vazões com a respectiva Caixa de Entrada da Lagoa Anaeróbia.

5.5.2.2 Caixas de Entrada das Lagoas Anaeróbias

Foram projetadas 2 Caixas de Entrada para a Lagoa Anaeróbia. Cada uma dessas caixas será constituída de uma estrutura de concreto armado e uma tubulação distribuidora de vazões.

As estruturas de concreto armado foram projetadas com seção horizontal e terão, nas paredes verticais, a tubulação de alimentação da Lagoa Anaeróbia e a tubulação distribuidora de vazões.

Sobre as caixas de concreto armado foram previstas lajes pré moldadas que formarão as tampas das mesmas.

A tubulação distribuidora de vazões ligará a Caixa de Concreto com a respectiva Lagoa Anaeróbia, no eixo do alinhamento da mesma.

No interior da Lagoa a linha terminará com uma peça “Te” que dividirá o fluxo em dois segmentos laterais.

Cada segmento será constituído por tubulações, 1 peça “Te” e 1 peça “curva 90°”. Essas peças servirão de bocais de saída para o interior da lagoa.

As tubulações e as peças especiais da linha distribuidora de vazões, no interior da lagoa, serão apoiadas em blocos de concreto com 1,50 m de altura, permitindo esse afastamento do fundo da lagoa.

A posição da instalação das peças que terão por função servir de bocais de saída está indicado nos desenhos do projeto.

5.5.2.3 Lagoa Anaeróbia

Foi projetada uma Lagoa Anaeróbia, fazendo cada parte de um módulo de tratamento dimensionado para a vazão de projeto.

A Lagoa Anaeróbia será formada através de escavações no terreno natural e de diques que darão a conformação de contorno das mesmas.

A Lagoa terá seção horizontal em forma aproximadamente retangular e seção vertical em forma trapezoidal, tanto no sentido longitudinal como no sentido transversal.

Os taludes internos das seções verticais foram projetados com inclinação 1 (vertical): 2 (horizontal).

Essa lagoa foi projetada com altura útil (N.A.) de 4,0 m e um bordo livre até o coroamento dos diques de 0,30 m.

Para proteção dos taludes internos contra a erosão provocada pela variação dos níveis e das “marolas” provocadas pela ação dos ventos foi previsto um revestimento constituído de uma camada de transição, a ser executada com brita corrida, na espessura de 0,10 m, e uma camada de enrocamento a ser executada com

fragmentos de rocha sã, com dimensões aproximadas de 15 cm, na espessura de 0,25 m.

Para impermeabilização das lagoas e evitar a contaminação dos lençóis freáticos subsuperficiais, além de evitar a fuga dos líquidos poluentes, foi previsto uma camada de aterro compactado, tanto no fundo das lagoas como nos taludes internos inclinados.

A descrição detalhada das obras de terra está apresentada no item de “Detalhamento Geométrico das Obras de Terra”.

5.5.2.4 Caixas de Saída da Lagoa Anaeróbia

Foram projetadas 3 Caixas de Saída para a Lagoa Anaeróbia com a finalidade de permitir que o fluxo distribuído na entrada das lagoas tenha continuidade e seja o menos disperso possível, propiciando um caminhamento tipo “pistão” e evitando zonas “mortas” ou de curtos-circuitos.

Cada uma dessas caixas será constituída de uma Caixa Vertedora e uma tubulação de efluentes.

As Caixas Vertedoras foram projetadas com uma peça de concreto armado com abertura para tomada d’água que converge para a Caixa Vertedora propriamente dita.

A peça de tomada d’água terá abertura de 120° em relação ao eixo da caixa e 0,70 m de comprimento da soleira.

As paredes laterais dessa peça de tomada d’água serão inclinadas, na mesma relação de inclinação dos taludes internos (1 : 2)

A Caixa Vertedora foi projetada com a seção horizontal retangular. Sobre a Caixa Vertedora estará instalado um pórtico metálico para comando e acionamento do vertedor regulável.

O vertedor regulável foi projetado para ser fabricado em guias e lâmina de fibra de vidro. A regulação da altura da lâmina vertedora será através da manobra de um volante circular instalado no pórtico metálico.

Em cada Caixa Vertedora estará ligada uma tubulação de efluentes que terá por finalidade conduzir os líquidos provenientes de cada vertedor para a linha de efluentes de cada Lagoa Anaeróbia.

Para evitar a remoção da espuma sobrenadante nas Lagoas Anaeróbias, foi previsto a instalação de um “bafle” de fibra de vidro na Caixa Vertedora. A fixação e as dimensões desse “bafle” estão indicados nos desenhos do projeto.

5.5.2.5 Linha de Efluentes da Lagoa Anaeróbia

A linha de efluentes da Lagoa Anaeróbia foi projetada para ser constituída de Poços de Visita, tubulações de interligação dos PV's e tubulações de ligação com as Caixas de Entrada da Lagoa Facultativa.

Os Poços de Visita estarão instalados no alinhamento do eixo de cada Caixa Vertedora, no corpo do dique da conformação das lagoas e com tampa de superfície na cota da pista de circulação.

Foram previstos 3 PV's para cada lagoa anaeróbia, constituídos de aduelas de concreto e tampão de ferro fundido tipo TD-900.

Nos PV's estarão ligadas as tubulações efluentes das Caixas Vertedoras e as tubulações que constituirão a linha de efluentes de cada lagoa.

As tubulações que constituirão a linha de efluentes de cada lagoa serão em ferro fundido dúctil.

Essas tubulações foram projetadas para operarem por escoamento gravitacional em direção à Caixa de Entrada da Lagoa Facultativa.

5.5.2.6 Caixas de Entrada da Lagoa Facultativa

Foram projetadas 2 Caixas de Entrada a Lagoa Facultativa. Cada uma dessas caixas será constituída de uma estrutura de concreto armado e uma tubulação distribuidora de vazões.

As estruturas de concreto armado foram projetadas com seção horizontal e terão, nas paredes verticais, a tubulação de alimentação das Lagoas Facultativas e a tubulação distribuidora de vazões.

Sobre as caixas de concreto armado foram previstas lajes pré moldadas que formarão as tampas das mesmas.

A tubulação distribuidora de vazões será em ferro fundido com junta elástica.

Essa tubulação ligará as Caixas de Concreto com a respectiva Lagoa Facultativa, no eixo do alinhamento da mesma.

No interior das Lagoas a linha terminará com uma peça "Te" que dividirá o fluxo em dois segmentos laterais.

Cada segmento será constituído por tubulações, 1 peça "Te" e 1 peça "curva 90°". Essas peças servirão de bocais de saída para o interior da lagoa.

As tubulações e as peças especiais da linha distribuidora de vazões, no interior da lagoa serão apoiadas em blocos de concreto com 0,50 m de altura, permitindo esse afastamento do fundo da lagoa.

A posição da instalação das peças que terão por função servir de bocais de saída está indicada no Volume 10 – Peças Gráficas.

5.5.2.7 Lagoa Facultativa

Foi projetada uma Lagoa Facultativa, fazendo cada uma a parte de um módulo de tratamento dimensionado para a vazão de projeto.

A Lagoa Facultativa será formada através de escavações no terreno natural e de diques que darão a conformação de contorno das mesmas.

A Lagoa terá seção horizontal em forma que acompanham o alinhamento das curvas de nível predominantes e seção vertical em forma trapezoidal, tanto no sentido longitudinal como no sentido transversal.

Os taludes internos das seções verticais foram projetados com inclinação 1 (vertical) : 2 (horizontal).

Essas lagoas foram projetadas com altura útil (N.A.) de 1,50 m e um bordo livre até o coroamento dos diques de 0,30 m.

Para proteção dos taludes internos contra a erosão provocada pela variação dos níveis e das “marolas” provocadas pela ação dos ventos foi previsto um revestimento constituído de uma camada de transição, a ser executada com brita corrida, na espessura de 0,10 m, e uma camada de enrocamento a ser executada com fragmentos de rocha sã, com dimensões aproximadas de 15 cm, na espessura de 0,25 m.

Para impermeabilização das lagoas e evitar a contaminação dos lençóis freáticos subsuperficiais, além de evitar a fuga dos líquidos poluentes, foi previsto uma camada de aterro compactado, tanto no fundo das lagoas como nos taludes internos inclinados.

A descrição detalhada das obras de terra está apresentado no item de “Detalhamento Geométrico das Obras de Terra”.

5.5.2.8 Caixas de Saída da Lagoa Facultativa

Foram projetadas 4 Caixas de Saída para a Lagoa Facultativa com a finalidade de permitir que o fluxo distribuído na entrada das lagoas tenha continuidade e seja o menos disperso possível, propiciando um caminhamento tipo “pistão” e evitando zonas “mortas” ou de curtos-circuitos.

Cada uma dessas caixas será constituída de uma Caixa Vertedora e uma tubulação de efluentes.

As Caixas Vertedoras foram projetadas com uma peça de concreto armado com abertura para tomada d’água que converge para a Caixa Vertedora propriamente dita.

A peça de tomada d’água terá abertura de 120° em relação ao eixo da caixa e 0,70 m de comprimento da soleira.

As paredes laterais dessa peça de tomada d’água serão inclinadas, na mesma relação de inclinação dos taludes internos (1 : 2).

A Caixa Vertedora foi projetada com a seção horizontal retangular. Sobre a Caixa Vertedora estará instalado um pórtico metálico para comando e acionamento do vertedor regulável.

O vertedor regulável será do tipo triangular para medição de vazão e foi projetado para ser fabricado em guias e lâmina de fibra de vidro. A regulagem da altura da lâmina vertedora será através da manobra de um volante circular instalado no pórtico metálico.

Em cada Caixa Vertedora estará ligada uma tubulação de efluentes que terá por finalidade conduzir os líquidos provenientes de cada vertedor para a linha de efluentes de cada Lagoa Facultativa.

5.5.2.9 Linhas de Efluentes da Lagoa Facultativa

A linha de efluentes da Lagoa Facultativa foi projetada para ser constituída de Poços de Visita, tubulações de interligação dos PV's e tubulações de ligação com o Emissário Final.

Os Poços de Visita estarão instalados no alinhamento do eixo de cada Caixa Vertedora, no corpo do dique da conformação das lagoas e com tampa de superfície na cota da pista de circulação.

Foram previstos 4 PV's para a lagoa facultativa, constituídos de aduelas de concreto e tampão de ferro fundido tipo TD-900.

Nos PV's estarão ligadas as tubulações efluentes das Caixas Vertedoras e as tubulações que constituirão a linha de efluentes de cada lagoa.

As tubulações que constituirão a linha de efluentes de cada lagoa serão em ferro fundido dúctil para junta elástica, classe K-7.

Essas tubulações foram projetadas para operarem por escoamento gravitacional em direção ao Emissário Final.

5.5.3 Emissário Final dos Efluentes Líquidos

O Emissário Final dos Efluentes Líquidos foi projetado para ser constituído dos PV's que receberão as linhas de efluentes da Lagoa Facultativa, da linha do emissário final, e da estrutura de saída junto ao "corpo receptor".

O Emissário Final dos Efluentes Líquidos foi projetado para possibilitar o escoamento gravitacional tendo em vista o desnível existente entre a saída da Lagoa Facultativa e o ponto de lançamento no corpo receptor.

A linha do Emissário Final foi prevista em tubulações de concreto para esgoto sanitário, tipo ponta e bolsa com juntas elásticas executadas em anéis de borracha resistente à agressão de efluentes líquidos provenientes de estação de tratamento de esgoto.

No final da linha do Emissário Final foi prevista uma estrutura de saída tipo "boca de bueiro", com o objetivo de evitar erosões junto ao ponto de lançamento.

5.5.4 Descrição do Fluxo Hidráulico

Os afluentes brutos provenientes da Rede Coletora chegarão na Caixa de Areia e serão encaminhados para a Caixa Divisória de Vazões.

Na Caixa Divisória de Vazões o fluxo em operação normal será repartido igualmente em duas células, uma para cada módulo de tratamento.

A partir da célula de vazões distribuídas, o fluxo será encaminhado sob pressão gravitacional para a caixa de entrada da Lagoa Anaeróbia através de tubulação DN 400 mm.

Da Caixa de Entrada, o fluxo por equilíbrio hidrodinâmico, será encaminhado ao interior da Lagoa Anaeróbia através de tubulações que terão por finalidade proceder a distribuição aproximadamente equitativa para 4 pontos de descarga.

Tendo em vista que na entrada da lagoa o fluxo foi distribuído em 4 alinhamentos preferenciais, ocorrerá um escoamento com pouca dispersão já que as linhas de fluxo seguirão um caminhamento próximo ao paralelo no sentido longitudinal da lagoa.

Esse fluxo tipo pistão favorece que no sentido vertical ocorra constante movimento por convecção, evitando que sejam criadas zonas extratificadas.

Do interior da Lagoa Anaeróbia o fluxo será conduzido para a Lagoa Facultativa do módulo correspondente através de 3 Caixas Vertedoras.

Nas Caixas Vertedoras, a espuma sobrenadante ficará retida pelo “baffle” previsto em sua entrada. O fluxo escoará sob o “baffle” e em movimento ascendente descarregará através de um vertedor de lâmina delgada para a Caixa Vertedora.

Das Caixas Vertedoras, o fluxo será conduzido para Poços de Visita através de tubulação.

Os Poços de Visita receberão os efluentes líquidos das Lagoas Anaeróbias e os conduzirão gravitacionalmente pela linha de efluentes até a Caixa de Entrada da Lagoa Facultativa.

Da Caixa de Entrada da Lagoa Facultativa correspondente do mesmo módulo de tratamento, o fluxo, também por equilíbrio hidrodinâmico, será encaminhado ao interior da lagoa através de tubulações que terão por finalidade proceder a distribuição aproximadamente equitativa por 4 pontos de descarga.

O escoamento no interior da Lagoa Facultativa ocorrerá da mesma forma como descrito para a Lagoa Anaeróbia, no entanto em função da baixa profundidade ocorrerá a extratificação vertical do líquido aí retido. Na parte superior haverá o desenvolvimento de algas e bactérias aeróbias e na camada mais próxima ao fundo serão desenvolvidas colonias de bactérias anaeróbias.

Do interior da Lagoa Facultativa o fluxo será conduzido para o Emissário Final através do mesmo tipo de saída descrito para a Lagoa Anaeróbia, isto é, constituída de Caixa Vertedora, Poço de Visita e Tubulação de Efluentes.

No caso da Lagoa Facultativa não foi previsto a instalação de “bafle” na Caixa Vertedora para retenção da espuma.

E, o vertedor de saída, foi projetado para ser do tipo triangular possibilitando a medição de vazão de cada uma das saídas.

Para as Lagoas Facultativas, tendo em vista suas dimensões transversais mais avantajados, para manter um fluxo de pistão, foram previstos 4 pontos de saída.

Das Caixas Vertedoras o fluxo será conduzido para Poços de Visita através de tubulações.

Os Poços de Visita receberão os efluentes líquidos das Lagoas Facultativas e os conduzirão gravitacionalmente até os Poços de Visita do Emissário Final através de tubulação.

Dos PV's do Emissário Final que receberão os efluentes líquidos das Lagoas Facultativas, o fluxo será conduzido para o lançamento no Corpo Receptor através de tubulação de concreto para esgoto sanitário com escoamento gravitacional.

5.5.5 Casa do Operador

Para permitir a realização de análises de controle e acompanhamento da eficiência do tratamento realizado foi previsto a implantação de uma Casa do Operador localizado na entrada do terreno da ETE.

Essa edificação terá por finalidade, também, permitir o depósito e a guarda de ferramentas e utensílios que serão empregados na manutenção da Estação de Tratamento.

5.5.6 Drenagem Superficial da Área da ETE

Tendo em vista que para a implantação da ETE foram previstas as execuções de cortes e aterros que interrompem o escoamento superficial natural das águas de chuva, para evitar o acúmulo dessas águas, em locais não desejados e que podem prejudicar as obras implantadas, foram posicionadas canaletas de drenagem que favorecem e direcionam esse fluxo superficial para fora da área da ETE.

As canaletas conduzem as águas para a área externa da ETE, aos pontos baixos naturais do terreno.

5.5.7 Urbanização e Sistema Viário Interno

A área da ETE foi projetada para ser fechada com cerca de arame farpado.

A posição da cerca e as coordenadas dos vértices do terreno a ser fechado estão apresentados nos desenhos do Projeto.

Para acesso ao terreno da ETE foi previsto a instalação de um portão padrão que possibilita a entrada de veículos e de pedestres.

O sistema viário interno consiste nas vias de circulação da ETE e na ligação dessas vias com a estrada existente.

Essas vias foram projetadas como parte integrante dos diques de conformação das lagoas e estarão executadas com alguns trechos em active possibilitando as concordâncias dos diversos níveis estabelecidos pelas lagoas de estabilização.

As vias de circulação foram projetadas com plataforma de rolamento de 3,00 m de largura e revestida de brita nº 2.

Os detalhes construtivos do revestimento e das dimensões geométricas estão apresentados no item “Detalhamento Geométrico das Obras de Terra” do memorial do Projeto.

5.6 O Processo de Tratamento dos Esgotos através do Sistema de Lagoas

Para o entendimento de como se processa o tratamento dos esgotos através do Sistema Implantado é necessário que se tenha conhecimento sobre a composição dos esgotos (águas residuárias) e sobre o significado dos parâmetros de Controle DBO e Colimetria.

Estas noções básicas são apresentadas nos itens a seguir descritos.

5.6.1 Composição dos Esgotos (Águas Residuárias)

As águas residuárias compõem-se das águas servidas de uma comunidade. Podem ser de origem puramente doméstica ou podem conter também águas residuárias, provenientes de indústrias ou de atividades agrícolas. Consideremos, inicialmente, somente as águas residuárias domésticas. Essas são compostas, por resíduos humanos (fezes e urina) e águas servidas, que são as águas residuárias resultantes do asseio pessoal, lavagem de roupas e de utensílios, bem como da preparação de comida. As águas residuárias recém-produzidas apresentam-se como um líquido turvo, de coloração parda, com odor similar ao do solo. Contêm sólidos de grandes dimensões em flutuação ou suspensão (tais como fezes, trapos, recipientes de plástico), sólidos em pequenas dimensões em suspensão (tais como fezes parcialmente desintegradas, papéis, cascas) e sólidos muito pequenos em suspensão coloidal (isto é: não sedimentáveis) bem como poluentes em dissolução. Esteticamente são repugnantes em aparência e extremamente perigosas em seu conteúdo, principalmente por causa do número de organismos causadores de doenças (patogênicos) que contêm. Cabe ainda destacar que na composição das águas residuárias, estão presentes uma série de microorganismos e bactérias. Estes microorganismos e estas bactérias para sobrevivência necessitam de Oxigênio e se alimentam da matéria orgânica presente nos esgotos. Em climas tropicais, as águas residuárias podem rapidamente perder o oxigênio dissolvido nelas e se tornarem sépticas. As águas residuárias sépticas têm um odor muito desagradável, geralmente aquele do gás sulfídrico.

As águas servidas contribuem com grande variedade de substâncias químicas, detergentes, sabões, gorduras, graxas de vários tipos, pesticidas e resíduos de cozinha tão diversos como: cascas de legumes, borra de café, terras (decorrentes do preparo de hortaliças) e areias (algumas vezes usadas na limpeza de utensílios domésticos). O número de diferentes substâncias é tão grande que - mesmo que fosse possível - não faria sentido relacioná-las todas. Por esta razão, os engenheiros sanitaristas usam parâmetros especiais para caracterizar as águas residuárias.

5.6.2 Caracterização das Águas Residuárias

As águas residuárias são, geralmente, tratadas suprindo-as com oxigênio, a fim de que as bactérias possam utilizar os resíduos orgânicos como alimentação.

A equação geral é:

Águas residuárias + Oxigênio bactérias \rightarrow águas residuárias tratadas + Novas bactérias

A complexa natureza das águas residuárias domésticas impede sua completa análise. Como é comparativamente mais fácil medir a quantidade de oxigênio usado pelas bactérias na oxidação dos resíduos, a concentração da matéria orgânica existente nas águas residuárias é expressa em termos de quantidade de oxigênio necessária para sua oxidação. Assim, se meio grama de oxigênio é consumido na oxidação de cada litro de determinada água residuária, diz-se, então, que esta água residuária tem uma demanda (ou um consumo) de oxigênio de 500 mg/l, o que equivale que a concentração de matéria orgânica em um litro dessa água residuária é tal que, para sua oxidação, se necessita de 500 mg de oxigênio.

Existem três maneiras de se expressar a demanda de oxigênio de uma água residuária.

a) Demanda Teórica de Oxigênio - DTO

Esta é a quantidade teórica de oxigênio necessário para oxidar completamente a matéria orgânica existente nas águas residuárias, produzindo o gás carbônico e água.

Devido à complexidade da natureza das águas residuárias, a sua DTO não pode ser calculada, mas na prática é determinada aproximadamente pela Demanda Química de Oxigênio.

b) Demanda Química de Oxigênio - DQO

Esta demanda é determinada pela oxidação dos resíduos orgânicos em uma solução de ácido bicromato em ebulição. Este processo oxida quase todos os compostos orgânicos existentes na amostra analisada, liberando o gás carbônico e a água, apresentando tal reação, geralmente, uma eficiência de mais de 95% de oxidação de todos os compostos orgânicos existentes na água.

A vantagem da determinação da DQO é que os resultados são obtidos rapidamente (cerca de 3 horas) porém com a desvantagem de não especificar a proporção da matéria orgânica existente na água residuária passível de ser oxidada por bactéria, nem a velocidade com que uma bio-oxidação possa ocorrer.

c) Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO

Esta é a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica pelas bactérias. É, portanto, a medida da concentração da matéria orgânica existente na água residuária que pode ser oxidada pelas bactérias. (Biodegradada). A DBO é geralmente, expressa em função de um tempo de cinco dias e a uma temperatura de 20°C, isto é: é a quantidade de oxigênio consumido na oxidação da matéria orgânica mantida a 20°C durante cinco dias. Isto ocorre porque o DBO de cinco dias, normalmente expressa como DBO₅, é mais facilmente determinada que a DBO total (ou final ou última) DBO_U ou DBO_T, que é o oxigênio necessário para a bio-oxidação total da matéria orgânica.

O entendimento correto do conceito de Demanda Bioquímica de Oxigênio é fundamental na engenharia sanitária.

Quanto maior for a quantidade de matéria orgânica existente nas águas residuárias maior será a sua concentração ou poder poluente, a qual é normalmente avaliada pela sua DBO₅ e DQO (vide tabela a seguir).

CONCENTRAÇÃO EM TERMOS DE DBO ₅ E DQO		
CONCENTRAÇÃO	DBO ₅ (mg/l)	DQO (mg/l)
Fraca	200	400
Média	350	700
Grande	500	1.000
Muito Grande	750	1.500

5.6.3 Como se Processa o Tratamento Biológico (ou Estabilização) dos Resíduos Orgânicos

O conceito químico da estabilização dos resíduos orgânicos foi superado pelo biológico, isto é: a consecução da estabilização desses resíduos, através de processos metabólicos. O metabolismo envolve a ingestão, digestão e assimilação de elementos em tecidos e a transformação de energia potencial, contida nos elementos, em energia cinética indispensável aos organismos para a execução de trabalho e a eliminação de qualquer resíduo porventura resultante. Dois processos principais se desenvolvem paralelamente no metabolismo.

A) Síntese

Alimento + microorganismos + energia -> maior número de microorganismos + resíduos nitrogenados.

B) Respiração

Carboidratos + oxigênio -> dióxido de carbono + água + energia

Estes processos se desenvolvem concomitantemente e a energia requerida por A é suprida por B. Assim, um aumento de A corresponde a um aumento em B.

Combinando-se A e B, os processos metabólicos podem ser expressos por:

Alimento + microorganismos + oxigênio -> maior número de microorganismos + resíduos nitrogenados + dióxido de carbono + água

A expressão indica o princípio básico de todos os processos de estabilização da matéria orgânica, incluindo não só aqueles devido a organismos aeróbios, como aos anaeróbios.

Os organismos anaeróbicos funcionam de maneira similar aos aeróbios, com a diferença básica de que a sua fonte de oxigênio necessária à sua respiração provém de substâncias que contêm o oxigênio combinado em sua constituição, ao contrário dos organismos aeróbios, que requerem oxigênio dissolvido (OD).

Os produtos finais produzidos pelos organismos anaeróbicos são, usualmente, ácidos orgânicos e algumas substâncias ricas em hidrogênio, tais como metanos e gás sulfídrico. Analisando a expressão acima do ponto de vista físico-químico, conclui-se que a energia potencial, existente nos alimentos e microorganismos no primeiro membro, é convertida em energia potencial armazenada no crescente número de microorganismos gerados e nos resíduos nitrogenados do segundo membro, mais outra forma de energia que não a potencial, a qual é essencial à vida dos mesmos. Os outros produtos da reação, a saber: dióxido de carbono nos sistemas aeróbios e metano nos anaeróbios, sob as condições prevalecentes em reatores de estabilização, podem ser considerados como produtos estáveis. A eficiência da conversão devido a processos metabólicos dos compostos orgânicos, originalmente existentes nos resíduos orgânicos em novos compostos orgânicos, varia entre 10 a 50%. Esta baixa eficiência possibilita ao tecnologista projetar reatores de estabilização mais eficientes pelo proporcionamento de condições ambientais favoráveis a que o metabolismo dos organismos se desenvolva em toda a sua potencialidade.

Quando uma cultura pura de um organismo aeróbio é inoculada em uma solução, contendo grande quantidade de adequados nutrientes e oxigênio dissolvido, o seu crescimento desenvolve-se segundo um padrão definido que pode ser dividido em quatro fases:

- 1) Após uma curta "fase de crescimento" inicial;
- 2) As células começam a se multiplicar. Este período de enorme crescimento do número de organismos é conhecido como "a fase de crescimento logarítmico". Durante esta fase, o consumo de nutrientes e de oxigênio também cresce logaritmicamente. Ao mesmo tempo, ocorre um aumento logarítmico na produção de produtos finais, entre os quais os mais importantes são o dióxido de carbono e os resíduos nitrogenados. Esta fase de grande atividade pode ser retardada de cinco diferentes maneiras:

- a) impossibilitando um contato íntimo durante todo o tempo entre nutrientes, microorganismos e oxigênio dissolvido;
 - b) pelo consumo dos nutrientes disponíveis;
 - c) quando a demanda bioquímica de oxigênio supera a taxa de reoxigenação;
 - d) pela acumulação dos resíduos produzidos, os quais eventualmente se tornarão tóxicos;
 - e) pelo aumento de número de microorganismos, além de determinado número por unidade de volume, acima do qual estão os efeitos da superpopulação que começam a se fazer presentes. Todos esses fatores, exceto o do item c, também se aplicam aos processos anaeróbios.
- 3) Segue-se à fase de crescimento logarítmico (e como consequência de fatores inibidores) uma "fase estacionária".
- 4) Se não se tomarem providências para contrabalançar os efeitos negativos dos cinco fatores anteriormente citados, a cultura - após a fase sem crescimento - entrará em "fase de declínio" e, eventualmente, morrerá. Entretanto, pode-se alterar o seqüenciamento dessas três fases, caso se forneça aos organismos uma constante fonte de nutrientes. Quando submetida a condições ambientais não adversas, a cultura se estabilizará, mantendo-se com um número razoavelmente constante de organismos por unidade de volume. Este número dependerá da quantidade de nutrientes e oxigênio dissolvido disponíveis, bem como da taxa de remoção de resíduos e organismos em excesso. Isso equivale a dizer que os organismos podem se estabelecer com equilíbrio em seu meio ambiente, desde que não sejam submetidos a condições extremas. Por exemplo: mudanças de temperatura e pH da cultura irão interferir em sua fase de crescimento.

Quando consideramos o princípio básico dos processos de estabilização, a saber:

Nutrientes + microorganismos + oxigênio → maior número de microorganismos + resíduos nitrogenados + dióxido de carbono + água.

Podemos concluir que o material putrescível originalmente existente no substrato desaparecerá, gerando uma nova matéria orgânica, sintetizada na forma de aumento do número dos mesmos organismos e de resíduos nitrogenados, os quais são materiais potencialmente putrescíveis. Se nada acontecer, em seguida chegar-se-á a um ponto em que os compostos originais existentes no substrato poderão ter desaparecido, mas por outro lado, poderão ter sido convertidos em outros materiais orgânicos, os quais também têm uma demanda bioquímica de oxigênio. Todavia, o aumento do número de organismos - por seu turno - proporciona fonte de alimento para predadores e um segundo processo metabólico se desenvolve seguido por um terceiro, quarto etc.

Da mesma maneira, os resíduos produzidos pela primeira cultura de microorganismos são utilizados por diferentes tipos de organismos. Todo composto orgânico, existente ou produzido biologicamente, pode ser utilizado como alimento por algum tipo de microorganismo. Se tal provisão para a destruição da matéria orgânica não tivesse sido feita pela natureza, alguns compostos orgânicos se

acumulariam em tal quantidade na superfície da terra que tornaria impossível a forma de vida atualmente nela existente. Teoricamente, um perfeito sistema de estabilização consistiria de um reator, originalmente existente no substrato, seria provido das condições ideais de meio ambiente para o seu desenvolvimento, seguido de uma segunda unidade, contendo diferentes associações de organismos, que metabolizaria organismos e resíduos provenientes da primeira unidade, também sob condições ambientais ótimas, e assim por diante.

5.6.4 O Tratamento dos Resíduos Orgânicos em Lagoas de Estabilização

As Lagoas de Estabilização são grandes tanques de pequenas profundidades, definidas por diques de terra, e nas quais as águas residuárias brutas são tratadas inteiramente por processos naturais, envolvendo algas e bactérias.

Desde que esses processos não recebam a interferência do homem (que simplesmente destina uma área para a sua ocorrência), a velocidade de oxidação é, sem dúvida, baixa, e, como resultado, longo tempo de detenção hidráulica é necessário. Existem três tipos principais de lagoas de estabilização, a saber: Lagoas Anaeróbias, Lagoas Facultativas e Lagoas de Maturação.

As lagoas empregadas no Projeto são do tipo Anaeróbia e Facultativa.

O termo "facultativo" refere-se à mistura de condições aeróbias e anaeróbias. Em lagoas facultativas, as condições aeróbias são mantidas nas camadas superiores próximas à superfície das águas, enquanto as condições anaeróbias predominam no sentido e em camadas próximas ao fundo da lagoa. Embora parte do oxigênio necessário para manter as camadas superiores aeróbias seja fornecido pela reaeração atmosférica através da superfície, a maior parte é suprida pela atividade fotossintética das algas, as quais crescem naturalmente nas águas onde estão disponíveis grandes quantidades de nutrientes, e a energia da luz solar incidente.

Na verdade, o crescimento de algas é tão profundo que o conteúdo da lagoa adquire uma colocação verde brilhante.

As bactérias existentes nas lagoas utilizam esse oxigênio produzido pelas algas para oxidar os resíduos orgânicos. Um dos principais produtos finais do metabolismo bacteriano é o gás carbônico, que é imediatamente utilizado pelas algas na sua fotossíntese, desde que dele necessitam numa quantidade maior do que a quantidade conseguida através da atmosfera.

Existe, portanto, uma associação de mútuo benefício (Simbiose) entre as algas e as bactérias em uma lagoa.

Desde que a fotossíntese é uma atividade dependente de luz, há uma variação diária na quantidade de oxigênio dissolvido existente na lagoa e uma flutuação similar no nível da "oxipausa" (o ponto abaixo da superfície, no qual o nível de oxigênio dissolvido é igual a zero).

O pH do conteúdo da lagoa também segue um ciclo diário, aumentando com a fotossíntese até um máximo que pode chegar a 10.

Isto ocorre porque, na demanda máxima, as algas retiram o CO₂ da solução mais rapidamente do que a sua reposição pela respiração das bactérias. E como, resultado, os íons bicarbonatos presentes se dissociam, não somente para produzirem mais CO₂, mas também o íon hidroxila, que é alcalino e aumenta o valor do pH.

5.7 A Influência dos Fatores Ambientais sobre o Tratamento em Lagoas de Estabilização

As características ambientais externas são considerados Fatores Naturais que interferem e influenciam no processo de tratamento, quais sejam:

- Incidência de Ventos;
- Temperatura Ambiental;
- Luz Solar.

5.7.1 Incidência de Ventos

A ação dos ventos sobre as lagoas cria zonas de movimento, tanto maior, quanto maior for a área superficial das mesmas. Grandes lagoas necessitam proteção dos diques com a finalidade de evitar erosão devido às ondas formadas.

Em lagoas super saturadas os ventos tendem a remover o oxigênio e quando a taxa de Oxigênio Dissolvido (OD) for inferior à saturação, os ventos auxiliam na introdução do oxigênio na água.

5.7.2 Temperatura

A água reteria mais oxigênio por volume em temperaturas frias do que em temperaturas quentes.

Como exemplo, a água no inverno tem até duas vezes mais oxigênio que no verão. No entanto, em climas frios, a cobertura de gelo previne o incremento da Demanda de Oxigênio (D.O.) pelo vento e as coberturas de flocos inibem as ações das algas na produção de O.D.

As atividades biológicas diminuem com quedas de temperaturas de até 10 graus, reduzindo as atividades microbianas pela metade.

As melhores condições para desenvolvimento das atividades são propiciadas quando está quente, com boa incidência de luz solar e ventos moderados. Estas condições proporcionam a maior atividade bacteriana e obtém-se a mais alta remoção de DBO do esgoto bruto.

As mudanças gradativas de temperatura produzem efeitos sazonais tais como as mudanças entre as estações do ano.

As mudanças bruscas ou repentinas de temperatura trazem uma série de problemas. Por exemplo, uma repentina alta na temperatura, causa a multiplicação bacteriana e o crescimento rápido da taxa de demanda de oxigênio, maior que as algas podem suprir. Isto resulta em maior turbidez do efluente que normalmente ocorre.

Uma repentina queda na temperatura pode resultar em lagoas mais "limpas" que o normal. Isto ocorre porque as atividades das algas tornam-se mais lentas fixando-se no fundo das lagoas. Um exemplo é uma repentina geada na primavera. Isto é normal nas vezes em que Lagoas com descarga controlada são esvaziadas.

Quando o tempo torna-se mais frio a luminosidade torna-se pequena, as atividades bacterianas e das algas, gradualmente tornam-se muito baixas. Lagoas localizadas em áreas cobertas de gelo podem experimentar uma mudança brusca quando uma massa de ar se desloca para encontrar o gelo, com ocorrência drástica de trocas de temperatura. Esta condição normalmente é acompanhada do incremento da quantidade de esgotos encaminhada para as lagoas e de um incremento do odor que pode permanecer pelo período de um mês ou mais.

A concentração de fósforo é incrementada durante o inverno. Por outro lado, a quantidade de sólidos suspensos diminui pelo decréscimo das atividades das algas.

Nos períodos de temperaturas quentes ocorre maior crescimento das algas. O Operador deve evitar o rápido crescimento das algas com a conseqüente diminuição da penetração da luz, e da redução da produção do oxigênio. O crescimento de algas causa um maior incremento de sólidos suspensos e uma maior Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

Nestes períodos, aumentam as taxas de evaporação que podem alterar os tempos de detenção.

A chegada da primavera favorece o crescimento de plantas aquáticas, mudando o padrão dos efluentes, propiciando a formação de escumas. Um tapete de espuma e as plantas aquáticas formam excelentes ambientes para o desenvolvimento de mosquitos e outros insetos.

Os períodos chuvosos afetam os parâmetros de operação pois incrementam o volume das Lagoas, diluindo os esgotos e mudando a temperatura, causa um repentino incremento na lâmina d'água e pode diminuir o tempo de detenção.

5.7.3 Luz Solar

A luz solar é indispensável para efetuar a operação de estabilização através da fotossíntese das algas e a conseqüente produção de oxigênio.

Quanto maior for a penetração da luz solar através do líquido disposto nas Lagoas, maior será a produção de oxigênio e melhor será a operação da Lagoa. Pode haver uma perda de cerca de 30% da luz solar por reflexo devido a incidência de ventos fortes e constantes.

A quantidade de algas presentes nas Lagoas determinam a maior ou menor penetração da luz solar no líquido.

O Operador deverá manter a máxima produção de oxigênio pela remoção de plantas aquáticas ou outros materiais em suspensão que reduzam a exposição da luz sobre o interior do líquido das lagoas.

5.8 A Influência dos Fatores Químicos sobre o Tratamento (Oxigênio, Nutrientes e pH)

5.8.1 Oxigênio

O oxigênio é extremamente necessário para a estabilização da matéria orgânica nas Lagoas. É usado pelas bactérias para sua sobrevivência.

O oxigênio combina-se com diversas substâncias para formar a oxidação e quebrar as complexas moléculas orgânicas, tornando as moléculas simples, assimiláveis pelas bactérias. Isto significa que o Oxigênio é usado para oxidar a matéria orgânica, ou seja, diminui à medida que aumenta a proporção de matéria orgânica presente nas Lagoas. Esta oxidação é conhecida como Demanda de Oxigênio (OD). No entanto, para a oxidação, somente parte do oxigênio dissolvido é utilizado.

Quando o oxigênio que entra nas Lagoas é maior que o utilizado, se diz que o líquido está saturado. Isto ocorre quando a quantidade de algas é muito grande, mesmo que não esteja prejudicando a penetração da luz solar.

Quando o oxigênio que entra nas Lagoas é menor que o utilizado resulta em efluentes com alta turbidez, maus odores e com desenvolvimento de bactérias filamentosas.

5.8.2 Nutrientes

Sem o suficiente suprimento de nutrientes, as bactérias não podem crescer e multiplicar-se. Entre os diversos elementos necessários, o nitrogênio e o fósforo são os principais requeridos. Os esgotos domésticos normalmente contém boa parte destes elementos, sendo que o nitrogênio está na forma de amônia (NH_3).

5.8.3 pH

Para uma boa operação as Lagoas devem ter pH alcalino. O Operador deve determinar freqüentemente o pH para detectar se algum material tóxico está entrando na Lagoa.

Um pH baixo pode ser corrigido com o desvio do afluente de uma das Lagoas para a outra Lagoa, pela estrutura de interligação, evitando a saída pela caixa de saída final, e aumentando o tempo de detenção.

O pH normalmente é mais baixo no início da manhã e mais alto no final da tarde, devido as atividades das algas durante a incidência da luz solar.

Quadro 5.1: Resumo das Principais Reações Biológicas e Exigências Ambientais numa Lagoa de Estabilização de Esgotos Sanitários.

REAÇÃO BIOLÓGICA	CARACTERÍSTICAS					FATORES AMBIENTAIS			
	ORGANISMOS	ALIMENTOS BÁSICOS	PRINCIPAIS PRODUTOS	TEMPO REQUERIDO (DIAS)*	ODORES PRODUZIDOS	TEMPO °C PERMISSÍVEL ADEQUADA **	OXIGÊNIO	pH	LUZ
Oxidação Aeróbica	Bactérias Aeróbicas	Carboidratos Proteínas	CO ₂ NH ₃	5 - 10	Nenhum	0 - 40 15 - 30	Necessário		Não Necessária
Ação Fotossintética	Algas	CO ₂ , NH ₃	Oxigênio das Algas	10 - 20	Nenhum	4 - 40 15 - 25	Necessário dentro de certas condições	6,5 - 10,5	Necessária
Fermentação Ácida	Bactérias Facultativas Heterotróficas	Carboidratos Proteínas Gorduras	Ácidos Orgânicos	10 - 20	H ₂ S Ácidos Orgânicos	0 - 50 10 - 40	Desnecessário dentro de certas condições	4,5 - 8,5	Não Necessária
Fermentação Metânica	Bactérias Produtoras de Metano	Ácidos Orgânicos	CH ₄ CO ₂ H ₂	40 - 50	H ₂ S	6 - 50 14 - 30	Deve ser Excluído	6,8 - 7, 2	Não Necessária

* Tempo requerido para desenvolver uma população de organismos estável.

** Os números que se situam acima da linha dizem respeito à faixa permissível e os números abaixo da linha se referem à faixa adequada.

5.9 Controle do Processo de Tratamento

Para um adequado controle do processo de tratamento, é necessário o conhecimento da quantidade da concentração e do tipo de esgoto que está afluindo, o que está acontecendo e o que está saindo das Lagoas. Portanto, são três os pontos mais importantes a serem conhecidos: a entrada, o interior e a saída das lagoas.

Diversos testes devem ser realizados nos pontos mais importantes do tratamento, a saber: Vazão, Temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Sólidos Suspensos (SS) e Coliformes Fecais.

O resultado destes testes serão comparados aos padrões de controle, isto é, a valores padrão empregados para determinar a qualidade do tratamento e sua eficiência.

Fará parte da rotina da equipe de operação, a coleta de amostras para realização dos testes no local e em algum laboratório especializado.

Para maiores informações e para cursos de treinamento de operadores, deverão ser seguidas as metodologias indicadas nos documentos a seguir relacionados:

- Manual de Avaliação de Desempenho de Lagoas de Estabilização - CETESB - D3.560;
- Guia de Coleta e Preservação de Amostras D'Água - CETESB, 1988;
- Análise Físico-Químicas para Controle das Estações de Tratamento de Esgotos - Manual Osvaldo Serra Álvares da Silva - CETESB, 1977;
- Normas Técnicas da CETESB
 - L5.120 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO - Método da Diluição e Encubação (20°C, 5 dias);
 - L5.145 - Determinação de pH em águas;
 - L5.169 - Determinação de Oxigênio Dissolvido (OD) em águas - Método de Winkler modificado pela azide sódica;
 - L5.202 - Coliformes Totais e Fecais - Determinação do número mais provável pela técnica de tubos múltiplos - Método de Ensaios (Agosto/84).

5.9.1 Locais de Controle

Os Locais de Controle definidos para a ETE são os seguintes:

- 1 - Caixa Divisória de Vazões (célula de cada Lagoa)
- 2 - Entrada das Lagoas

3 - Interior das Lagoas

4 - Saída das Lagoas

5.9.2 Testes e Medições a Serem Realizados

Os Testes e as Medições a serem realizados estão apresentados no Quadro 5.1 onde estão indicados, por local de Controle, as análises e medições e as respectivas frequências de realização.

Caso forem necessários, poderão ser realizadas análises complementares, conforme indicado na Tabela 7.4 do Manual de Operação e Manutenção de Lagoas Anaeróbias e Facultativas da CETESB - maio/92.

Normalmente serão realizados pelo Operador da ETE os seguintes testes e medições:

- Temperatura do ar e da água
- pH
- Oxigênio dissolvido (a 20 cm abaixo da superfície)

Para tanto o mesmo deverá dispor dos seguintes instrumentos:

- Termômetro
- Medidor de pH
- Medidor portátil de oxigênio

As amostras a serem coletadas pelo Operador para posterior encaminhamento ao laboratório para análise deverão ser adequadamente acondicionadas.

Quadro 5.2: Medições e análises a serem realizadas

MEDIÇÕES E ANÁLISES (FREQUÊNCIA)							
LOCAL DE CONTROLE	VAZÃO	T (oC)	pH	OD	DBO	SS	COLIFORMES FECAIS
1 - Caixa Divisória de Vazões	3 x (dia)						
2 - Entrada das Lagoas		D	D		S	S	S
3 - Interior das Lagoas		D	D	D	E	E	E
4 - Saída das Lagoas		D	D	D	S	S	S

Frequência:

Vazão - 3 vezes por dia - às 8:00 hs, às 14:00 hs e 17:00 hs - Na Caixa Divisória de Vazões

D - Diária

S - Semanal

E - Eventual

Obs.: As coletas de amostras e as análises deverão ser realizadas de acordo com as normas da CETESB.

5.10 Instruções de Operação e Manutenção

5.10.1 Inicialização da Operação (Partida do Sistema)

O Sistema de Lagoas implantado para tratamento dos Esgotos, baseia-se no desenvolvimento de condições ambientais favoráveis ao crescimento de algas e microorganismos e à estabilização da matéria orgânica presente nos esgotos.

Para que estas condições ambientais sejam desenvolvidas, é necessário que sejam atendidos certos requisitos que configurem o ambiente desejado, isto é, um ambiente estável, sem alterações bruscas das características dos afluentes e das águas do interior das Lagoas.

Evidentemente ao ser iniciado o enchimento das Lagoas, este ambiente ainda não existe e necessita ser criado.

Para tanto, o início do enchimento das Lagoas que se dará pelos afluentes provenientes da linha de recalque.

Após a conclusão das obras e completa limpeza das lagoas, com a regularização do fundo, dar-se-á o início de enchimento pela linha de recalque.

Na caixa divisória de vazões deverão ser ajustados os "stop-logs" de forma que o fluxo seja encaminhado inicialmente para a 1ª Lagoa.

O enchimento se dará até pelo menos ser atingido uma lâmina de 40 centímetros. Com este procedimento será evitado o crescimento da vegetação, e do desenvolvimento do processo de decomposição anaeróbica, com predomínio da fermentação ácida e emissão de odores insuportáveis de compostos putrescíveis à base de enxofre e nitrogênio.

Após ter sido atingido os 40 centímetros de lâmina, deverá ser aguardado um período de 7 a 14 dias para que se verifique visualmente o surgimento das algas. A partir desta constatação, deverão ser adicionados, nos dias subsequentes, novas cargas de esgoto, com períodos intermitentes de 7 a 14 dias até que seja completado o nível da soleira do vertedor de saída das Lagoas Anaeróbias.

Quando o nível da primeira lagoa atingir a soleira do vertedor de saída, interromper-se-á o fluxo para a primeira lagoa na Caixa Divisória de Vazões desviando-se a mesmo para a segunda lagoa que será "enchida" de acordo com os procedimentos descritos anteriormente e posteriormente, da mesma forma para a terceira lagoa.

No período de enchimento, os vertedouros das caixas de saída permanecerão regulados na cota máxima.

Após o enchimento da terceira lagoa será procedida a distribuição equitativa das vazões entre as três unidades, através da regulação dos vertedores da Caixa Divisória de Vazões.

A operação normal dar-se-á então com o efluente tratado vertendo na Caixa de Saída das duas Lagoas.

O mesmo procedimento deverá ser realizado para as Lagoas Facultativas, até que seja atingido o equilíbrio de vazões nas três séries de lagoas.

5.10.2 Descrição dos Procedimentos de Operação

As operações normais para controle da ETE são as seguintes:

- Leitura da régua de nível do vertedor da Caixa Divisória de Vazões;
- Regulagem do Fluxo nos Vertedores Reguláveis;
- Regulagem do Fluxo na Caixa de Distribuição;
- Realização de Testes e Medições;

a) Leitura da Vazão na Caixa Divisória de Vazões

Na parede da Caixa Divisória de Vazões junto a cada um dos vertedores reguláveis estará instalada uma régua graduada. A diferença de nível entre o efluente e a soleira do vertedor corresponde a uma vazão, conforme indicado no Quadro 5.2.

Quadro 5.3: Relação Nível d'Água x Vazão

DIFERENÇA NÍVEL D'ÁGUA (cm)	VAZÃO (L/s)
1,00	1,1
2,00	3,1
4,00	8,8
6,00	16,2
8,00	25,0
10,00	34,9
12,00	45,9
14,00	57,8
16,00	70,6
18,00	84,2
20,00	98,6
22,00	113,8
24,00	129,7
26,00	146,2

O Operador deverá proceder na leitura do nível d'água de acordo com a programação indicada anteriormente e anotar os valores na planilha de controle da ETE.

b) Regulagem do Fluxo nas Comportas do Partidor

A Caixa Divisória de Vazões tem a função de distribuir a vazão para cada Lagoa, quando as comportas estiverem totalmente abertas. Normalmente as comportas deverão estar nesta posição.

O Operador deverá alterar a posição "totalmente aberta" das comportas em uma das seguintes situações:

- Inicialização do Sistema ou enchimento das Lagoas;
- Regular (por tentativas e por observação visual) vazões distintas para cada uma das Lagoas, caso deseje operar as mesmas com diferentes cargas.

c) Regulagem do Fluxo na Caixa Distribuidora de Vazões

A Caixa Distribuidora de Vazões permite que o Fluxo conduzido às Lagoas possa ser distribuído igualmente nas três entradas previstas quando os vertedores reguláveis estiverem totalmente abertos.

O Operador poderá regular os vertedores desta caixa conduzindo, se julgar conveniente, vazões distintas nas três entradas.

d) Realização de Testes e Medições

O Operador deverá realizar às medições e as coletas de amostras para análises de acordo com a programação indicada no Quadro 5.2.

5.10.3 Descrição dos Procedimentos de Manutenção Regular

O Operador da ETE, além de realizar as operações de controle, deverá executar os serviços de manutenção regular e de conservação. Estes serviços envolvem:

- Capina de taludes dos diques e áreas de circulação;
- Desobstrução de PV's e das Canaletas de Drenagem;
- Limpeza das Estruturas de Concreto Armado;
- Limpeza de comportas e "stop logs".

a) Capina de Taludes dos Diques e Áreas de Circulação

Os taludes externos dos diques das Lagoas, bem como os da via de acesso ao Parque da ETE deverão ser mantidos com a vegetação aparada e com bom aspecto visual.

Estes cuidados evitam a proliferação de insetos e roedores que se beneficiam com a proximidade da matéria orgânica em estabilização nas Lagoas.

Evitando-se a presença de ervas daninhas, pragas e roedores, a vegetação de proteção dos taludes exerce seu papel, dando cobertura ao talude terroso, impedindo a erosão provocada pelos ventos e pelas chuvas.

A vegetação e o material removido pela capina deverão ser "ensacados" e depositados em Caixas de Lixo para posterior condução a aterros sanitários.

Em hipótese alguma deverá ser empregado o método das "queimadas", que além dos sérios prejuízos que causam ao solo, provocando sua esterilização, desenvolvem-se de forma descontrolada e deixam áreas desprotegidas, propiciando a erosão.

Sempre que necessário, por observações visuais, o operador deverá promover o replantio de grama e de vegetação de pequeno porte com a finalidade de manter, além de um bom aspecto visual, a fixação dos taludes e a cobertura vegetal de proteção contra erosão.

b) Desobstrução de PV's e das Canaletas de Drenagem

Periodicamente deverão ser inspecionados e desobstruídos os Poços de Visita e as Canaletas de Drenagem da área da ETE e adjacências com a finalidade de permitir o perfeito funcionamento do sistema, evitando alagamentos prejudiciais à estabilidade de obras.

Para a desobstrução deverão ser empregados materiais e utensílios para capina, remoção de areia, etc.

c) Limpeza e Pintura das Estruturas de Concreto Armado

As estruturas de concreto armado deverão, sempre que necessário, ser limpas dos efeitos das intempéries, através de Super Conservado P, pintura para concreto ou similar.

d) Limpeza, Pintura e Lubrificação de Comportas, "Stop-logs" e Vertedores

As peças de manobra da ETE são constituídas pelas seguintes, unidades:

- Caixa Distribuidora de Vazões;
- Vertedor Regulável das Caixas de Saída.

Estas peças devem ser periodicamente inspecionadas.

As operações de manutenção consistem na limpeza das guias e verificação do funcionamento, procedendo-se a abertura e fechamento das peças. Deverão ser realizadas pintura e lubrificação de acordo com as recomendações dos fabricantes.

5.11 Operações Corretivas de Problemas

Durante as operações de controle e manutenção regular, poderão surgir problemas não rotineiros que deverão ser resolvidos pelo Operador da ETE.

Dentre os problemas mais freqüentes, foram destacados os procedimentos e as soluções que deverão ser adotadas. Estes procedimentos são a seguir descritos.

5.11.1 Como Controlar Plantas Aquáticas

a) Indicações/Problemas

Plantas Aquáticas podem propiciar a atração de animais, provocando buracos e causando erosões dos diques.

Além disto, provocam problemas de circulação, diminuem as ondulações e as ações do vento, reduzindo o oxigênio nas Lagoas.

As plantas aquáticas são favoráveis para abrigar insetos e mosquitos, concentrando zonas de depuração, fixando escumas e causando odores.

A cobertura da superfície das Lagoas com plantas aquáticas, impede a penetração da luz solar e consomem oxigênio.

b) Prováveis Causas

Pouca circulação, falta de manutenção e remoção das plantas aquáticas, insuficiente lâmina (altura) d'água.

c) Soluções

Retirar as plantas aquáticas, principalmente as novas que estiverem crescendo, (se necessário com auxílio de botes).

5.11.2 Como controlar "buracos" devidos à presença de animais

a) Indicações/Problemas

Os "buracos" devido a presença de animais devem ser controlados pois causam sérios estragos nos diques. São sinais de ratos e pequenos roedores que fazem túneis no corpo dos diques.

b) Prováveis Causas

Condições favoráveis para atrair animais, população e condições sanitárias nas adjacências das Lagoas.

c) Soluções

c.1) Não permitir condições favoráveis e de pouca higiene que possam atrair animais, nas adjacências das Lagoas;

c.2) Os ratos e pequenos roedores preferem um túnel parcialmente submerso. Se o nível d'água é elevado, eles estenderão o túnel para cima. E se novamente for baixado o nível, eles abandonarão o túnel completamente. O sistemático abaixamento e elevação do nível de cerca de 15 a 20 centímetros evita ou provoca a saída destes roedores.

5.11.3 Como controlar a vegetação nos diques

a) Indicações/Problemas

Crescimento excessivo de plantas, árvores e outras vegetações propiciam abrigos para diversos animais, podem causar o enfraquecimento do maciço terroso, além de apresentar uma desagradável aparência, e redução da ação dos ventos sobre as Lagoas.

b) Prováveis Causas

Pouca manutenção e capina.

c) Soluções

c.1) A capina periódica é a melhor solução;

c.2) Semear os diques com uma mistura de diversos tipos de gramas, principalmente gramíneas nativas. É desejável selecionar gramíneas de boa qualidade que evitem a proliferação de ervas daninhas que se prendem ao solo, com indesejável crescimento;

c.3) Pulverizar com controladores químicos de ervas daninhas, e herbicidas.

5.11.4 Como Controlar a Produção de Escumas

a) Indicações/Problemas

A formação de escumas propicia a exalação de odores, bem como reduz a penetração da luz solar.

b) Prováveis Causas

A formação de escumas ocorre quando as Lagoas estão saturadas com esgoto "fresco", com baixa circulação e baixa ação dos ventos. Altos índices de óleos e graxas no afluente também podem provocar a formação de escumas.

c) Soluções

c.1) Usar "ancinhos", bombas portáteis para jogar água para quebrar as escumas formadas.

As escumas quando quebradas normalmente submergem.

c.2) As escumas remanescentes podem ser removidas e dispostas em aterros sanitários, ao serem retiradas com "escumadeiras" de tela.

5.11.5 Como Controlar Exalação de Odores

a) Indicações/Problemas

A exalação de odores facilmente é perceptível e causam mal estar às pessoas.

b) Prováveis Causas

Os odores geralmente são causados pela saturação das Lagoas, por longos períodos de "tempo encobertos", sem insolação, baixa circulação e alguns esgotos industriais.

c) Soluções

c.1) Operar as lagoas "em série";

c.2) Baixar o nível das lagoas até o mínimo. Após, fechar as saídas até o nível máximo e recircular o efluente para a entrada da Caixa Distribuidora de Vazões, através de bombas submersíveis, promovendo aeração e introdução adicional de oxigênio. As saídas das Lagoas estarão fechadas e o nível das mesmas será aumentado, até reenchimento e posterior saída pelos vertedores no nível máximo.

5.11.6 Como Controlar Algas Azuis-Esverdeadas

a) Indicações/Problemas

Baixos pH (menor que 6,5) e oxigênio dissolvido (menor que 1 mg/L), provocam a mortandade das algas.

b) Prováveis Causas

As algas azuis-esverdeadas são indicadoras de estabilização incompleta, supersaturação de esgotos e balanço de nutrientes baixos.

c) Soluções

c.1) Aplicar solução de sulfato de cobre.

c.1.1) Se a alcalinidade for superior a 50 mg/l, aplicar 1.200 kg/m³ de sulfato de cobre;

c.1.2) Se a alcalinidade for inferior a 50 mg/l, aplicar 600 kg/m³ de sulfato de cobre;

c.2) Quebrar a "cadeia" das algas através do revolvimento da camada superior com auxílio de bote com bomba para agitação das águas.

5.11.7 Como Controlar Proliferação de Insetos

a) Indicações/Problemas

A presença de insetos na área de tratamento, perceptivelmente aumenta, ocorrendo larvas ou insetos nas águas das Lagoas.

b) Prováveis Causas

Baixa circulação e falta de manutenção e limpeza.

c) Soluções

c.1) Retirar ou diminuir a quantidade de plantas aquáticas, para evitar o abrigo de mosquitos;

c.2) Retirar escumas;

c.3) Pulverizar a área com inseticida.

5.11.8 Como Obter Melhor Remoção de Algas do Efluente

a) Indicações/Problemas

A maior parte dos sólidos suspensos presentes nos efluentes são devidos às algas. Estas são de dimensões reduzidas, de difícil remoção.

b) Prováveis Causas

As condições meteorológicas (tempo e temperatura) estão favoráveis para o desenvolvimento da população de algas.

c) Soluções

- c.1) Aumentar a circulação e saída do efluente "por baixo", isto é: aumentar o "buffle" à montante do vertedor regulável. Este "buffle" pode ser facilmente construído em madeira ou placas metálicas.

5.11.9 Como Corrigir Luminosidade nas Lagoas

a) Indicações/Problemas

A luminosidade pode produzir algas filamentosas que limitam a penetração da luz solar. Estas formas de algas tendem a obstruir a saída das Lagoas.

b) Prováveis Causas

Superdimensionamento das Lagoas, baixo fluxo em determinadas épocas do ano.

c) Soluções

Corrigir o fluxo, passando os efluentes exclusivamente por uma única Lagoa. Proceder no fechamento da entrada, estruturas de interligação e saída de uma das Lagoas.

5.11.10 Como Corrigir Baixas Taxas de Oxigênio Dissolvido

a) Indicações/Problemas

Uma baixa taxa de Oxigênio Dissolvido, é indicador de um problema nas condições anaeróbicas, causando odores e tornando o tratamento ineficiente.

b) Prováveis Causas

Baixa luminosidade, baixo tempo de detenção, alta DBO ou esgoto industrial tóxico.

c) Soluções

- c.1) Remover plantas aquáticas;
- c.2) Reduzir a carga orgânica, na entrada das Lagoas empregando as duas Caixas de Areia, com operação em paralelo;
- c.3) Caso for possível, promover aeração adicional;
- c.4) Proceder a recirculação através de bombas portáteis que conduzam águas das Lagoas para a entrada na Caixa Divisória de Vazões;
- c.5) Aplicar Nitrato de Sódio;
- c.6) Verificar se a sobrecarga é devida a um despejo industrial e proceder no seu controle (impedimento do despejo, despejo controlado em pequenas quantidades etc).

5.11.11 Como Corrigir "Sobrecargas"

a) Indicações/Problemas

As "sobrecargas" resultam em tratamento incompleto, sem estabilização total da matéria orgânica.

As "sobrecargas" são detectadas pela presença de maus odores e pela coloração verde amarelada ou cinza.

b) Prováveis Causas

Curto-circuitos nas Lagoas, com zonas sem circulação, efluentes industriais, tratamento inadequado, condições atmosféricas adversas (sem insolação, sem ventos, etc).

c) Soluções

c.1) Operar com as três Lagoas em paralelo;

c.2) Proceder a recirculação através de bombas portáteis;

c.3) Identificar visualmente prováveis curto-circuitos e providenciar em adequação do fluxo através de obras ou dispositivos que permitam a correção do fluxo;

c.4) Caso necessário, providenciar equipamento de aeração suplementar.

5.11.12 Como Corrigir a Indicação de Decréscimo do pH

a) Indicações/Problemas

O controle do pH determina o tipo de algas que se desenvolvem (Preferencialmente entre 8 e 8,4). Tanto o pH como o O.D. variam durante o dia, com valores mais baixos no início da manhã e valores mais altos ao entardecer.

b) Prováveis Causas

Um decréscimo do pH é seguido de uma queda no O.D. assim como pela mortandade de algas. Isto geralmente ocorre devido a sobrecargas, longos períodos de condições meteorológicas adversas.

c) Soluções

c.1) Operar com as três Lagoas em paralelo;

c.2) Proceder a recirculação através de bombas portáteis;

c.3) Verificar possíveis curto-circuitos;

c.4) Caso necessário, providenciar equipamento de aeração suplementar;

c.5) Verificar possíveis cargas tóxicas na chegada dos afluentes.

5.11.13 Como Corrigir Curto-Circuitos

a) Indicações/Problemas

Problemas de maus odores, baixo OD em partes das Lagoas, condições anaeróbicas e baixo pH são verificados comparando valores de várias partes das Lagoas. As diferenças de 100 a 200 por cento indicam presença de curto-circuitos.

b) Prováveis Causas

Baixa ação de ventos, impedido por árvores, formato das Lagoas ou crescimento de plantas.

c) Soluções

- c.1) Cortar árvores até 150 m dos arredores das Lagoas, principalmente na direção dos ventos predominantes;
- c.2) Instalar "buffle" em posições estratégicas para promover melhor distribuição;
- c.3) Promover recirculação através de bombas portáteis;
- c.4) Retirar plantas aquáticas.

5.11.14 Como Corrigir Altas DBO no Efluente

a) Indicações/Problemas

Altas taxas de DBO indicam que o efluente está fora dos padrões de lançamento permitidos.

Ocorre visível mortandade de algas.

b) Prováveis Causas

Pouco tempo de detenção, alta concentração de compostos orgânicos e possíveis componentes tóxicos.

c) Soluções

- c.1) Promover a recirculação através de bombas portáteis;
- c.2) Reduzir cargas industriais e acima dos níveis permitidos;
- c.3) Evitar cargas tóxicas.

5.11.15 Como Corrigir as Condições Anaeróbicas

a) Indicações/Problemas

Lagoas Facultativas podem tornar-se anaeróbicas, resultando em alta DBO, sólidos suspensos e escumas no efluente. Há a ocorrência de desagradável odor, presença de bactérias filamentosas, coloração verde amarelada ou cinza e superfície sem movimentação. Estas características indicam as condições anaeróbicas.

b) Prováveis Causas

Sobrecargas, curto-circuitos, má operação e descargas tóxicas.

c) Soluções

c.1) Verificar se estas condições ocorrem em alguns períodos do ano e não são persistentes.

c.2) Promover, caso possível, aeração suplementar;

c.3) Eliminar curto-circuitos como anteriormente indicado;

c.4) Promover recirculação através de bombas portáteis;

c.5) Eliminar cargas tóxicas.