ANEXO 7 – MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA ETE

SUMÁRIO

1 MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO....2
1.1 Descrição geral da ETE....2
1.2 Breve Apresentação do Processo Biológico Envolvido....3
1.3 Procedimentos para Limpeza da Grade....5
1.3.1 Condicionamento e destino do material removido....5
1.4 Procedimento para Limpeza da Caixa de Areia....5
1.5 Procedimentos para Carregamento e Partida das Lagoas de Estabilização....6
1.5.1 PROCEDIMENTO 1: Enchimento da lagoa com água bombeada de córrego vizinho ou proveniente de sistema de abastecimento público....6
1.5.2 PROCEDIMENTO 2: Enchimento da lagoa com uma mistura de água bombeada do córrego e do esgoto a ser tratado....7
1.5.3 Observações Gerais Sobre o Carregamento das Lagoas....7
1.6 Procedimento para Retirada do Lodo das Lagoas Anaeróbias....7
1.7 Procedimentos para Carregamento e Remoção do Lodo no Leito de Secagem....9
1.7.1 Carregamento dos leitos de secagem....9
1.7.2 Remoção do lodo seco....10
1.7.3 Limpeza da Camada Suporte....10
1.8 Procedimentos para Operação e Manutenção da Unidade de Cloração / descloração....11
1.8.1 Procedimento para Determinação da Concentração de Cloro Livre....11
1.8.2 Procedimento para Determinação da Concentração de Metabissulfito de Sódio....12
1.9 Atividades Gerais de Inspeção e Manutenção....12
1.9.1 Atividades diárias do operador....12
1.9.2 Atividades periódicas do operador....14
1.10 Atividades Rotineiras de Operação e Controle....14
1.10.1 Tratamento Preliminar....14
1.10.2 Lagoas Anaeróbias....14
1.10.3 Lagoas Facultativas....15
1.10.4 Unidade de Cloração / Descloração....16

1 MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

A manutenção do sistema visa conservar adequadamente, tanto o sistema de tratamento como o local de trabalho dos operadores, assegurando conforto e condições funcionais.

A operação tem objetivo garantir a funcionalidade do sistema como um todo, fornecendo aos operadores e responsáveis pelo sistema, dados sobre a eficiência do conjunto, em especial sobre a redução da DBO e de organismos indicadores de patogênicos.

Para que se tenha uma boa manutenção e adequada operação, é necessário que a equipe de trabalho tenha um mínimo de conhecimento sobre a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), assim como do processo de tratamento envolvido.

1.1 *DESCRIÇÃO GERAL DA ETE*

A ETE de Cruz das Posses possui tratamento preliminar, tratamento primário e tratamento secundário dos esgotos.

O tratamento preliminar é formado por uma grade fina, caixa de areia e medidor de vazão tipo Parshall. O tratamento primário e secundário e composto por dois conjuntos de lagoas de estabilização, sendo que cada um desses conjuntos é formado por uma lagoa anaeróbia e uma lagoa facultativa.

A desinfecção dos efluentes das lagoas facultativas é feito por uma unidade de cloração e descloração.

A Figura 1 mostra a planta geral da ETE de Cruz das Posses.

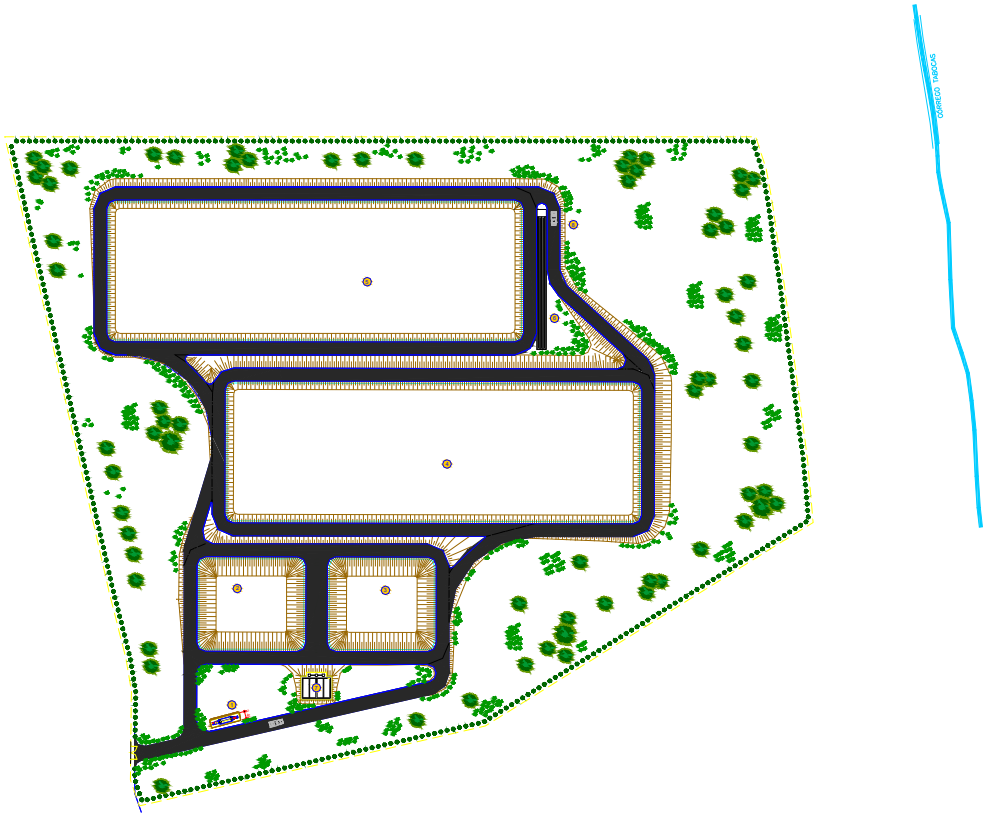


Figura 1: Lay-out da ETE de Cruz das Posses

1- Tratamento Preliminar (Gradeamento / Caixa de Areia / Calha Parshall)
2- Lagoa Anaeróbia 1
3- Lagoa Anaeróbia 2
4- Lagoa Facultativa 1
5- Lagoa Facultativa 2
6- Sistema de Desinfecção
7- Leito de Secagem
8- Escada hidráulica

Cada um dos conjuntos de lagoas é responsável pelo tratamento de 50% do esgoto afluente à ETE.

Após um período de aproximadamente 4,5 dias (final de plano) a 6,8 dias (início de plano), os esgotos deixam a lagoa anaeróbia através de tubulações, com diâmetros variando de 250 a 300mm, sendo então conduzido a lagoa facultativa.

Na lagoa facultativa os esgotos permanecem por um período que pode variar de 14 a 21,3 dias, aproximadamente. No final de cada lagoa facultativa há duas tubulações por onde passam os efluentes, sendo conduzidos até a unidade de desinfecção.

A unidade de desinfecção proposta foi a cloração seguida de descloração, sendo então o efluente encaminhado até a escada hidráulica, onde o efluente tratado é reaerado antes de ser lançado no córrego das Tabocas.

1.2 *BREVE APRESENTAÇÃO DO PROCESSO BIOLÓGICO ENVOLVIDO*

As lagoas anaeróbias são responsáveis pelo tratamento primário dos esgotos, sendo que estes aí permanecem, em média de 4 (final de plano) a 6 dias (início de plano), sendo em seguida conduzido às lagoas facultativas.

Por não haver oxigênio dissolvido em seu meio líquido, a matéria orgânica (proveniente dos esgotos) ali presente é digerida anaerobiamente, promovendo eficiência média de 50% da carga orgânica. Além da matéria orgânica, a lagoa anaeróbia é responsável pela remoção dos esgotos, de boa parte de ovos de helmintos, os quais acabam depositando-se no fundo da lagoa, junto ao lodo.

Conforme mencionado, no fundo das lagoas anaeróbias acumula-se lodo, composto por material inerte e não inerte.

Em geral, os lodos das lagoas anaeróbias, apresentam elevados teores de sólidos totais (ST>15%) e baixos teores de sólidos voláteis (SV<50%ST) (TSUTYIA & CASSETARI, 1995).

Além dos ovos de helmintos, o lodo depositado no fundo das lagoas pode apresentar quantidades significativas de microrganismos patogênicos, podendo-se destacar: *Salmonella.spp, Víbrio choleare, Escherichia coli, Hepatite A vírus, Rotavírus, Entamoeba histolítica, Giárdia lambia, Toxoplasma gondii, Ascaris lumbricoides, Taenia sarginata, Taenia solium*, entre outros.

O efluente das lagoas anaeróbias geralmente, apresentam cor variando do ***cinza escuro*** ao *cinza claro* e concentrações muito baixas de oxigênio dissolvido. Normalmente se a cor dos esgotos variar muito destas tonalidades, pode-se suspeitar da presença de esgotos industriais, as quais podem prejudicar o tratamento biológico aqui descrito.

As lagoas facultativas são responsáveis pelo tratamento secundário dos esgotos. Os esgotos afluentes a essas unidades permanecem nelas, em média, 18 dias.

O termo *facultativa* refere-se aos dois tipos de ambientes existentes nessas lagoas: aeróbia na superfície e anaeróbia junto ao fundo. Durante a maior parte do dia, prevalecem as condições aeróbias na maior parte do volume da lagoa, devido principalmente à produção de oxigênio fotossintético e à reaeração superficial proporcionada pela ação dos ventos. Ao anoitecer, cessada a incidência da luz solar sobre a lagoa, a produção de oxigênio, a partir da fotossíntese, é interrompida. Com isso, a condição anaeróbia passa a prevalecer.

A zona anaeróbia é formada pela matéria orgânica sedimentada, dando origem ao lodo, presente no fundo da lagoa. Esse lodo, rico em microrganismos, é decomposto anaerobiamente e convertido, principalmente a CO_2 e CH_4, restando, após um longo período, somente o material inerte.

Parte da matéria orgânica em suspensão e a matéria orgânica solúvel permanecem dispersas no meio líquido. Na zona aeróbia (próxima à superfície) a matéria orgânica é oxidada por bactérias ali presentes. Essas bactérias necessitam de oxigênio, o qual é suprido pela fotossíntese realizada pelas algas e pela introdução de oxigênio atmosférico através da superfície líquida.

A Figura 2 ilustra o funcionamento biológico de uma lagoa facultativa.

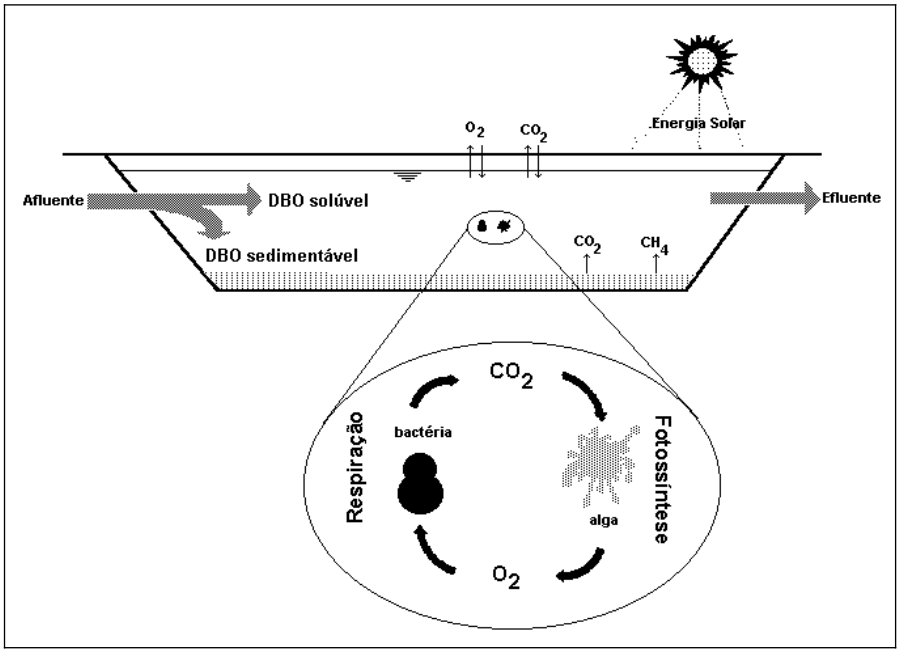


Figura 2: Esquema simplificado do funcionamento de uma lagoa facultativa

Fonte: Adaptado de von SPERLING (1996)

Para que a fotossíntese ocorra, é necessário que haja uma fonte luminosa (o Sol). Nesse caso, em dias nublados, a produção de oxigênio fotossintético é menor que em dias de céu claro. Desse fato, surge uma informação valiosa ao operador de lagoas: *material flutuante na lagoa facultativa dificulta, ou impede, a passagem da luz solar para o meio líquido, prejudicando a eficiência do tratamento.*

Os efluentes da lagoa facultativa apresentam, normalmente, cor variando do ***verde claro*** ao ***verde escuro*** e concentrações de oxigênio dissolvido da ordem de 5,0 a 7,0 mgO_2/l.

Ao sair das lagoas facultativas, os esgotos são conduzidos até a unidade de desinfecção por cloração.

1.3 *PROCEDIMENTOS PARA LIMPEZA DA GRADE*

O material retido na grade deve ser removido o mais rápido possível, de modo a evitar o represamento dos esgotos no canal a montante, e conseqüentemente elevação do nível e aumento excessivo do líquido entre as barras, provocando o arraste do material que se pretende remover.

Essa irregularidade poderá também acarretar elevação do nível d'água na canalização afluente e, conseqüentemente, diminuição da velocidade do fluxo com depósito de resíduos sólidos, material arenoso e acúmulo de gases nas zonas livres da rede de esgoto. O restabelecimento das condições normais pode provocar o arraste de material.

A limpeza da grade deverá ser feita com o auxílio de ancinho, **sem que a grade seja retirada do local.** Caso haja impossibilidade de limpar a grade sem que esta seja removida, uma grade sobressalente deverá ser posta em seu lugar.

1.3.1 Condicionamento e destino do material removido

O material retirado da grade poderá, antes de ser transportado, sofrer as seguintes operações que visam evitar a emanação de odores desagradáveis, proliferação de insetos e facilitar o manuseio do material removido:

- Secagem: o material retido na grade deverá ser acondicionado temporariamente no cesto furado, localizado a jusante da grade fina, a fim de eliminar o excesso de água.
- O material removido, seco ou úmido, deverá ser lançado em vala previamente escavada no solo, lançando em seu fundo e sobre o material gradeado certa quantidade de cal virgem (CaO).

1.4 *PROCEDIMENTO PARA LIMPEZA DA CAIXA DE AREIA*

A caixa de areia possui duas câmaras, sendo que apenas uma deverá ficar em operação. Para limpar essa referida câmara, o operador deve:

a) Abrir as comportas manuais de montante e jusante da câmara que não está em operação.
b) Fechar a comporta manual de montante da câmara que estava em operação. Assim que a lâmina líquida baixar, fechar a comporta de jusante dessa mesma câmara, cessando assim o fluxo de esgoto.
c) Com auxílio de um recipiente com diâmetro externo máximo de 20cm. iniciar a retirada do material sedimentado, dispondo-o em vala previamente aberta. Ao finalizar a retirada do material sedimentado, deve-se lançar sobre ele certa quantidade de cal virgem (CaO), a fim de que não ocorra o aparecimento de insetos.
d) A câmara previamente limpa deverá permanecer fora de operação, até que a outra câmara, agora em operação, esteja com sua capacidade de armazenamento esgotada.

Segundo cálculos estimativos, a freqüência de limpeza de cada câmara da caixa de areia deverá ser efetuada de acordo com resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1**: Freqüência de limpeza da caixa de areia**

ANO	Vazão Média (m^3/dia)	Volume diário de Areia		Freqüência (dias)
		(*l*)	(m^3)	
2002	1642,5	65,7	0,0657	17
2003	1671,0	66,8	0,0668	17
2004	1700,4	68,0	0,0680	17
2005	1729,7	69,2	0,0692	16
2006	1760,8	70,4	0,0704	16
2007	1791,9	71,7	0,0717	16
2008	1823,9	73,0	0,0730	16
2009	1864,5	74,6	0,0746	15
2010	1906,0	76,2	0,0762	15
2011	1949,2	78,0	0,0780	15
2012	1992,4	79,7	0,0797	14
2013	2037,3	81,5	0,0815	14
2014	2083,1	83,3	0,0833	14
2015	2129,8	85,2	0,0852	13
2016	2177,3	87,1	0,0871	13
2017	2225,7	89,0	0,0890	13
2018	2275,8	91,0	0,0910	13
2019	2326,8	93,1	0,0931	12
2020	2378,6	95,1	0,0951	12
2021	2432,2	97,3	0,0973	12
2022	2486,6	99,5	0,0995	11

Os dados apresentados na Tabela 1 referem-se a taxa de areia presente no esgoto de 40 l/m^3, características de esgoto sanitário (MENDONÇA, 1990). Cabe à operação verificar a ocorrência dessa taxa, através de ensaio de sólidos totais sedimentáveis e, caso necessário, rever as freqüências de limpeza.

1.5 *PROCEDIMENTOS PARA CARREGAMENTO E PARTIDA DAS LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO*

O carregamento inicial das lagoas pode ser efetuado utilizando-se um dos dois procedimentos descritos a seguir (UEHARA & VIDAL, 1989). O carregamento deve ser efetuado, preferencialmente, no verão, quando há temperaturas mais elevadas.

1.5.1 PROCEDIMENTO 1: Enchimento da lagoa com água bombeada de córrego vizinho ou proveniente de sistema de abastecimento público.

- Encher a lagoa com água até obter-se lâmina d'água de, pelo menos 1,00m.
- Iniciar a introdução de esgoto até atingir a lâmina prevista em projeto.

A adoção deste procedimento:

- Impede o crescimento incontrolado da vegetação, que ocorre em condições de lâminas reduzidas de água;

- Permite testar a estanqueidade do sistema;
- Possibilita a correção de eventuais deficiências decorrentes de uma compactação deficiente (antes da introdução do esgoto).

1.5.2 *PROCEDIMENTO 2: Enchimento da lagoa com uma mistura de água bombeada do córrego e do esgoto a ser tratado.*

- Fazer uma mistura esgoto/água com relação igual a 1:5.
- Introduzir esta mistura na lagoa até atingir uma lâmina líquida de 0,40m.
- Aguardar alguns dias, até que se verifique, visualmente o aparecimento de algas.
- Nos dias subsequentes, adicione mais esgoto, ou mistura esgoto/água, até ocorrer uma floração de algas.
- Interromper a alimentação por um período de 7 a 14 dias.
- Encher a lagoa com esgotos até o nível de operação.
- Interromper a alimentação.
- Aguardar o estabelecimento de uma população de algas (em torno de 7 a 14 dias).
- Alimentar normalmente a lagoa com esgoto.

1.5.3 *Observações Gerais Sobre o Carregamento das Lagoas*

No caso do carregamento das lagoas anaeróbias, além de se adotar um dos procedimentos mencionados anteriormente, deve-se manter o pH do conteúdo líquido levemente alcalino (7,2 a 7,5). Esta tarefa pode ser facilitada se, ocorridos os primeiros 30 dias de operação, for inoculado lodo digerido de outras lagoas.

Para as lagoas facultativas e de maturação, além de se adotar um dos dois procedimentos descritos anteriormente, deve-se acompanhar, diariamente, o pH e o oxigênio dissolvido.

Durante todo o período de carregamento, deve haver um acompanhamento por operadores com experiência no processo. O período total de carregamento pode durar vários dias (>60 dias), até que se estabeleça no meio uma comunidade biológica equilibrada.

Deve-se **evitar** os dois seguintes procedimentos:

- *Receber a carga de esgotos prevista em projeto, sem que se estabeleça na lagoa uma comunidade biológica balanceada:* Caso esse procedimento seja utilizado, a lagoa entrará em anaerobiose, com desprendimento de maus odores. A reversão deste processo de anaerobiose pode levar meses.
- *Carregar as lagoas com contribuições pequenas e continuadas:* Esse procedimento favorece a rápida fertilização do fundo da lagoa, possibilitando o desenvolvimento de uma vegetação que trará inconvenientes futuros à operação e ao funcionamento do sistema.

1.6 *PROCEDIMENTO PARA RETIRADA DO LODO DAS LAGOAS ANAERÓBIAS*

Ocasionalmente o lodo acumulado nas lagoas anaeróbias deve ser removidos e transportados para o leito de secagem.

O lodo presente nas lagoas anaeróbias contém grande quantidade de “água”, sendo por isso denominado lodo não desidratado.

Cada uma das lagoas anaeróbias deverá ter seu lodo removido duas vezes ao ano, o qual deve ser feito preferencialmente nas estações de tempo seco, a fim de que a desidratação natural do lodo seja mais rápida.

Como parâmetro operacional, o operador da ETE poderá controlar, grosseiramente, o volume de lodo a ser removido pela altura da camada de lodo não desidratado lançado no leito de secagem.

A Tabela 2 indica a altura de lodo não desidratado a ser lançado no leito de secagem, bem como o volume de lodo a ser removido e a estimação da massa equivalente.

Tabela 2: Estimação dos períodos de remoção do lodo das lagoas anaeróbias

Ano	População Urbana	Volume de lodo a ser removido por Lagoa Anaeróbia em cada procedimento de limpeza (m^3)	Massa de lodo a ser removida em cada procedimento de limpeza (KgST)	Altura da camada de lodo não desidratado lançado no leito de secagem em cada etapa de remoção (m)
2002	6536	13,1	2133	0,12
2003	6678	13,4	2180	0,12
2004	6824	13,6	2227	0,13
2005	6973	13,9	2276	0,13
2006	7125	14,3	2326	0,13
2007	7280	14,6	2376	0,13
2008	7439	14,9	2428	0,14
2009	7601	15,2	2481	0,14
2010	7767	15,5	2535	0,14
2011	7936	15,9	2590	0,15
2012	8109	16,2	2647	0,15
2013	8286	16,6	2705	0,15
2014	8466	16,9	2763	0,16
2015	8651	17,3	2824	0,16
2016	8840	17,7	2885	0,16
2017	9032	18,1	2948	0,17
2018	9229	18,5	3012	0,17
2019	9430	18,9	3078	0,17
2020	9636	19,3	3145	0,18
2021	9846	19,7	3214	0,18
2022	10061	20,1	3284	0,19

Segundo FRANCI (1999) a remoção do lodo das lagoas anaeróbias com maior frequência é bastante interessante, já que resulta em períodos de estocagem menores e, consequentemente menores leitos de secagem.

É importante ressaltar que nos períodos de remoção do lodo, as duas lagoas anaeróbias devem ser limpas. No entanto, o leito de secagem comporta apenas o volume de lodo acumulado em uma lagoa, devendo a operação definir cronograma para retirada do lodo de uma lagoa anaeróbia, desidratação natural do lodo, transporte e disposição adequada do lodo.

A remoção do lodo das lagoas anaeróbias deverá ser feita com o auxílio de caminhão limpa fossa, conforme mostrado na Figura 3, e com a **lagoa em operação**.



Figura 3: Remoção de lodo da lagoa anaeróbia

Fonte: FRANCI (1999)

Em geral, cada caminhão limpa-fossa permite retirar até $5m^3$ de lodo. Vale ressaltar que a determinação do volume de lodo acumulado baseou-se em taxas de acúmulo de lodo mencionadas na literatura técnica.

O número de caminhões necessários, assim como a frequência de remoção do lodo pode ser reavaliada em função das novas taxas "per capita" anuais obtidas pela operação.

A tubulação de sucção deverá ser introduzida até chegar próxima ao fundo da lagoa, tomando o cuidado para não obstruir a entrada dessa tubulação.

O lodo retirado das lagoas anaeróbias deve ser conduzido e lançado no canal de distribuição de lodo do leito de secagem.

Como o lodo contém micro-organismos patogênicos, a equipe de operação deve estar devidamente equipada, a fim de garantir a saúde dos operadores. Sugere-se que cada membro da equipe operacional, diretamente envolvido na remoção do lodo, estejam trajando botas, luvas de borracha, e uniforme de serviço além de protetores para os olhos.

1.7 *PROCEDIMENTOS PARA CARREGAMENTO E REMOÇÃO DO LODO NO LEITO DE SECAGEM*

As operações de carregamento limpeza e preparação dos leitos de secagem, obedecem à sequência de tarefas relacionadas em seguida.

1.7.1 Carregamento dos leitos de secagem

A desidratação do lodo anaeróbio é feita naturalmente nos leitos de secagem.

O lodo lançado no canal de distribuição de lodo do leito de secagem, deve ser encaminhado a uma câmara até que a altura do líquido atinja a altura máxima de, aproximadamente 17 cm de altura, medidos em relação à camada de tijolo.

Ao ser atingida essa altura, deve ser fechada a entrada dessa primeira câmara e aberta a entrada para a segunda câmara, lançando nela o lodo, até que este atinja a mesma altura anterior.

Os lodos digeridos, normalmente, apresentam água intersticial saturada de gases como o CO_2 e CH_4. Quando levados aos leitos de secagem para desidratação, podem flotar, permitindo que haja liquefação em função da diferença do peso específico do lodo digerido e da água. Dessa maneira, durante grande parte do período de desidratação a água percola com facilidade no leito filtrante, até que o lodo se deposite e se transforme numa massa densa e pastosa. A partir daí, a percolação é praticamente interrompida e a secagem é realizada por evaporação natural da água (FRANCI, 1999).

Recomenda-se que o lodo, após desidratado, receba cal virgem (CaO) ou hidratada $Ca(OH)_2$, numa proporção de 1Kg de cal para cada 5Kg de lodo. Esse processo aumentará em 20% o volume de lodo a ser transportado, auxiliando, porém, a redução de organismos patogênicos.

O meio filtrante do leito de secagem é composto por uma camada de tijolo de barro com juntas de 2cm preenchidas com areia grossa. Abaixo dessa camada, segue outra de areia, brita N. 1, Brita N. 3 e Brita N.4.

O líquido contido no lodo percola pelo meio drenante, sendo coletado por tubulações perfuradas devidamente assentadas no fundo do leito de secagem, conduzindo-o até a lagoa anaeróbia.

Os leitos ocupados com lodo e ainda sujeito à operação de limpeza, **não** devem ser utilizados para novas cargas.

Em casos do surgimento de odores desagradáveis e/ou a presença de insetos, os lodos devem ser regados com água clorada ou pulverizados com hipoclorito de sódio.

1.7.2 Remoção do lodo seco

O lodo é considerado seco quando possui boas qualidades para remoção (com pá) e transporte. Isso acontece quando o lodo atinge umidade próxima de 70%.

O lodo seco deve ser removido tão rápido quanto possível. O lodo muito seco dificulta sua utilização.

Para esta etapa, o operador deverá estar equipado com botas e luvas de borracha, óculos.

O lodo deve ser removido com pá, sendo lançado em caçambas. Após cheias, estas devem ser cobertas e levadas até aterros sanitários, devidamente credenciados pela CETESB, onde o lodo desidratado será depositado.

1.7.3 *Limpeza da Camada Suporte*

Após a remoção do lodo seco, faz-se necessário a realização de uma cuidadosa limpeza, antes de utilizar novamente o leito. A operação de limpeza da camada suporte de tijolo obedecerá à seguinte sequência:

- Varrer o material remanescente da remoção do lodo seco, com os fragmentos do lodo seco. A areia agregada ou removida durante a descarga do lodo também deve ser removida.
- Limpar as juntas entre os tijolos e remover qualquer fragmento de lodo seco que tenha penetrado entre as juntas;
- Remover as vegetações, se for o caso, germinadas e desenvolvidas nas juntas;
- Recompor e nivelar, com tijolos ou areia, as falhas provocadas nas operações de remoção de lodo e limpeza da camada suporte;
- Manter o leito, recentemente limpo, sem utilização durante um mínimo de três dias ensolarados (sem chuvas).

1.8 *PROCEDIMENTOS PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA UNIDADE DE CLORAÇÃO / DESCLORAÇÃO*

1.8.1 *Procedimento para Determinação da Concentração de Cloro Livre*

1) Pegue 20 Beckers de 200 mL e complete-os com o esgoto a ser clorado.

2) Em cada um dos Beckers introduza quantidade diferentes de hipoclorito, de forma a conseguir diferentes concentrações.

3) Agite cada amostra por 30 segundos e mantenha em repouso por 20 minutos.

4) Meça a concentração do cloro residual empregando-se o colorímetro de “Helliege” utilizando-se os discos de leitura de cloro, por exemplo.

5) Anote os resultados em uma tabela conforme apresentado na sequência.

Frasco N.	Volume de NaClO adicionado (mL)	Concentração de NaClO Dosado (mg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)
1			
2			
3			
...			

6) Construa um gráfico lançando os dados da concentração de NaClO Dosado no eixo das abcissas (x), e a concentração do Cloro Residual Livre no eixo das ordenadas (y).

O gráfico deverá ser semelhante ao apresentado na Figura 4.

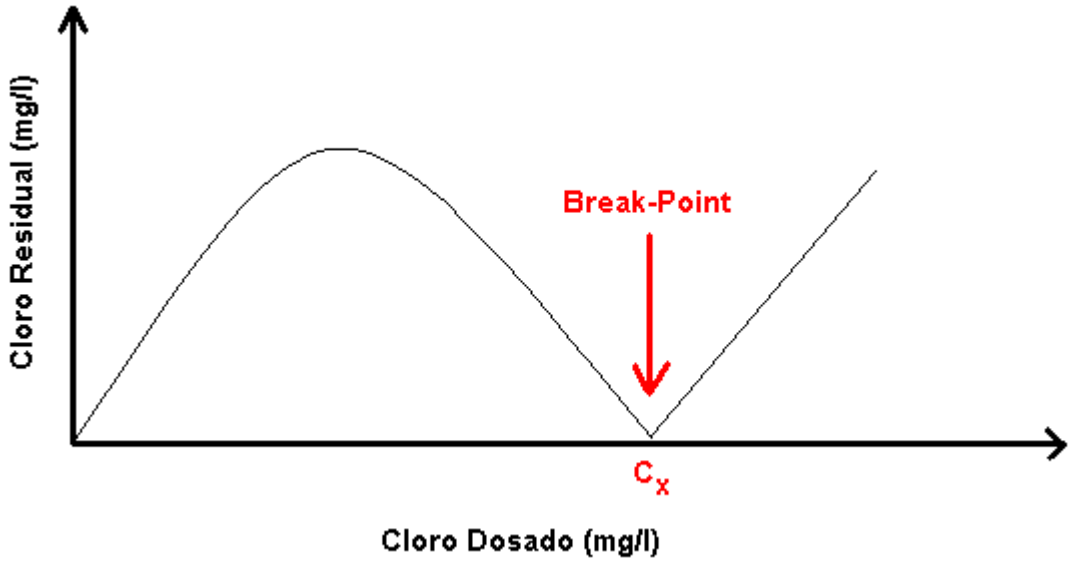


Figura 4: Determinação do "Break-Point"

7) Após construir o gráfico Cloro Dosado x Cloro Residual, determine a concentração C_x onde ocorreu o "Break-Point".

8) Nos Beckers com concentração de Hipoclorito de Sódio maior ou igual a C_x, meça a concentração de coliformes fecais, empregando-se o teste dos tubos múltiplos.

9) Anote a concentração de hipoclorito de sódio do frasco que resultar em concentração de coliformes fecais imediatamente igual ou inferior a 500NMP/100ml. Essa será a concentração de hipoclorito de sódio que o esgoto deverá apresentar.

1.8.2 Procedimento para Determinação da Concentração de Metabissulfito de Sódio

1) Determine o "Break-Point" seguindo os itens de 1 a 8 da seção 1.8.1.

2) Exclua os Beckers com concentrações inferiores a C_x.

3) Nos frascos restantes, introduza quantidade diferentes de metabissulfito de sódio, de forma a conseguir diferentes concentrações.

3) Agite cada amostra por 30 segundos e mantenha em repouso por 20 minutos.

4) Meça a concentração do cloro residual empregando-se o colorímetro de "Helliege" utilizando-se os discos de leitura de cloro, por exemplo.

5) Anote os resultados em uma tabela conforme apresentado na sequência.

Frasco N.	Volume de $Na_2S_2O_5$ adicionado (mL)	Concentração de $Na_2S_2O_5$ Dosado (mg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)
1			
2			
3			
...			

6) Proceda às análises até obter concentração de Cloro residual livre próxima de zero, anotando o valor da concentração.

1.9 *ATIVIDADES GERAIS DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO*

As atividades de manutenção estão praticamente limitadas à conservação das unidades existentes, de maneira a evitar a interferência de determinados fatores na operação das lagoas.

1.9.1 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 de cerca enfraquecido ou arame arrebentado, visando, com essa precaução, impedir a entrada de animais ou pessoas estranhas no local;
- Se os avisos, indicando ser o local um sistema de tratamento de esgoto, estão fixados em pontos visíveis;
- Se existe algum tipo de vazamento pelos taludes;
- O estado de conservação e limpeza das calhas de coleta de águas pluviais;
- Se a distribuição de vazão é equitativa pelos diversos ramais;
- Se os níveis de eficiência operacionais estão adequados (eficiência global > 80% para redução da DBO);

b) Anotar os dados meteorológicos – temperatura, precipitações pluviométricas e ventos – na Ficha Diária de Controle Operacional (ver Figura 5).

c) Se existir estação meteorológica no local; medir quantitativamente: horas de insolação, temperatura do ar (máxima, média e mínima), precipitação, evaporação, direção dos ventos, umidade do ar, nebulosidade.

Ficha Diária de Controle Operacional

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		
Medidores de vazão em funcionamento		
Mau odor • Na lagoa facultativa • Na lagoa anaeróbia		
Manchas de óleo		

2. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS				
Parâmetro	**Hora**			**Observações**
Altura da lâmina no medidor de vazão (cm) Vazão (l/s)				
Temperatuta (ºC) • do ar • do esgoto • do afluente • do efluente				
Nível da lâmina líquida na lagoa (m) PH • afluente • efluente				
Sólidos Sedimentáveis (mL/L) • No esgoto bruto • No efluente				
OD a 20 cm abaixo da superfície líquida, próximo ao efluente da lagoa				

3. CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS				
	Classificação	**Período**		**Observações**
		07:00 às 12:00	**12:00 às 17:00**	
Tempo	Sol brilhante Ensolarado com nuvens Nublado, sem sol			
Precipitações	Ausente Chuva fina Chuva moderada Chuva forte			
Intensidade dos Ventos	Nula Ventos fracos Ventos moderados Ventos fortes			

Figura 5 : Modelo de Ficha Diária de Controle Operacional

Fonte: Adaptado de UEHARA & VIDAL (1989) e KELLNER & PIRES (1998).

1.9.2 Atividades periódicas do operador

a) Limpar as calhas coletoras de águas pluviais, removendo a sujeira nelas depositadas e dando-lhes destino adequado.
b) Manter as tubulações limpas e desobstruídas, a fim de garantir boas condições hidráulicas para o escoamento.
c) Pintar cercas e placas de aviso.

1.10 *ATIVIDADES ROTINEIRAS DE OPERAÇÃO E CONTROLE*

As atividades de operação e controle resumem-se em controlar e favorecer os fenômenos químicos, físicos e biológicos presentes na ETE.

Dependendo do dispositivo de tratamento, há rotinas e procedimentos específicos, cujas atividades rotineiras para operação e controle estão listadas a seguir.

1.10.1 Tratamento Preliminar

Atividades diárias do operador:

a) O operador deverá realizar, a cada hora, leituras da altura da lâmina líquida nos vertedores Parshall.

Atividades Periódicas do Operador:

a) Limpar, periodicamente, os vertedores.
b) Limpar a grade fina, conforme procedimentos descritos na seção 1.3.
c) Remover o material sedimentado nas caixas de areia, conforme procedimentos descritos na seção 1.4.

1.10.2 Lagoas Anaeróbias

Atividades diárias do operador:

a) Medir a temperatura do esgoto afluente, da lagoa e do efluente, pelo menos às 7h00, 12h00 e 17h00. Anotar esses dados na Ficha de Controle Operacional (ver Figura 5).

b) Bater, com instrumentos simples (um quadrado de tábua fixado à ponta de uma vara de três metros de comprimento, por exemplo), pelo menos duas vezes ao dia, os sobrenadantes. (Só se justifica essa operação se for constatado que esses sobrenadantes estão exalando maus odores).

c) Retirar dos sobrenadantes as pequenas partes que ficam próximas às margens e enterrá-las em valas apropriadas. É aconselhável a adição de uma certa quantidade de cal sobre esse material antes de enterrá-lo.

d) Combater qualquer início de erosão nos taludes.

e) Manter as margens isentas de vegetais, bem como os diversos pontos da lagoa.

f) Manter limpos os dispositivos de entrada de esgoto na lagoa.

g) Não permitir a passagem de material flutuante para a lagoa facultativa.

Atividades periódicas do operador:

a) Esparzir, pelo menos uma vez por semana, cinzas vegetais sobre as crostas sobrenadantes das lagoas anaeróbias e, enquanto isso, bater as escumas com instrumentos simples.
b) Realizar análises para o controle operacional rotineiro da lagoa; as principais análises recomendadas, e suas frequências, constam da Tabela 3. É conveniente que, por ocasião da coleta das amostras, sejam efetuadas em campo, determinações de pH e sólidos sedimentáveis. As amostras dos efluentes, devem ser coletadas nas caixas de passagem localizadas imediatamente a jusante das lagoas anaeróbias.

Tabela 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	NMP/100ml	x	x	M
Alcalinidade	mg/l	x	x	M
Nitrogênio Kjeldhal	mg/l	x	x	O
Nitrogênio orgânico	mg/l	x	x	O
Nitrogênio amoniacal	mg/l	x	x	O
Fósforo Total	mg/l	x	x	O

Fonte: UEHARA & VIDAL (1989)
Notas: S=Semanal; Q=Quinzenal; M=Mensal; O=Ocasional.
As análises devem ser compostas de 24 horas

c) Verificar, no período de verão e inverno, a provável espessura da camada de lodo. Tal procedimento visa acompanhar o comportamento da lagoa: o acúmulo e a distribuição do lodo, a possível época da remoção do lodo e da limpeza da unidade de tratamento.

1.10.3 Lagoas Facultativas

Atividades diárias do operador:

a) Medir a temperatura dos efluentes da lagoa, o pH dos efluentes e o oxigênio dissolvido, pelo menos às 7h00, 12h00 e 17h00. Anotar esses dados na Ficha Diária de Controle Operacional (ver Figura 5).

b) Havendo crostas de escuma nessas lagoas, deverão ser jateadas com água, destruídas com rastelo ou removidas com peneiras de cabo longo, enterrando-se posteriormente o material.

c) Cuidar da conservação dos taludes evitando e/ou corrigindo as erosões.

d) Manter limpos os dispositivos de entrada e saída da lagoa.

Atividades periódicas:

Realizar análises para o controle operacional rotineiro da lagoa; as principais análises recomendadas e suas frequências são apresentadas na Tabela 4.

É conveniente que, por ocasião da coleta de amostras, se efetuem determinações em campo, de pH e sólidos sedimentáveis.

Tabela 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
Fictoplâncton	org/m^3		x	Q
Zooplâncton	org/m^3		x	Q
Colimetria/coli fecal	NMP/100ml	x	x	M
Alcalinidade	mg/l	x	x	M
Nitrogênio Kjeldhal	mg/l	x	x	O
Nitrogênio orgânico	mg/l	x	x	O
Nitrogênio amoniacal	mg/l	x	x	O
Nitrato	mg/l		x	O
Nitrito	mg/l		x	O
Fósforo Total	mg/l	x	x	O
Ortofosfato	mg/l		x	O

Fonte: UEHARA & VIDAL (1989)
Notas: S=Semanal; Q=Quinzenal; M=Mensal; O=Ocasional.
As análises devem ser compostas de 24 horas

1.10.4 Unidade de Cloração / Descloração

Atividades periódicas:

a) Verificar o funcionamento das bombas dosadoras, bem como a quantidade dos produtos químicos acondicionados.

b) Manter parcialmente cheio os tanques de acondicionamento de produtos químicos.