

ANEXO I-D

MANUAL DE OPERAÇÃO



MANUAL DE OPERAÇÃO ETE PRESÍDIO LINHARES/ES UASB + FBAS + DS + CLORAÇÃO



sanevix
e n g e n h a r i a

Rua Comendador Alcides Simão Helou, Nº. 443, CIVIT II, Serra/ES.

CEP: 29.168 – 090.

Contato: TEL/FAX: (27) 3038-4122 - FAX: (27) 3038-4133.

sanevix@sanevix.com.br – www.sanevix.com.br

SUMÁRIO

1 MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	4
1.1 INTRODUÇÃO	4
1.2 ETAPAS DO TRATAMENTO	4
1.2.1 PRÉ-TRATAMENTO E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO (EEE)	4
1.2.2 Limpeza da estação elevatória de esgoto	5
1.2.3 TRATAMENTO PRIMÁRIO (REATOR UASB)	5
1.2.3.1 Atividades de Limpeza	6
1.2.4 TRATAMENTO SECUNDÁRIO (Filtro biológico aerado submerso)	8
1.2.4.1 Lavagem dos FBAS	9
1.2.4.2 Lavagem dos decantadores	10
1.2.4.3 Sistema de Aeração	11
1.3 OPERAÇÃO / MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	12
1.3.1 Soprador	12
1.3.2 Bombas da EEE	12
1.4 DESCARTE DE LODO	12
1.4.1 PROCEDIMENTO PARA DESCARTE DO LODO	13
2 PARTIDA DE REATORES DE MANTA DE LODO	15
2.1 INTRODUÇÃO	15
2.2 PRELIMINARES	16
2.3 CONSIDERAÇÕES E CRITÉRIOS PARA A PARTIDA DO SISTEMA	16
2.3.1 Volume de inoculo para a partida do processo	16
2.3.2 Partida e operação de reatores anaeróbios	17
2.3.3 Carga hidráulica volumétrica	17
2.3.4 Produção de biogás	17
2.3.5 Temperatura	18
2.3.6 Fatores Ambientais	18
2.4 ACLIMATIZAÇÃO E SELEÇÃO DA BIOMASSA	18
2.5 PROCEDIMENTOS QUE ANTECEDEM A PARTIDA DE UM REATOR	19
2.5.1 Caracterização do lodo de inoculo	19
2.5.2 Caracterização do esgoto bruto	19
2.6 ESTIMATIVA DO VOLUME DE LODO DE INOCULO NECESSÁRIO À PARTIDA DO REATOR	19
2.7 PROCEDIMENTOS DURANTE A PARTIDA DE UM REATOR ANAERÓBICO	21
2.7.1 Inoculação do reator	21
2.7.2 Alimentação do reator com esgotos	21
2.8 PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO	22
2.8.1 PRINCIPAIS PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO	22
2.8.2 PROCEDIMENTOS REFERENTES AO TRATAMENTO ANTICORROSIVO	23
2.9 PRINCIPAIS PROBLEMAS E SOLUÇÕES	25
2.9.1 REATOR UASB	25
2.9.2 FILTRO BIOLÓGICO AERADO SUBMERSO	27
2.10 FERRAMENTAS NECESSÁRIAS	28
2.11 TAREFAS DIÁRIAS DO OPERADOR	29
3 PLANO DE MONITORAMENTO	30
3.1 TIPOS DE COLETA DE AMOSTRAS	30
3.1.1 Amostras simples	30
3.1.2 Amostras compostas ou misturas de amostras simples	31
3.2 PRESERVAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE AMOSTRAS DE ÁGUA	33
3.3 VOLUME DA AMOSTRA	35
3.4 MONITORAMENTO DO REATOR UASB	35
3.4.1 Amostras compostas proporcionais à vazão efluente	35
3.4.2 Amostras simples em período de 24 horas	35
3.4.3 Campanha mínima de monitoramento	37
3.5 MONITORAMENTO DO FBAS	37
3.5.1 Amostras compostas proporcionais à vazão afluyente	37

3.5.2 Amostras simples em período de 24 horas.....	37
3.5.3 Parâmetros a serem analisados.....	38
3.5.4 Campanha mínima de monitoramento.....	39
3.6 MONITORAMENTO DO CORPO RECEPTOR.....	39
3.7 ANÁLISES.....	40
3.7.1 Análise criteriosa.....	40
3.7.2 Análise mínima.....	41
3.7.3 Análise básica.....	41
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

1 MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO

A Estação de Tratamento de Esgoto (**ETE**) do tipo UASB+FBAS+DS, trata esgoto em nível secundário, associando tratamento biológico e físico, removendo sólidos em suspensão e matéria orgânica. O tratamento é realizado por meio de reatores anaeróbios de manta de lodo (**UASB**), seguido de filtro biológico aerado submerso (**FBAS**) e decantador secundário (**DS**).

Além desses, o pré-tratamento e a estação elevatória de esgoto (**EEE**) fazem parte do sistema e são aplicados de acordo com as necessidades do tratamento e/ou particularidades do esgoto.

1.2 ETAPAS DO TRATAMENTO

1.2.1 PRÉ-TRATAMENTO E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO (EEE)

O esgoto é encaminhado para a estação de recalque – que é chamada de Estação Elevatória de Esgotos (EEE) – passando por um pré-tratamento no próprio poço da EEE para a remoção de sólidos grosseiros, areia e gordura em excesso antes de ser bombeado para o reator UASB.

A estação elevatória também recebe o lodo de lavagem dos Filtros Biológicos Aerados Submersos (FBAS) e do decantador. As Figuras a seguir apresentam a estação elevatória da Sanevix Engenharia.



Figura 1. Estação Elevatória de Esgoto (EEE).

1.2.2 Limpeza da estação elevatória de esgoto

A retirada dos sólidos retidos no pré-tratamento e do fundo da estação elevatória de esgotos (EEE) pode ser efetuada em parte de modo manual e com auxílio de um caminhão limpa fossa. Para que não ocorra a entrada de grandes quantidades de sólidos inertes (como a areia) no reator UASB, a limpeza deve ser efetuada respeitando as seguintes frequências, ou com uma frequência diferenciada dependendo das características do esgoto:

- **Fundo da elevatória:** 1 limpeza mensal através de sucção, por caminhão suga-fossa, do fundo da Elevatória;
- **Caixa de areia:** 1 limpeza mensal por sucção;
- **Caixa de gordura:** 1 limpeza mensal por sucção;
- **Cesto de retenção de sólidos grosseiros:** 3 limpezas manuais por dia .

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

1º) Aguardar até que a lâmina d'água chegue ao seu mínimo, a fim de facilitar a visualização do fundo;

2º) Introduzir o mangote do caminhão limpa fossa até o fundo e fazê-lo percorrer toda a área da EEE;

3º) Enviar os resíduos para destino apropriado (aterro sanitário).

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

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

1º) Retirada do cesto por meio da corda de içamento;

2º) Retirada dos sólidos utilizando jato d'água e/ou escova;

3º) Acondicionamento dos resíduos em tonéis ou caçambas para posterior destinação final (aterro sanitário).

1.2.3 TRATAMENTO PRIMÁRIO (REATOR UASB)

Dentro do reator UASB desenvolve-se uma camada biológica, conhecida como manta de lodo no interior da qual microorganismos anaeróbios efetuam o tratamento do esgoto retirando a matéria orgânica presente.

O esgoto bruto (após passar pelo pré-tratamento) é encaminhado para as caixas de distribuição de onde desce até o fundo do reator UASB através

dos tubos de distribuição. Em seguida, o esgoto sobe passando pela manta de lodo, local onde ocorre os processos de digestão anaeróbia. A Figura 5 ilustra a parte superior do reator UASB.

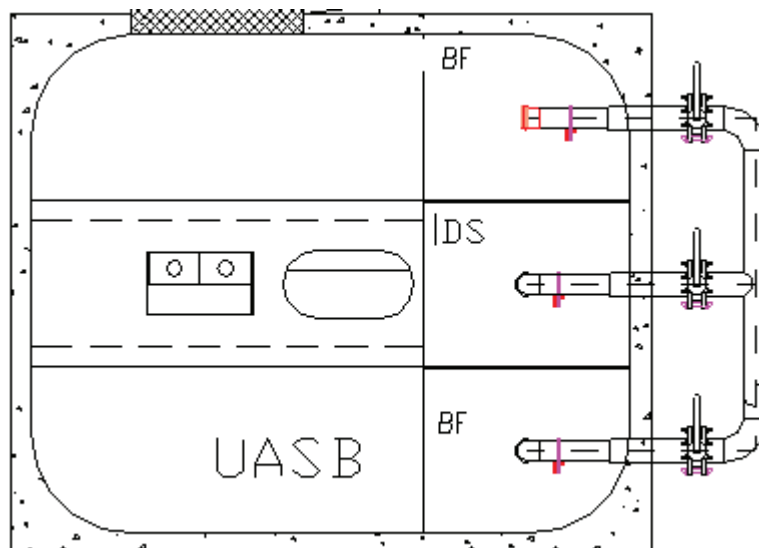


Figura 2. Planta baixa do reator UASB

1.2.3.1 Atividades de Limpeza

🔵 Desarenador do UASB (Caixa de entrada do UASB)

Com o decorrer do funcionamento da estação, ocorre o acúmulo de areia e sólidos grosseiros no desarenador. É importante que o desarenador esteja sempre limpo, a fim de favorecer os processos de tratamento posteriores.

🔵 Caixas de distribuição

A exemplo do desarenador, nas caixas de distribuição também ocorre o acúmulo de areia e sólidos grosseiros no desarenador. As caixas de distribuição devem ser sempre limpas a fim de evitar a obstrução dos tubos de distribuição e favorecer os processos de tratamento posteriores.

Portanto, deve ser procedimento de rotina da operação, a limpeza destes compartimentos.

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

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o desarenador (caixa de entrada) e a caixa de distribuição do reator UASB, ambos localizados na parte superior do reator.



Figura 3. Caixa de areia e de distribuição do esgoto no reator UASB.

🔵 Sobrenadante

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

Este procedimento também figura como uma das atividades constantes da operação, tendo em vista a manutenção do aspecto limpo da ETE e a prevenção de danos causados pelo acúmulo de tais materiais.

🔵 Câmara de gás

A câmara de gás do reator deve ser limpa com uma frequência regular. Recomenda-se que esta limpeza seja realizada quinzenalmente, a fim de evitar a obstrução da eficiente captação do biogás.

A limpeza dá-se através da abertura de sua tampa, retirando a espuma existente na mesma, propiciando a livre circulação do gás através da tubulação que conduz até o queimador.

Atenção: Esta limpeza deve ser executada com extremo cuidado, deixando-se a tampa da câmara de gás aberta por um período mínimo de 30 minutos antes da execução da mesma, pois é importante que o gás (que é altamente combustível) seja previamente disperso na atmosfera, evitando assim o risco de explosão.

☉ Queimador de Gás

O queimador de gás tem como finalidade queimar o gás coletado pela câmara de gás, isso quando houver quantidade suficiente de gás para queimarmos. Esse equipamento necessita de alguns cuidados, como:

- ☉ Manter seu reservatório de água sempre no nível, pois esse reservatório tem a função de formar um selo hídrico para que a chama de fogo não tenha possibilidade de retornar à câmara de gás;
- ☉ Deve-se observar se a válvula de regulação da chama não está entupida;
- ☉ O acendimento deste equipamento é manual, então solicitamos uma maior atenção quando for executar essa ação.



Figura 4. Queimador de Gás

1.2.4 TRATAMENTO SECUNDÁRIO (Filtro biológico aerado submerso)

O polimento do efluente do reator UASB é realizado em Filtros Biológicos Aerados Submersos (FBAS), Figura 8, seguido de Decantadores Secundários (DS), **Erro! Fonte de referência não encontrada.**9.

Os filtros biológicos são constituídos por tanques preenchidos com camadas de eletrodutos cortados (conduítes). Este meio poroso possui

colônias de microorganismos através do qual esgoto e ar fluem permanentemente, ambos com fluxo ascendente. Já os decantadores, são responsáveis pela remoção física – por decantação – dos sólidos que saem do filtro. Esta remoção dá-se pelas condições ótimas de sedimentação proporcionada pela inclinação das lamelas.



Figura 5. Vista superior do FBAS.



Figura 6. Vista superior do Decantador Secundário.

A seguir serão descritos os procedimentos de lavagem dos Filtros Biológicos Aerados Submersos e o descarte do Decantador Secundário. Destaca-se que as tubulações e válvulas referentes a estes processos encontram-se pintados na cor verde escura (verde folha).

1.2.4.1 Lavagem dos FBAS

Os FBAS devem ser lavados a cada 3 dias por um período de 3 a 5 minutos cada um. No entanto, é necessário atenção quanto à clarificação do efluente. Caso seja necessário, deve-se aumentar o tempo de lavagem. As

lavagens devem ser realizadas nos horários de menor vazão, que geralmente ocorrem às 8:00 e às 15:00hs.

- 1) **Desligar o Soprador de Ar**
- 2) Abrir válvula V01, durante 3 minutos fechar a V01.
- 3) Aguardar 10 minutos
- 4) Abrir válvula V02, durante 3 minutos fechar a V02
- 5) Aguardar 10 minutos
- 6) Ligar o Soprador de Ar

Fim do ciclo de lavagem dos filtros biológicos.

Obs: A numeração das válvulas no barrilete é feita da esquerda para a direita, como mostra a Figura 10.

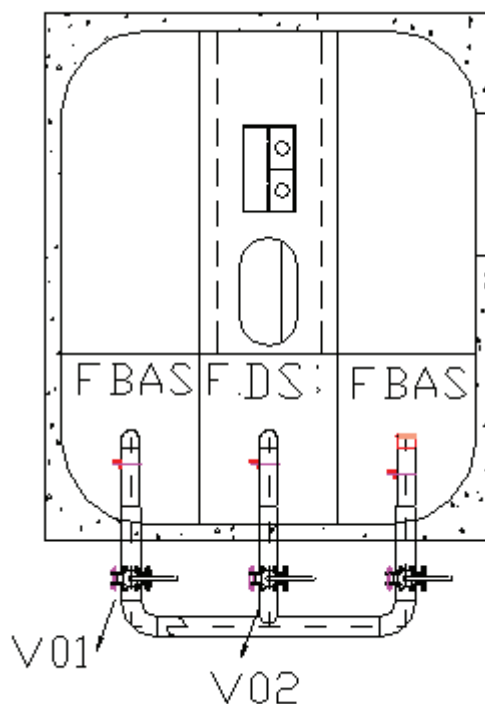


Figura 7. Válvulas de lavagem do FBAS.

1.2.4.2 Lavagem dos decantadores

Com o intuito de impedir que o decantador fique excessivamente sujo, e que ocorra a mínima turbulência para garantir uma melhor sedimentação, faz-se necessária a retirada do lodo decantado no mínimo 02 (duas) vezes ao dia.

1) Passo a Passo para as lavagens dos decantadores:

Início da lavagem dos decantadores.

7) Abrir válvula V03, durante 5 minfechar V03

Fim do ciclo de lavagem dos Decantadores.

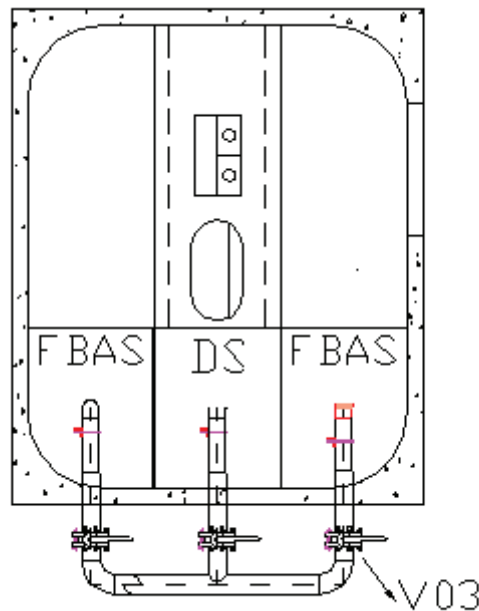


Figura 8. válvula de lavagem do decantador.

Nos horários em que coincidir as lavagens dos FBAS e dos Decantadores, recomenda-se realizar, primeiramente a lavagem dos Filtros Biológicos Aerados Submersos.

1.2.4.3 Sistema de Aeração

Os FBAS dispõem de um sistema de aeração cujo ar é distribuído por todo sistema por meio de um soprador. É de fundamental importância que a aerador esteja ligado e o ar bem distribuído, para manter um ambiente propício ao crescimento do biofilme de bactérias aeróbias existentes no meio filtrante (eletrodutos).

Caso o ar tenha que ser interrompido, por um período superior a 2 dias, o procedimento adotado será a abertura do by-pass do UASB, para que se evite anaerobiose (falta de oxigênio).

Além disso, o sistema de aeração é constituído por uma bomba de anel líquido, portanto, a alimentação de água é essencial para o funcionamento e refrigeração, portanto, a tubulação que interliga a água do Decantador Secundário para o compressor deve estar com o seu registro aberto.

1.3 OPERAÇÃO / MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

1.3.1 Soprador

- Nunca ligar o soprador, ainda que por pouco tempo, com a entrada de água de refrigeração fechada;
- Diariamente, efetuar a limpeza do filtro “Y” da entrada de água de refrigeração no compressor;
- Se o soprador desligar continuamente, comunicar-se imediatamente com o setor de suporte da Sanevix Engenharia.

1.3.2 Bombas da EEE

- Efetuar as limpezas do fundo da Elevatória e do sistema de pré-tratamento – principalmente do cesto de retenção de sólidos grosseiros– para evitar o entupimento das bombas.

1.4 DESCARTE DE LODO

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

O sistema de tomada de amostra destina-se ao monitoramento do nível da manta de lodo, que deve estar situado entre a 2ª e 3ª tomadas da esquerda para direita, como mostra a Figura a seguir.

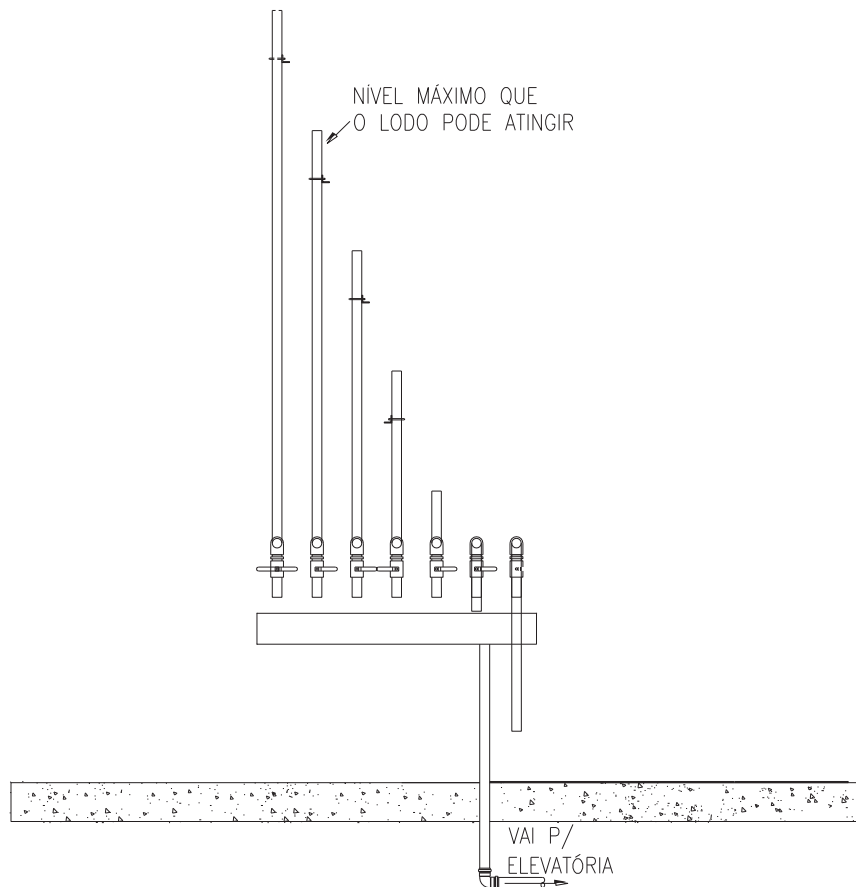


Figura 9. Posição das Tomadas de amostra de lodo no interior do reator UASB.

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

1.4.1 PROCEDIMENTO PARA DESCARTE DO LODO

- Abrir a válvula de um dos leitos de secagem;
- Abrir as válvulas de descarte (**Erro! Fonte de referência não encontrada.13**) de forma alternada, visando à melhor distribuição de retirada do lodo. As tubulações e válvulas do descarte do lodo do UASB são identificadas na cor marrom;

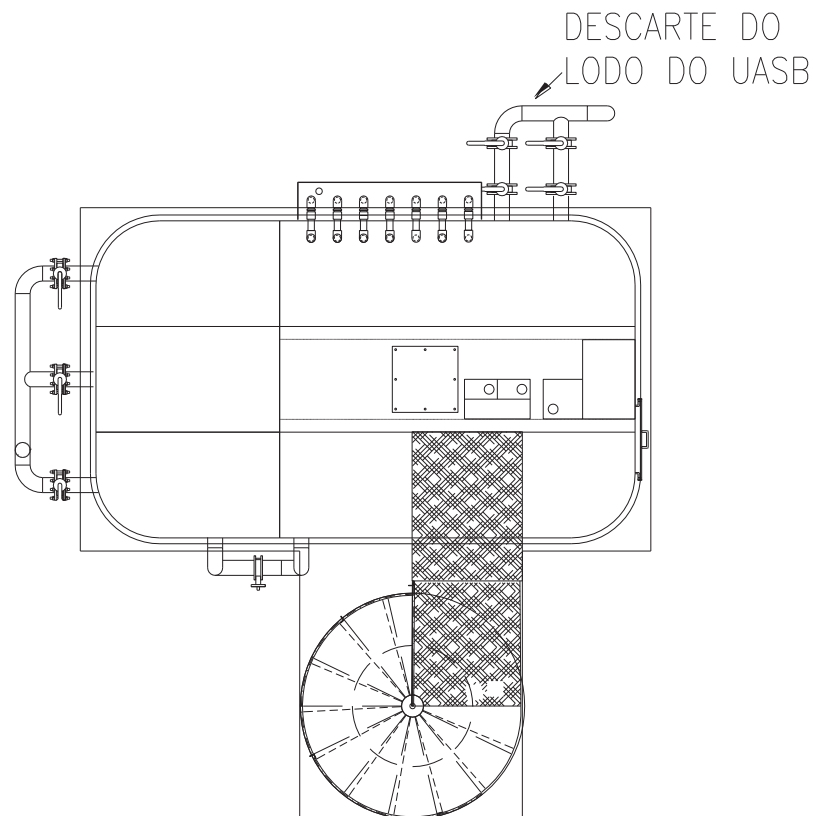


Figura 10. Posição das válvulas de descarte do lodo na ETE.

- Descartar até a altura de 30 cm dentro do primeiro leito de secagem Figura 14, sendo que, para cada tubulação de descarte, deve ser descartado até a altura de 15 cm do leito;
- No dia seguinte a esse primeiro descarte, verificar a altura da manta dentro do UASB e se for detectado que a manta ainda estiver alta, descartar no segundo leito de secagem;
- Deve-se registrar o dia de cada descarte, pois a retirada do lodo desidratado do leito de secagem faz-se geralmente 30 dias após o descarte.



Figura 11. Leitos de secagem.

2 PARTIDA DE REATORES DE MANTA DE LODO

2.1 INTRODUÇÃO

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

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

- Utilizando-se lodo de inóculo adaptado ao esgoto a ser tratado: A partida do sistema procede-se de forma rápida e satisfatória, não havendo a necessidade de aclimação do lodo;
- Utilizando-se lodo de inóculo não adaptado ao esgoto a ser tratado: Nesse caso, a partir sistema passa por um período de aclimação, incluindo uma fase de seleção microbiana;

- Sem a utilização do lodo de inoculo: essa é considerada a forma mais desfavorável de proceder a partida do sistema, uma vez que haverá a necessidade de se inocular o reator com os próprios microrganismos contidos no esgoto afluente. Como a concentração de microrganismos no esgoto é muito pequena, o tempo demandado para a retenção e seleção de uma elevada massa microbiana pode ser bastante prolongado (da ordem de 4 a 6 meses).

2.2 PRELIMINARES

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

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

2.3 CONSIDERAÇÕES E CRITÉRIOS PARA A PARTIDA DO SISTEMA

2.3.1 Volume de inoculo para a partida do processo

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

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

2.3.2 Partida e operação de reatores anaeróbios

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

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

2.3.3 Carga hidráulica volumétrica

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

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

- A carga hidráulica retira toda a biomassa com características de sedimentação precária, criando, dessa maneira, espaço para a nova biomassa que está crescendo;
- Com a retirada de parte da nova biomassa, que não possui boas propriedades de sedimentação, verifica-se uma seleção sobre a biomassa ativa;
- A carga hidráulica tem grande influência sobre as características de mistura do reator, principalmente durante a partida do sistema.

2.3.4 Produção de biogás

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

2.3.5 Temperatura

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

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

2.3.6 Fatores Ambientais

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

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

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

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

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

2.4 ACLIMATIZAÇÃO E SELEÇÃO DA BIOMASSA

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

Não retornar ao reator o lodo disperso perdido juntamente com o efluente;

Aumentar a carga orgânica progressivamente, sempre que a remoção de DBO/DQO atingir pelo menos 60%;

Manter as concentrações de ácido acético entre 200 a 300 mg/L;

Prover a alcalinidade necessária ao sistema, de forma a manter o pH próximo a 7.

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

2.5 PROCEDIMENTOS QUE ANTECEDEM A PARTIDA DE UM REATOR

2.5.1 Caracterização do lodo de inoculo

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

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

2.5.2 Caracterização do esgoto bruto

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

2.6 ESTIMATIVA DO VOLUME DE LODO DE INOCULO NECESSÁRIO À PARTIDA DO REATOR

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

Exemplo:

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

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

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

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

Densidade do lodo de inoculo: 1030 kg/m³:

Volume do reator: 316,80 m³

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

Solução:

❶ **Carga orgânica aplicada (Lo):**

$Lo = Q_{méd} \times \text{Concentração de DQO total do esgoto}$

$Lo = 950,4 \text{ m}^3/\text{dia} \times 0,6 \text{ kgDQO/m}^3$

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

❷ **Massa de inoculo necessária (Mi):**

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

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

$Mi = 5702 \text{ kg SVT}$

❸ **Volume de inoculo resultante (Vi):**

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

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

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

Como o volume de inoculo necessário é relativamente elevado (178 m³), equivalente a aproximadamente 22 caminhões-tanque, pode-se avaliar a possibilidade de não aplicação da carga orgânica total, desviando-se parte dos esgotos afluentes para extravasá-lo.

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

2) Logo:

Volume do Reator: 100 m³

Volume de lodo inoculo: 6 m³

2.7 PROCEDIMENTOS DURANTE A PARTIDA DE UM REATOR ANAERÓBICO

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

- Inoculação;
- Alimentação com esgotos; e
- Monitoramento do processo.

Apresentam-se nos itens seguintes alguns dos procedimentos adotados durante a partida de um reator de manta de lodo.

2.7.1 Inoculação do reator

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

- Transferir o lodo de inoculo para o reator, cuidando para que o mesmo seja descarregado no fundo do reator. Evitar turbulências e contato excessivo com o ar;
- Deixar o lodo em repouso por um período aproximado de 12 a 24 horas, possibilitando a sua adaptação gradual à temperatura ambiente.

2.7.2 Alimentação do reator com esgotos

- Após o término do período de repouso, iniciar a alimentação do reator com esgotos, até que o mesmo atinja aproximadamente a metade de seu volume útil;
- Deixar o reator sem alimentação por um período de 24 horas. Ao término deste período, e antes de iniciar uma próxima alimentação, coletar amostras do sobrenadante do reator e efetuar análises dos seguintes parâmetros: temperatura, ph, alcalinidade, ácidos voláteis e dco. Caso estes parâmetros estejam dentro das faixas de valores aceitáveis, prosseguir o processo de alimentação. Valores aceitáveis: pH entre 6,8 e 7,4 e ácidos voláteis abaixo de 200 mg/l (como ácido acético);

- Continuar o processo de enchimento do reator, até que o mesmo atinja o seu volume total (nível das tulipas);
- Deixar o reator novamente sem alimentação por outro período de 24 horas. Ao término deste período, retirar novas amostras para serem analisadas e proceder como anteriormente;
- Caso os parâmetros analisados estejam dentro das faixas estabelecidas, propiciar a alimentação contínua do reator, de acordo com a quantidade de inoculo utilizada e com a percentagem de vazão a ser aplicada;
- Proceder aumento gradual da vazão afluyente, inicialmente a cada 15 dias, de acordo com a resposta do sistema. Este intervalo poderá ser ampliado ou reduzido dependendo dos resultados obtidos.

2.8 PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO

2.8.1 PRINCIPAIS PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO

Para o funcionamento e conservação ideal das ETE's Sanevix Engenharia é indispensável seguir as recomendações citadas neste Databook, como as tarefas diárias dos operadores e os procedimentos operacionais, além de observar e seguir os manuais de instruções dos equipamentos elétricos da estação (conjunto moto-bomba e soprador) visando à qualidade do tratamento e a limpeza da estação.

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

O tratamento de esgoto anaeróbio tem como um de seus subprodutos o gás sulfídrico (H_2S), o qual, em reação com a água, forma o ácido sulfúrico, que é altamente corrosivo, não só ao aço mais a vários materiais, incluso alvenaria.

Devido a tal fato, devem ser tomadas algumas precauções para garantir a durabilidade estrutural da ETE. Estas medidas estão listadas a seguir:

- 3) *Fiscalizar diariamente o sistema de coleta e queima de gás do Reator, identificando e corrigindo possíveis vazamentos;*
- 4) *Executar todos os procedimentos descritos no Manual de Operação, pois o não cumprimento das tarefas causa vários distúrbios no tratamento, formando o gás sulfídrico (H₂S) em locais não preparados para o mesmo, acelerando assim a degradação do meio;*
- 5) *Evitar arranhar, bater, esfregar, usar qualquer produto que atinja diretamente o revestimento da ETE;*
- 6) *Identificar e tratar possíveis pontos de corrosão que surgirem na ETE;*
- 7) *Executar todos os procedimentos de manutenção dos equipamentos da ETE, de acordo com os Manuais anexados ao DATABOOK;*
- 8) *Recomenda-se nas estações fabricadas pela Sanevix uma manutenção periódica a cada 2 anos das partes constituintes da estação (principalmente com relação à pintura da estação). É importante citar também que se deve observar e tratar os possíveis pontos de corrosão da ETE antes que eles se agravem.*

2.8.2 PROCEDIMENTOS REFERENTES AO TRATAMENTO ANTICORROSIVO

O Quadro 1 apresenta os procedimentos referentes ao tratamento anticorrosivo da estação de tratamento de esgoto.

Quadro 1. Tratamento anticorrosivo aplicado na ETE.

Parte da Estação	Tipo de Tratamento	Forma de Correção	Forma de Aplicação
Costado ¹ externo da Estação	Primer ² + esmalte sintético	Lixar a parte afetada com lixa 36	Limpar a superfície, aplicar o primer, e o esmalte sintético na cor da Estação.
Costado interno, parte com contato direto com Oxigênio.	Primer + fiber glass ³ + alcatrão hulha	Lixar a parte afetada com lixa 36	Limpar a superfície, aplicar o primer, fiber glass e alcatrão
Costado interno, parte submersa.	Primer + alcatrão hulha	Primer + fiber glass ³ + alcatrão hulha	Limpar a superfície, aplicar o primer e alcatrão.

Costado interno dos Filtros Biológicos	Primer + alcatrão hulha	Lixar a parte afetada com lixa 36	Limpar a superfície, aplicar o primer e alcatrão.
Vigas do teto	Primer + fiber glass3 + alcatrão hulha	Primer + fiber glass3 + alcatrão hulha	Limpar a superfície, aplicar o primer, fiber glass e alcatrão .
Guarda corpo	Primer ² + esmalte sintético	Lixar a parte afetada com lixa 36	Limpar a superfície, aplicar o primer, e o esmalte sintético na cor Amarelo Segurança.

1 – Costado: Parede formada pelas chapas de aço.

– Primer: Tinta de fundo.

– Fiber glass: tratamento que consiste na aplicação de resina e fibra de vidro.

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

2.9 PRINCIPAIS PROBLEMAS E SOLUÇÕES

2.9.1 REATOR UASB

Quadro 2. Principais problemas, causas e soluções propostas para o reator UASB.

PROBLEMAS	POSSÍVEIS CAUSAS	SOLUÇÕES
Odores desagradáveis	<ul style="list-style-type: none"> -sobrecarga orgânica elevada concentrações de matéria orgânica no afluente; -sobrecarga hidráulica, picos de vazões afluentes; -presença de compostos tóxicos no esgoto; -concentrações de ácidos voláteis excessivas no reator; -baixas temperaturas do esgoto. 	<ul style="list-style-type: none"> -localizar e eliminar as fontes de contribuição de matéria orgânica em excesso ou reduzir cargas mediante diminuição da vazão afluente; -limitar vazões afluentes ao reator ou equalizar vazões em indústrias; -localizar e eliminar as fontes de emissão de compostos tóxicos; -elevar alcalinidade e manter o pH próximo de 7,0 mediante adição de cal hidratada; -avaliar possibilidade de cobrir o reator.
Elevadas concentrações de sólidos suspensos no efluente	<ul style="list-style-type: none"> -sobrecarga hidráulica com redução do tempo de detenção; -elevadas concentrações de sólidos suspensos no afluente; -excesso de sólidos no reator; 	<ul style="list-style-type: none"> -localizar e eliminar as fontes de contribuição de matéria orgânica em excesso ou reduzir cargas mediante diminuição da vazão afluente; -avaliar possibilidade de remoção de sólidos a montante do reator; -realizar descartes de sólidos do reator.
Reduzida produção do biogás	<ul style="list-style-type: none"> -vazamento na tubulação de gás; -entupimento na tubulação de gás; -presença de compostos tóxicos no esgoto; -concentrações de ácidos voláteis excessivas no reator; -baixas temperaturas do esgoto. 	<ul style="list-style-type: none"> -localizar o vazamento e realizar a vedação; -proceder ao desentupimento da tubulação através de um tubo guia; - localizar e eliminar as fontes de emissão de compostos tóxicos; - elevar alcalinidade e manter o pH próximo de 7,0 mediante adição de cal hidratada; - avaliar possibilidade de cobrir o reator.

<p>- Baixa eficiência na remoção de matéria orgânica (DBO, DQO e SS).</p>	<p>-Sobrecarga orgânica, elevadas concentrações de matéria orgânicas no afluente. -Sobrecarga hidráulica, picos de vazões afluentes. -Presença de compostos tóxicos no esgoto. -concentrações de ácidos voláteis excessivas no reator -baixa temperatura do esgoto.</p>	<p>- Localizar e eliminar as fontes de contribuição de matéria orgânica em excesso ou reduzir cargas mediante diminuição da vazão afluente. - Limitar vazões afluentes ao reator ou equalizar vazões em indústrias. - Localizar e eliminar as fontes de emissão de compostos tóxicos. - elevar alcalinidade e manter o pH próximo de 7,0 mediante adição de cal hidratada; -avaliar a possibilidade de cobrir o reator.</p>
<p>Proliferação de insetos.</p>	<p>-espessa camada de espuma flutuante, constituída por óleos e graxas.</p>	<p>-aplicação de dosagens moderadas de inseticida, para não perturbar o funcionamento do reator.</p>
<p>Expansão excessiva da manta de lodos</p>	<p>-sobrecarga hidráulica, picos de vazões afluentes; -reinicialização do processo após longos períodos de paralisação.</p>	<p>-limitar vazões afluentes ao reator ou equalizar vazões em indústrias; -dosar cargas volumétricas (pequenas) durante a reinicialização do reator.</p>

2.9.2 FILTRO BIOLÓGICO AERADO SUBMERSO

Quadro 3. Principais problemas, causas e soluções propostas para o Biofiltro.

PROBLEMAS	POSSÍVEIS CAUSAS	SOLUÇÕES
Elevadas concentrações de sólidos suspensos no efluente	-perda do biofilme/deficiência da lavagem -perda de biofilme/toxicidade -elevadas concentrações de sólidos suspensos no afluente.	-lavagens prolongadas do BAS, lavar com mais frequência, aumentar cargas hidráulicas de ar e água durante a lavagem; -localizar e eliminar as fontes de emissão de compostos tóxicos; -avaliar possibilidade de remoção de sólidos a montante do reator.
Aumento excessivo da perda de carga hidráulica	-sobrecarga orgânica ou hidráulica; -lavagem deficiente; -distribuição de ar deficiente; -aeração em excesso.	-localizar e eliminar as fontes de contribuição de matéria orgânica em excesso ou reduzir cargas mediante diminuição da vazão afluente; -lavagens prolongadas do BAS, lavar com mais frequência, aumentar cargas hidráulicas de ar e água durante lavagem; -avaliar funcionamento do sistema de distribuição de ar (possível entupimento); -reduzir taxa de aeração.
- Baixa eficiência na remoção de matéria orgânica (DBO, DQO e SS).	-sobrecarga orgânica, elevadas concentrações de matéria orgânicas no afluente. -sobrecarga hidráulica, picos de vazões afluentes. -presença de compostos tóxicos no esgoto. -baixa temperatura do esgoto.	- Localizar e eliminar as fontes de contribuição de matéria orgânica em excesso ou reduzir cargas mediante diminuição da vazão afluente. - Limitar vazões afluentes ao reator ou equalizar vazões em indústrias. - Localizar e eliminar as fontes de emissão de compostos tóxicos. -avaliar a possibilidade de cobrir o reator.

<p>Odores desagradáveis</p>	<p>-sobrecarga orgânica, elevadas concentrações de matéria orgânica no afluente; -sobrecarga hidráulica, picos de vazões afluentes; -presença de compostos tóxicos no esgoto; -distribuição de ar deficiente; -baixas temperaturas do esgoto.</p>	<p>-localizar e eliminar as fontes de contribuição de matéria orgânica em excesso ou reduzir cargas mediante diminuição da vazão afluente; -limitar vazões afluentes ao reator ou equalizar vazões em indústrias; -localizar e eliminar as fontes de emissão de compostos tóxicos; -avaliar funcionamento do sistema de distribuição de ar (possível entupimento); -avaliar possibilidade de cobrir o reator.</p>
-----------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.10 FERRAMENTAS NECESSÁRIAS

É de fundamental importância que o operador da ETE possua uma caixa de ferramentas composta pelos seguintes materiais:

Ferramentas:

- 🔩 Jogo de chaves combinadas de 6 mm a 28 mm;
- 🔩 Um arco de serra;
- 🔩 Jogo de chaves de fenda;
- 🔩 Jogo de chaves de Phillips;
- 🔩 Um martelo pequeno;
- 🔩 Uma chave grifo grande;
- 🔩 Um alicate universal.

Consumíveis:

- 🔩 Fita isolante;
- 🔩 Fita veda rosca;
- 🔩 Cola PVC.

Equipamentos Proteção Individuais:

- 🔩 Luva de borracha cano longo;
- 🔩 Bota de borracha;
- 🔩 Luva de pano;
- 🔩 Álcool iodado (proporção de 1L/50mL);
- 🔩 Máscara descartável;
- 🔩 Roupa de borracha.

Além disso, é importante a disponibilidade de outras ferramentas para a manutenção da área da ETE e lavagens em geral:

- Rastelo;
- Pá;
- Bombona para armazenamento dos resíduos sólidos do pré-tratamento;
- Enxada;
- Colher de pedreiro pequena;
- Peneira para piscina com cabo;
- Espátula;
- Mangueira de jardim.

2.11 TAREFAS DIÁRIAS DO OPERADOR

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

- 1) Limpeza do cesto de retenção de sólidos grosseiros da elevatória;
- 2) Lavagem das caixas distribuidoras;
- 3) Verificar a condição de funcionamento do sistema de aeração;
- 4) Verificar a condição de funcionamento da caixa de gordura;
- 5) Verificar a altura da manta de lodo pelas tomadas de coleta de lodo nas câmaras do reator UASB (**item 1.4: DESCARTE DE LODO**);
- 6) Observar a capacidade de filtragem do Leito filtrante;
- 7) Observar a existência de vazamentos do Biogás para o interior do reator;
- 8) Verificar se o sistema de coleta e queima do gás não está obstruído;
- 9) Manter sempre que possível a queima do gás, pois dessa forma evita-se o aumento da corrosão do tanque.
- 10) Executar os procedimentos de manutenção caso haja a necessidade;
- 11) Ficar atento a qualquer alteração na cor e/ou odor no tratamento do efluente;
- 12) Sempre manter o local limpo;
- 13) Na ocorrência de alguma anormalidade no tratamento, favor comunicar imediatamente à Sanevix Engenharia: Tel: (27) 3038-4122.

3 PLANO DE MONITORAMENTO

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

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

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

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

3.1 TIPOS DE COLETA DE AMOSTRAS

3.1.1 Amostras simples

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

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

3.1.2 Amostras compostas ou misturas de amostras simples

Asseguram representatividade e detectam efeitos da descarga variável dos diferentes contaminantes. As amostras compostas são preferíveis quando se deseja conhecer resultados médios. A amostra composta preferida é uma mistura de amostras individuais proporcionais à vazão instantânea, para o efeito de tomar amostras simples a intervalos constantes de tempo, ou um período de uma hora, armazena-se apropriadamente em um refrigerador e, ao final do período de amostragem, misturam-se em proporção direta à vazão avaliada em cada instante de amostragem.

Nos dois tipos de coleta são necessários os seguintes cuidados:

- ❶ Os frascos de coleta devem ser limpos e secos. Para análise microbiológica, o frasco deve ser esterilizado, a quantidade de amostra é de 100 ml, já para análise físico-química o frasco não precisa ser estéril e a quantidade de amostra é de 2 l;
- ❷ Antes de iniciar a coleta, os frascos devem ser enxaguados três vezes com a própria amostra;
- ❸ As amostras coletadas não devem incluir partículas grandes, folhas, detritos ou outro tipo de material estranho coletado acidentalmente, exceto no caso de sedimento de fundo;
- ❹ Não devem ser coletadas amostras junto às paredes ou próximos ao fundo do tanque, o ideal é procurar um ponto intermediário representativo da massa líquida;
- ❺ Deve-se ter cuidado para não tocar a parte interna dos frascos e equipamentos de coleta, ou ainda evitar sua exposição a pó, fumaça e outras impurezas que possam ser grande fonte de contaminação, tais como: gasolina, óleo e fumaça de exaustão de veículos. Desta forma recomenda-se que o pessoal responsável pela coleta das amostras use luvas plásticas não-coloridas, preferencialmente cirúrgicas;
- ❻ Como as cinzas e fumaça de cigarro podem ser fontes de contaminação, principalmente em relação a metais pesados, fosfatos, amônia e outras substâncias, é recomendável que os coletores não fumem durante a coleta;

- Os frascos devem ser devidamente identificados, constando nos rótulos a data, a hora, a origem da amostra, as análises a que se destina (se foi conservada ou não) e o nome do responsável pela amostragem;
- Se houver transporte dos frascos, estes devem ser bem fechados e acondicionados, para evitar perda de amostra. Caso o local de coleta seja longe do laboratório, o transporte deve ser feito em isopor com gelo;
- Após a coleta, as amostras deverão ser acondicionadas imediatamente até a chegada ao laboratório. As amostras que exigirem refrigeração para manutenção da integridade física e química devem ser transferidas e acondicionadas em isopor com gelo. Vale ressaltar que alguns parâmetros dispensam este tipo de procedimento, como é o caso do oxigênio dissolvido (OD).

Apresentados os cuidados de caráter geral, passa-se agora à explicação dos tipos de coleta.

A coleta simples restringe-se a recolher um determinado volume de amostra instantaneamente. O volume de amostra vai depender das análises a que ela se destina. A coleta composta é realizada recolhendo-se, em intervalos programados ao longo de um dado período, uma determinada porção de amostra. O volume de cada porção única é variável de acordo com o tempo total em que se deseja efetuar a amostragem e com o volume final de amostra a ser obtido. As porções únicas coletadas devem ser conservadas a baixa temperatura (em torno de 4 a 5 °C), devem ser misturadas no final do período de amostragem e analisadas imediatamente. O intervalo entre uma coleta e outra deve ser o menor possível, sendo o ideal entre 10 e 15 min. O período de tempo para a coleta composta deve ser igual ao período de funcionamento da estação durante um dia de trabalho. Esse tipo de coleta pode ser realizado por amostradores automáticos ou manualmente.

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

3.2 PRESERVAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE AMOSTRAS DE ÁGUA

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

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

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

O quadro a seguir apresenta, para cada análise, o método e o tempo de conservação das amostras.

Quadro 4. Método e tempo de conservação das amostras para cada análise

Parâmetro	Frascos	Volume mín de Amostra (ml)	Preservação	Tempo máximo Estocagem
Sulfeto	V	1000	Adicionar ao frasco vazio 4 gotas de acerato de zinco 2N/100 ml de amostra, encher o frasco e refrigerar a 4 °C	07 d
Cromo total	P	300	Refrigerar a 4°C	24 h
Oxigênio dissolvido	V (*1)	300	Analisar imediatamente	-----
PH	P,V	200	Analisar imediatamente	-----
Sólidos	P,V	2000	Refrigerar a 4°C	07 d
Cloretos	P,V	200	Refrigerar a 4°C	07 d
DQO	P,V	300	Adicionar H2SO4 até pH < 2	07 d
DBO5	P,V	2000	Refrigerar a 4°C	24 h
Nitrogênio Amoniacal	P,V	500	Adicionar H2SO4 até pH < 2 e refrigerar até 4 °C	28 d
Nitrogênio Orgânico	P,V	500	Adicionar H2SO4 até pH < 2 e refrigerar até 4 °C	28 d
Nitrito	P,V	1000	Adicionar H2SO4 até pH < 2 e refrigerar até 4 °C	48 d
Nitrato	P,V	1000	Adicionar H2SO4 até pH < 2 e refrigerar até 4 °C	48 d
Óleos e Graxas	V (*2)	2000	Adicionar HCL até pH<2 e refrigerar até 4°C	24 h
Fósforo Total	V (*3)	50	Adicionar 1 ml/l de HCL conc. por litro de amostra ou congelar a – 10°C	48 h
Teor da Matéria Seca	P,V	200	Refrigerar a 4°C	67 d

P = Plástico (polietileno ou equivalente)

V = Vidro

V (*1) = Frascos de DBO5

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

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

d = dias

h = horas

3.3 VOLUME DA AMOSTRA

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

3.4 MONITORAMENTO DO REATOR UASB

O monitoramento de rotina do reator UASB deve ser realizado através dos dois tipos de amostragem do esgoto afluente e do efluente tratado:

3.4.1 Amostras compostas proporcionais à vazão efluente

Essas amostras serão compostas por 24 alíquotas (1 alíquota/hora) coletadas na entrada e na saída do UASB, cada qual com volume proporcional à vazão afluente ao reator no momento da coleta.

As alíquotas deverão ser preservadas a 4 °C durante a campanha de amostragem, para que ao final de 24 horas, sejam misturadas para formação da amostra composta. Esse tipo de amostra constituirá o monitoramento de rotina do processo, devendo ser coletada com frequência de 3 amostras/semana. O volume final de cada amostra composta deverá ser de no mínimo de 5 litros. Os procedimentos de coleta de amostra a serem adotados são os preconizados pela CETESB.

3.4.2 Amostras simples em período de 24 horas

Essas amostras deverão ser coletadas de forma simples, com frequência de 1 amostra/hora, totalizando 24 amostras em um dia. O objetivo desse tipo de amostragem é o conhecimento do desempenho do processo face à variação no tempo da vazão afluente e das características do esgoto. A frequência dessa campanha de amostragem será de 1 campanha/mês. Cada amostra simples deverá ser coletada com um volume mínimo de 2 litros.

Os parâmetros que deverão ser analisados, no caso da aplicação do reator UASB no tratamento de esgoto sanitário, encontram-se relacionados no quadro a seguir (Quadro 5). Em se tratando de efluentes industriais, outros parâmetros de monitoramento poderão ser necessários. Considerando a importância de cada parâmetro para a estabilidade do processo, diversos

níveis de prioridade foram estabelecidos. A prioridade 1 significa que a amostragem e a análise laboratorial são obrigatórias na frequência estabelecida. A prioridade 2 representa os parâmetros que têm relação direta com o desempenho do processo, mas que podem ser analisados em períodos de tempo maiores. Finalmente, a prioridade 3 é relativa aos parâmetros que podem afetar o corpo receptor, devendo ser monitorados segundo orientação do órgão ambiental.

Quadro 5. Parâmetros de monitoramento com respectivos níveis de importância para controle operacional.

Parâmetro	Unidade	Prioridade	Frequência
Vazão afluente	m ³ /h	1	3 / semana
Vazão de biogás	m ³ /dia	3	4 / mês
ST	mg/l	1	3 / semana
Sol. Sediment.	mg/l	2	4 / mês
DQO	mgO ₂ /l	1	3 / semana
DBO ₅	mgO ₂ /l	2	4 / mês
OD	mg/l	3	4 / mês
NTK	mg/l	3	4 / mês
N-NH ₄	mg/l	3	4 / mês
P total	mg/l	3	4 / mês
P-PO ₄	mg/l	3	4 / mês
Alcalinidade	meq/l	1	3 / semana
PH	-	1	3 / semana
Temperatura	° C	1	3 / semana
Col. Fecais	NMP/100 ml	2	4 / mês
Col. Totais	NMP/100 ml	2	4 / mês

A composição do biogás também é um parâmetro de interesse para o controle do processo, devendo ser analisado mensalmente quando possível. Deverão ser determinados os teores de CH₄, N₂, CO₂, H₂S no biogás, para avaliação do desempenho da digestão anaeróbia.

Todos os procedimentos analíticos a serem adotados são aqueles recomendados pela CETESB ou pelo Standard Methods for Water and Wasterwater (19^a edição).

3.4.3 Campanha mínima de monitoramento

Considerando-se as condições operacionais propostas para a partida do reator anaeróbio UASB e os parâmetros com prioridade 1 na Quadro 5, a campanha mínima de monitoramento será estruturada conforme resumo apresentado no Quadro 6.

Quadro 6. Campanha mínima de monitoramento

Parâmetro	Unidade	Prioridade	Total de análises (entrada + saída)
ST	mg/l	1	24
DQO	mgO ₂ /l	1	24
DBO ₅	mgO ₂ /l	1	24
Alcalinidade	meq/l	1	24
pH	-	1	24
Temperatura	° C	1	24

3.5 MONITORAMENTO DO FBAS

O monitoramento de rotina dos filtros biológicos aerados submersos devem ser realizados através de dois tipos de amostragem do esgoto afluente e do efluente tratado:

3.5.1 Amostras compostas proporcionais à vazão afluente

Essas amostras serão compostas por 24 alíquotas (1 alíquota/hora) coletadas na entrada e na saída dos FBAS, cada qual com volume proporcional à vazão afluente aos FBAS no momento da coleta. As alíquotas deverão ser preservadas a 4 °C durante a campanha de amostragem, para que ao final de 24 horas, sejam misturadas para formação da amostra composta. Esse tipo de amostra constituirá o monitoramento de rotina do processo, devendo ser coletada com frequência de 3 amostras/semana. O volume final de cada amostra composta deverá ser de no mínimo de 5 litros. Os procedimentos de coleta de amostra a serem adotados são os preconizados pela CETESB.

3.5.2 Amostras simples em período de 24 horas

Essas amostras deverão ser coletadas de forma simples, com frequência de 1 amostra/hora, totalizando 24 amostras em um dia. O objetivo desse tipo de amostragem é o conhecimento do desempenho do processo face

à variação no tempo da vazão afluyente e das características do esgoto. A frequência dessa campanha de amostragem será de 1 campanha/mês. Cada amostra simples deverá ser coletada com um volume mínimo de 2 litros.

3.5.3 Parâmetros a serem analisados

Os parâmetros que deverão ser analisados, no caso da aplicação do FBAS no tratamento de esgoto sanitário, encontram-se relacionados no quadro a seguir. No caso do FBAS ser aplicado no tratamento de efluentes industriais, outros parâmetros de monitoramento poderão ser necessários. Considerando a importância de cada parâmetro para a estabilidade do processo, diversos níveis de prioridade foram estabelecidos. A prioridade 1 significa que a amostragem e a análise laboratorial são obrigatórias na frequência estabelecida. A prioridade 2 representa os parâmetros que têm relação direta com o desempenho do processo, mas que podem ser analisados em períodos de tempo maiores. Finalmente, a prioridade 3 é relativa aos parâmetros que podem afetar o corpo receptor, devendo ser monitorados segundo orientação do órgão ambiental.

Quadro 7. Parâmetros de monitoramento com respectivos níveis de importância para controle operacional do FBAS.

Parâmetro	Unidade	Prioridade	Frequência
Vazão afluyente	m ³ /h	1	3 / semana
Vazão de biogás	m ³ /dia	3	4 / mês
ST	mg/l	1	3 / semana
Sol. Sediment.	mg/l	2	4 / mês
DQO	mgO ₂ /l	1	3 / semana
DBO ₅	mgO ₂ /l	2	4 / mês
OD	mg/l	1	3 / semana
NTK	mg/l	3	4 / mês
N-NH ₄	mg/l	3	4 / mês
P total	mg/l	3	4 / mês
P-PO ₄	mg/l	3	4 / mês
Alcalinidade	meq/l	1	3 / semana
PH	-	1	3 / semana
Temperatura	° C	1	3 / semana
Col. Fecais	NMP/100 ml	2	4 / mês
Col. Totais	NMP/100 ml	2	4 / mês

A vazão de ar deve ser controlada no medidor de vazão de ar instalado na linha de suprimento de ar, com frequência de duas vezes por dia. A evolução da perda de carga através do meio filtrante deve ser controlada duas vezes por dia.

Todos os procedimentos analíticos a serem adotados são aqueles recomendados pela CETESB ou pelo Standard Methods for Water and Wasterwater (19ª edição).

3.5.4 Campanha mínima de monitoramento

Considerando-se as condições operacionais propostas para a partida do FBAS e os parâmetros com prioridade 1, a campanha mínima de monitoramento será estruturada conforme resumo apresentado a seguir.

Quadro 8. Campanha mínima de monitoramento do FBAS – Total de análises a serem realizadas por mês.

Parâmetro	Unidade	Prioridade	Total de análises (entrada + saída)
SST	mg/l	1	24
DQO	mgO ₂ /l	1	24
DBO ₅	mgO ₂ /l	1	24
pH	-	1	24
Temperatura	° C	1	24
OD	mgO ₂ /l	1	24
Alcalinidade	mg/l	1	24
ST no lodo	g/l	1	4
SV no lodo	g/l	1	4

A vazão afluyente ao reator deverá ser monitorada diariamente. A perda de carga hidráulica também deve ser registrada pelo menos três vezes por dia.

3.6 MONITORAMENTO DO CORPO RECEPTOR

Deverá ser feito de acordo com o indicado no Quadro 9 (fase de partida) e Quadro 10 (fase de regime permanente) a seguir.

Essas análises deverão ser realizadas em amostras colhidas, na mesma ocasião, em dois pontos do corpo receptor: um a montante e outro a jusante do ponto de lançamento, situada a cerca de 100 metros desse local.

Quadro 9. Campanha de monitoramento do corpo receptor – Fase de partida

Parâmetro	Unidade	Freqüência semanal
SST	mg/l	1
DQO	mgO ₂ /l	1
DBO ₅	mgO ₂ /l	1
PH	-	1
Temperatura	° C	1
Óleos e Graxas	mg/l	1
OD	mgO ₂ /l	1

Quadro 10. Campanha de monitoramento do corpo receptor – Fase de regime permanente.

Parâmetro	Unidade	Freqüência mensal
SST	mg/l	1
DQO	mgO ₂ /l	1
DBO ₅	mgO ₂ /l	1
PH	-	1
Temperatura	° C	1
Óleos e Graxas	mg/l	1
OD	mgO ₂ /l	1

3.7 ANÁLISES

Neste tópico são apresentados os três diferentes tipos de análise para o monitoramento da eficiência do tratamento da ETE.

Para todas as opções de freqüência de monitoramento, as análises devem ser realizadas em 03 (três) diferentes pontos da ETE:

- Amostra de esgoto bruto;
- Amostra de efluente do UASB;
- Amostra de efluente do filtro biológico submerso aerado.

3.7.1 Análise criteriosa

A análise criteriosa visa um acompanhamento mais profícuo da eficiência da ETE. Para tanto, faz-se necessário freqüências de análises maiores, assim como apresentado no Quadro 11.

Com freqüências maiores de análises, as identificações de possíveis irregularidades tornam-se mais simples, o que evita problemas, agiliza reparos

e/ou ajustes e, conseqüentemente, potencializa o funcionamento da ETE no seu estado ótimo.

Quadro 11. Freqüência de amostragem para uma análise criteriosa.

Parâmetros	Freqüência de análises por ETE	Total de amostras
DQO	4 / mês	12*
DBO5	4 / mês	12*
SS	4 / mês	12*
pH	4 / mês	12*
OD	4 / mês	12*
Col. fecais	4 / mês	12*

3.7.2 Análise mínima

A análise mínima conta com o mesmo número de parâmetros da análise criteriosa, no entanto, a freqüência de algumas análises é reduzida, assim como pode ser observado no quadro a seguir.

Quadro 12. Freqüência de amostragem para uma análise mínima.

Parâmetros	Freqüência de análises por ETE	Total de amostras
DQO	4 / mês	12
DBO5	1 / mês	3*
SS	4 / mês	12
pH	4 / mês	12
OD	4 / mês	12
Col. fecais	1 / mês	3*

* Freqüência reduzida para uma vez por mês.

3.7.3 Análise básica

Esta análise conta com parâmetros básicos para o monitoramento da eficiência da ETE, os quais permitem avaliar os aspectos mais críticos do sistema de tratamento de esgotos.

A frequência de análises e os parâmetros são revelados no quadro a seguir.

Quadro 13. Frequência de amostragem para uma análise básica.

Parâmetros	Frequência de análises por ETE	Total de amostras
DQO	4 / mês	12
DBO5	2 / mês	6*
SS	4 / mês	12

* Frequência reduzida para duas vezes por mês

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHERNICHARO, C. A. L.; **Reatores anaeróbios**. Princípios do Tratamento de Águas Residuárias. Vol.5, DESA, UFMG, 1997.
- EPA (40 CFR Part 503 –1993).
- GONÇALVES, R. F. (coord.). Gerenciamento do lodo de lagoas de estabilização não mecanizadas. PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. ABES, Rio de Janeiro. 80p.1999.
- LIBÓRIO, J.B.L; MARELLI, L. M. **Uso de reatores anaeróbios (tipo UASB) como alternativa no tratamento de esgoto doméstico de conjuntos habitacionais**. Congresso Latino-Americano –“Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios” - São Paulo - Brasil - 03 a 06 de novembro de 1998 .
- SOUZA, B.H.; DERISIO, J.C. **Guia Técnico de Amostras de Água**. São Paulo: CETESB. 1977. 257 pp.
- TSUTIYA, M.T; SOBRINHO, P.A. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 1 ed. São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, p. 395, 1999.
- VIEIRA, S.M.M.; GARCIA JR., A.D. **Sewage treatment by UASB-reactor**. Vol.25, nº.7, 1992. 143 –157p.
- Von SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 3.ed. 2005. 452p.