

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Consultoria para Operação Assistida, Caracterização e Estudos de Viabilidade do Gerenciamento do Lodo gerado da Estação de Tratamento de Esgoto Principal - ETE Principal da cidade de Muriaé e Análise crítica do projeto de pós-tratamento do efluente anaeróbico e pertinência de sua implantação.

DEMSUR

3ª Medição



**MANUAL DE OPERAÇÃO,
MANUTENÇÃO, ANÁLISES E
SEGURANÇA**

**TOMO I – OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO &
SEGURANÇA**

MARCELO ANTONIO TEIXEIRA
PINTO:15226433549

Assinado de forma digital por
MARCELO ANTONIO TEIXEIRA
PINTO:15226433549
Dados: 2022.08.19 16:16:27
-03'00'

Julho/2022

FICHA TÉCNICA

| Dados da Empresa | MKMBR Engenharia Ambiental SCS, Quadra 1, Edifício JK, sala 126/127 Brasília – DF CEP: 70630-900 Fone: (61) 3321-0811 mknbr@mknbr.com.br | | |
|----------------------------|--|-----------|------------------------|
| Responsável Técnico | Maurício Leite Ludovice CREA 5050 – D - DF | | |
| Consultor | Marcelo Antonio Teixeira Pinto CREA 11847– D - DF | | |
| Aprovação DEMSUR | Daniela Murucci Monteiro CREA 147.585-D-MG Gustavo Goretti Rodrigues CREA 133.497-D-MG | | |
| Quadro de Revisões | | | |
| Nº da Revisão | Justificativa/Discriminação | Aprovação | |
| | | Data | Responsável |
| 00 | Emissão Inicial | Jul/2022 | Marcelo Teixeira Pinto |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2. CARACTERÍSTICA DO AFLUENTE E EFLUENTE DA ESTAÇÃO | 3 |
| 3. INSTRUÇÕES BÁSICAS DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E SEGURANÇA | 4 |
| 3.1. <i>INSTRUÇÕES GERAIS.....</i> | <i>4</i> |
| 3.2. <i>PROCEDIMENTOS DE PARTIDA E START-UP.....</i> | <i>4</i> |
| 3.3. <i>PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS.....</i> | <i>5</i> |
| 3.4. <i>SEGURANÇA COM PRODUTOS QUÍMICOS E GÁS.....</i> | <i>6</i> |
| 3.5. <i>ROUPAS DE PROTEÇÃO E EPIs BÁSICOS.....</i> | <i>7</i> |
| 4. DESCRITIVO GERAL DO SISTEMA | 9 |
| 4.1. <i>TRATAMENTO PRELIMINAR.....</i> | <i>9</i> |
| 4.2. <i>TRATAMENTO ANAERÓBIO.....</i> | <i>10</i> |
| 4.3. <i>DESIDRATAÇÃO DOS LODOS.....</i> | <i>11</i> |
| 4.4. <i>BALANÇO DE MASSA.....</i> | <i>11</i> |
| 4.5. <i>FLUXOGRAMA DA ESTAÇÃO.....</i> | <i>11</i> |
| 5. ROTINA OPERACIONAL DO TRATAMENTO PRELIMINAR | 13 |
| 5.1. <i>CONTROLE DO AFLUENTE DA ESTAÇÃO.....</i> | <i>13</i> |
| 5.2. <i>GRADEAMENTO GROSSEIRO DA CAIXA DE CHEGADA.....</i> | <i>13</i> |
| 5.3. <i>GRADEAMENTO FINO DO CANAL DE ENTRADA.....</i> | <i>15</i> |
| 5.4. <i>CALHA PARSHALL.....</i> | <i>16</i> |
| 5.5. <i>DESARENADOR.....</i> | <i>17</i> |
| 5.6. <i>CAÇAMBA DE DETRITOS.....</i> | <i>19</i> |
| 5.7. <i>COMPORTAS DE SEPARAÇÃO DE FLUXO DO CANAL DE DISTRIBUIÇÃO.....</i> | <i>20</i> |
| 5.8. <i>PONTOS DE CONTROLE, AMOSTRAGEM E PARÂMETROS DE ANÁLISE.....</i> | <i>21</i> |
| 6. ROTINA OPERACIONAL REATORES ANAERÓBIOS..... | 24 |

| | | |
|-------|---|----|
| 6.1. | DISPOSITIVOS DE ENTRADA DOS REATORES UASB..... | 24 |
| 6.2. | CANAIS DE DISTRIBUIÇÃO..... | 24 |
| 6.3. | REATORES ANAERÓBIOS..... | 25 |
| 6.4. | PARTIDA DOS REATORES UASB..... | 27 |
| 6.5. | CARGA ORGÂNICA INICIAL..... | 28 |
| 6.6. | CONTROLE OPERACIONAL..... | 29 |
| 6.7. | DESCARTE DE LODO..... | 30 |
| 6.8. | EXCESSO DE ESCUMA NA CÂMARA DE COLETA DE BIOGÁS..... | 33 |
| 6.9. | SISTEMA DE COLETA DE GÁS..... | 35 |
| 6.10. | PONTOS DE CONTROLE, AMOSTRAGEM E PARÂMETROS DE ANÁLISE..... | 36 |
| 7. | DESIDRATAÇÃO DE LODOS..... | 40 |
| 7.1. | DESCRITIVO GERAL..... | 40 |
| 7.2. | BOMBAS DE ALIMENTAÇÃO DO LODO..... | 42 |
| 7.3. | SISTEMA DE PREPARO E APLICAÇÃO DE POLIELETRÓLITO..... | 43 |
| 7.4. | CENTRIFUGAS..... | 47 |
| 7.5. | ELEVATÓRIA DE CENTRADO..... | 54 |
| 7.6. | PONTOS DE CONTROLE, AMOSTRAGEM E PARÂMETROS DE ANÁLISE DESIDRATAÇÃO DO LODO | 55 |
| 8. | SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA..... | 60 |
| 8.1. | AS CORES DAS TUBULAÇÕES..... | 60 |
| 8.2. | AS CORES DOS CAMINHOS..... | 61 |
| 8.3. | SINALIZAÇÃO VISUAL VERTICAL..... | 61 |
| 9. | CODIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS..... | 63 |
| 9.1. | TUBULAÇÕES..... | 63 |
| 9.2. | EQUIPAMENTOS E UNIDADES..... | 64 |
| 9.3. | INSTRUMENTOS..... | 65 |
| 10. | PLANEJAMENTO OPERACIONAL E DEFINIÇÃO DE EQUIPE PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO | 66 |



| | | |
|-------|--|----|
| 10.1. | ATIVIDADES E ESTRUTURA FUNCIONAL..... | 67 |
| 11. | FATORES PRINCIPAIS PARA ASSEGURAR A OPERAÇÃO EFICIENTE DA PLANTA | 80 |
| 12. | SERVIÇOS E INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES | 84 |



5. ROTINA OPERACIONAL DO TRATAMENTO PRELIMINAR

5.1. CONTROLE DO AFLUENTE DA ESTAÇÃO

Os esgotos chegam ao canal de entrada da ETE Principal através de 2 linhas de recalque provenientes das estações elevatórias de esgoto bruto situadas nas bacias de contribuição à ETE. A operação do sistema de tratamento de esgotos se inicia nas elevatórias de esgoto bruto que alimentam a estação de tratamento.



Para proteção dos equipamentos das elevatórias e da estação de tratamento, o gradeamento manual existente nestas unidades deverá ser acompanhado de forma contínua, com limpezas periódicas, de forma a reter os sólidos grosseiros presentes nos afluentes.

As elevatórias de esgotos brutos são automáticas e tem seu acompanhamento pelo sistema de supervisão operacional do DEMSUR, de forma a operar em sintonia com as condições operacionais desta estação, notadamente em condições de manutenção ou reparo de equipamentos, seja das elevatórias ou da estação.



5.2. GRADEAMENTO GROSSEIRO DA CAIXA DE CHEGADA

Logo após sua chegada na caixa de entrada da ETE, o esgoto afluente passa por um sistema de gradeamento grosseiro de limpeza manual, com abertura de 35 mm, para proteção dos equipamentos de jusante.



O acompanhamento da condição operacional do gradeamento grosseiro deve ser permanente. A equipe de operação da ETE deve providenciar a limpeza da

6. ROTINA OPERACIONAL REATORES ANAERÓBIOS

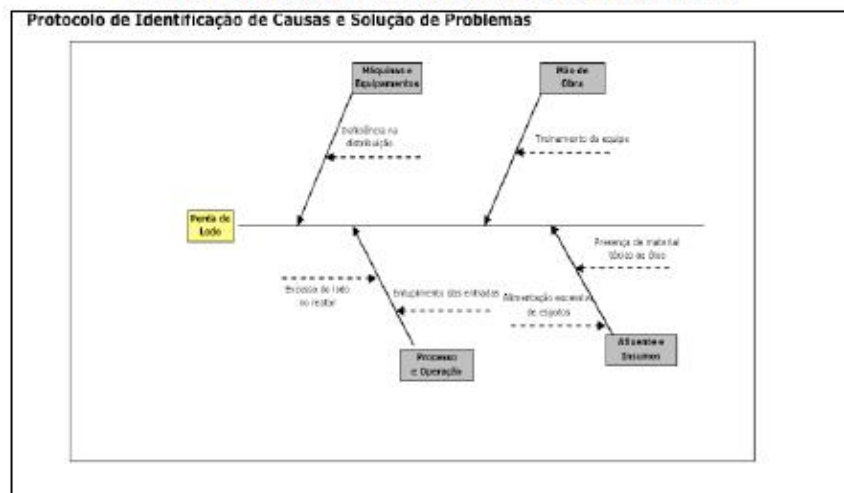
6.1. DISPOSITIVOS DE ENTRADA DOS REATORES UASB

Após o tratamento preliminar, o esgoto é encaminhado para os dois canais de distribuição localizados acima dos reatores anaeróbios. Cada canal pode alimentar dois módulos. A escolha dos reatores a serem colocadas em carga é realizada por meio da operação das comportas stop logs existentes nestes canais. No fundo destes canais estão instaladas as tubulações de entrada, com diâmetro de 100 mm (10 em cada módulo) que levam os esgotos até o fundo dos reatores UASB. Cada reator UASB está dimensionado hidráulicamente para operar com uma vazão de até 25% da vazão máxima prevista para a estação. Em condições normais de operação cada reator UASB irá receber 20,8 l/s. A utilização de vazões superiores ao projetado pode acarretar em extravasamento das estruturas hidráulicas e perda de sólidos no efluente.



6.2. CANAIS DE DISTRIBUIÇÃO

Os canais de distribuição (CD), responsáveis pela distribuição do esgoto preliminar no interior dos reatores UASB, são executadas em concreto armado em formato retangular. Cada CD recebe o efluente do tratamento preliminar e conduz o fluxo para os reatores anaeróbios determinados pela operação da planta. As comportas funcionam normalmente abertas. Somente no caso do isolamento de um reator UASB, é que sua respectiva comporta deverá ser fechada.

Quadro 8 – Problemas, Causas e Soluções Tratamento Primário


O Quadro 9 apresenta os aspectos específicos de segurança das unidades do tratamento anaeróbio, seus riscos e medidas mitigadoras.

Quadro 9 – Aspectos de Segurança, Riscos e Medidas Mitigadoras do Tratamento Primário

| Local | Ilustração | Risco | Medidas Mitigadoras |
|------------------|---|---|---|
| Reator UASB |  | Explosão devido ao acúmulo de gás | Manter as linhas de gás bem vedadas; Sinalização de perigo e Não fumar |
| | | Intoxicação por gases | Manter as linhas de gás bem vedadas |
| | | Afogamento por queda dentro dos tanques | Manter as aberturas dos tanques sempre fechadas |
| Queimador de Gás |  | Queimaduras | Demarcar a área nas proximidades do queimador evitando a entrada de pessoas não autorizadas |
| | | Intoxicação por gases | Manter as linhas de gás bem vedadas |



A Lista de componentes e peças devem ser observadas nos Manuais do fabricante dos equipamentos.

7.5. ELEVATÓRIA DE CENTRADO

Localizada próxima ao galpão de desidratação, tem função o bombeamento da água resultante da desidratação do lodo de volta à estação. O sistema é composto por 2 bombas, sendo uma reserva, com capacidade para 10 m³/h cada, a uma altura manométrica de 10 mca,. Toda a elevatória é enterrada, sendo o acesso às bombas através de tampões em ferro fundido. O funcionamento da elevatória é automático, comandado por de sensor de nível tipo ultrassom.



| UNIDADE: ELEVATÓRIA DE RETORNO DO CENTRADO | |
|--|---|
| Finalidade | Recalcar o centrado da desidratação de volta para a estação de tratamento |
| Modo de Operação | A elevatória deve operar 8 horas por dia, em regime contínuo. |
| Intervenção | Somente no caso em que houver necessidade de isolar o sistema de adensamento de lodo. |
| Inspeção | 1 x ao dia , verificando o estado geral da elevatória, verificando a presença de ruídos excessivos e efetuando limpeza geral do mesmo. |

8. SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

Uma Estação de Tratamento de esgotos é uma unidade industrial, portanto, todos os cuidados com sua conservação, sinalização e demais aspectos visuais são de suma importância para uma boa percepção da qualidade dos serviços prestados, da segurança dos trabalhadores e das pessoas em geral.

8.1. AS CORES DAS TUBULAÇÕES

Não apenas pelos aspectos estéticos, mas também pelos aspectos operacionais e de segurança, as tubulações de processo precisam estar pintadas de acordo com o fluxo que transportam, inclusive com a indicação de sua direção. Geralmente, as tubulações industriais seguem o padrão MUNSSELL de cores, as quais são mostradas no Quadro 13 seguinte, para os fluxos existentes na ETE Principal.

Quadro 13 – Padrão de Cores das Tubulações

| FLUÍDO | COR | PADRÃO MUNSSELL | COR |
|--|----------------------|-----------------|---|
| Água de Incêndio | Vermelho (segurança) | 5 R 4/14 |  |
| Água Tratada | Verde Nilo | 10 GY 6/6 |  |
| Biogás | Amarelo (segurança) | 5 Y 8/12 |  |
| Esgoto | Marrom | 2,5 YR 2/4 |  |
| Esgoto Tratado | Marrom | 10 YR 7/6 |  |
| Lodo | Marrom Camurça | 7,5 YR 5/6 |  |
| Polímero | Vinho | 5 R 2/6 |  |
| Tanques Metálicos (SES) | Azul Del Rey | 5 PB 2/8 |  |
| Estruturas Metálicas (SES) | Cinza Claro | N 6,5 |  |
| Guarda corpo, escada, faixas de circulação | Amarelo (Segurança) | 5 Y 8/12 |  |
| Faixa de Pedestres | Branco Neve | N 9,5 |  |



10. PLANEJAMENTO OPERACIONAL E DEFINIÇÃO DE EQUIPE PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Antes de iniciar a operação do sistema é preciso que a área de operação receba a licença ambiental de operação / funcionamento (LO), emitida pelo órgão ambiental competente. Solicitada após terminada a maior parte das obras é um documento de suma importância por conter as definições de desempenho aprovadas pelo órgão ambiental e as condicionantes para a operação do sistema, que deverão ser cumpridas pela operadora.

A partida da ETE coloca em "check", todas as etapas anteriores, concepção, projeto e obras na busca pela , produção de um efluente tratado compatível com as exigências do corpo receptor e na gestão de seus resíduos de forma segura, ambientalmente aceitável e economicamente viável.

A gestão operacional da estação de tratamento requer uma abordagem integrada em diversos campos:

- *Atividades e processos* – relacionado aos aspectos operacionais e de manutenção propriamente ditos.
- *Recursos* – pessoal, materiais e equipamentos, financeiros e insumos (água, produto químico e etc...)
- *Relacionamento com a vizinhança* – baseia-se na necessidade de conhecer as necessidades da vizinhança, suas expectativas, temores e possíveis futuras reclamações.
- *Informações e Dados* – relacionado à obtenção de informações necessárias a verificação do desempenho do sistema, bem como entender as necessidades de melhoria e aperfeiçoamento.
- *Regulamentos e requisitos operacionais* – neste campo incluem as necessidades de manutenção, parâmetros de desempenho e demais requisitos legais e normativos
- *Riscos e Meio Ambiente* – métodos proativos para assegurar a continuidade da operação do sistema e planos de contingência para



11. FATORES PRINCIPAIS PARA ASSEGURAR A OPERAÇÃO EFICIENTE DA PLANTA

A busca pela melhoria contínua do desempenho da planta deve ser a preocupação prioritária de todos os envolvidos na sua operação e manutenção. Diversos estudos como o preparado pelo governo da cidade de Ontário no Canadá ou da cidade de Nova York nos EUA, com vistas a otimização de suas unidades de tratamento, apontam uma série de aspectos que devem ser atentados em uma estação de tratamento de esgotos. Em que pese as condições diferentes com o nosso País, a experiência deste autor indica que elas são totalmente válidas também para as nossas condições.

Gerentes devem reconhecer que os aspectos não ligados diretamente à técnica de tratamento como as políticas e práticas organizacionais e de recursos humanos podem ter significantes impactos no desempenho da unidade como aqueles relacionados ao projeto, processo ou controle. Os pontos mais importantes são:

Aspectos Gerais e Organizacionais

a) Falta de foco da equipe

O objetivo de uma ETE é manter, com confiabilidade, os padrões e características estabelecidas pelo órgão ambiental para o seu efluente. Entretanto, se perguntarmos aos operadores e mantenedores qual é este valor poucos saberão dizer. Ou seja, os empregados não sabem qual é o objetivo/meta que o sistema precisa atingir.

Esses parâmetros precisam estar sempre expostos, comunicados e assumidos pelos gerentes e equipes de operação e manutenção do sistema.

b) Demora em implementar pequenas modificações

Em muitos casos, pequenas alterações e melhorias podem significar muito para o processo e/ou facilitar o trabalho da equipe. Entretanto, não são muito consideradas pelas pessoas que aprovam os recursos para executá-las.



12. SERVIÇOS E INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Após a conclusão dos serviços de operação assistida da ETE Principal o presente manual deverá ser complementado com as informações operacionais e de manutenção indicadas pelos fabricantes dos equipamentos instalados. O Manual revisado deverá incluir:

Cadastro da Obra. Todas as unidades e tubulações implantadas na estação deverão ser cadastradas de acordo com as normas pertinentes, em meio magnético.

Complementação da Documentação da Unidade. Todos os equipamentos e unidades implantadas deverão ter seus manuais de operação e manutenção incluídos na documentação. Deverão ser incluídos os catálogos e documentos técnicos relevantes fornecidos pelos fabricantes.

Também deverão ser entregues os certificados de produção, testes, performances dos equipamentos, inclusive certificados de compra e termos de garantia específicos. Todos os documentos deverão ser encadernados de forma organizada e entregues formalmente ao DEMSUR.



**MANUAL DE OPERAÇÃO,
MANUTENÇÃO, ANÁLISES E
SEGURANÇA**

TOMO II – ANÁLISES LABORATORIAIS

**MARCELO ANTONIO
TEIXEIRA
PINTO:15226433549**

Assinado de forma digital por
MARCELO ANTONIO TEIXEIRA
PINTO:15226433549
Dados: 2022.08.19 16:17:25
-03'00'





SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2. A IMPORTÂNCIA DA COLETA..... | 2 |
| 3. ASPECTOS DE SEGURANÇA NAS COLETAS E NAS ANÁLISES..... | 5 |
| 3.1. <i>Material Infecioso.....</i> | <i>5</i> |
| 3.2. <i>Ácidos e Bases.....</i> | <i>5</i> |
| 3.3. <i>Vidrarias e outros.....</i> | <i>5</i> |
| 4. ANÁLISES LABORATORIAIS..... | 6 |
| 4.1. <i>Esgoto Bruto.....</i> | <i>6</i> |
| 4.2. <i>Análises para controle do Tratamento Primário com reator UASB.....</i> | <i>20</i> |
| 4.3. <i>Digestão do Lodo.....</i> | <i>21</i> |
| 4.4. <i>Desidratação do Lodo.....</i> | <i>25</i> |
| 5. RELAÇÃO DAS SOLUÇÕES E REAGENTES..... | 27 |



2. A IMPORTÂNCIA DA COLETA

Os equipamentos de laboratório possuem hoje uma precisão espantosa. Entretanto nada disso será suficiente para se obter um resultado real e confiável se a coleta das amostras não forem adequadamente feitas.

Existem dois tipos de processos de coleta. O primeiro denominado coleta simples ou instantânea, onde a amostra é coletada de uma vez só e enviada para o laboratório. A segunda denominada coleta composta onde as amostras são coletadas em um determinada frequência de tempo, podendo ser proporcional à vazão, juntadas e armazenadas adequadamente, antes de serem enviadas ao laboratório.

Quando se está querendo caracterizar os esgotos afluentes a uma ETE, a amostragem composta é mais representativa, uma vez que a concentração de poluentes nos esgotos variam com as horas do dia, a medida do uso da água pela população. Assim, caso a amostragem seja instantânea o resultado obtido nas análises laboratoriais vão depender fortemente do horário que foi coletado a amostra.

Para caracterizar efluentes de uma estação de tratamento, que possuem um longo tempo de retenção (mais de 1 dia), esta variabilidade fica mais atenuada, e as características do despejo mais estabilizada. Em um reator UASB, o tempo de retenção ainda é curto (cerca de 8 horas), havendo a necessidade de amostragem composta também dos seus efluentes.

As amostragens compostas devem ser coletadas em volumes proporcionais a vazão medida no local, conforme metodologia a seguir:

- Obter a curva de vazão de 24 horas;
- Coletar a quantidade de amostras proporcionais a vazão, conforme mostrado no Quadro 1 seguinte;
- Conservar as amostras na geladeira.
- A quantidade de amostras deve gerar um volume de cerca de 2000 ml para o afluente e efluente de esgotos.



4. ANÁLISES LABORATORIAIS

4.1. Esgoto Bruto

4.1.1 Alcalinidade Total

Este parâmetro avalia a capacidade de tamponamento do despejo em seu equilíbrio com a acidez. Quanto maior melhor. Em esgotos brutos, a alcalinidade total varia de 50 a 200 mg/l de CaCO₃.

APARELHAGEM E VIDRARIA

- Erlenmeyer de 250 ml
- Bureta Automática
- Pipeta de 100 ml

REAGENTES

- Solução Indicadora de fenolftaleína (1)
- Ácido Sulfúrico 0,02 N. (7)
- Carbonato de Sódio 0,02 N. (8)
- Solução indicadora de metil Orange (9)

TÉCNICA

- Tome 100 ml da amostra e introduza em um Erlenmeyer de 250 ml. Adicione 3 gotas de fenolftaleína
- Se a amostra se tornar rósea titule com o ácido sulfúrico até descorar. Anote o volume em ml gasto para titular (P)
- Se a amostra não ficar rósea ou após descoramento da fenolftaleína, adicione 3 gotas de metil Orange e titule com ácido sulfúrico até passar de alaranjado para vermelho. Anote o volume em ml gastos na titulação (M)

CÁLCULO

$T = P + M$ Total de H₂SO₄ consumido nas duas titulações



b) Sólidos em Suspensão Fixos

A diferença entre os sólidos em suspensão totais e os sólidos em suspensão voláteis será os sólidos em suspensão fixos.

CÁLCULO

$$\text{Sólidos em Suspensão Fixos} = \frac{(P7 - P5) \times 1.000.000}{\text{ml da amostra}}$$

4.2. Análises para controle do Tratamento Primário com reator UASB

O tratamento primário com reatores UASB é projetado para reter e digerir os sólidos presentes nos esgotos afluentes, através do processo anaeróbico de tratamento (sem a presença de oxigênio).

Na digestão anaeróbica os sólidos orgânicos são liquefeitos por bactérias anaeróbicas, transformando esses sólidos em ácidos voláteis em uma primeira etapa do processo. Na segunda etapa, esses ácidos voláteis são consumidos por bactérias metanogênicas, transformando-os em gás metano, gás carbônico, gás sulfídrico, água e alguns minerais.

Portanto para entendermos como esta funcionando processo de tratamento com reatores UASB, temos que entender como está funcionando o processo de digestão anaeróbia do lodo. Assim, os principais parâmetros de controle deste processo são:

- pH – uma vez que essas bactérias são muito sensíveis a variações de ambiente, como a acidez, este parâmetro de ser acompanhado periodicamente, mantendo-o na faixa de 6,5 a 7,5.
- Alcalinidade – É responsável pelo tamponamento e equilíbrio das reações acido-base.. Deve ser mantido acima de 1000 mg/l de CaCO₃, para não afetar a faixa de pH
- Acidez Volátil – Mostra se o processo de digestão anaeróbica esta



5. RELAÇÃO DAS SOLUÇÕES E REAGENTES

As soluções e reagentes apresentados neste manual possuem um número lateral que indica a técnica para produzi-los, conforme a seguir

(1) Solução de Fenolftaleína

Dissolva 5 g de fenolftaleína em 500 ml de álcool etílico e adicione 500 ml de água destilada. A seguir adicione algumas gotas de NaOH até ligeira coloração rosada.

(2) Solução titulada de NaOH 0,02 N

Para preparar essa solução parte-se de uma solução de NaOH 0,1 N preparada da seguinte maneira:

- Pese 4,2 g de NaOH (lentilhas) e transfira para um Becker de 400 ml, e dissolva com água destilada;
- Transfira o volume para um balão volumétrico de 1000 ml e complete, homogenize e resfrie. Afira o volume novamente. Esta solução é 0,1 N.
- Transfira 200 ml da solução estoque de NaOH 0,1 N para um balão volumétrico de 1000 ml e complete com água destilada. Esta solução é aproximadamente 0,02 N
- Determine a normalidade exata da solução NaOH 0,02 N titulando com a solução $H_2(SO_4)_3$ 0,02 N usando fenolftaleína como indicador. Para isso utilize 50 ml da solução de NaOH 0,02 N em um Erlenmeyer e titule com o ácido.

$$Normalidade\ do\ NaOH = \frac{ml\ do\ ácido\ x\ 0,02N}{50\ ml}$$

**(29) Solução titulada de sulfato ferroso amoniacal 0,25 N**

Dissolva 98 g de $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ em água destilada. Junte 20 ml de ácido sulfúrico concentrado. Esfrie e complete a 1000 ml. Esta solução deve ser titulada no dia que for ser usada com o dicromato de potássio 0,25 N.

(31) Sulfato de Prata

Reagente em pó de coloração branca

(32) Sulfato de Mercúrio

HgSO_4 em cristais de alta pureza para fins analíticos

(70) Solução tampão de pH 7

Deve ser adquirida a ampola de calibração previamente preparada.

(71) Solução de azul de metileno 0,05%

Dissolva 0,5 g de azul de metileno em água destilada e complete a 1000 ml

(72) Hidróxido de Sódio 0,05 N

Separe 500 ml da solução de NaOH 0,1 N e introduza em balão volumétrico de 1000 ml e complete com água destilada. Titule com a solução padrão aferida de H_2SO_4 0,05 N usando fenolftaleína como indicador.

Tendo em vista que o tamanho do arquivo supera o limite de upload na plataforma do Tribunal de Contas, foi anexado somente algumas partes do documento final - Manual de Operação, Manutenção, Análises e Segurança, referente a 3ª medição de serviços.

Muriaé-MG, 11 de agosto de 2022.

Daniela Murucci Monteiro
Engenheira Civil – CREA MG 147585/D-MG

DEMSUR