

Documentos

ISSN 1516-8247
Dezembro, 2010

106

Manual de Operação e Manutenção da Estação de Tratamento de Efluentes da Embrapa Agroindústria de Alimentos



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria de Alimentos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Documentos 106

Manual de Operação e Manutenção da Estação de Tratamento de Efluentes da Embrapa Agroindústria de Alimentos

Edmar das Mercês Penha
Andressa Moreira de Souza
Manuela Cristina Pessanha de Araujo Santiago
Bernardo Ribeiro Cendon
Rosiane Ribeiro de Barros Silva

Embrapa Agroindústria de Alimentos
Rio de Janeiro, RJ
2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria de Alimentos

Av. das Americas, 29501 - Guaratiba.
Rio de Janeiro, RJ - Brasil - CEP 23020-470
Fone: (21) 3622-9600
Fax: (21) 3622-9713
<http://www.ctaa.embrapa.br>
sac@ctaa.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Virgínia Martins da Matta
Membros: Andre Luis do Nascimento Gomes, Daniela de Grandi Castro Freitas,
Luciana Sampaio de Araújo, Marcos Jose de Oliveira Fonseca, Marília Penteado
Stephan, Michele Belas Coutinho, Renata Galhardo Borguini, Renata Torrezan

Supervisão editorial: Virgínia Martins da Matta
Revisão de texto: Edson Watanabe
Normalização bibliográfica: Luciana Sampaio de Araújo
Tratamento de ilustrações: Marcos Moulin e Andre Luis do Nascimento Gomes
Editoração eletrônica: Marcos Moulin e Andre Luis do Nascimento Gomes
Ilustração da capa: Marcos Moulin

1ª edição

1ª impressão (ano): 50 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Agroindústria de Alimentos**

Manual de operação e manutenção da estação de tratamento de efluentes da
Embrapa Agroindústria de Alimentos / Edmar das Mercês Penha...
[et al.]. — Rio de Janeiro : Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2010.
24 p. ; 21 cm. — (Documentos / Embrapa Agroindústria de Alimentos,
ISSN 1516-8247 ; 106).

1. Tratamento de água residual. 2. Esgoto. 3. Embrapa Agroindústria de Alimentos. I. Penha, Edmar das Mercês. II. Souza, Andressa Moreira de. III. Araujo, Manuela Cristina Pessanha de. IV. Cendon, Bernarndo Ribeiro. V. Silva, Rosiane Ribeiro de Barros. VI. Araújo, Aline Moreira de. VII. Série.

CDD 363.7284 (21. ed.)

Autores

Edmar das Mercês Penha

Engenheiro químico, D.Sc. em Tecnologia de Alimentos, Pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ, epenha@ctaa.embrapa.br

Andressa Moreira de Souza

Química Industrial, M.Sc. em Química Ambiental, Analista da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ, andressa@ctaa.embrapa.br

Manuela Cristina Pessanha de Araujo Santiago

Engenheira química, M.Sc. em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos. Analista da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ, manuela@ctaa.embrapa.br

Bernardo Ribeiro Cendon

Engenheiro Eletricista, MBA em Engenharia de Manutenção. Analista da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ, cendon@ctaa.embrapa.br

Rosiane Ribeiro de Barros Silva

Graduanda do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, RJ, rosianerbs@yahoo.com.br

Apresentação

Este manual descreve as principais características do sistema de captação de efluentes de laboratórios e de esgoto sanitário da Embrapa Agroindústria de Alimentos, bem como o seu tratamento. O objetivo deste documento é orientar os responsáveis pela implantação do Sistema de Gestão Ambiental da Unidade e o grupo técnico que trabalha na operação e manutenção da rede de esgoto sanitário e químico e da estação de tratamento de efluentes, a estabelecer uma rotina que permita, em médio prazo, avaliar o desempenho do processo e a necessidade de ações de melhoria.

A execução do projeto “Implantação de diretrizes para gestão ambiental na Embrapa Agroindústria de Alimentos” (2007-2009), aprovado no âmbito do Macroprograma 5, permitiu estruturar uma equipe de trabalho, voltada para as questões de gerenciamento de resíduos dos laboratórios de pesquisa da Unidade, que culminou com a elaboração deste manual.

Assim, espera-se que este documento possibilite estabelecer uma rotina de operação eficaz da Estação de Tratamento de Efluentes e que, por meio do bom gerenciamento do sistema de captação e tratamento dos resíduos líquidos da Unidade, sejam efetivamente praticados os princípios da responsabilidade ambiental com os quais a Embrapa Agroindústria de Alimentos se compromete em sua política, fundamentada na sustentabilidade de suas ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação.

Regina Celi Araujo Lago

Chefe Geral

Embrapa Agroindústria de Alimentos

Sumário

Objetivo	9
Descrição do Sistema de Coleta de Esgoto Doméstico e de Laboratórios e Plantas-Pilotos	10
Sistema de Tratamento do Esgoto Sanitário	11
Tratamento Preliminar/Primário	12
Tratamento Secundário	13
Eficiência do Sistema de Tratamento de Esgoto	15
Eficiência do Tratamento Preliminar/Primário	15
Eficiência do Tratamento Secundário	15
Eficiência da Ação Conjunta Fossa – Filtro Anaeróbio	15
Eficiência da Ação do Sistema de Lodo Ativado	16
Principais Parâmetros de Controle do Processo	18
Oxigênio Dissolvido	18
Sólidos Suspensos	18
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	19
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	19
Operação e Manutenção do Sistema	19
Caixa de Grades da Ete	20
Tanque de Neutralização	20
Fossas Sépticas	20
Filtros Anaeróbios	21
Decantador Final	21
Medidor de Vazão	21
Referências	22
Literatura Recomendada	23

Manual de Operação e Manutenção da Estação de Tratamento de Efluentes da Embrapa Agroindústria de Alimentos

Edmar das Mercês Penha

Andressa Moreira de Souza

Manuela Cristina Pessanha de Araujo Santiago

Bernardo Ribeiro Cendon

Rosiane Ribeiro de Barros Silva

Objetivo

Este Manual tem por objetivo descrever o sistema, a operação, a manutenção e o gerenciamento da estação de tratamento de efluentes (ETE) da Embrapa Agroindústria de Alimentos (CTAA). O efluente do CTAA consiste de uma corrente principal, proveniente do esgoto sanitário da unidade, e de outra proveniente das atividades de laboratórios e plantas-pilotos.

A gestão da ETE-CTAA permitirá, através de um processo permanente de autoavaliação, obter os melhores desempenhos operacionais e ambientais da infra-estrutura instalada.

A ETE-CTAA foi concebida para tratar matéria orgânica biodegradável de origem doméstica e industrial. Efluentes orgânicos de origem industrial, provenientes de laboratórios ou plantas-pilotos, deverão ser segregados e pré-tratados antes de sua condução à ETE ou disposição final.

Descrição do Sistema de Coleta de Esgoto Doméstico e de Laboratórios e Plantas-Piloto

O sistema de esgotamento sanitário (SES) do CTAA foi dimensionado para atender a uma população de projeto de 150 habitantes e está dividido em duas correntes de contribuição, que formam as águas residuárias finais do CTAA destinadas à estação de tratamento de efluentes (ETE). Esse sistema pode ser visualizado na Figura 1.

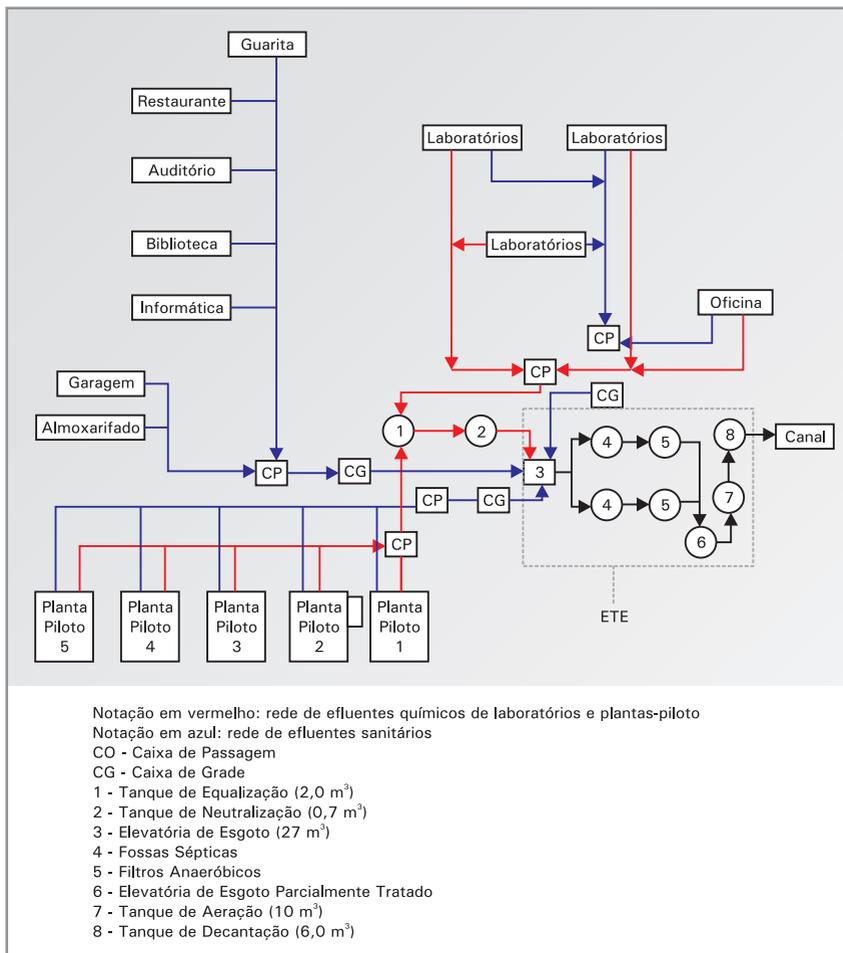


Figura 1. Esquema representativo – ETE – CTAA.

Sistema de Tratamento do Esgoto Sanitário

A corrente de contribuição principal do SES consiste de uma rede de esgotamento sanitário, com cerca de aproximadamente 977 metros. A segunda corrente de contribuição, com 387 metros, corresponde à rede de coleta de efluentes dos laboratórios da central analítica do CTAA (Asas) e das plantas-pilotos de processamento de alimentos e seus laboratórios de apoio.

A concepção da ETE (Figura 2) tem o enfoque de controle por níveis mínimos de remoção de carga orgânica, pois considera que todas as atividades poluidoras industriais, que gerem efluentes contendo matéria orgânica biodegradável, deverão reduzi-la através das tecnologias de tratamento internacionalmente consagradas e disponíveis.

O esgoto bruto que chega à unidade de tratamento passa pelas seguintes fases: tratamento preliminar/primário e tratamento secundário.

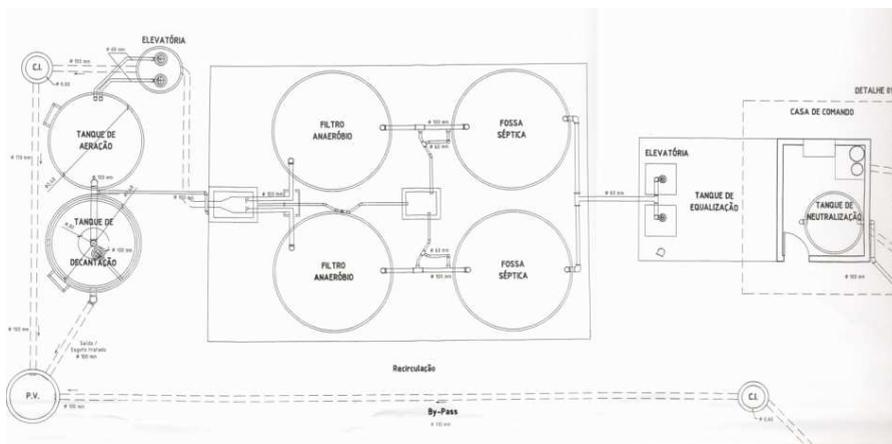


Figura 2 – Planta baixa da Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário da Embrapa Agroindústria de

Alimentos (ETE-CTAA).

Tratamento Preliminar/Primário

a) Caixa de Grades

O tratamento preliminar visa à proteção dos equipamentos do sistema de tratamento de efluentes sanitários e consiste de grades metálicas de 2,5 cm de diâmetro inclinadas a 45 graus.

b) Tanque de Equalização do efluente de laboratórios e de plantas-pilotos

Neste tanque, serão recebidos os esgotos químicos dos laboratórios e plantas-pilotos. O esgoto químico homogeneizado será, então, conduzido para o tanque de neutralização.

c) Tanque de Neutralização

O efluente laboratorial acumulado, é encaminhado para um tanque de neutralização, onde terá seu pH monitorado e, por processo de homogeneização, será adicionado álcali ou ácido de forma a mantê-lo na faixa de neutralidade do sistema (6 a 8), para otimizar o processo biológico.

O processo de neutralização consiste na medição do pH do efluente em um tanque de 0,7m³. Quando o pH medido estiver abaixo de 6, deve-se adicionar hidróxido de sódio (NaOH - 10%) através de bomba peristáltica até alcançar a faixa requerida de 6 a 8. Caso contrário, se o pH estiver acima de 8, deve-se adicionar ácido clorídrico (HCl - 10%). A mistura do neutralizante adicionado é realizada por agitação mecânica, com pás.

Após neutralização, o efluente é conduzido ao tanque de equalização de esgoto sanitário/caixa elevatória, onde será misturado ao esgoto sanitário da unidade para subsequente tratamento biológico na ETE.

d) Tanque de Equalização e Elevatória de Esgoto

O tratamento primário será realizado em dois tanques cilíndricos de polietileno (volume de 5m^3 , com diâmetro de 1,2m e altura de 2,3m), operando em paralelo. Nestes tanques, o efluente proveniente dos laboratórios e plantas-pilotos será misturado ao esgoto sanitário, os sólidos grosseiros do esgoto sanitário sedimentarão e o efluente resultante será distribuído para as fossas sépticas, por bombeamento. Portanto, estes tanques funcionam como tanques de equalização, decantação e recalque. Na parte superior dos tanques, há um conjunto de bombas elevatórias centrífugas submersas de 1 HP controladas por bóias de nível. Devido à altura do ponto de sucção da bomba elevatória, não há risco de sólidos grosseiros prejudicarem o funcionamento da bomba.

Tratamento Secundário

a) Fossas Sépticas

O efluente proveniente da elevatória de esgoto seguirá para 2 (duas) fossas sépticas de câmara única, que operam em paralelo, e que têm capacidade aproximadamente 25m^3 cada.

A fossa séptica é uma unidade de sedimentação e digestão geralmente fechada, de escoamento horizontal e contínuo. A velocidade e a permanência do líquido no tanque permitem a deposição das partículas em suspensão no fundo, onde ficam retidas. Pela decomposição anaeróbia, tais partículas se transformam em substâncias sólidas parcialmente mineralizadas, líquidos e gases.

b) Filtros Anaeróbios

Após a fossa, o efluente é encaminhado a dois filtros anaeróbios de “fluxo ascendente”, com capacidade para aproximadamente de 21m^3 de efluente. O filtro anaeróbio é constituído de uma camada de brita-grossa (granítica), através da qual o efluente da fossa séptica escoar no sentido ascendente.

O esgoto é introduzido pelo fundo do filtro e é distribuído homogeneamente por meio de tubos perfurados. O efluente, então, percola o leito filtrante

(brita). No início do funcionamento do filtro, as bactérias anaeróbias são retidas no material filtrante, aderem a ele e ali se desenvolvem, ao invés de saírem com o restante da massa líquida. Em outras palavras, parte do lodo adere ao material de enchimento e parte fica retida nos interstícios desse enchimento. As bactérias, então, passam a metabolizar a matéria orgânica que passa a fluir por esta camada de brita revestida por estes microrganismos. Desta forma, é retirado o material poluente e o líquido que deixa o filtro anaeróbio sairá com sua carga orgânica reduzida.

Em seguida, o fluxo é encaminhado ao tanque de aeração para complementação do tratamento biológico.

c) Tanque de Aeração

Esta unidade consiste de um tanque (16,5m³ de capacidade) dotado de sistema de aeração mecânica. Neste tanque, o esgoto é intimamente misturado ao lodo ativado (microrganismos aeróbios) e é submetido a uma “oxidação biológica”.

No tanque de aeração é comum ser gerada uma grande quantidade de lodo, devido à intensa multiplicação dos microrganismos. Por este motivo, é importante que o excesso de microrganismos em suspensão, que deixam esse processo, sejam removidos por decantação.

O processo de lodos ativados é um processo biológico no qual o esgoto afluente e o lodo ativado são intimamente misturados, agitados e aerados, para logo após se separar os lodos ativados do esgoto tratado. O lodo separado retorna para o processo ou é eliminado.

d) Tanque de Decantação

O tanque de decantação, com capacidade de 16,5 m³, é a unidade responsável pela separação dos sólidos contidos no efluente que deixa o tanque de aeração. O sobrenadante (fase líquida) é, então, denominado efluente tratado e segue ao corpo receptor. Já a fase sólida (lodo

depositado no decantador) pode ser retornado aos tanques de aeração ou para o tanque de equalização/caixa elevatória, para sofrer tratamento.

Eficiência do Sistema de Tratamento de Esgoto

Um sistema de tratamento análogo ao da Embrapa Agroindústria de Alimentos tem capacidade de reduzir a carga de poluentes orgânicos em até 95%.

Eficiência do Tratamento Preliminar/Primário

No tratamento preliminar, a capacidade de reduzir a carga de poluentes orgânicos é de até 10%, dos sólidos em suspensão de até 20% e de remoção de bactérias de até 20%. No tratamento primário, é possível remover até 50% da matéria orgânica, 70% dos sólidos em suspensão e 75% das bactérias.

Eficiência do Tratamento Secundário

Com o tratamento secundário, a capacidade de remoção é de até 95% de matéria orgânica, 95% de sólidos em suspensão e 99% de bactérias, deixando o efluente, na maioria das vezes, dentro dos limites legais para seu lançamento no meio ambiente.

Eficiência da Ação Conjunta Fossa – Filtro Anaeróbio

Do tratamento secundário de esgoto sanitário por sistema de ação

conjunta fossa séptica e filtro anaeróbio, são esperadas as taxas de remoção mostradas no Quadro 1.

PARÂMETRO	EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO FOSSA - FILTRO ANAERÓBICO
DBO	60 à 85%
DQO	60 à 82%
SÓLIDOS EM SUSPENSÃO	89 à 98%
SÓLIDOS EM SUSPENSÃO VOLÁTEIS	88 à 97%
COLIFORMES	60 à 73%

Quadro 1 – Eficiência do tratamento de esgoto sanitário por sistema de ação conjunta fossa séptica e filtro anaeróbio.

Eficiência da Ação do Sistema de Lodo Ativado

Com a complementação do tratamento secundário por aeração intensiva em tanque com lodo ativo é esperado que os valores de sólidos em suspensão sejam < 30 mg/L e que sólidos flutuantes estejam ausentes (Quadro 2). As principais características do esgoto tratado por lodo ativado estão descritas no Quadro 3.

PARÂMETRO	EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO SECUNDÁRIO
DBO	90%
SÓLIDOS EM SUSPENSÃO	90%

Quadro 2 - Eficiência do tratamento de esgoto sanitário por sistema de ação conjunta fossa séptica - filtro anaeróbio – lodo ativado.

PARÂMETRO	RESULTADOS	LIMITES
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg O ₂ /L)	16	-
Demanda Química de Oxigênio (mg O ₂ /L)	< 50	250 ou 5,0 kg/dia
Materiais Sedimentáveis (mL/L)	< 0,1	1,0
Óleos e Graxas (mg/L)	< 10	20
pH a 25,0°C	7,18	5,0 a 9,0
Resíduos Não Filtráveis Totais (mg/L)	< 5	1,0
Surfactantes Aniônicos (mg/L)	0,51	2,0

sistema de lodo ativado.

OBSERVAÇÕES:

Tipo de Coleta: Simples para Óleos e Graxas e composta de 8h para os demais parâmetros.

Não há condições técnicas para medição de vazão no ponto de amostragem.

Limites: Segundo Normas Técnicas INEA NT 202. R10 e DZ 205. R6 (INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE, 1986, 2007)

Referências Metodológicas: American Public Health Association, American Water Works Association e Water Environment Federation (2005); Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (1983).

Nas condições normais de tratamento por lodos ativados, a biomassa retirada do sistema contém grande quantidade de matéria orgânica, necessitando de uma etapa posterior para sua estabilização. Em geral, a eficiência do tratamento por lodos ativados depende da quantidade de

matéria orgânica contida no efluente (DBO), do tempo de contato do efluente com o lodo ativo e do tempo de detenção hidráulico, cujos valores

Tempo de retenção celular	Relação alimento/microorganismo	Tempo de detenção hidráulica
Entre 4 e 10 dias (SPERLING, 1996)	Entre 0,2 e 0,4 kg DB O ₅ aplicada /kg sólidos Voláteis/dia para fluxo pistão	Entre 6 a 8 horas
Entre 5 e 15 dias (METCALF, 1991 :QASIM, 1985)	Entre 0,2 e 0,6 kg DBO ₅ aplicada/kg sólidos Voláteis/dia para sistema completamente misturados	Entre 4 e 8 horas para sistemas de fluxo pistão
	Entre 0,3 e 0,8 kg DBO ₅ aplicada/kg sólidos voláteis/dia	Entre 3 e 5 horas para sistemas completamente misturados

normalmente recomendados podem ser vistos no Quadro 4.

Quadro 4 – Principais parâmetros de operação do sistema convencional de lodos ativados.

Principais Parâmetros de Controle do Processo

Antes de iniciar uma operação é indispensável o conhecimento básico de alguns parâmetros utilizados na manutenção e controle da Estação de tratamento de Efluentes (sistema biológico por lodo ativado).

Oxigênio Dissolvido

O sistema adotado no Tanque de Aeração ou reator biológico conta com sistema de ar difuso com difusores submersos no líquido e tubulações distribuidoras de ar. O ar é introduzido próximo ao fundo do reator biológico para evitar a sedimentação do lodo e fornecer o oxigênio necessário para a sobrevivência dos microorganismos. Este controle é importante, pois indica a quantidade de oxigênio no Tanque de Aeração, de modo que os microorganismos possam realizar seguramente sua tarefa.

Sólidos Suspensos

No interior do Tanque de Aeração encontra-se uma quantidade de sólidos suspensos sob a forma de flocos de lodo ativado. Há sólidos suspensos totais, sólidos suspensos voláteis e sólidos suspensos fixos ou inorgânicos.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Trata-se da quantidade de oxigênio dissolvido necessária para que um corpo d'água degrade (oxide), pela atividade bacteriana, a matéria orgânica ali presente. A DBO é proporcional ao tempo, ou seja, quanto maior o tempo, mais matéria orgânica biodegradável é decomposta pela atividade aeróbica das bactérias. Cinco dias são usados como tempo padrão nas medidas de DBO de uma água ou efluente.

A DBO é o parâmetro tradicionalmente mais usado para a caracterização de águas residuárias brutas e tratadas, como também para a caracterização da qualidade dos corpos d'água. A quantidade de matéria orgânica presente, indicada pela DBO, é importante para se conhecer o potencial poluidor de um efluente, para o dimensionamento do sistema de tratamento mais adequado e medir a eficiência desse sistema. Quanto maior o grau de poluição orgânica, maior a DBO do curso d'água.

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Índice que dá a quantidade necessária de oxigênio, fornecido por um agente oxidante, para oxidar totalmente a matéria orgânica presente num meio (água ou efluente).

A DQO mede indiretamente a carga de matéria orgânica contido no efluente, isto é de seu efeito poluidor. Por esta razão, os índices DQO e DBO são os mais usados na legislação que trata do lançamento de efluentes líquidos em corpos d'água.

Operação e Manutenção do Sistema

O esgotamento de poços de visita, caixas de inspeção, caixas de gordura, do lodo de fossas e filtros, e do processo de aeração prolongada deverão ser feitos através de caminhão limpa fossa a cada 6 meses ou a intervalos que se fizerem necessários, de acordo com a operação do sistema.

Caixa de Grades da ETE

Realizar limpeza na grade de entrada duas a três vezes por semana, acondicionando o lixo removido em sacos plásticos e direcionando o mesmo ao aterro sanitário. A remoção do material retido é feita com raspadeira manual. Proceder às medições de vazões conforme rotina estabelecida na licença do Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

Tanque de Neutralização

As substâncias químicas manipuladas para neutralização de pH devem ser averiguadas diariamente. O preparo das soluções neutralizantes (hidróxido de sódio 10% e ácido clorídrico 10%) deve ser feito semanalmente ou nos intervalos que se fizerem necessários, de forma a manter um estoque mínimo de 10 litros de cada solução.

Fossas Sépticas

A cada dois meses, deverá ser feita a retirada do sobrenadante das fossas sépticas e dos filtros anaeróbios a fim de evitar incrustações e mau cheiro.

O lodo de fundo (lodo digerido) deve ser removido a cada seis meses de uso da fossa séptica, devendo ser deixada uma quantidade residual (50 a 100 litros) para aceleração do novo processo. Desta forma, evitam-se os inconvenientes da liberação de maus odores, que ocorrem no início da operação das fossas sépticas.

A remoção do lodo digerido deve ser realizada de forma rápida e sem contato do operador com o material. Este lodo deve ser disposto em aterros sanitários ou conduzido para estações públicas de tratamento de

esgotos sanitários.

Filtros Anaeróbios

Quanto ao filtro anaeróbio, a operação resume-se a limpeza de seu leito a cada seis ou a cada doze meses. Esta limpeza consiste no esvaziamento do filtro através de mangueiras flexíveis, que atinjam seu fundo através do tubo de acesso à tubulação de distribuição e na retrolavagem da brita.

Para certificar-se de que o sistema está em perfeito funcionamento (com eficiência), aconselha-se que se façam análises do efluente a cada seis meses.

Vale ressaltar que a falta de manutenção adequada da rede de esgotos e do sistema de tratamento como um todo, acarretará em entupimentos, vazamentos e na diminuição acentuada da eficiência do tratamento.

Decantador Final

A retirada do lodo no decantador secundário deverá ser feita através da abertura do registro de fundo, descartando estes materiais à elevatória de lodo. Esse descarte deverá ser feito uma vez por dia.

Um extravasor, situado na borda lateral, possibilita, em caso de entupimentos na saída, o fluxo de esgoto para fora do tanque sem a ocorrência de transbordamento. No fundo do tanque, a retirada será operada por registros de gaveta.

Este descarte de lodo sedimentado é direcionado à elevatória de esgoto (retorno de lodo) ou é eliminado em aterros sanitários.

Medidor de Vazão

O medidor de vazão permitirá conhecer o volume de efluente tratado e lançado no corpo receptor. Este equipamento é instalado na saída do efluente final e a leitura da vazão é feita por meio da visualização da régua

instalada na parte interna do medidor, que mostra o resultado em metros cúbicos por hora (m^3/h).

Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21th ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2005. 1600 p.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE (Rio de Janeiro). **Manual do meio ambiente: métodos FEEMA**. Rio de Janeiro, 1983. 134 p.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (Rio de Janeiro). **Diretriz - 205. R 6:** diretriz de controle de carga orgânica em efluentes líquidos de origem industrial. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **Norma técnica - 202. R 10:** critérios e padrões para lançamento de efluentes líquidos. Rio de Janeiro, 1986.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e o tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1996.

METCALF & EDDY. **Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse**. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1991. 1334 p.

QASIM, S. R. **Wastewater treatment plants: planning, design, and operation**. New York: Holt, Rinehart, and Winston, 1985.

Literatura Recomendada

FERREIRA, F. D.; CORAIOLA, M. Eficiência do lodo em fluxo contínuo para tratamento de esgoto. **Revista Acadêmica, Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 259-279, abr./jun. 2008. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/index.php/ACADEMICA?dd1=2401&dd99=pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2010.

JORDÃO, E. P.; CONSTANTINO, A. P. **Tratamento de esgotos domésticos**. 5. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2009. 841 p.

SISTEMA de esgotos e efluentes: projeto hidráulico-sanitário, pré-tratamento físico-químico, fossa séptica e filtro anaeróbio, lodo ativado por aeração prolongada. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 1983.



Agroindústria de Alimentos

CGPE 8750



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

