



D O S S I Ê T É C N I C O



Sumário

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 2 |
| 1.1 IMPACTO SANITÁRIO | 2 |
| 1.2 IMPACTO AMBIENTAL | 3 |
| 2 OBJETIVO | 3 |
| 3 CARACTERÍSTICAS DE ESGOTO | 3 |
| 3.1 TIPOS DE ESGOTO | 3 |
| 4 AGENTES OU ORGANISMOS PATOGÊNICOS | 4 |
| 5 ESGOTO DOMÉSTICO | 6 |
| 6 TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO | 7 |
| 6.1 ETAPAS DE REMOÇÃO | 7 |
| 6.1.1 <i>Tratamento preliminar</i> | 7 |
| 6.1.2 TRATAMENTO PRIMÁRIO | 12 |
| 6.1.3 Tratamento secundário | 15 |
| 6.1.3.1 <i>Lagoas de estabilização</i> | 16 |
| 6.1.3.1.1 <i>Lagoas de estabilização facultativas ou anaeróbias</i> | 16 |
| 6.1.3.1.2 <i>Lagoa de estabilização aerada</i> | 17 |
| 6.1.3.1.3 <i>Lagoa de estabilização sem aeração</i> | 18 |
| 6.1.3.1.4 <i>Lagoa de estabilização de maturação ou aeróbia</i> | 18 |
| 6.1.3.3 <i>Tratamento aeróbio com biofilme</i> | 20 |
| 6.1.4 TRATAMENTO TERCIÁRIO | 20 |
| 6.1.4.1 <i>Radiação Ultravioleta- UV</i> | 20 |
| 6.1.4.2 <i>Químicos</i> | 22 |
| 7 RESULTADOS DO TRATAMENTO | 23 |
| 7.1 TRATAMENTO DO LODO | 23 |
| 7.2 LODO ESTABILIZADO | 23 |
| 7.3 LODO NÃO ESTABILIZADO | 23 |

| | | |
|---|----------------------------------|---|
|  | D O S S I Ê T É C N I C O |  |
|---|----------------------------------|---|

Título

Tratamento biológico de esgotos domésticos

Assunto

Gestão de redes de esgoto

Resumo

A água que é usada nas atividades domésticas se transforma no resíduo líquido conhecido como esgoto. O presente dossiê abordará a caracterização dos esgotos domésticos, tipos de tratamentos, os tipos de lagoas de estabilização e organismos presentes.

Palavras-chave

Esgoto; tratamento biológico; tratamento de esgoto

Conteúdo

1 INTRODUÇÃO

“O tratamento de esgotos consiste na remoção de poluentes e o método a ser utilizado depende das características físicas, químicas e biológicas” (SABESP, [200-?]).

“O trabalho consiste num sistema no qual uma massa biológica cresce forma flocos e é continuamente recirculada e colocada em contato com a matéria orgânica sempre com a presença de oxigênio (aeróbio)” (SABESP, [200-?]).

O processo é estritamente biológico e aeróbio, no qual o esgoto bruto e o lodo ativado são misturados, agitados e aerados em unidades conhecidas como tanques de aeração. Após este procedimento, o lodo é enviado para o decantador secundário, onde o lodo sedimentado retorna ao tanque de aeração ou é retirado para tratamento específico (SABESP, [200-?]).

“Além das estações convencionais é disponível lagoas de tratamento e instalações de lodos ativados e em algumas cidades há emissários submarinos para lançar os esgotos tratados no mar” (SABESP, [200-?]).

1.1 Impacto Sanitário

“O impacto sanitário envolve os problemas de saúde pública causados pelo esgoto, quando não é coletado e tratado corretamente. As estatísticas mostram que a qualidade de vida da população está ligada diretamente a boas condições sanitárias” (VIVA TERRA, [200-?]).

1.2 Impacto Ambiental

“No mundo atual, porém, não faz sentido resolver apenas os problemas do esgoto que ameaçam a saúde da população, devendo ser preservada” (VIVA TERRA, [200-?]).

Segundo o *site* Viva terra ([200-?]):

O saneamento é elemento fundamental para a saúde. Falta de saneamento adequado é a responsável pela internação de 65% das crianças brasileiras até 11 anos em hospitais da rede pública. Maiores vítimas do descumprimento da Lei Orgânica da Saúde (Lei 8080/90), que prevê o direito fundamental a saneamento e meio ambiente, elas sofrem de doenças que poderiam ter sido evitadas com tratamento de esgoto, controle de vetores, drenagem urbana, abastecimento de água e coleta de lixo (VIVA TERRA, [200-?]).

“Segundo dados do Ministério da Saúde, 30% da população brasileira recebem água vinda de fontes inseguras e 56% não têm solução adequada para a disposição de esgoto; 5,39% da população urbana e 10% da rural lançam esgoto em vala, rio, lago [...]” (VIVA TERRA, [200-?]).

“Além disso, 31,4% dos moradores de cidades não têm banheiro, o que ocorre com 37,61% da população rural. No Brasil, 47% das cidades não têm uma rede coletora de esgoto” (VIVA TERRA, [200-?]).

2 OBJETIVO

O objetivo desse dossiê é apresentar as características do esgoto doméstico; formas de tratamento, lagoas de estabilização para combater organismos presentes, a partir de um saneamento básico correto, utilizando métodos adequados e eficazes para essa finalidade.

3 CARACTERÍSTICAS DE ESGOTO

“A palavra esgoto costuma ser usada para definir tanto a tubulação condutora das águas servidas de uma comunidade, como também o próprio líquido que flui por estas canalizações (FERREIRA, 2000).

“Caracteriza os despejos provenientes das diversas modalidades do uso e da origem das águas, tais como as de uso doméstico, [...], áreas agrícolas, de superfície, de infiltração, pluviais, e outros efluentes sanitários” (FERREIRA, 2000).

3.1 Tipos de esgoto

De acordo com Ferreira (2000), os esgotos estão classificados em dois grupos: sanitários e industrial.

“Os esgotos sanitários são constituídos essencialmente de despejos domésticos, uma parcela de águas pluviais, águas de infiltração, e eventualmente uma parcela não significativa de despejos industriais, tendo características bem definidas” (FERREIRA, 2000).

“O esgoto pluvial, ou simplesmente água pluvial, pode ser drenado em um sistema próprio de coleta separado ou misturar-se ao sistema de esgotos sanitários” (ESGOTOS, [200-?]).

Os esgotos domésticos ou domiciliares provêm principalmente de residências, edifícios comerciais, instituições ou quaisquer edificações que contenham instalações de banheiros, lavanderias, cozinhas, ou qualquer dispositivo de utilização da água para fins domésticos. Compõem-se essencialmente da água de banho, urina, fezes, papel, restos de comida, sabão, detergentes, águas de lavagem (FERREIRA, 2000).

Alguns exemplos de esgoto sanitários são destacados abaixo por Koga *et.al.*, ([199-?]):

- Água (98%);
- sólidos (2%);
- sólidos suspensos;
- sólidos dissolvidos;
- matéria orgânica (40-60% proteínas, 25-50% carboidratos e 10% óleos);
- nutrientes (N, P);
- organismos patogênicos (vírus, bactérias, protozoários, helmintos) (KOGA *et. al.*, [199-?]).

“Os esgotos industriais, extremamente diversos, provêm de qualquer utilização da água para fins industriais, e adquirem características próprias em função do processo industrial empregado” (JORDÃO & PESSÔA, 2005).

“Cada indústria deverá ser considerada separadamente, uma vez que seus efluentes diferem até mesmo em processos industriais similares” (JORDÃO & PESSÔA, 2005).

4 AGENTES OU ORGANISMOS PATOGÊNICOS

“É um organismo, microscópico ou não, capaz de produzir doenças infecciosas aos seus hospedeiros sempre que estejam em circunstâncias favoráveis, inclusive do meio ambiente” (WIKIPEDIA, 2012).

Os esgotos domésticos contêm uma enorme variedade de organismos patogênicos, entre vírus, bactérias, protozoários e ovos de helmintos. Na impossibilidade de se determinar todos estes tipos rotineiramente, adotaram-se basicamente dois tipos de organismos como indicadores de qualidade microbiológica de esgoto: a concentração de coliformes fecais (expressa em número mais provável ou NMP/100 mL) e ovos de helmintos (expresso em no de ovos/L). A escolha desses organismos como indicadores da qualidade higiênica recai principalmente no fato de apresentarem, em relação a outros patógenos, uma maior sobrevivência em sistemas de tratamento. A sua concentração abaixo de um certo limite indica que o esgoto tratado tem uma qualidade satisfatória para o uso pretendido. A Organização Mundial de Saúde (WHO, 1989) estabeleceu os seguintes limites para a irrigação sem restrições (inclusive para cultivo de hortaliças que são comidas cruas, como, por exemplo, alface): concentração de coliformes fecais (CF) abaixo de 1000 CF/100 mL e ovos de helmintos menores que uma unidade por litro (CAVALCANTI, [200-?]).

Os agentes patogênicos estão agrupados em 5 grupos, conforme Ferreira (2000):

Bactérias: principais responsáveis pela estabilização da matéria orgânica e quando patogênicas causam doenças intestinais (QUADRO 1).

| Bactéria | Doença | Reservatório |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------|
| <i>Campylobacter jejui</i> | Diarréia | Animais e humanos |
| <i>Escherichia coli</i> patog. | Diarréia | Animais e humanos |
| Salmonella | | |
| <i>S. typhi</i> | Febre tifóide | Humano |
| <i>S. paratyphi</i> | Febre paratifóide | Humano |
| Outras | Intoxicação alimentos | Animais e humanos |
| <i>Shigella</i> sp | Desintéria bacilar | Animais e humanos |
| Víbrio | | |
| <i>Vibrio cholerae</i> | Cólera | Humano |
| Pseudomonas | Infecções generalizadas | Humanos |

Quadro 1- Bactérias patogênicas eliminadas pelas fezes
Fonte: (ROQUE *apud* FERREIRA, 2000)

Protozoários: essenciais no tratamento biológico para a manutenção de um equilíbrio entre os diversos grupos, pois se alimentam de bactérias, algas e outros microorganismos (QUADRO 2).

| Protozoários | Doenças | Reservatórios |
|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <i>Balantidium coli</i> | Diarréia Desintéria Ulceração | Humano, animais (porcos e ratos) |
| <i>Entamoeba</i> | Ulceração Desintéria Amebiana | Humano |
| <i>Giardia lamblia</i> | Diarréia | Humano, animais. |

Quadro 2- Protozoários patogênicos eliminados pelas fezes
Fonte: (ROQUE *apud* FERREIRA, 2000)

Vírus: causam doenças e podem ser de difícil remoção no tratamento da água ou do esgoto (QUADRO 3).

| Vírus | Doença | Reservatório |
|---------------------------|---------------------|----------------------|
| Adenovírus | Diversas | Humano |
| Enterovírus | | |
| Poliovírus | Poliomielite | Humano |
| Echovírus | Diversas | Humano |
| Coxsachievírus | Diversas | Humano |
| Hepatite vírus A | Hepatite infecciosa | Humano |
| Reovírus | Diversas | Humano e Animais |
| Rotavírus, agente norwalk | Diarréias | Provavelmente humano |

Quadro 3- Vírus patogênicos eliminados através das fezes humanas
Fonte: (ROQUE *apud* FERREIRA, 2000)

Helminthos: a presença de ovos de helmintos pode causar doenças (QUADRO 4) (KOGA *et.al*, [199-?]).

| Helmintho | Nome Popular | Doença | Transmissão |
|------------------------------|--------------|------------------------|--------------------------|
| <i>Ancylostoma duodenale</i> | amarelão | ancilostomíase | humano – solo – humano. |
| <i>Áscaris lumbricoides</i> | lombriga | ascaridíase | humano – solo – humano. |
| <i>Necator americanus</i> | amarelão | necatorose ou opilação | humano – solo – humano. |
| <i>Trichuris trichiura</i> | | tricurrose | humano – solo – humano. |
| <i>Taeneia saginata</i> | solitária | teníase | humano - bovino - humano |
| <i>Taenia solium</i> | solitária | teníase | humano – porco – humano. |

Quadro 4- Helmintos patogênicos eliminados pelas fezes
Fonte: (ROQUE *apud* FERREIRA, 2000)

5 ESGOTO DOMÉSTICO

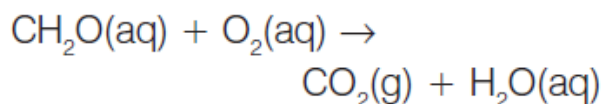
“O esgoto doméstico é composto não só por dejetos humanos, mas por toda a água que foi utilizada em uma casa” (KONDO & ROSA, 2006).

“São todos os despejos de cozinha, lavanderias, banheiros (lavatórios, bacias sanitárias, mictórios, banheiras e chuveiros) e ralos de pisos internos de um domicílio” (COLOMBO, [200-?]).

“Possui aspecto e características de água suja, de cor cinzenta. Na maior parte (99,9% aproximadamente) é composto de água contaminada” (COLOMBO, [200-?]).

“Grande parte dessas substâncias é considerada biodegradável. O Oxigênio Dissolvido (OD) presente nas águas naturais é o agente oxidante responsável pela decomposição da matéria orgânica” (KONDO & ROSA, 2006).

“Essa decomposição é catalisada pela ação de microorganismos presentes nos sistemas aquáticos. De forma simplificada, é possível representar essa degradação a partir da fórmula empírica CH₂O como sendo um carboidrato” (BAIRD, 2002):



“O problema com o esgoto surge quando uma quantidade muito grande é lançada sem tratamento, diminuindo muito a quantidade de oxigênio dissolvido, podendo chegar à sua total ausência” (KONDO & ROSA, 2006).

O esgoto doméstico pode ser tratado com relativa facilidade antes de ser lançado no ambiente. Infelizmente, tratamento de esgoto nunca foi prioridade para o poder público e para a população em geral, o que resulta em baixos índices de coleta e tratamento no Brasil (VIVA TERRA, [200-?]).

6 TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO

Existem inúmeros tipos de tratamento de esgoto doméstico. Processos biológicos, aeróbios e anaeróbios são aplicados com uma série de aspectos positivos e negativos. (KOGA *et.al.*, [199-?]).

6.1 Etapas de remoção

O tratamento compreende 4 etapas de remoção, como destaca KOGA *et.al.* ([199-?]):

6.1.1 Tratamento preliminar

“São retirados do esgoto os sólidos grosseiros, como lixo e areia (KOGA *et.al.* ([199-?]), através dos processos físicos de gradeamento, peneiramento e sedimentação” (ESGOTOS, [200-?]).

As unidades preliminares compreendem:

- Grades ou desintegradores;
- caixas de areia ou desarenadores;
- tanques de remoção de óleos e graxas;
- aeração preliminar;
- tratamento dos gases (EMPRESA DE ENGENHARIA AMBIENTAL- EEA, [200-?]).

➤ Processo físico de gradeamento

“O gradeamento tem por objetivo reter o material sólido grosseiro em suspensão no esgoto, para proteger tubulações, válvulas, bombas e outros equipamentos” (ESGOTOS, [200-?]).

“O gradeamento (FIG.1) pode ser feito utilizando grades constituídas por barras metálicas paralelas e igualmente espaçadas (de limpeza manual) ou por grades mecanizadas (de limpeza mecânica)” (ESGOTOS, [200-?]).

“Há grades grosseiras (espaços de 5,0 a 10,0 cm), grades médias (espaços entre 2,0 a 4,0 cm) e grades finas (QUADRO 5) (1,0 a 2,0 cm)” (ESGOTOS, [200-?]).

| Tipo de grade: | Espaçamento (mm): | Espessuras mais usuais (mm): |
|----------------|-------------------|------------------------------|
| Grosseira | 40 | 10 e 13 |
| | 60 | 10 e 13 |
| | 80 | 10 e 13 |
| | 100 | 10 e 13 |
| Média | 20 | 8 e 10 |
| | 30 | 8 e 10 |
| | 40 | 8 e 10 |
| Fina | 10 | 6, 8 e 10 |
| | 15 | 6, 8 e 10 |
| | 20 | 6, 8 e 10 |

| t | a = 20 mm | a = 25 mm | a = 30 mm |
|-------|-----------|-----------|-----------|
| 6 mm | 75 % | 80 % | 83,4 % |
| 8 mm | 73 % | 76,8 % | 80,3 % |
| 10 mm | 67,7 % | 72,8 % | 77 % |
| 13 mm | 60 % | 66,7 % | 71,5 % |

a: espaço entre as barras;

t: espessura das barras;

Quadro 5- Abertura ou espaçamentos e dimensões das barras
Fonte: (EEA, [200-?])



Figura 1: Gradeamento

Fonte: (COMPANHIA DE SANEAMENTO DE JUNDIAÍ- CSJ, 2012)

A seguir, a Universidade Federal de Goiás- UFG (2012) apresenta os elementos mais comuns retidos na grade (QUADRO 6):

| Campeões de despejo: Os (maus) elementos mais comuns. | | |
|--|--|---|
| <p>1 - FIBRAS E FIAPOS</p> <p>Aqui estamos falando principalmente das fibras internas de fraldas descartáveis, a grande vilã dessa categoria. Mas valem também cerdas de escova de dente, fio dental e até fibras de vassoura que se soltam e caem no ralo.</p> | <p>2 - PLÁSTICO</p> <p>Eis o grande pesadelo dos sistemas de tratamento de água. São embalagens de biscoito, salgadinhos e barrinhas de cereais. Por serem impermeáveis, são as que mais atrapalham o curso da água e dos dejetos esgoto abaixo.</p> | <p>3 - TECIDOS E PANOS</p> <p>É difícil de acreditar, mas os itens mais comuns nessa categoria são cuecas, meias e calcinhas. Como as pessoas conseguem mandar essas coisas descarga abaixo é o grande mistério.</p> |

Quadro 6- Elementos comuns retidos na grade

Fonte: UFG (2012)

Tanques de gordura, óleos e graxas

“Tanques de retenção de gorduras, óleos e graxas são opcionais nas estações de tratamento. Devem ser utilizadas nos tratamentos de esgoto onde haja grande concentração destes produtos” (CAGEPA, [200-?]).

Caixa de areia

“Caixa de areia (retém areia e minerais) (FIG.2), e visa proteger bombas à abrasão, bem como evitar entupimentos das canalizações e a sedimentação desse material nos decantadores” (CAGEPA, [200-?]).



Figura 2: Caixa de areia

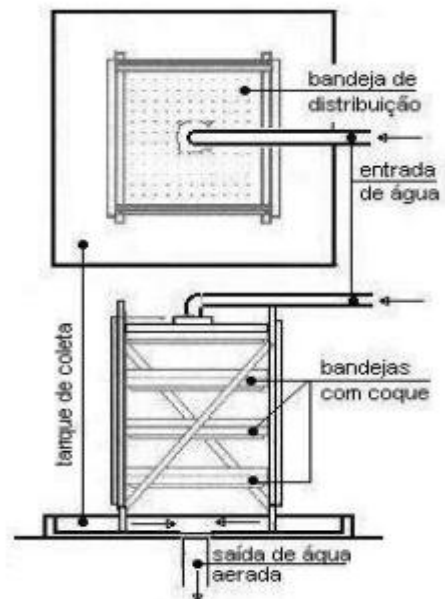
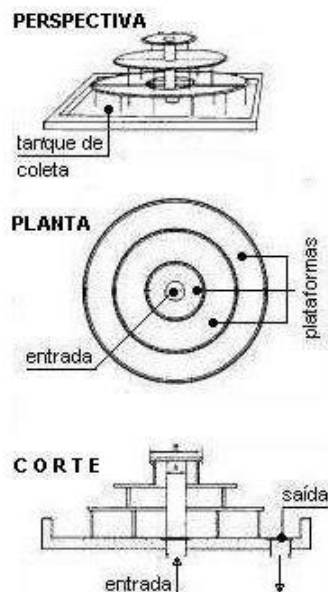
Fonte: (COMPANHIA DE SANEAMENTO DE JUNDIAÍ- CSJ, 2012)

Aeração preliminar

A aeração remove gases dissolvidos de odor e ativação dos processos de oxidação da matéria orgânica porque os processos aeróbicos de oxidação são mais rápidos e produzem gases inodoros, empregando ar no meio aquoso de modo a oxigenar o líquido (UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE- UFCG, [200-?]).

“Para as pequenas instalações, a aeração pode ser feita na entrada do próprio reservatório de água; bastando que este seja bem ventilado e que essa entrada seja em queda livre” (UFCG, [200-?]).

Nos aeradores mais simples a água sai de uma fonte no topo do aerador, que pode ser constituído por um conjunto de bandejas, sobrepostas, espaçadas e fixadas na vertical por um eixo, ou um tabuleiro de vigas arrumadas em camadas transversais às vizinhas. A água cai atravessando os degraus sucessivamente sobre um efeito de cascata, que permite a entrada de ar oxigenado em seu meio, até ser recolhida na parte inferior da estrutura. As bandejas ou tabuleiros ainda podem conter cascalho ou pedra britada (FIG.3) (UFCG, [200-?]).



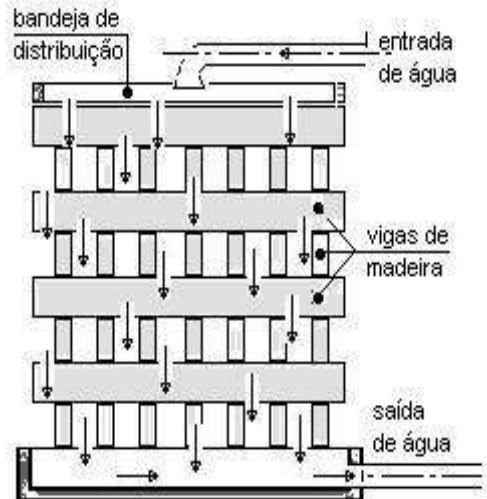


Figura 3: Aerador de cascata; aerador de bandeja; aerador de tabuleiro
 Fonte: (UFCEG, [200-?])

“Outra maneira de aeração é através de aeradores por borbulhamento que consistem, geralmente, de tanques retangulares, nos quais se instalam tubos perfurados, placas ou tubos porosos difusores que servem para distribuir ar em forma de pequenas bolhas” (UFCEG, [200-?]).

“Essas bolhas tendem a flutuar e escapar pela superfície da água. A relação largura-profundidade deve manter-se inferior a dois, sendo que a profundidade varia entre 2,70 e 4,50 metros” (UFCEG, [200-?]).

“O comprimento do tanque é calculado em função do tempo de permanência que varia entre 10 a 30 minutos. A quantidade de ar varia entre 75 e 1.125 litros por metro cúbico de água aerada” (UFCEG, [200-?]).

Tratamento de gases

Um dos problemas encontrados, para a instalação de estações de tratamento de esgoto em centros urbanos são os odores exalados devido à liberação de gases. Os principais gases formados nas reações destinadas ao tratamento de esgoto são: o nitrogênio (N_2), o gás carbônico (CO_2), o metano (CH_4), o gás sulfídrico (H_2S), o Oxigênio (O_2) e o Hidrogênio (H_2) (EEA, [200-?]).

“A legislação Brasileira, que estabelece padrões para a emissão de gases é a resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990 [...]” (EEA, [200-?]).

“Segundo a EEA ([200-?]), a mais antiga técnica de tratamento dos gases é a coleta e disposição na atmosfera, podendo coletar os gases, através de tubulações especiais, sendo esses, levados para local aberto”.

“A cloração é uma boa prática, para se controlar o odor, já que o cloro é um bom oxidante, além de ter efeito bactericida. Reações com cloro têm sido utilizadas com sucesso, para oxidação do sulfeto e conseqüente prevenção, contra a formação de H_2S ” (EEA, [200-?]).

“As concentrações de cloro para o esgoto doméstico podem ser de 15 a 20 partes para cada parte de sulfeto removido. O grande problema deste método é a quantidade de cloro residual formada, que em muitos casos, não são aceitos pelos órgãos de controle” (EEA, [200-?]).

“Além de oxidante o ozônio é um ótimo desinfetante; é tóxico aos seres humanos, em concentrações maiores que 1 PPM. A dosagem típica para o esgoto doméstico é de 1 a 4 PPM de ozônio para 1 PPM de gás formado” (EEA, [200-?]).

“No tratamento biológico, o sulfeto é oxidado a sulfato, explicando-se assim o porquê dos processos aeróbios exalarem menos cheiro do que os anaeróbios” (EEA, [200-?]).

“Nas estações que apresentam tanques de reação aeróbios, o problema ocorre nas fases do tratamento preliminar” (EEA, [200-?]).

Os filtros biológicos para tratamento dos gases podem ser abertos ou fechados na sua parte superior. O gás canalizado passa por um controlador de pressão, para impossibilitar assim, a passagem de faíscas ou chamas, para dentro do reator. Esta é uma medida de segurança contra explosões. O gás sobe pelo meio suporte, sendo este envolvido por bactérias que consomem o gás sulfídrico (H_2S) (FIG.4) (EEA, [200-?]).

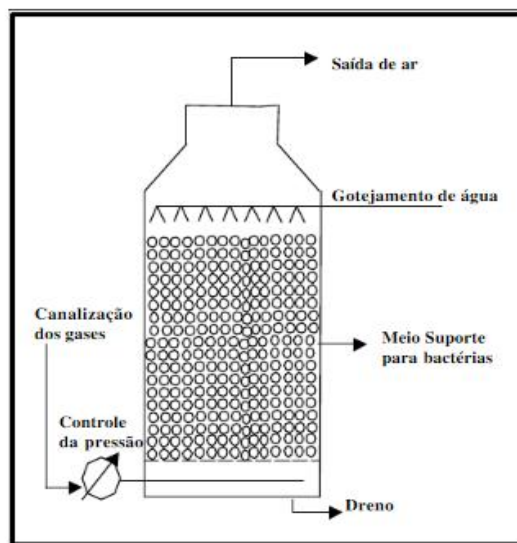


Figura 4: Filtração biológica
Fonte: (EEA, [200-?])

➤ Processo físico de peneiramento

“O peneiramento tem como objetivo principal, a remoção de sólidos grosseiros com granulometria maior que 0,25 mm” (EEA, [200-?]).

“As peneiras podem ser classificadas em estática e rotativa. Estas devem ser usadas principalmente, em sistemas de tratamento de águas residuárias industriais, sendo que, em muitos casos, os sólidos separados podem ser reaproveitados” (EEA, [200-?]).

Peneiras

“As peneiras estática e rotativa são empregadas no gradeamento primário para a remoção de sólidos em suspensão de esgotos sanitários ou industriais” (EEA, [200-?]).

“Neste tipo de operação o efluente flui na parte superior, passando pela peneira inclinada, sendo posteriormente encaminhado para unidade seguinte” (EEA, [200-?]).

Os sólidos fixados na peneira são empurrados pela força do próprio efluente. Este tipo de peneira é muito empregado nas indústrias; [...], fecularias, como também na remoção de sólidos suspensos de esgotos sanitários (FIG.5) (EEA, [200-?]).

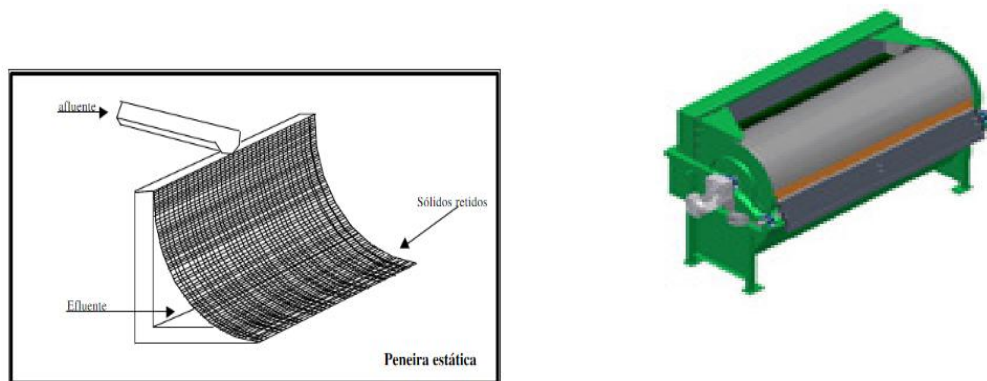


Figura 5: Peneira estática e rotativa
Fonte: (EEA, [200-?])

➤ Processo físico de sedimentação

“O processo de sedimentação é governado principalmente pela concentração das partículas em suspensão. Quanto mais concentrado for o meio, maior é a resistência à sedimentação” (BILBI, 2012).

Em suspensões bastante diluídas prevalece a sedimentação do tipo I (individual ou discreta). Neste caso as partículas sedimentam-se individualmente sem ocorrer inter-relações, segundo uma velocidade constante ao longo da profundidade do tanque. É o tipo de sedimentação predominante nas caixas de areia (BILBI, 2012).

“Neste caso, a velocidade de sedimentação pode ser calculada através do equilíbrio de forças atuantes sobre a partícula na direção vertical (força gravitacional, para baixo, e empuxo mais força de atrito, para cima)” (BILBI, 2012).

6.1.2 Tratamento primário

“Reduz parte da matéria orgânica presente nos esgotos removendo os sólidos em suspensão sedimentáveis e sólidos flutuantes” (ESGOTOS, [200-?]).

“Segundo o *site* Esgotos ([200-?]) o processo envolvido nesse tipo de tratamento é o anaeróbico, o qual ocorre por meio da fermentação sem oxigênio”.

“Os tipos mais comuns são a fossa séptica e reator anaeróbico de manta de lodo (UASB) que serão descritos, conforme o *site* Esgotos” ([200-?]).

- Fossa séptica: filtro anaeróbico (FIG.6), onde os sólidos em suspensão se sedimentam no fundo e formam o lodo onde ocorre a digestão anaeróbia (ESGOTOS, [200-?]).

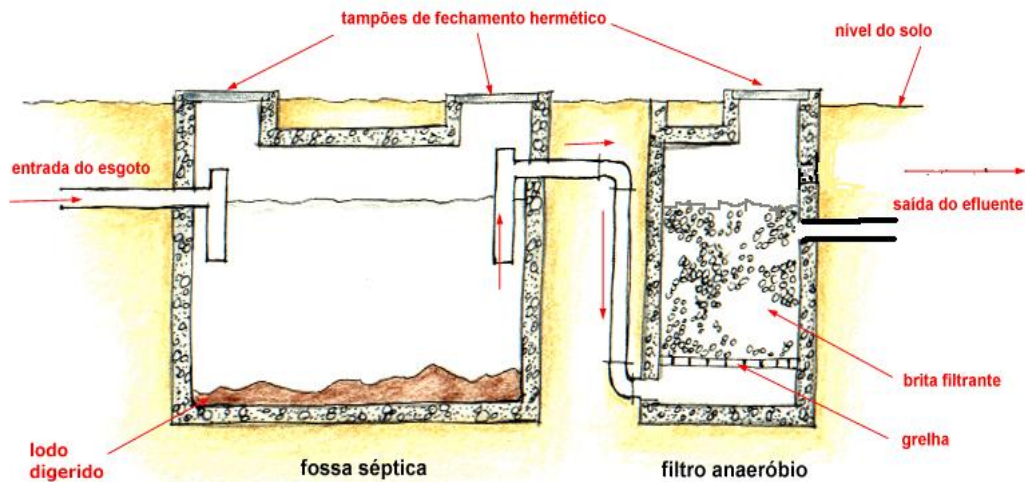


Figura 6: Conjunto fossa séptica/ filtro anaeróbico
 Fonte: (EDIFIQUE, 1999)

“O líquido se encaminha para o filtro anaeróbico que possui bactérias que crescem aderidas a uma camada suporte formando a biomassa, que reduz a carga orgânica dos esgotos” (ESGOTOS, [200-?]).

“Nas fossas sépticas são feitas a separação e a transformação físico-química da matéria sólida contida no esgoto” (WIKIPEDIA, 2012).

“É uma maneira simples e barata de disposição dos esgotos indicada, sobretudo, para a zona rural ou residências isoladas. Todavia, o tratamento não é completo como numa Estação de Tratamento de Esgotos (ETE)” (WIKIPEDIA, 2012).

O esgoto *in natura* deve ser lançado em um tanque ou em uma fossa para que com o menor fluxo da água, a parte sólida possa se depositar, liberando a parte líquida. Feito isso, as bactérias anaeróbias agem sobre a parte sólida do esgoto decompondo-o. Esta decomposição é importante pois torna o esgoto residual com menor quantidade de matéria orgânica, pois a fossa remove cerca de 40 % da demanda biológica de oxigênio e o mesmo agora pode ser lançado de volta à natureza, com menor prejuízo à mesma (WIKIPEDIA, 2012).

“É de extrema importância a utilização de fossas sépticas domiciliares, de forma a evitar doenças e a contaminação do solo” (EDIFIQUE, 1999)

“O esgoto não deve ser despejado na rede pública de captação de águas pluviais, prática infelizmente utilizada por desconhecimento dos riscos à saúde” (EDIFIQUE, 1999).

“Dependendo das características de permeabilidade ou absorção do terreno onde deve ser instalada a fossa séptica, o efluente deve ser encaminhado para: sumidouros, valas de filtração, valas de infiltração ou filtros anaeróbios (FIG.7)” (EDIFIQUE, 1999).

“A fossa deve ser limpa periodicamente. Tal operação deve ser realizada pelas prefeituras ou por empresas credenciadas” (EDIFIQUE, 1999).

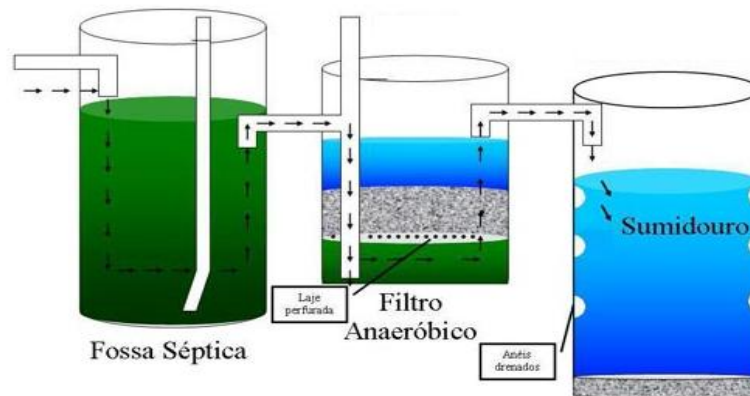


Figura 7: Esquema de construção de filtro anaeróbico, fossa e sumidouro
 Fonte: (JIVAGO, 2012)

O processo de funcionamento das fossas sépticas inicia com a retenção do esgoto que fica detido na fossa durante um período 24 horas, aproximadamente. Simultaneamente, acontece uma sedimentação do material sólido presente no esgoto. Esse se deposita no fundo da fossa, formando um semilíquido, denominado lodo, enquanto a outra parte, constituída basicamente por graxas, óleos e outros materiais fluidos, mantêm-se emersa. Esse composto é chamado escuma (JIVAGO, 2012).

“Seguindo a essa etapa, apresenta-se a de digestão anaeróbia do lodo, que consiste num ataque forte de bactérias anaeróbicas ao lodo, anulando parcial ou totalmente a ação das substâncias voláteis e dos microorganismos patogênicos” (JIVAGO, 2012).

“Com isso, ocorre grande redução de sólidos, líquidos e estabilização dos gases, o que permite que seus efluentes líquidos sejam dispostos com maior segurança para o meio ambiente” (JIVAGO, 2012).

Vala de infiltração

“Esse sistema consiste na escavação de uma ou mais valas, nas quais são colocados tubos de dreno com brita, [...] que permite, ao longo do seu comprimento, escoar para dentro do solo os efluentes presentes na fossa séptica” (WIKIPEDIA, 2012).

“O comprimento total das valas depende do tipo de solo e quantidade de efluentes a ser tratado. Em terrenos arenosos 8 m de valas por pessoa são suficientes. Em terrenos argilosos são necessários doze metros de valas por pessoa” (WIKIPEDIA, 2012).

“Para um bom funcionamento do sistema, cada linha de tubos não deve ter mais de trinta metros de comprimento. Portanto, dependendo do número de pessoas e do tipo de terreno, pode ser necessária mais de uma linha de tubos/valas” (WIKIPEDIA, 2012).

Sumidouros

“O sumidouro é um poço sem laje de fundo que permite a infiltração (penetração) do efluente da fossa séptica no solo” (WIKIPEDIA, 2012).

“O diâmetro e a profundidade dos sumidouros dependem da quantidade de efluentes e do tipo de solo. Mas, não deve ter menos de 1m de diâmetro e mais de 3 m de profundidade, para simplificar a construção” (WIKIPEDIA, 2012).

“Os sumidouros podem ser feitos com tijolo maciço ou blocos de concreto ou ainda com anéis pré-moldados de concreto” (WIKIPEDIA, 2012).

“A construção de um sumidouro começa pela escavação do buraco, a cerca de 3 m da fossa séptica e num nível um pouco mais baixo, para facilitar o escoamento dos efluentes por gravidade” (WIKIPEDIA, 2012).

“A profundidade do buraco deve ser 70 cm maior que a altura final do sumidouro. Isso permite a colocação de uma camada de pedra, no fundo do sumidouro, para infiltração mais rápida no solo, e de uma camada de terra, de 20 cm, sobre a tampa do sumidouro” (WIKIPEDIA, 2012).

- Reator anaeróbio de manta de lodo (UASB): é um tanque de fibra com medidas e formato específico, totalmente fechado, onde é lançado o esgoto doméstico. (DELTA AMBIENTAL, 2011).

“É um método econômico e muito eficiente que trabalha com bactérias anaeróbias (que não precisam de oxigênio para sobreviver), o que faz com que não seja necessário nenhum sistema de ventilação” (FIG.8) (DELTA AMBIENTAL, 2011).

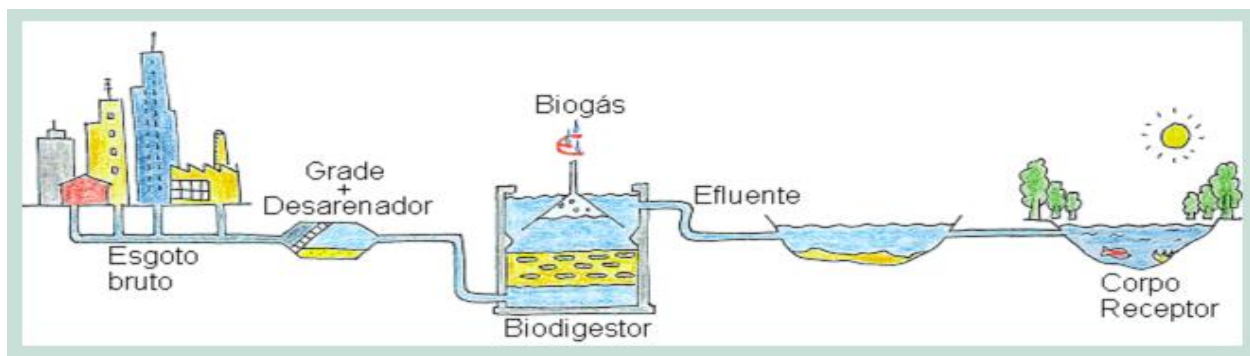


Figura 8: Representação esquemática de um sistema de tratamentos anaeróbio do tipo UASB
Fonte: (BIOCHAMA, [200-?])

“Os filtros anaeróbios retêm o lodo num material suporte colocado dentro do reator. Esse material pode ser de plástico, pedra, cerâmica, bambu etc” (BIOCHAMA, [200-?]).

“O filtro é mantido submerso, o que garante a ausência de ar (oxigênio) e o conseqüente desenvolvimento de microorganismos anaeróbios responsáveis pela degradação da matéria orgânica” (BIOCHAMA, [200-?]).

“A biomassa cresce, dispersa no meio e não fica aderida como nos filtros. Esta biomassa, ao crescer, forma pequenos grânulos, os quais servem de suporte para outras bactérias” (ESGOTOS, [200-?]).

“O fluxo hidráulico funciona por gravidade, sem uso de bombas” (DELTA AMBIENTAL, 2011).

6.1.3 Tratamento secundário

“Remove a matéria orgânica e os sólidos em suspensão, através de processos biológicos, utilizando reações bioquímicas, através de microorganismos” (ESGOTOS, [200-?]).

No processo aeróbio os microorganismos presentes nos esgotos se alimentam da matéria orgânica ali também presente, convertendo-a em gás carbônico, água e material celular. Esta decomposição biológica do material orgânico

requer a presença de oxigênio e outras condições ambientais adequadas como temperatura, pH, tempo de contato etc (ESGOTOS, [200-?]).

“Há uma grande variedade de sistemas aeróbios de tratamento de águas residuais; as mais empregadas são lagoas de estabilização (lagoas facultativas, lagoas aeradas e sem aeração, lagoas de maturação), lodos ativados e tratamento aeróbio” (KOGA, [199-?]).

6.1.3.1 Lagoas de estabilização

“São lagoas construídas de forma simples, onde os esgotos entram em uma extremidade e saem na oposta. A matéria orgânica, na forma de sólidos em suspensão, fica no fundo da lagoa, formando um lodo que vai aos poucos sendo estabilizado” (ESGOTOS, [200-?]).

O processo se baseia nos princípios da respiração e da fotossíntese: as algas existentes no esgoto, na presença de luz, produzem oxigênio que é liberado através da fotossíntese. Esse oxigênio dissolvido (OD) é utilizado pelas bactérias aeróbias (respiração) para se alimentarem da matéria orgânica em suspensão e dissolvida presente no esgoto (ESGOTOS, [200-?]).

“As algas constituem um grupo de organismos unicelulares ou pluricelulares, móveis ou imóveis, dotados de um pigmento fotossintético chamado clorofila, normalmente se multiplicam pela simples divisão celular” (RONCON, [200-?]).

“As algas também reduzem a quantidade de nitrogênio, fósforo e dióxido de carbono, que são consumidos como nutrientes básicos para satisfazer suas necessidades naturais” (RONCON, [200-?]).

6.1.3.1.1 Lagoas de estabilização facultativas ou anaeróbias

“São reatores dimensionados para receber tanto águas residuárias brutas (lagoa facultativa primária) quanto águas residuárias que tenham recebido algum tratamento anterior (lagoa facultativa secundária)” (UFSC, [200-?]).

“A sobrecarga neste tipo de lagoa pode mudar a cor do verde para o vermelho, devido à proliferação das bactérias de enxofre no lugar das algas” (UFSC, [200-?]).

“O termo facultativo significa condições aeróbias próximas à superfície superior e anaeróbia próximas ao fundo da lagoa, onde a matéria orgânica em suspensão é sedimentada” (UFSC, [200-?]).

“Essas lagoas funcionam através da atividade fotossintética das algas sob a influência da luz solar e da ação das bactérias. O surgimento das algas é função da presença de nutrientes oriundos da mineralização da matéria orgânica afluyente pelas bactérias” (UFSC, [200-?]).

Esta forma de oxidação, por ser anaeróbia, implica no consumo de oxigênio devido à respiração dos microorganismos decompositores, principalmente as bactérias heterotróficas aeróbias. As bactérias, na presença de oxigênio, convertem a matéria orgânica a compostos simples e inertes como o dióxido de carbono e água, além de sais de nitrogênio e fósforo (UFSC, [200-?]).

[...] no fundo da lagoa, a matéria orgânica sedimentada também necessita ser estabilizada. Porém, esta estabilização, por ser anaeróbia, não traduz em consumo de oxigênio e libera gases como metano, carbônico, sulfeto de hidrogênio e nitrogênio amoniacal, os quais se deslocam para a superfície da lagoa e grande parte se desprende para a atmosfera (UFSC, [200-?]).

“Nas lagoas facultativas secundárias, o comprimento, largura e profundidade têm pouco efeito na qualidade do efluente em termos de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), SS (Sólidos Suspensos) e CF” (PEARSON *apud* UFSC, [200-?]).

“Assim, se aumentar a profundidade das lagoas facultativas e, portanto, o tempo de detenção hidráulica, mantendo a mesma carga orgânica superficial, não melhora significativamente a qualidade físico-química ou microbiológica do efluente” (FIG.9) (UFSC, [200-?]).

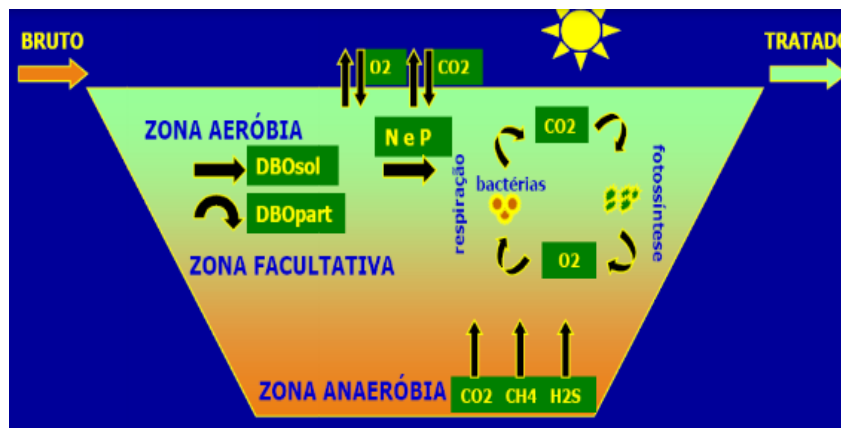


Figura 9: Descrição do processo- Lagoas facultativas
Fonte: (CARMO JÚNIOR, [200-?])

Conforme Carmo Júnior ([200-?]), o potencial hidrogeniônico (pH) varia ao longo da profundidade, como explica a seguir:

- Fotossíntese: consumo de CO₂, o íon bicarbonato (HCO₃⁻) tende a converter a OH⁻, o pH se eleva.
- Respiração: produção de CO₂, o HCO₃⁻, tende a converter H⁺, o pH reduz.

6.1.3.1.2 Lagoa de estabilização aerada

“O processo necessita de oxigênio e a profundidade das lagoas varia de 2,5 a 4,0 metros. Os aeradores servem para garantir oxigênio no meio e manter os sólidos bem separados do líquido (em suspensão)” (SABESP, [200-?]).

“Os aeradores servem para garantir oxigênio no meio e manter os sólidos bem separados do líquido (em suspensão)”. (SABESP, [200-?]).

“A qualidade do esgoto que vem da lagoa aerada não é adequada para lançamento direto, pelo fato de conter uma grande quantidade de sólidos. Por isso, são geralmente seguidas por outras, quando a separação dessas partículas pode ocorrer” (SABESP, [200-?]).

“A remoção do DBO é função do período de aeração, da temperatura e da natureza do esgoto. O despejo de efluente industrial deve ser controlado para não prejudicar a eficiência do processo” (BORSOI *et.al.*, [200-?]).

Os sólidos dos esgotos e as bactérias sedimentam, indo para o lodo do fundo, ou são removidos em uma lagoa de decantação secundária. O processo tem baixa produção de maus odores, sendo a eficiência na remoção de DBO de 70 a 90% e na eliminação de patogênicos de 60 a 99%. Requerem menos área do que os sistemas naturais, porém ocupam mais espaço que os demais sistemas mecanizados (BORSOI *et.al.*, [200-?]).

“As lagoas aeradas caracterizam-se por exigir a instalação de equipamentos mecânicos para fornecer oxigênio ao líquido. Requerem áreas menores, todavia consomem energia” (FIG.10).

“Em períodos entre 2 a 5 anos é necessária a remoção do lodo da lagoa de decantação” (BORSOI *et.al.*, [200-?]).

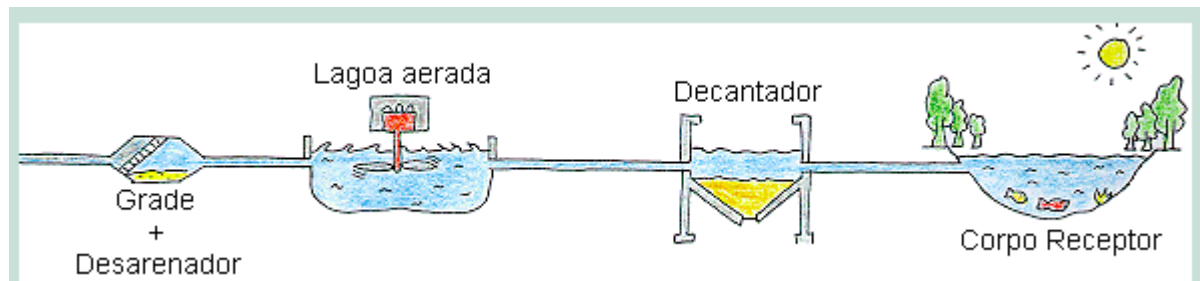


Figura 10: Representação de sistema de lagoa aerada
Fonte: (BIOCHAMA, [200-?])

6.1.3.1.3 Lagoa de estabilização sem aeração

“Técnica simplificada que exige uma área extensa para a instalação da lagoa, na qual os esgotos sofrem o processo aeróbio de depuração graças à existência de plantas verdes que oxigenam a água” (BORSOI *et.al.*, 2002).

“Para reduzir a área necessária podem ser instaladas lagoas menores para processar a depuração anaeróbia. A eficiência na remoção de DBO é de 70 a 90% e de coliformes é de 90 a 99%” (BORSOI *et.al.*, 2002).

“Os custos de implantação e operação são reduzidos, tem razoável resistência a variações de carga e o lodo gerado é removido após 20 anos de uso” (BORSOI *et.al.*, 2002).

“Por outro lado, sofre com a variação das condições atmosféricas (temperatura e insolação), produz maus odores, no caso das anaeróbias, e insetos. Quando sua manutenção é descuidada, há crescimento de vegetação verde” (BORSOI *et.al.*, 2002).

6.1.3.1.4 Lagoa de estabilização de maturação ou aeróbia

“São usadas como tratamento de descargas orgânicas leves provenientes de efluentes de outras lagoas. As eficiências de remoções de DBO e DQO (Demanda Química de Oxigênio) são geralmente baixas” (SOUZA *apud* UFSC, [200-?]).

“A função principal é a destruição de microorganismos patogênicos, além da redução de nutrientes e sólidos em suspensão” (PERSON *apud* UFSC, [200-?]).

“Este tipo de lagoas para tratamento de águas residuárias compreende unidades rasas necessárias para manter as condições aeróbias (0,8 m a 1,5 m)” (UFSC, [200-?]; KOGA *et.al.*, [199-?]).

“O desempenho da lagoa depende exclusivamente do oxigênio produzido pelas algas, sendo ele transferido quase que por toda a lagoa através da turbulência dos ventos” (UFSC, [200-?]).

“Quando se reduz a profundidade da lagoa também se reduz o tempo de detenção, mas isto não afeta a qualidade do efluente. As lagoas mais rasas são de melhor eficiência quanto à desinfecção natural do que as lagoas de maturação mais profundas” (UFSC, [200-?]).

Koga *et.al.* ([199-?]) destaca abaixo vantagens e desvantagens dos tipos de lagoas de estabilização (QUADRO 7):

| Sistema | Vantagens | Desvantagens |
|--|---|--|
| Lagoa Facultativa | <ul style="list-style-type: none"> Satisfatória eficiência na remoção de DBO. Razoável eficiência na remoção de patógenos. Construção, operação e manutenção simples Requisitos energéticos praticamente nulos. | <ul style="list-style-type: none"> Elevados requisitos de área. Performance variável com as condições climáticas. Possibilidades de crescimento de insetos. |
| Sistemas de Lagoas Anaeróbia - facultativa | <ul style="list-style-type: none"> Idem lagoas facultativas. Requisito de área inferiores aos das lagoas facultativas únicas. | <ul style="list-style-type: none"> Idem lagoas facultativas. Possibilidade de maus odores. Necessidade de remoção contínua e periódica do lodo da lagoa anaeróbia |
| Lagoa Aerada Facultativa | <ul style="list-style-type: none"> Requisitos de área inferiores das anteriores. Reduzidas possibilidades de maus odores. | <ul style="list-style-type: none"> Introdução de equipamentos. Requisitos de energia relativamente elevados. Baixa eficiência na remoção de coliformes. |
| Lagoa de Maturação | <ul style="list-style-type: none"> Idem sistemas das lagoas anteriores. Elevada eficiência na remoção de patógenos. Razoável eficiência na remoção de | <ul style="list-style-type: none"> Idem sistemas das lagoas anteriores Requisitos de áreas bastante elevados |

Quadro 7- Tipos de sistemas de lagoas de estabilização
Fonte: (KOGA *et.al.* [199-?])

6.1.3.2 Lodos ativados

“Termo originado devido à suspensão bacteriana que retorna ao tanque de aeração” (UNIVERSO AMBIENTAL, [200-?]).

O sistema de lodos ativados é amplamente utilizado, em nível mundial, para o tratamento de águas residuárias domésticas e industriais, em situações em que uma elevada qualidade do efluente tem necessária disponibilidade de área é limitada. No entanto, o sistema de lodos ativados inclui um índice de mecanização superior ao de outros sistemas de tratamento, implicando em operação mais sofisticada. Outras desvantagens são o consumo de energia elétrica para aeração e a maior produção de lodo (SPERLING *apud* MENDES, [200-?]).

Características

O *site* Universo ambiental ([200-?]) mostra a seguir algumas características dos lodos ativados:

- Alta eficiência de remoção de DBO (↑ 90%);
- pequena área para construção;
- alto custo envolvendo construção, operação, energia.

A instalação requer área reduzida, mas envolve a necessidade de diversos equipamentos (aeradores, elevatórias de recirculação, raspadores de lodo, misturador de digestor, etc.). Seu custo de implantação é elevado devido ao grau de mecanização e tem alto custo operacional graças ao consumo de energia para movimentação dos equipamentos. Necessita de tratamento para o lodo gerado, bem como sua disposição final (BORSOI *et.al.*, 2002).

“Esses sistemas são bastante compactos, compondo-se de decantador primário, tanque de aeração, e decantador secundário (FIG.11)” (BIOCHAMA, [200-?]).

“O esgoto é sedimentado e o efluente passa para o tanque de aeração; o lodo contendo microorganismos aeróbios cresce e é recirculado, mantendo uma alta velocidade de degradação da matéria orgânica” (BIOCHAMA, [200-?]).

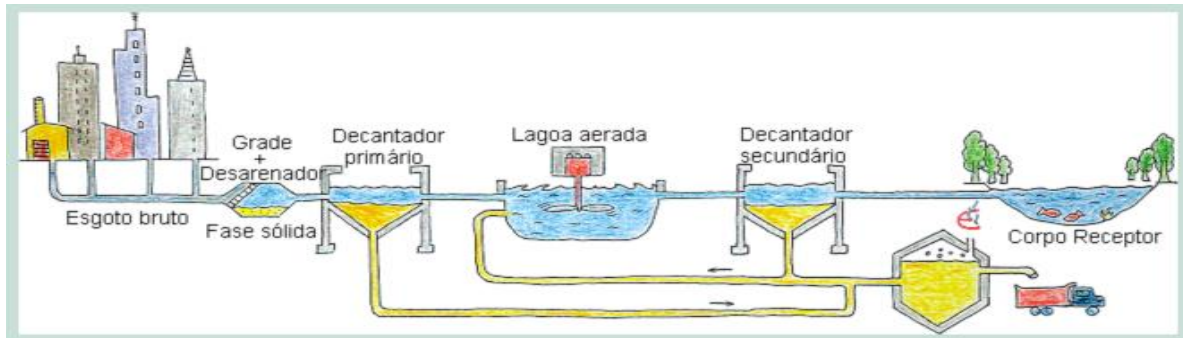


Figura 11: Representação do sistema de lodos ativados
Fonte: (BIOCHAMA, [200-?])

6.1.3.3 Tratamento aeróbio com biofilme

“Biofilme é o crescimento bacteriano na superfície do meio suporte, possibilitando a formação de uma camada biológica” (COPASA, 2012).

“Os esgotos são aplicados sobre um leito de material grosseiro, como pedras e ripas ou material plástico e percola em direção a drenos no fundo” (ESGOTO, [200-?]).

“Este fluxo do esgoto permite o crescimento de bactérias na superfície do leito, formando uma película de microorganismos” (ESGOTO, [200-?]).

“O ar circula nos espaços vazios entre as pedras ou ripas, fornecendo oxigênio para os microorganismos decomporem a matéria orgânica” (ESGOTO, [200-?]).

A matéria orgânica é estabilizada por bactérias que crescem aderidas a um meio suporte (usualmente pedras ou material plástico). Há sistemas nos quais a aplicação de esgotos se dá na superfície, sendo o fluxo de esgoto descendente e havendo a necessidade de decantação secundária; há também sistemas submersos com introdução de oxigênio, com fluxo de ar ascendente, e fluxo de esgoto ascendente ou descendente (COPASA, 2012).

6.1.4 Tratamento terciário

“Remove poluentes específicos (micronutrientes e patogênicos), além de outros poluentes não retidos nos tratamentos primário e secundário” (ESGOTOS, [200-?]).

De acordo com o *site* Esgotos ([200-?]) na última etapa do tratamento de esgotos sanitários se obtém uma qualidade superior para os esgotos removendo o nitrogênio, fósforo e matéria orgânica, através dos processos de radiação ultravioleta e químicos (ESGOTOS, [200-?]).

6.1.4.1 Radiação Ultravioleta- UV

“É uma alternativa que vem sendo bastante estudada e utilizada para a desinfecção tanto de águas de abastecimento quanto de esgotos” (DIAS *et.al.*, 2008).

“Utiliza-se espaço relativamente pequeno quando comparado às alternativas de desinfecção e seu funcionamento é por meio de lâmpadas imersas no líquido, instaladas externamente a tubos transparentes à radiação UV ou instaladas sobre o efluente” (DIAS *et.al.*, 2008).

“A radiação UV é obtida por meio de lâmpadas especiais, o que significa que o método de desinfecção com radiação UV utiliza a energia elétrica a fim de gerar radiação para a inativação ou inviabilização dos microrganismos” (DIAS *et.al.*, 2008).

Um problema que pode ocorrer com a utilização da radiação UV é a indesejada recuperação de parcela dos microrganismos inativados caso os mesmos tenham recebido uma dose subletal de radiação UV. Portanto, a dose correta é uma variável importante durante a implantação desse sistema de desinfecção. Outro importante fator a ser levado em consideração quando da desinfecção de esgotos com radiação UV refere-se aos sólidos e materiais dissolvidos ou em suspensão que reduzem a intensidade de radiação quando esta atravessa a lâmina líquida (DIAS *et.al.*, 2008).

A dose de radiação ultravioleta (mWs/cm^2) é o produto da intensidade de radiação (mW/cm^2) pelo tempo de exposição ($D=It$). Ou seja, a inativação de um número fixo de microrganismos pode ser alcançada em curto intervalo de tempo e alta intensidade ou em tempo longo e baixa intensidade, para a dose ser mantida constante (DANIEL, 2001).

“A intensidade pode ser determinada por radiometria que exigem medições em diferentes pontos do reator fotoquímico, para se obter a intensidade média. O equipamento é provido de sensor específico, à prova d’água, para o comprimento de onda de 254 nm” (SANDRI, 2010).

É apresentada abaixo, a dose de radiação necessária para a desinfecção de vários organismos (QUADRO 8), segundo *Edstrom Industries apud Sandri* (2010):

| Microrganismo | Dose de Radiação (mWs/cm ²) | Microrganismo | Dose de Radiação (mWs/cm ²) |
|--|---|----------------------------------|---|
| Bactérias | | Esporos | |
| <i>Bacillus anthracis</i> | 8,7 | <i>Aspergillus flavus</i> | 99,0 |
| <i>B. subtilis</i> (esporos) | 22,0 | <i>Aspergillus niger</i> | 330,0 |
| <i>B. subtilis</i> (vegetativo) | 11,0 | <i>Mucor racemosus</i> A | 35,2 |
| <i>Corynebacterium diphtheria</i> | 6,5 | <i>Oospora lactis</i> | 11,0 |
| <i>Escherichia coli</i> | 6,6 | <i>Penicillium digitatum</i> | 88,0 |
| <i>Legionella pneumophila</i> | 2,8 | <i>Penicillium expansum</i> | 22,0 |
| <i>Mycobacterium tuberculosis</i> | 26,4 | <i>Penicillium roqueforti</i> | 26,4 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | 10,0 | <i>Rhizopus nigricans</i> | 220,0 |
| <i>Salmonella enteritidis</i> | 7,6 | Fungos | |
| <i>Sarcina lutea</i> | 10,5 | Fungos de pão | 8,8 |
| <i>Shigella dysenteriae</i> (disenteria) | 4,2 | Fungos de cerveja | 6,6 |
| <i>Shigella flexneri</i> (paradysenteriae) | 3,4 | Fungos comuns de bolo | 13,2 |
| <i>Shigella sonnei</i> | 5,0 | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | 13,2 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 6,6 | <i>Saccharomyces</i> sp. | 17,6 |
| <i>Vibrio cholerae</i> | 6,5 | Algas/Protozoários | |
| Vírus | | <i>Verde-Azul</i> | 600,0 |
| <i>Vírus influenza</i> | 6,6 | <i>Chlorella vulgaris</i> (alga) | 22,0 |
| <i>Vírus da poliomielite</i> | 14,0 | <i>Cryptosporidium parvum</i> | 120,0 |
| <i>Rotavírus</i> | 15,0 – 40,0 | Ovos de nematóides | 92,0 |

Quadro 8- Dose necessária para se obter eficiência de desinfecção de 99% de inativação de vários organismos (mWs/cm² em 254 nm).

Fonte: (EDSTROM INDUSTRIES apud SANDRI, 2010)

6.1.4.2 Químicos

➤ Ozônio

“A desinfecção de água com ozônio é uma prática muito difundida em países da Europa, mas não muito empregada no Brasil” (JORDÃO & PESSÔA, 2005).

“Para desinfecção de esgotos o ozônio é mais recomendado para efluentes terciários, pois, ele é um oxidante muito forte” (JORDÃO & PESSÔA, 2005).

É eficaz na inativação de vírus e bactérias e não gera resíduos perigosos. Todavia é uma tecnologia mais complexa e que apresenta custos mais elevados em relação aos outros processos de desinfecção normalmente utilizados. O ozônio é um gás muito reativo, corrosivo, irritante e tóxico (JORDÃO & PESSÔA, 2005).

“O mecanismo de desinfecção com ozônio consiste em destruir a parede celular levando à lise das células microbianas” (DIAS *et.al.*, 2008).

O interesse na utilização do ozônio para desinfecção de efluentes está associado também ao impacto benéfico dele no meio ambiente não formação de trihalometanos, redução de metais às suas formas insolúveis, quebra das

cadeias dos hidrocarbonetos (dissociação) e solidificação dos compostos orgânicos dissolvidos causando sua coagulação e precipitação (mineralização) (DIAS *et.al.*, 2008).

“O ozônio é aplicado pela dispersão do gás no líquido na forma de difusão de ar ozonizado, hidrojetores, emulsantes e misturadores estáticos” (SPERLING *apud* DIAS, 2008).

➤ Cloração

“É um dos métodos mais utilizados no Brasil. O cloro é o desinfetante mais utilizado para águas e esgotos e é normalmente aplicado na forma de cloro gasoso, hipoclorito de sódio ou de cálcio” (DIAS *et.al.*, 2008).

“Tem menor custo de implantação e operação quando comparado a outros processos químicos, é uma tecnologia muito conhecida e a desinfecção é considerada efetiva para diversificada gama de microrganismos” (DIAS *et.al.*, 2008).

“O cloro quando adicionado no tratamento de esgoto reduz a geração do gás sulfídrico, que causa odor desagradável e é prejudicial às instalações da ETE e ao ser humano” (DIAS *et.al.*, 2008).

“Contudo, o cloro residual é tóxico à vida aquática do corpo receptor, além de gerar compostos potencialmente perigosos e carcinogênicos como os organoclorados” (DIAS *et.al.*, 2008).

“Outro aspecto negativo é a resistência que alguns patogênicos apresentam à cloração. Além disso, é necessária a descloração do efluente final antes do seu lançamento no corpo receptor para que ocorra a eliminação do efeito residual” (DIAS *et.al.*, 2008).

“A etapa adicional de descloração aumenta o custo da cloração e restringe a utilização deste processo” (DIAS *et.al.*, 2008).

7 Resultados do tratamento

7.1 Tratamento do lodo

“Todos os processos de tratamento de esgoto resultam em subprodutos: o material gradeado, areia, espuma, lodo primário e lodo secundário, que devem ser tratados para serem lançados no meio ambiente” (ESGOTOS, [200-?]).

7.2 Lodo estabilizado

“Disposição do lodo em aterros sanitários ou aplicando como fertilizante na agricultura, após tratamento adequado” (ESGOTOS, [200-?]).

7.3 Lodo não estabilizado

- Adensamento, para remoção da umidade;
- estabilização para remoção da matéria orgânica;
- condicionamento para preparar para a desidratação;
- desidratação para remover a umidade com redução do volume, em leitos de secagem, lagoas de lodo e equipamentos mecânicos;
- disposição final em aterros sanitários, aplicação no solo etc (ESGOTOS, [200-?]).

“Portanto, são de suma importância as etapas de tratamento e desinfecção dos esgotos devido aos potenciais riscos à saúde pública e à qualidade de vida, causados pela presença de organismos patogênicos lançado nos corpos d’ água”. (SANDRI, 2010).

Conclusão e recomendações

A água usada nas atividades domésticas se transforma no resíduo líquido conhecido como esgoto, que pode causar sérios problemas tanto ao meio ambiente como à saúde das pessoas (MANOSSO, [200-?]).

O esgoto doméstico pode ser tratado com relativa facilidade antes de ser lançado no ambiente. Várias técnicas etapas e processos foram explanados para a realização do tratamento adequado, através das etapas de remoção, envolvendo os tratamentos preliminares, primários, secundários e terciários, destacando a fossa séptica, muito utilizada no Brasil.

Além dessa, pode-se destacar as lagoas de estabilização, bem como as suas variantes que envolvem todo o processo de estação de tratamento de esgoto residencial.

Recomenda-se a leitura da(s) seguinte(s) Resposta(s) Técnica(s) e Dossiê(s) Técnico(s):

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. **Sistemas de esgotos domésticos.** Resposta Técnica elaborada por “Lucas Gomes Rocha”- Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, 2007. (Código da Resposta: **6502**). Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>>. Acesso em: 3 set. 2012.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. **Destinação de esgoto em área de construção civil.** Resposta Técnica elaborada por “Joseane M. de Oliveira; Alexandre Juliano Golfetto”- SENAI-RS / Centro Nacional de Tecnologias Limpas – CNTL, 2009. (Código da Resposta: **15314**). Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>>. Acesso em: 3 set. 2012.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. **Instalações hidráulicas de esgoto e águas pluviais.** Resposta Técnica elaborada por “Luciana Gonçalves da Silva”- Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC, 2009. (Código da Resposta: **15562**). Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>>. Acesso em: 3 set. 2012.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. **Fossa séptica.** Resposta Técnica elaborada por “Joel Loureiro”- SENAI/AM - Centro de Educação e Tecnologia “Antônio Simões” 2010. (Código da Resposta: **16000**). Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>>. Acesso em: 3 set. 2012.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. **Sistema de esgoto em áreas alagadas.** Resposta Técnica elaborada por “Larisse Araújo Lima”- Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico - CDT/UnB, 2012. (Código da Resposta: **22296**). Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>>. Acesso em: 3 set. 2012.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. **Biodigestor.** Dossiê Técnico elaborado por “Lucia Helena de Araújo Jorge; Elizabeth Omena”- SENAI/AM – Escola SENAI “Antônio Simões”. (Código do Dossiê: **6107**). Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>>. Acesso em: 3 set. 2012.

Referências

AGENTE PATOGÊNICO. In: WIKIPEDIA. A enciclopédia livre. 2012. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Agente_patog%C3%A9nico>. Acesso em: 24 ago. 2012.

BAIRD, C. **Química Ambiental.** Trad. A.M.L. Receio e L.C.M. Carrera, 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

- BILBI, Samara. **Tratamento de Esgoto**. 2012. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAqhcAG/livro-tratamento-esgoto>>. Acesso em: 28 ago.2012.
- BIOCHAMA. **A Geração de metano por efluentes líquidos no Brasil**. [200-?]. Disponível em: <http://www.itacreto.com.br/biochama/index_arquivos/Page644.htm>. Acesso em: 30 ago. 2012.
- BORSOI, Zilda et.al. **Tratamento de esgoto: tecnologias acessíveis**. 2002. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/infra/g7416.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2012.
- CARMO JÚNIOR, Gersina N. da Rocha. **Lagoas de estabilização- Lagoas facultativas**. [200-?]. Disponível em: <<http://www.docstoc.com/docs/107856836/LAGOAS-FACULTATIVAS>>. Acesso em: 30 ago. 2012.
- COLOMBO. **Itens importantes sobre esgoto**. [200-?]. Disponível em: <<http://www.colombo.pr.gov.br/pagina.asp?id=646>>. Acesso em: 23 ago. 2012.
- COPASA- COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS. **Processo de tratamento**. 2012. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/cqi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=29&sid=34&tpl=printerview>>. Acesso em: 31 ago. 2012.
- CAGEPA - COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAÍBA-. **Tratamento**. [200-?]. Disponível em: <http://www.cagepa.pb.gov.br/portal/?page_id=100>. Acesso em: 27 ago. 2012.
- CSJ - COMPANHIA DE SANEAMENTO DE JUNDIAÍ-. Disponível em: <<http://www.saneamento.com.br/?Id=PaginaMenu&IdMenu=2&IdSubMenu=9>>. Acesso em: 27 ago. 2012.
- DANIEL, L. A. PROSAB – Rede Cooperativa de Pesquisas. **Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável**. Rima Artes e Textos, São Carlos, 139 p. 2001.
- DELTA AMBIENTAL. **Reator anaeróbio para esgoto**. 2011. Disponível em: <<http://www.deltasaneamento.com.br/pagina/reator-anaerobio-para-esgoto>>. Acesso em: 29 ago. 2012.
- DIAS, Leandro H. Martins; STIPP, Vivian; SOUZA, Jeanette Beber de. **Processos empregados na desinfecção de esgotos sanitários**. 2008. Disponível em: <http://www.unicentro.br/graduacao/deamb/semana_estudos/pdf_08/PROCESSOS%20EMPREGADOS%20NA%20DESINFEC%C7%C3O%20DE%20ESGOTOS%20SANIT%C1RIOS.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2012.
- EDIFIQUE. **Fossa séptica- Prevenção de doenças e da contaminação do solo**. 1999. Disponível em: <http://www.edifique.arq.br/nova_pagina_12.htm>. Acesso em: 29 ago. 2012.
- EEA - EMPRESA DE ENGENHARIA AMBIENTAL-. **Tratamento preliminar**. [200-?]. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/4150831/Tratamento-de-esgoto-saneamento>>. Acesso em: 27 ago. 2012.
- ESGOTOS. **Tratamento**. [200-?]. Disponível em: <http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2006-2/esgotos/tratamento.html>. Acesso em: 27 ago. 2012.

FERREIRA, Wellington Chagas. **Estudo de patógenos e metais em lodo digerido bruto e higienizado para fins agrícolas, das estações de tratamento de esgotos da ilha do governador e da Penha no estado do Rio de Janeiro**. 2000. Disponível em: <http://portalteses.icict.fiocruz.br/transf.php?id=00006504&lng=pt&nrm=iso&script=thes_chap>. Acesso em: 24 ago. 2012.

FOSSA SÉPTICA. In: WIKIPEDIA. A enciclopédia livre. 2012. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Fossa_s%C3%A9ptica>. Acesso em: 29 ago.2012.

JIVAGO, Douglas. **Fossa séptica**. 2012. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/ecologia/fossa-septica/>>. Acesso em: 29 ago. 2012.

JORDÃO, E. P. e PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. Rio de Janeiro: ABES, 3. ed. 2005.

KOGA, Alan Murbach; CAMPOS, Camila; LANGE, Milena Gabriela. **Tratamento biológico de esgotos domésticos**. [199-?]. Disponível em: <www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/.../esgoto/esgoto.pps>. Acesso em: 24 ago. 2012.

KONDO, Márcia M.; ROSA, Vinícius A. M. **Protótipo de reator anaeróbico: tratamento de esgoto doméstico nas escolas**. 2006. Disponível em: <<http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc26/v26a09.pdf>>. Acesso em 24 ago. 2012.

MANOSSO, Radamés. **Esgoto doméstico**. [200-?]. Disponível em: <<http://radames.manosso.nom.br/ambiental/residuos/esgoto-domestico/>>. Acesso em: 3 set. 2012.

MENDES, Danielly Cristina. **Pós tratamento de efluentes de reatores anaeróbios**. [200-?]. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAW2IAC/pos-tratamento-efluentes-reatores-anaerobios-cap-5>>. Acesso em: 31 ago. 2012.

RONCON, Thiago Junqueira. **Estação de tratamento de esgoto**. [200-?]. Disponível em: <http://www.bandeirantes.pr.gov.br/editais/Roteiro_ETE.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2012.

SABESP- Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Tratamento de esgotos**. [200-?]. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=49>>. Acesso em 23 ago. 2012.

_____. **Tipos de tratamento**. [200-?]. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=61>>. Acesso em 30 ago. 2012.

SANDRI, Edgar Kuhn. **Qualidade de água de chuva e utilização da radiação ultravioleta para sua desinfecção**. 2010. 23-24. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos)- Universidade da Região de Joinville, Santa Catarina /SC, 2010.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>>. Acesso em: 3 set. 2012

UFSC- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. [200-?]. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/teses98/medri/cap2.htm>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

UFCG - UNIVERSIDADE FERDERAL DE CAMPO GRANDE-. **Noções sobre tratamento de água**. [200-?]. Disponível em: <http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Tratam02_pre.htm>. Acesso em: 27 ago. 2012.

UFG- UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. **Tratamento de águas residuárias**. 2012.
Disponível em: <www.engcivilcac.com/2012/files/lista/mostrar.php>. Acesso em: 27 ago. 2012.

UNIVERSO AMBIENTAL. Tratamento secundário. [200-?]. Disponível em:
<<http://www.universoambiental.com.br/Arquivos/Agua/ProcessosQuimicosdeTratamentodeEfluentes03.pdf>>. Acesso em: 31 ago. 2012.

VIVA TERRA. **Esgoto doméstico**. [200-?]. Disponível em:
<http://www.vivaterra.org.br/vivaterra_esgoto_domestico.htm>. Acesso em: 23 ago. 2012.

Nome do técnico responsável

Virna Thayla de Araújo Jorge Duarte- Mediadora SBRT

Lucia Helena de Araújo Jorge – Especialista em Gestão em Saúde

Nome da instituição da SBRT responsável

SENAI/AM – Escola SENAI “Antônio Simões”

Data de finalização

3 set. 2012