

**Processos de
tratamento
de esgotos**

Esgotamento Sanitário

Guia do profissional em treinamento

Nível 1

Promoção Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – ReCESA

Realização Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – Nucase

Instituições integrantes do Nucase Universidade Federal de Minas Gerais (Líder) | Universidade Federal do Espírito Santo | Universidade Federal do Rio de Janeiro | Universidade Estadual de Campinas

Financiamento Financiadora de Estudos e Projetos do Ministério da Ciência e Tecnologia | Fundação Nacional de Saúde do Ministério da Saúde | Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades

Apoio organizacional Programa de Modernização do Setor Saneamento–PMSS

Patrocínio FEAM/Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Comitê gestor da ReCESA

- Ministério das Cidades
- Ministério da Ciência e Tecnologia
- Ministério do Meio Ambiente
- Ministério da Educação
- Ministério da Integração Nacional
- Ministério da Saúde
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social (BNDES)
- Caixa Econômica Federal (CAIXA)

Comitê consultivo da ReCESA

- Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva – ABCMAC
- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES
- Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH
- Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública – ABLP
- Associação das Empresas de Saneamento Básico Estaduais – AESBE
- Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento – ASSEMAE
- Conselho de Dirigentes dos Centros Federais de Educação Tecnológica – Concefet
- Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CONFEA
- Federação de Órgão para a Assistência Social e Educacional – FASE
- Federação Nacional dos Urbanitários – FNU
- Fórum Nacional de Comitês de Bacias Hidrográficas – Fnccbhs
- Fórum Nacional de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras – Forproex
- Fórum Nacional Lixo e Cidadania – L&C
- Frente Nacional pelo Saneamento Ambiental – FNSA
- Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM
- Organização Pan-Americana de Saúde – OPAS
- Programa Nacional de Conservação de Energia – Procel
- Rede Brasileira de Capacitação em Recursos Hídricos – Cap–Net Brasil

Parceiros do Nucase

- Cedae/RJ – Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro
- Cesan/ES – Companhia Espírito Santense de Saneamento
- Comlurb/RJ – Companhia Municipal de Limpeza Urbana
- Copasa – Companhia de Saneamento de Minas Gerais
- DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo
- DLU/Campinas – Departamento de Limpeza Urbana da Prefeitura Municipal de Campinas
- Fundação Rio–Águas
- Incaper/ES – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
- IPT/SP – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
- PCJ – Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí
- SAAE/Itabira – Sistema Autônomo de Água e Esgoto de Itabira – MG
- SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
- SANASA/Campinas – Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A.
- SLU/PBH – Serviço de Limpeza Urbana da prefeitura de Belo Horizonte
- Sudcap/PBH – Superintendência de Desenvolvimento da Capital da Prefeitura de Belo Horizonte
- UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto
- UFSCar – Universidade Federal de São Carlos
- UNIVALE – Universidade Vale do Rio Doce

Esgotamento Sanitário

**Processos de
tratamento
de esgotos**

Guia do profissional em treinamento

Nível 1

P963 Processos de tratamento de esgotos : guia do profissional em treinamento : nível 1 / Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Brasília : Ministério das Cidades, 2008.
72 p.

Nota: Realização do NUCASE – Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental (Conselho Editorial Temático: Carlos Augusto de Lemos Chernicharo; Edson Aparecido Abdul Nour; Isaac Volschan Junior e Ricardo Franci Gonçalves).

1. Esgotos – Tratamento. 3. Esgotos domésticos. 3. Água – Poluição. 4. Água e esgoto. I. Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. II. Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental.

CDD – 628.1

Catalogação da Fonte : Ricardo Miranda – CRB/6-1598

Conselho Editorial Temático

Carlos Augusto de Lemos Chernicharo – DESA – EE – UFMG

Edson Aparecido Abdul Nour – DAS – FEC –UNICAMP

Isaac Volschan Júnior – DRHMA – POLI – UFRJ

Ricardo Franci Gonçalves – DEA – CT – UFES

Profissionais que participaram da elaboração deste guia

Professores Carlos Augusto de Lemos Chernicharo | Edson Aparecido Abdul Nour

Consultores Lívia Cristina da Silva Lobato (conteudista) | Izabel Chiodi Freitas (validadora)

Bolsistas Thiago Borges Gomes Moreira | Roberto da Silva Souza

Créditos

Consultoria pedagógica

Cátedra da Unesco de Educação a Distância – FaE/UFMG

Juliane Corrêa | Sara Shirley Belo Lança

Projeto Gráfico e Diagramação

Marco Severo | Rachel Barreto | Romero Ronconi

Impressão

Artes Gráficas Formato

É permitida a reprodução total ou parcial desta publicação, desde que citada a fonte.

Apresentação da ReCESA

A criação do **Ministério das Cidades** no Governo do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva, em 2003, permitiu que os imensos desafios urbanos passassem a ser encarados como política de Estado. Nesse contexto, a **Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental** (SNSA) inaugurou um paradigma que inscreve o saneamento como política pública, com dimensão urbana e ambiental, promotora de desenvolvimento e da redução das desigualdades sociais. Uma concepção de saneamento em que a técnica e a tecnologia são colocadas a favor da prestação de um serviço público e essencial.

A missão da SNSA ganhou maior relevância e efetividade com a agenda do saneamento para o quadriênio 2007-2010, haja vista a decisão do Governo Federal de destinar, dos recursos reservados ao Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, 40 bilhões de reais para investimentos em saneamento.

Nesse novo cenário, a SNSA conduz ações em capacitação como um dos instrumentos estratégicos para a modificação de paradigmas, o alcance de melhorias de desempenho e da qualidade na prestação dos serviços e a integração de políticas setoriais. O projeto

de estruturação da **Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – ReCESA** constitui importante iniciativa nesta direção.

A ReCESA tem o propósito de reunir um conjunto de instituições e entidades com o objetivo de coordenar o desenvolvimento de propostas pedagógicas e de material didático, bem como promover ações de intercâmbio e de extensão tecnológica que levem em consideração as peculiaridades regionais e as diferentes políticas, técnicas e tecnologias visando capacitar profissionais para a operação, manutenção e gestão dos sistemas de saneamento. Para a estruturação da ReCESA foram formados Núcleos Regionais e um Comitê Gestor, em nível nacional.

Por fim, cabe destacar que este projeto ReCESA tem sido bastante desafiador para todos nós. Um grupo, predominantemente formado por profissionais da engenharia, mas, que compreendeu a necessidade de agregar outros olhares e saberes, ainda que para isso tenha sido necessário “contornar todos os meandros do rio, antes de chegar ao seu curso principal”.

Comitê gestor da ReCESA

Nucase

Os guias

O Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental

– **Nucase** tem por objetivo o desenvolvimento de atividades de capacitação de profissionais da área de saneamento, nos quatro estados da região sudeste do Brasil.

O Nucase é coordenado pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, tendo como instituições co-executoras a Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, a Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ e a Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. Atendendo aos requisitos de abrangência temática e de capilaridade regional, as universidades que integram o Nucase têm como parceiros, em seus estados, prestadores de serviços de saneamento e entidades específicas do setor.

Coordenadores institucionais do Nucase

A coletânea de materiais didáticos produzidos pelo Nucase é composta de 42 guias que serão utilizados em oficinas de capacitação para profissionais que atuam na área do saneamento. São seis guias que versam sobre o manejo de águas pluviais urbanas, doze relacionados aos sistemas de abastecimento de água, doze sobre sistemas de esgotamento sanitário, nove que contemplam os resíduos sólidos urbanos e três terão por objeto temas que perpassam todas as dimensões do saneamento, denominados temas transversais.

Dentre as diversas metas estabelecidas pelo Nucase, merece destaque a produção dos **Guias dos profissionais em treinamento**, que servirão de apoio às oficinas de capacitação de operadores em saneamento que possuem grau de escolaridade variando do semi-alfabetizado ao terceiro grau. Os guias têm uma identidade visual e uma abordagem pedagógica que visa estabelecer um diálogo e a troca de conhecimentos entre os profissionais em treinamento e os instrutores. Para isso, foram tomados cuidados especiais com a forma de abordagem dos conteúdos, tipos de linguagem e recursos de interatividade.

Equipe da central de produção de material didático – CPMD

Apresentação da área temática: Esgotamento sanitário

A série de guias relacionada ao esgotamento sanitário resultou do trabalho coletivo que envolveu a participação de dezenas de profissionais. Os temas que compõem esta série foram definidos por meio de uma consulta a companhias de saneamento, prefeituras, serviços autônomos de água e esgoto, instituições de ensino e pesquisa e profissionais da área, com o objetivo de se definirem os temas que a comunidade técnica e científica da Região Sudeste considera, no momento, os mais relevantes para o desenvolvimento do Projeto Nucase.

Os temas abordados nesta série dedicada ao esgotamento sanitário incluem: *Qualidade de água e controle da poluição; Operação e manutenção de redes coletoras de esgotos; Operação e manutenção de estações elevatórias de esgotos; Processos de tratamento de esgotos; Operação e manutenção de sistemas simplificados de tratamento de esgotos; Amostragem, preservação e caracterização físico-química e microbiológica de esgotos; Gerenciamento, tratamento e disposição final de lodos gerados em ETE.*

Certamente há muitos outros temas importantes a serem abordados, mas considera-se que este é um primeiro e importante passo para que se tenha material didático, produzido no Brasil, destinado à profissionais da área de saneamento que raramente têm oportunidade de receber treinamento e atualização profissional.

Sumário

Introdução	10
Geração e caracterização de esgotos domésticos	12
Consumo de água e geração de esgotos	12
Caracterização dos esgotos domésticos	15
Impactos do lançamento de esgotos nos cursos d'água	18
Poluição e contaminação das águas	19
Poluição por matéria orgânica (autodepuração dos cursos d'água)	21
Contaminação por microrganismos patogênicos	23
Eutrofização	24
Padrões ambientais: padrão de lançamento e padrão de corpos d'água	25
Processos de tratamento de esgotos	28
Sistemas de esgotamento sanitário	28
Sistemas de tratamento de esgotos	31
Demanda por sistemas simplificados de tratamento de esgotos	63
Importância do controle operacional	63
Encerramento	65
Para saber mais	71

Introdução

Olá, Profissional!

Você já parou para pensar por que os esgotos têm de ser tratados?

A ausência de serviços de saneamento afeta grande parte da população brasileira, prejudicando a saúde das pessoas e causando danos ao meio ambiente. Nesse quadro, a disposição inadequada de lixo, a falta de um adequado gerenciamento das águas de chuva, além da falta de acesso à água potável e do sistema de coleta e tratamento dos esgotos sanitários, prejudicam a qualidade de vida das pessoas.

Nesta oficina de capacitação, vamos dar atenção especial aos processos de tratamento de esgotos.

Esta oficina de capacitação busca estimular o intercâmbio de experiências e destacar a importância do seu trabalho e das ações de saneamento na preservação do meio ambiente e na melhoria da qualidade de vida e da saúde da população. Você verá que os assuntos abordados têm tudo a ver com o seu trabalho, com a sua comunidade e com seus hábitos.

Você é um profissional que, certamente, já passou por muitas experiências importantes

em seu trabalho e na sua casa. Apostamos que tem muito a ensinar, aprender e trocar conosco e com os seus colegas. Para subsidiar as nossas discussões, elaboramos este guia, organizado em três conceitos-chave. São eles:

- Geração e caracterização de esgotos domésticos.
- Impactos do lançamento de efluentes nos cursos d'água.
- Processos de tratamento de esgotos.

A função deste guia é orientá-lo durante a oficina de capacitação. Para tal, apresentamos os objetivos, as orientações para as atividades propostas e os assuntos abordados para cada conceito-chave.

A sua participação nas atividades é de extrema importância para o desenvolvimento de uma oficina proveitosa e agradável. Não deixe de expor suas dúvidas e comentários.

Nós demos apenas o chute inicial; quem vai fazer o gol é você!

Bons estudos!



Vamos discutir algumas questões relacionadas ao seu trabalho!

Reflita e se manifeste...



Por que os esgotos devem ser tratados? Qual é a importância do seu trabalho para a preservação dos cursos d'água? E para a saúde das pessoas?

Agora que já começamos a discutir o tema da oficina, vamos abordar o nosso primeiro conceito-chave.

OBJETIVOS:

- Discutir o consumo de água e a geração de esgotos.
- Apresentar os conceitos de quota *per capita* de água e coeficiente de retorno.
- Apresentar e discutir os principais parâmetros de caracterização de esgotos domésticos.

Geração e caracterização dos esgotos domésticos

No seu cotidiano, você sabe quantas vezes você escova os dentes, toma banho, faz refeições etc. Mas você sabe quanta água você consome por dia em suas atividades? E para onde vai a grande parte da água consumida? Para o esgoto, é claro! Então, quanto esgoto você gera? Multiplique isso pelo número de pessoas que residem com você; depois, multiplique pelo número de casas da sua rua, do seu bairro... Imagine a quantidade de água que deve ser consumida e, consequentemente, a quantidade de esgoto gerado na sua cidade!

Neste nosso primeiro conceito-chave, vamos discutir o consumo de água e a consequente geração de esgotos, suas características mais importantes e os principais parâmetros utilizados para a sua caracterização.

Consumo de água e geração de esgotos

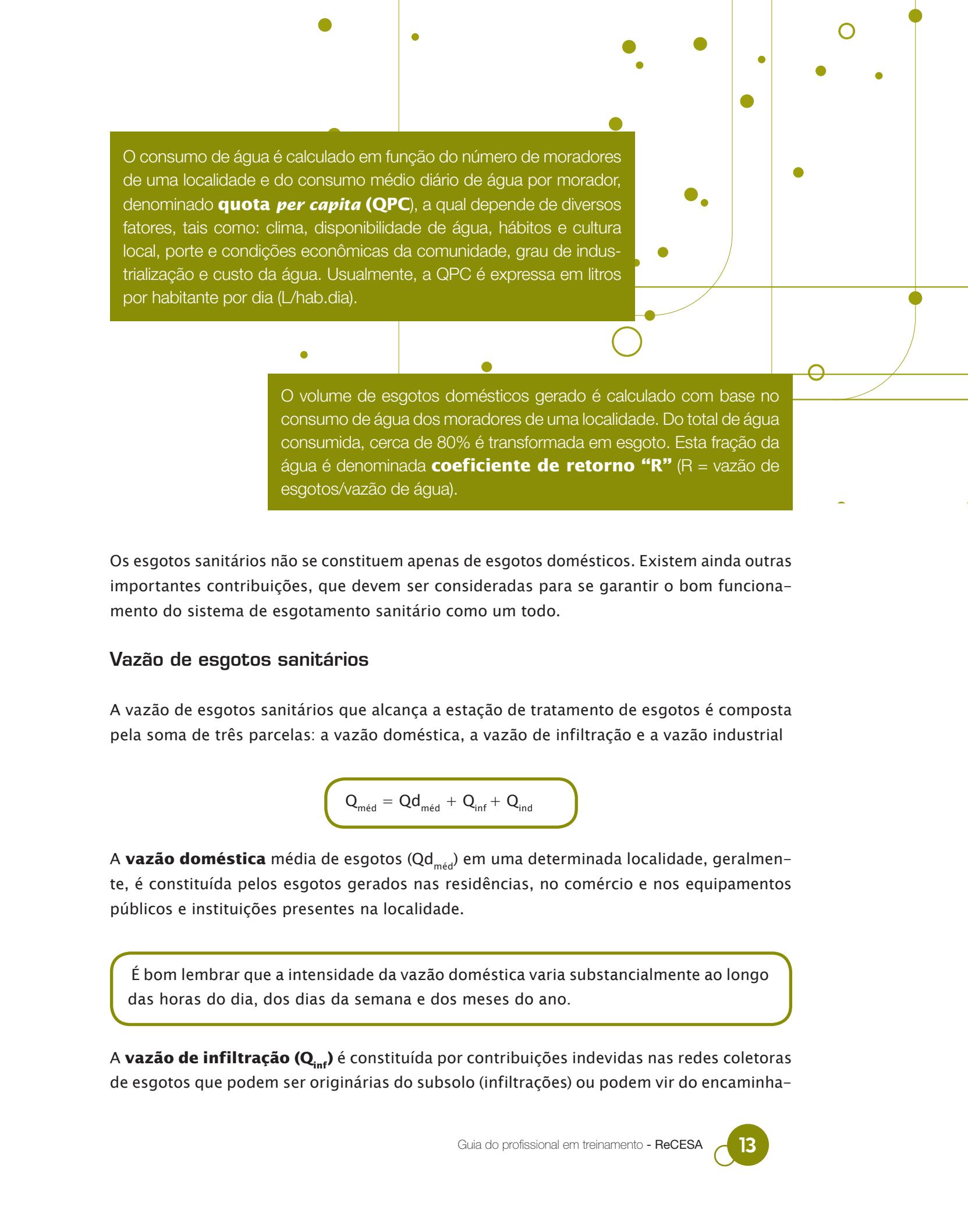
Vamos iniciar a nossa discussão sobre o consumo de água e a geração dos esgotos realizando a atividade a seguir.



Reflita e se manifeste...

Qual é a quantidade total de água utilizada na sua residência em um dia? Qual é a quantidade de água gasta por uma pessoa da sua casa em um dia? Qual é o percentual de água consumida em sua casa que será retornado em forma de esgoto doméstico?

Durante a atividade anterior, discutiu-se o quanto você e seus colegas consomem de água e geram de esgoto por dia. Mas como se calcula o consumo de água e o volume de esgotos gerado por uma localidade?



O consumo de água é calculado em função do número de moradores de uma localidade e do consumo médio diário de água por morador, denominado **quota per capita (QPC)**, a qual depende de diversos fatores, tais como: clima, disponibilidade de água, hábitos e cultura local, porte e condições econômicas da comunidade, grau de industrialização e custo da água. Usualmente, a QPC é expressa em litros por habitante por dia (L/hab.dia).

O volume de esgotos domésticos gerado é calculado com base no consumo de água dos moradores de uma localidade. Do total de água consumida, cerca de 80% é transformada em esgoto. Esta fração da água é denominada **coeficiente de retorno “R”** ($R =$ vazão de esgotos/vazão de água).

Os esgotos sanitários não se constituem apenas de esgotos domésticos. Existem ainda outras importantes contribuições, que devem ser consideradas para se garantir o bom funcionamento do sistema de esgotamento sanitário como um todo.

Vazão de esgotos sanitários

A vazão de esgotos sanitários que alcança a estação de tratamento de esgotos é composta pela soma de três parcelas: a vazão doméstica, a vazão de infiltração e a vazão industrial

$$Q_{\text{méd}} = Qd_{\text{méd}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{ind}}$$

A **vazão doméstica** média de esgotos ($Qd_{\text{méd}}$) em uma determinada localidade, geralmente, é constituída pelos esgotos gerados nas residências, no comércio e nos equipamentos públicos e instituições presentes na localidade.

É bom lembrar que a intensidade da vazão doméstica varia substancialmente ao longo das horas do dia, dos dias da semana e dos meses do ano.

A **vazão de infiltração** (Q_{inf}) é constituída por contribuições indevidas nas redes coletoras de esgotos que podem ser originárias do subsolo (infiltrações) ou podem vir do encaminha-

mento inadequado de águas pluviais (águas de chuva). Essa água adentra na rede coletora através de tubos defeituosos, juntas, conexões, poços de visita etc.

A **vazão industrial** depende do tipo e porte da indústria, grau de reciclagem da água, existência de pré-tratamento etc.

Vamos fazer o exemplo explicativo, para entender melhor!

Qual a vazão de esgotos sanitários de uma determinada localidade, considerando os dados a seguir:

- População: 15.000 hab.
- Quota *per capita*: 250 L/hab.d
- Coeficiente de retorno: 0,8
- Comprimento da rede coletora de esgotos: 30 km
- Vazão industrial: 2 L/s

Resolvendo:

Cálculo da vazão doméstica média

$$Q_{d_{m\acute{e}d}} = \frac{15.000 \text{ hab.} \times 250 \text{ L/hab.d} \times 0,8}{86400} = 34,72 \text{ L/s}$$

Cálculo da vazão de infiltração

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em sua Norma Brasileira (NBR) 9649, cita a faixa de 0,05 a 1,0 L/s.km, ou seja, para cada quilômetro (km) de rede coletora de esgoto tem-se uma vazão de infiltração entre a faixa de 0,05 a 1,0 L/s.

- Valor adotado: 0,05 L/s. km
- $Q_{inf} = 0,05 \text{ L/s.km} \times 30 \text{ km} = 1,5 \text{ L/s}$

Cálculo da vazão industrial

- Valor fornecido - $Q_{ind} = 2,0 \text{ L/s}$

Cálculo da vazão média de esgotos sanitários

- $Q_{m\acute{e}d} = 34,72 \text{ L/s} + 1,5 \text{ L/s} + 2,0 \text{ L/s}$
- $Q_{m\acute{e}d} = 38,22 \text{ L/s}$

O valor da vazão média de esgotos sanitários é igual a 38,22 L/s

Agora já sabemos como se determina a quantidade de esgotos gerados numa localidade. Você sabe quais são os poluentes presentes nos esgotos? A caracterização dos esgotos é importante para a concepção dos sistemas de esgotamento sanitário, sendo fundamental para sabermos o potencial dos esgotos como poluidor e contaminador das águas e, também, o que fazer para reduzir esse potencial.

Caracterização dos esgotos domésticos

As características dos esgotos, de uma forma geral, são determinadas pelas impurezas incorporadas à água em decorrência do uso para o qual ela foi destinada. Vamos, agora, discutir as impurezas presentes nos esgotos domésticos e os principais parâmetros utilizados para a sua caracterização.

Reflita e se manifeste...



Quais as impurezas que vocês esperam encontrar no tanque, na máquina de lavar roupa, na pia de cozinha, no vaso sanitário, na pia do banheiro e no chuveiro?



Chuveiro e pia de banheiro.



Equipamentos de limpeza.



Vaso sanitário.



Pia de cozinha.

Vimos que diferentes impurezas são incorporadas à água em cada uma das fontes de geração citadas (pia, chuveiro, vaso sanitário etc). Contudo, quais são os principais parâmetros utilizados para a caracterização dos esgotos?

Parâmetros de caracterização dos esgotos domésticos

As características dos esgotos são relacionadas aos usos a qual a água foi submetida. Esses usos e a forma como são exercidos variam com o clima, com a situação social e econômica, com a cultura e com os hábitos da população. Para traduzir o caráter ou o potencial poluidor dos esgotos, são utilizados parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Quais parâmetros de caracterização você conhece? Quais os impactos sobre o meio ambiente e quais riscos à saúde estão associados a esses parâmetros?

Os principais parâmetros de caracterização dos esgotos, agrupados em função do seu potencial como poluidor e contaminador de um curso d'água, são apresentados no quadro a seguir.

Principais parâmetros de caracterização dos esgotos

	Aspectos de interesse	Faixas típicas no esgoto bruto
Sólidos	Todos os contaminantes da água, com exceção dos gases, contribuem para a carga de sólidos.	ST = 700 – 1350 mg/L SSed = 10-20mg/L
	Os sólidos presentes nos esgotos podem ser estimados a partir dos sólidos totais (ST) e sedimentáveis (SSed).	
Indicadores de matéria orgânica	A matéria orgânica é o principal problema de poluição dos corpos d'água, por ser o alimento dos microrganismos que utilizam oxigênio dissolvido na água (OD) para degradá-la, reduzindo a concentração de OD presente nas águas.	DBO = 250 – 400 mg/L DQO = 450 – 800 mg/L
	A quantificação da matéria orgânica presente nos esgotos é, usualmente, realizada de forma indireta através das análises laboratoriais da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e da Demanda Química de Oxigênio (DQO).	

Continua ►

	Aspectos de interesse	Faixas típicas no esgoto bruto
Nutrientes	<p>Os principais nutrientes de interesse para a engenharia sanitária, na caracterização de esgotos sanitários, são: o nitrogênio (N) e o fósforo (P).</p> <p>Os nutrientes são essenciais para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica e para o crescimento de plantas aquáticas (algas), podendo em certas condições conduzir a fenômenos de eutrofização de lagos e represas.</p>	<p>Nitrogênio total = 35 - 60 mgN/L Fósforo = 4 - 15 mgP/L</p>
Indicadores de contaminação fecal	<p>Diversos organismos capazes de causar doenças nos homens e nos animais podem ser encontrados nos esgotos.</p> <p>Os principais grupos são as bactérias, os vírus, os protozoários e os helmintos.</p> <p>Os principais parâmetros empregados para a avaliação do potencial do esgoto como contaminador das águas são os coliformes termotolerantes (C_{ter}) e os ovos de helmintos.</p>	$C_{ter} = 10^6 \text{ a } 10^9 \text{ org/100mL}$ Ovos de helmintos = 0 a 1.000 org/100mL



A possível presença de agentes patogênicos ressalta a importância das ações de segurança visando à proteção dos trabalhadores dos sistemas de esgotamento sanitário, tais como utilizar equipamentos de proteção individual (EPI), realizar a vacinação dos trabalhadores, lavar e esterilizar as mãos e as ferramentas utilizadas após atividades operacionais, enfim, seguir sempre os procedimentos de segurança.

Você utiliza equipamentos de proteção individual (EPI) e proteção coletiva (EPC) em seu trabalho?

Agora que discutimos a geração de esgotos e as suas principais características, vamos discutir os impactos do lançamento de esgotos nos cursos d'água.

OBJETIVOS:

- Discutir os conceitos de poluição e contaminação das águas.

- Identificar as fontes, as consequências e as técnicas de controle da poluição das águas.

- Discutir os fenômenos de autodepuração, de decaimento bacteriano e de eutrofização.

- Apresentar a legislação ambiental.

Impactos do lançamento de esgotos nos cursos d'água

Nesse conceito-chave vamos discutir aspectos relacionados a poluição e a contaminação das águas, tais como fontes, consequências e técnicas de controle.

Vamos discutir, também, os principais impactos decorrentes do aporte de poluentes nos corpos d'água, quais sejam, a redução da concentração de oxigênio dissolvido decorrente da poluição por matéria orgânica, a contaminação por organismos patogênicos e a eutrofização dos corpos d'água.



Vamos começar esse conceito-chave, discutindo os conceitos de poluição e contaminação das águas.

Poluição e contaminação das águas

Reflita e se manifeste...



O que é a poluição das águas? E contaminação? Quais as fontes de poluição das águas? Quais as consequências da poluição das águas?

Fontes

Consequências

Técnicas de controle

Poluição das águas é a adição de substâncias que alteram a natureza do curso d'água, prejudicando os usos que dele são feitos, a saúde, a segurança e o bem-estar da população.

Contaminação é a presença, de seres patogênicos, que provocam doenças, ou substâncias, em concentração nociva ao ser humano.

Vimos que os esgotos domésticos e industriais e as águas pluviais são as principais fontes de poluição das águas. Essas fontes de poluição estão relacionadas a ciclos internos de uso da água, nos quais, embora permaneça no estado líquido, a água tem as suas características alteradas em decorrência da sua utilização.

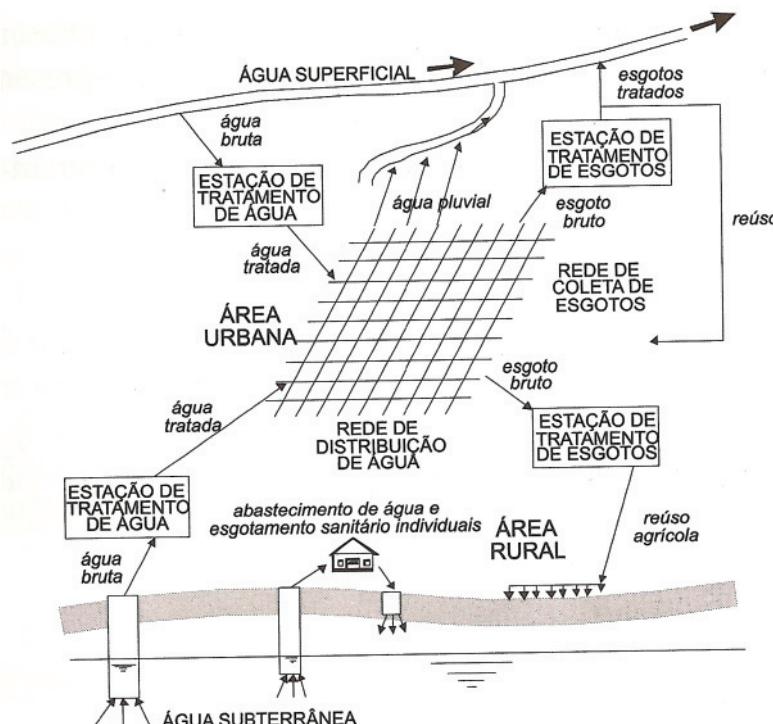
Rotas do uso da água



Reflita e se manifeste...

A figura a seguir apresenta as principais rotas do uso da água de interesse no âmbito do saneamento e meio ambiente.

Em quais locais a água tem a sua qualidade alterada? Onde ocorre a incorporação de poluentes? E a remoção de poluentes? A qualidade da água no rio é melhor a montante ou a jusante da área urbana?



Fonte: adaptado de von Sperling, 2005

A qualidade da água depende das suas características naturais e da forma como o homem usa e ocupa o solo em uma **bacia hidrográfica**.

O gerenciamento dessas rotas do uso da água, isto é, o planejamento, projeto, execução e controle das obras e intervenções necessárias, é essencial para a garantia da qualidade desejada da água em função dos seus usos previstos e devem ser realizados no âmbito da **bacia hidrográfica**.



Bacia Hidrográfica é uma área natural cujos limites são definidos pelos pontos mais altos do relevo (divisores de água ou espiões dos montes ou montanhas) e dentro da qual a água das chuvas é drenada superficialmente pelo curso d'água principal até a sua saída da bacia, no local mais baixo do relevo, ou seja, na foz do curso d'água.

Agora que já discutimos os conceitos de poluição e contaminação dos cursos d'água, vamos tratar dos principais impactos decorrentes do aporte de poluentes nos corpos d'água, quais sejam: a redução da concentração de oxigênio dissolvido decorrente da poluição por matéria orgânica, a contaminação por organismos patogênicos e a eutrofização dos corpos d'água.

Poluição por matéria orgânica (autodepuração dos cursos d'água)

O principal processo de poluição das águas é a redução do teor de oxigênio dissolvido (OD) após introdução de matéria orgânica devido, principalmente, ao lançamento de esgotos. Esse consumo de OD se deve aos processos de degradação da matéria orgânica realizados por microrganismos **aeróbios**, os quais utilizam o oxigênio disponível no meio líquido para a sua respiração.

Aeróbios – em presença de oxigênio.

Anaeróbios – na ausência de oxigênio.

Reflita e se manifeste...



Você sabe o que significa o fenômeno de autodepuração dos cursos d'água?

Vamos agora compreender melhor esse importante fenômeno!

A autodepuração corresponde ao restabelecimento do equilíbrio no curso d'água, após as alterações provocadas pelo lançamento de efluentes.

A partir do conhecimento do processo de autodepuração pode-se determinar a qualidade permitida para o efluente a ser lançado, incluindo o nível de tratamento necessário e a eficiência a ser atingida na remoção de matéria orgânica.

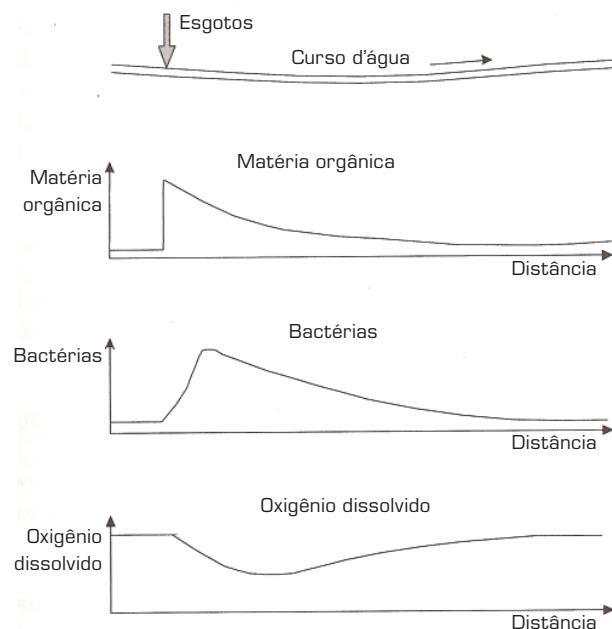
Autodepuração dos cursos d'água

Em condições naturais, coexiste em equilíbrio na água uma elevada diversidade de seres vivos, que constituem a biota aquática. Entre eles as bactérias aeróbias, que utilizam o oxigênio dissolvido (OD) para a sua respiração. Quando o curso d'água recebe o lançamento de esgoto bruto, a introdução da matéria orgânica em abundância proporciona um crescimento excessivo das bactérias aeróbias, ao custo da redução proporcional do OD, utilizado por elas para a degradação da matéria orgânica proveniente do esgoto.

À medida que o corpo receptor segue o seu curso, a concentração de matéria orgânica na água, que apresenta o seu máximo no ponto de lançamento do esgoto, tende a reduzir, em decorrência da ação das bactérias decompositoras.

Com a redução da disponibilidade de alimento (matéria orgânica), o número de bactérias aeróbias reduz, e, consequentemente, a concentra-

ção de OD tende a aumentar – uma vez que o consumo de OD pela respiração desses microrganismos é menor –, até que novas condições de equilíbrio se estabeleçam e a água volte a apresentar as condições normais, similares às existentes antes do lançamento do despejo.



Mistura de poluentes

Quando os esgotos são lançados em um curso d'água, ocorre a mistura desses esgotos com a água. As condições de mistura no ponto de lançamento dos despejos são de particular importância na avaliação do impacto subsequente sobre a qualidade da água, por definirem as condições iniciais a partir das quais fenômenos, como a autodepuração, são desencadeados.

Além disso, a capacidade de diluição exerce grande influência na habilidade do corpo receptor em assimilar a carga poluidora dos despejos.

Um curso d'água com pequena capacidade de diluição sofrerá, de forma mais expressiva os efeitos da poluição, ao passo que um corpo d'água de grande vazão, ao receber uma pequena vazão de esgotos, poderá não sofrer impactos significativos.

No caso de cursos d'água intermitentes (escoam durante as estações de chuvas e secam nos períodos de estiagem), no período de seca, não há diluição, e a concentração no rio, a partir do ponto de lançamento, é igual à concentração dos despejos. Nas condições de seca, estarão escoando no fundo da calha do curso d'água, apenas os despejos, sujeitos a infiltração e evaporação. Mesmo que tratados, esses esgotos não poderão dar sustento a vários usos previstos para o curso d'água.

Contaminação por microrganismos patogênicos

Nós sabemos que os esgotos domésticos contêm uma grande quantidade de microrganismos, e que, entre eles, os agentes **patogênicos** podem estar presentes.

Patogênicos são os microrganismos capazes de causar doenças.

Vamos, coletivamente, lembrar quais são as principais doenças relacionadas com esses organismos, as formas de transmissão e de prevenção.

Grupo de doenças	Principais doenças	Formas de transmissão	Formas de prevenção
Transmissão feco-oral			
Associada a água (uma parte do ciclo da vida do agente infeccioso ocorre na água).			

Continua ►

Grupo de doenças	Principais doenças	Formas de transmissão	Formas de prevenção
Transmitidas por vetores relacionados com a água			
Helmintos transmitidos pelo solo			

A contaminação por organismos patogênicos, decorrentes do lançamento de esgotos nos cursos d'água, causa restrições aos usos da água como abastecimento de água potável e irrigação. Esses aspectos ressaltam a importância do estudo do comportamento dos organismos patogênicos nos cursos d'água.

A maioria dos agentes transmissores de doenças tem no trato intestinal humano as condições ótimas para o seu crescimento e reprodução. Uma vez submetidos às condições adversas prevalecentes no curso d'água, eles tendem a decrescer em número, caracterizando o assim chamado decaimento bacteriano. No ponto de lançamento do despejo, ocorre a concentração máxima desses microrganismos. Ao longo do curso d'água, o número de microrganismos diminui.

Eutrofização

A eutrofização é o crescimento excessivo de algas, em níveis tais que possam causar interferências com os usos desejáveis do corpo d'água. A eutrofização ocorre usualmente em lagos, lagoas e represas, devido ao excesso de nutrientes, principalmente, nitrogênio e fósforo.

As principais consequências da eutrofização são:

- Frequentes florações das águas.
- Crescimento excessivo da vegetação.
- Distúrbios com mosquitos e insetos.
- Eventuais maus odores.
- Eventuais mortandades de peixes.
- Condições anaeróbias.
- Eventuais problemas de toxicidade.
- Maior dificuldade e elevação nos custos de tratamento da água.
- Redução na navegação e capacidade de transporte.
- Desaparecimento gradual do lago como um todo.

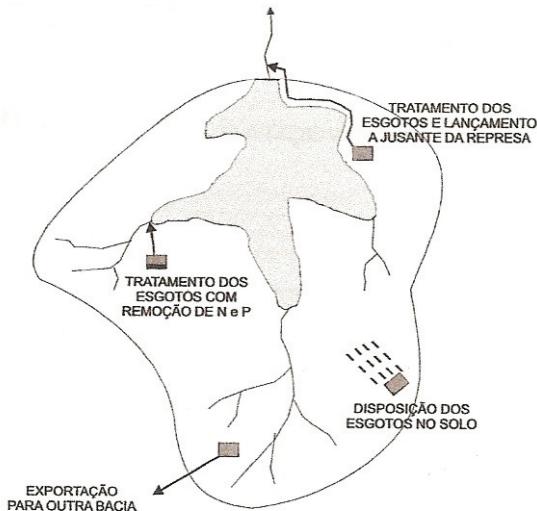


As principais medidas de prevenção e controle da eutrofização são listadas a seguir, agrupadas de acordo com a fonte de poluição:

Fonte: von Sperling, 2005

Controle dos esgotos

- Tratamento dos esgotos com remoção de nutrientes.
- Tratamento convencional dos esgotos e lançamento a jusante da represa.
- Transposição dos esgotos para outra bacia que não possua lagos e represas, seguida por tratamento convencional.
- Infiltração dos esgotos no solo.



Controle das águas pluviais

- Controle do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica.
- Faixa verde ao longo da represa e tributários.
- Construção de barragens de contenção.

Discussimos os três principais impactos relacionados ao lançamento de efluentes em cursos d'água. Mas, como garantir a qualidade da água ao longo do corpo receptor após o ponto de lançamento do despejo?

Para isso existe uma legislação ambiental específica associada à qualidade das águas, embasada nos seus usos para definição da sua qualidade desejada e distinguindo os padrões de lançamento e de corpo receptor, que serão discutidos a seguir.

Padrões ambientais: padrão de lançamento e padrão de corpos d'água

No Brasil, a Resolução CONAMA nº 357, de 17/03/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água, divide as águas doces em cinco classes, em função dos usos predominantes da água.

Classificação simplificada das águas doces em função dos usos a que se destinam

Uso da água	classe				
	especial	1	2	3	4
Abastecimento doméstico	X	X	X	X	
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas		X			
Recreação de contato primário		X	X		
Proteção das comunidades aquáticas	X	X			
Irrigação	X	X	X		
Pesca		X	X		
Dessedentação de animais				X	
Navegação					X
Harmonia paisagística					X

Para cada classe, a qualidade a ser mantida no curso d'água é determinada pelos padrões dos cursos d'água.

Essa Resolução apresenta ainda alguns padrões para o lançamento de efluentes nos cursos d'água e estabelece que os órgãos ambientais deverão fixar a carga poluidora máxima para o lançamento de poluentes nos corpos receptores, de modo a não comprometer as metas estabelecidas pelo enquadramento para o corpo d'água.

A Resolução CONAMA 375/2005 pode ser encontrada na internet, no endereço (site) do Ministério do Meio Ambiente – <http://www.mma.gov.br>

Ambos os padrões estão inter-relacionados e têm como objetivo a preservação da qualidade do curso d'água.

O lançamento dos efluentes nos cursos d'água é permitido desde que os padrões do corpo receptor e de lançamento de efluentes sejam atendidos.

Para permitir o atendimento aos padrões ambientais e, consequentemente, a qualidade desejada da água em função dos seus usos preponderantes, via de regra, é necessário o tratamento dos esgotos antes do seu lançamento nos cursos d'água.

Discutimos os principais impactos do lançamento de efluentes em cursos d'água (poluição por matéria orgânica, contaminação por microrganismos patogênicos e eutrofização) os

padrões de qualidade dos cursos d'água e de lançamento dos efluentes. Vimos que para evitar os impactos negativos devido ao lançamento de efluentes em cursos d'água e garantir a qualidade da água nos cursos d'água, é necessário o tratamento dos esgotos domésticos. Esse é o assunto do nosso próximo conceito-chave!

OBJETIVOS:

- Refletir sobre os objetivos e as consequências da implantação dos sistemas de esgotamento sanitário para o ambiente e para a saúde das pessoas.

- Problematizar a relação entre saúde e saneamento.

- Apresentar e discutir diferentes níveis e sistemas de tratamento de esgotos.

Processos de tratamento de esgotos

Sabemos que, caso não seja dada uma adequada destinação aos esgotos, esses passam a escoar a céu aberto, poluindo o solo, contaminando as águas superficiais e subterrâneas e constituindo-se em perigosos focos de disseminação de doenças. Desta forma, os dejetos gerados pelas atividades humanas, comerciais e industriais necessitam ser coletados, transportados, tratados e dispostos adequadamente, de forma que não gerem ameaça à saúde e ao meio ambiente.

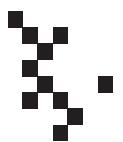
Inicialmente, vamos discutir um pouco os sistemas de esgotamento sanitário.

Sistemas de esgotamento sanitário

Reflita e se manifeste...



Para onde vai o esgoto gerado em sua residência? Você conhece alguma localidade na qual esse destino é diferente? Por que os sistemas de esgotamento sanitário são importantes?



Os sistemas de esgotamento sanitário são um conjunto de obras e instalações que tem como objetivo a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final das águas residuárias da comunidade.

A implantação de sistemas de esgotamento sanitário em uma comunidade tem como **objetivos**:

- Coleta dos esgotos de maneira individual ou coletiva.
- Afastamento rápido e seguro dos esgotos.
- Tratamento e disposição sanitariamente adequada dos esgotos tratados.

E como **conseqüências**:

- Melhoria das condições sanitárias locais.
- Conservação dos recursos naturais.
- Eliminação de focos de poluição e contaminação.
- Eliminação de problemas estéticos desagradáveis.
- Redução das doenças ocasionadas pela água contaminada por dejetos.
- Redução dos recursos aplicados no tratamento de doenças, uma vez que grande parte delas está relacionada com a falta de uma solução adequada de esgotamento sanitário.
- Diminuição dos custos no tratamento de água para abastecimento (que seriam ocasionados pela poluição dos mananciais).

Um sistema coletivo de esgotamento sanitário convencional é constituído de redes coletoras, interceptores, estações elevatórias e estação de tratamento de esgoto.



Partes constitutivas do sistema coletivo convencional

Deve-se reforçar que o sistema de esgotamento sanitário só pode ser considerado completo se incluir a etapa de tratamento.

Nessa oficina de capacitação, vamos centrar o nosso foco nos processos de tratamento de esgotos.

Para saber mais sobre coleta e transporte dos esgotos sanitários, participe das oficinas de “Operação e manutenção de estações elevatórias de esgotos” e “Operação e manutenção de redes coletoras de esgotos”.

Antes de passarmos para o assunto principal dessa oficina de capacitação – tratamento de esgotos – vamos discutir saneamento e saúde.



Reflita e se manifeste...

Para você o que é saúde? E saneamento?

Qual a relação existente entre saúde e saneamento?

Qual a importância do seu trabalho para a saúde e para o meio ambiente?

A Organização Mundial da Saúde (OMS) fornece as seguintes definições para saúde e saneamento

Saúde é o estado de completo bem estar físico, mental e social e não apenas a ausência de doença ou enfermidade.

Saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social.

Como o saneamento controla fatores que podem prejudicar o ambiente e a saúde da população?

Através de uma série de medidas com a finalidade de alcançar a **salubridade ambiental**. Dentre essas medidas, destacam-se os serviços básicos de saneamento: o abastecimento de água; a coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos e das águas residuárias; o manejo de águas pluviais.



Salubridade ambiental é a condição de limpeza em que vive uma determinada população, com o potencial de evitar a disseminação de doenças.

Agora que discutimos a importância dos serviços de saneamento para o meio ambiente e para a saúde pública, vamos discutir os sistemas de tratamento de esgotos.

Sistemas de tratamento de esgotos

A finalidade das técnicas de tratamento é a de remover os poluentes dos esgotos, os quais viriam a causar uma deterioração da qualidade dos corpos d'água e a possibilidade de transmissão de doenças.

Reflita e se manifeste...



Quais são os objetivos do tratamento dos esgotos?

A figura a seguir apresenta uma síntese dos principais objetivos do tratamento dos esgotos.



A remoção de cada um desses poluentes ocorre em níveis diferentes de tratamento.

Em seu município, o esgoto doméstico é tratado? Você sabe o nível de tratamento?

O esgoto pode ser tratado nos seguintes níveis: preliminar, primário, secundário e terciário.



Atividade individual

Complete o quadro a seguir com os poluentes que são removidos em cada um dos níveis de tratamento e os mecanismos utilizados para efetuar essa remoção.

Nível	Poluentes removidos	Mecanismos de remoção
Preliminar		
Primário		
Secundário		
Terciário		

Vamos discutir!

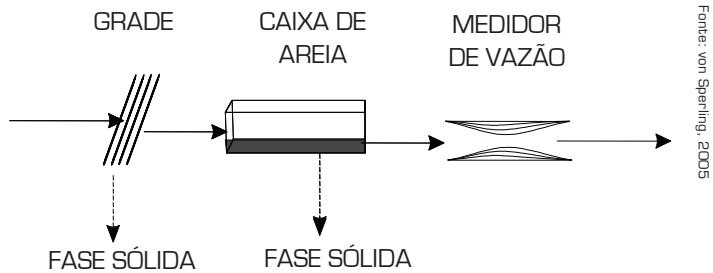
O tratamento preliminar deve estar presente em todas as estações de tratamento de esgotos. Já as unidades do tratamento primário podem ou não estar presentes no fluxograma das estações. No Brasil, em quase todas as estações de tratamento de esgotos, o esgoto é tratado até o nível secundário. Em relação ao nível terciário, pouquíssimas estações adotam esse nível de tratamento.

Vamos agora tratar do tratamento preliminar!

Tratamento preliminar

Quais as unidades constituintes do tratamento preliminar da ETE onde você trabalha?

A figura a seguir apresenta o fluxograma do tratamento preliminar.



Fonte: von Sperling, 2005

Vimos anteriormente que o tratamento preliminar destina-se principalmente à remoção de sólidos grosseiros e areia.

A remoção dos sólidos grosseiros é feita por meio de grades, que podem ser grossas, médias e finas, dependendo do espaçamento entre as barras. A limpeza das grades pode ser realizada de forma manual ou mecanizada.



Grade fina de limpeza
mecanizada



Grade grossa de
limpeza manual

Fonte: ETE Onça, Belo Horizonte/MG

A remoção da areia contida nos esgotos é feita através de desarenadores (caixas de areia), que podem ser manuais ou mecanizados. O mecanismo de remoção da areia é o de sedimentação: a areia, devido às suas maiores dimensões e densidade, vai para o fundo do tanque.



Caixa de areia de
limpeza manual

Fonte: ETE em Juiz de Fora/MG



Desarenador de
limpeza mecanizada

Fonte: ETE Onça, Belo Horizonte/MG



Atividade individual

Preencha o quadro a seguir com as finalidades da remoção de sólidos grosseiros e areia.

Poluente	Finalidades da remoção
Sólidos grosseiros	
Areia	

Vamos discutir!

No tratamento preliminar, além das grades e dos desarenadores, inclui-se também uma unidade para a medição da vazão, a calha Parshall.



Calha Parshall

Vamos agora tratar do tratamento primário!

Tratamento primário

Na ETE em que você trabalha, qual a unidade responsável por esse nível de tratamento?

Os esgotos, após passarem pelas unidades do tratamento preliminar, contêm ainda os sólidos em suspensão não grosseiros, os quais podem ser parcialmente removidos em unidades de sedimentação.

Nos decantadores primários, os esgotos fluem vagarosamente, permitindo que os sólidos em suspensão, por possuírem uma densidade maior que a do líquido, sedimentem-se gradualmente no fundo. Os óleos e graxas, por possuírem uma densidade menor que do líquido, sobem para a superfície dos decantadores, onde são coletados e removidos para posterior tratamento.



Fonte: ETE Arinadas, Belo Horizonte/MG

Decantador primário

Vamos agora tratar do tratamento secundário!

Tratamento secundário

Vários processos de tratamento secundário são concebidos de forma a acelerar os mecanismos de degradação (autodepuração) que ocorrem naturalmente nos corpos receptores.

Reflita e se manifeste...



Qual é o tipo de tratamento secundário adotado na ETE onde você trabalha?

A essência do tratamento secundário de esgotos domésticos é a inclusão de uma *etapa biológica*, onde a remoção (estabilização) da matéria orgânica é efetuada por reações bioquímicas, realizadas por microrganismos aeróbios ou anaeróbios.

Atividade individual



Faça uma lista dos processos de tratamento secundário que você conhece. Eles são aeróbios ou anaeróbios? Marque a alternativa que você considera a mais adequada.

Processo de tratamento	Aeróbio	Anaeróbio

Vamos discutir!

Vamos agora discutir os principais métodos de tratamento! Para tanto vamos realizar a atividade a seguir.



Atividade em grupo

Você e seus colegas devem discutir e apresentar para os demais participantes da oficina as principais características dos processos de tratamento de esgotos apresentados a seguir:

- Lagoas de estabilização.
- Aplicação de efluentes no solo.
- Reatores anaeróbios.
- Lodos ativados.
- Reatores aeróbios com biofilmes.

Assista à aula expositiva do instrutor sobre processos de tratamento de esgotos. Lembre-se que este é um espaço de formação coletiva e que sua contribuição é muito importante. Se você tiver comentários ou dúvidas sobre os assuntos abordados, exponha-os para todos os participantes.

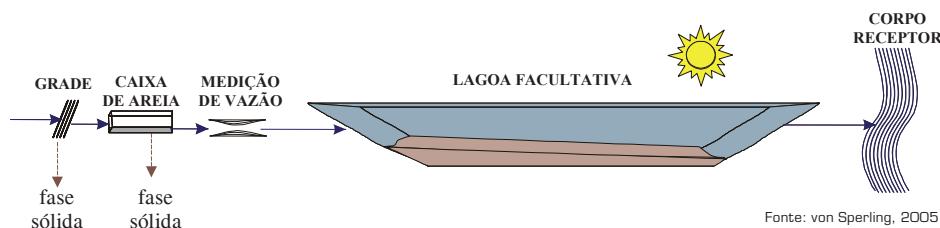
Lagoas de estabilização e variantes

As lagoas de estabilização são grandes bacias rasas com diques de terra nas quais o esgoto bruto é tratado por processos completamente naturais que envolvem algas e bactérias.

Existem três tipos principais de lagoas de estabilização: anaeróbias, facultativas e lagoas de maturação. As lagoas anaeróbias e as facultativas são designadas para remoção de DBO, e as lagoas de maturação são designadas para remoção de bactérias.

Lagoas facultativas

O processo de lagoas facultativas é o mais simples, dependendo apenas de fenômenos naturais. A Figura a seguir apresenta o fluxograma típico desse sistema.

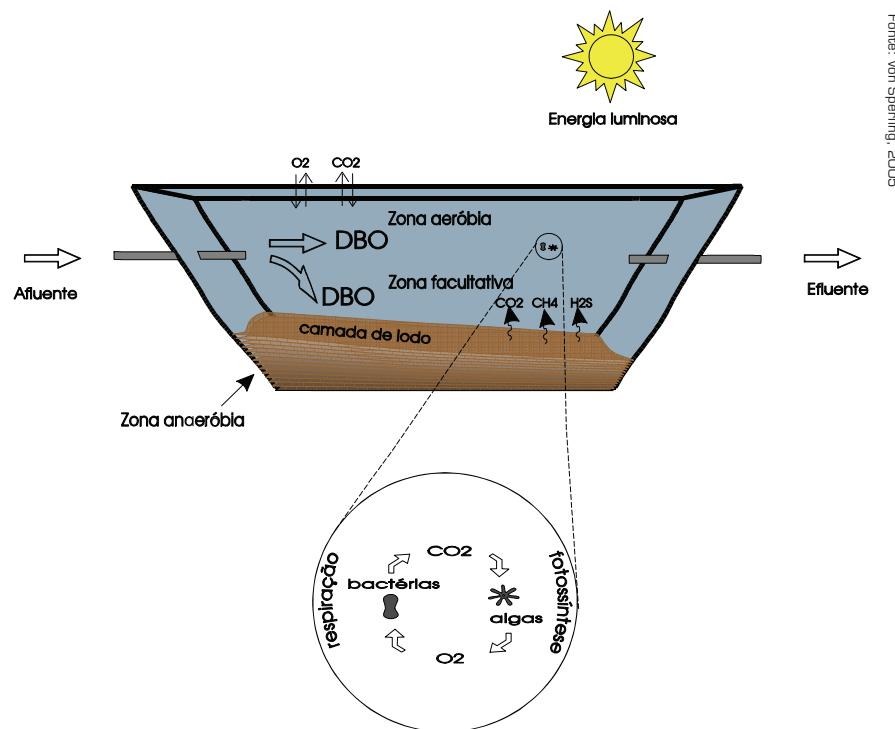


O esgoto afluentes entra em uma extremidade da lagoa e sai na extremidade oposta. Ao longo desse percurso, parte da matéria orgânica em suspensão tende a sedimentar, vindo a constituir o lodo de fundo, que sofre o processo de decomposição por microrganismos anaeróbios.

A matéria orgânica dissolvida, conjuntamente com a matéria orgânica em suspensão de pequenas dimensões, não sedimenta, permanecendo dispersa na massa líquida. A sua decomposição se dá através de **bactérias facultativas**.

Bactérias facultativas são aquelas que têm a capacidade de sobreviver tanto na presença quanto na ausência de oxigênio livre.

Essas bactérias utilizam-se da matéria orgânica como fonte de energia, alcançada através da respiração. Na respiração aeróbia, há a necessidade da presença de oxigênio, o qual é suprido ao meio pela fotossíntese realizada pelas algas. Há, assim, um perfeito equilíbrio entre o consumo e a produção de oxigênio e gás carbônico.



Fonte: von Sperling, 2005

Como o processo de lagoas facultativas é essencialmente natural, a estabilização da matéria orgânica ocorre mais lentamente, implicando a necessidade de um elevado **tempo de detenção** na lagoa.

Tempo de detenção é o tempo de permanência do líquido num determinado recipiente ou reator.

A fim de que seja efetiva, a fotossíntese necessita de uma elevada área de exposição para o melhor aproveitamento da energia solar pelas algas, também implicando na necessidade de grandes unidades.

Lagoas anaeróbias - lagoas facultativas

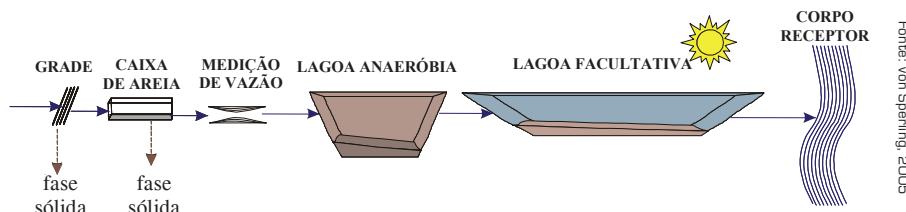
Uma solução para a redução da área total requerida pelo processo de lagoas facultativas é a utilização de lagoas anaeróbias antes das lagoas facultativas.

Fonte: ETE Brasília/DF



Nesse processo, o esgoto bruto entra em uma lagoa de menores dimensões e mais profunda, onde a realização da fotossíntese geralmente não ocorre, criando um ambiente anaeróbio. A decomposição da matéria orgânica nesse tipo de lagoa é apenas parcial, mas alivia a carga para a lagoa facultativa, reduzindo, assim, as suas dimensões.

A Figura a seguir apresenta o fluxograma típico desse sistema.



Fonte: von Sperling, 2005

Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa

Lagoas aeradas facultativas

Para se ter um sistema com dimensões mais reduzidas ainda e, predominantemente, aeróbio, pode-se utilizar a lagoa aerada facultativa.

Nesse tipo de lagoa, o oxigênio é obtido através de aeradores. Esses equipamentos causam um grande turbilhonamento na água, que propicia a penetração do oxigênio atmosférico na massa líquida, onde ele se dissolve. Com isto, consegue-se uma maior introdução de oxigênio, permitindo que a decomposição da matéria orgânica se dê mais rapidamente. Em decorrência, o tempo de detenção do esgoto na lagoa pode ser menor, reduzindo o requisito de área.



Fonte: <http://www.belafranca.com.br/tratamento/foto25.jpg>

A lagoa continua a ser denominada facultativa, pelo fato de o nível de energia introduzido pelos aeradores ser suficiente apenas para a oxigenação, mas não para manter os sólidos em suspensão na massa líquida.

A Figura a seguir apresenta o fluxograma típico desse sistema.



Fonte: von Sperling, 2005

Lagoa aerada facultativa

Lagoas aeradas de mistura completa – lagoas de decantação

Uma forma de se reduzir ainda mais o volume da lagoa aerada é o de se aumentar o nível de aeração, fazendo com que o turbilhonamento permita que todos os sólidos sejam mantidos em suspensão no meio líquido.

Entre os sólidos mantidos em suspensão e em mistura completa, incluem-se, além da matéria orgânica do esgoto bruto, também as bactérias (biomassa). O maior contato matéria orgânica-bactérias faz com que a eficiência do sistema aumente bastante, permitindo que o volume da lagoa aerada seja bastante reduzido.

No entanto, embora a mistura completa aumente a eficiência dessa lagoa na remoção da matéria orgânica, como a biomassa permanece em suspensão em todo o volume da lagoa, ela pode sair com o efluente da lagoa.

Para solucionar esse eventual problema, após as lagoas aeradas de mistura completa são utilizadas lagoas de decantação, visando à sedimentação dos sólidos em suspensão (biomas-sa). Nessas lagoas, os sólidos vão para o fundo, onde são armazenados por um período de alguns anos, após o qual são removidos.

A Figura a seguir apresenta o fluxograma típico do sistema de lagoa aerada de mistura completa seguida de lagoa de decantação.



Lagoa aerada de mistura completa + lagoa de decantação

Lagoas de maturação

As lagoas de maturação possibilitam um polimento no efluente de qualquer dos sistemas de lagoas de estabilização ou mesmo de qualquer sistema de tratamento de esgotos. O principal objetivo das lagoas de maturação é o da remoção de organismos patogênicos.



Fonte: http://www.finap.gov.br/prosab/images/imagens_torres/4_foto_dfc_esgoto_22.gif

Nas lagoas de maturação, a eficiência na remoção de coliformes é elevadíssima e, usualmente, atingem ainda remoção total de ovos de helmintos.

Vamos, coletivamente, elaborar uma lista das vantagens e desvantagens do processo de tratamento por lagoas de estabilização!

Vantagens

Desvantagens

Aplicação de efluentes no solo

A aplicação de esgotos no solo pode ser considerada uma forma de disposição final, de tratamento, ou ambos.

Um poluente no solo tem, basicamente, quatro possíveis destinos:

- Retenção na matriz do solo.
- Retenção pelas plantas.
- Aparecimento na água subterrânea.
- Coleta por drenos subsuperficiais.

Vamos coletivamente lembrar os sistemas de aplicação no solo mais comuns!

Sistemas com base no solo	Sistemas com base na água

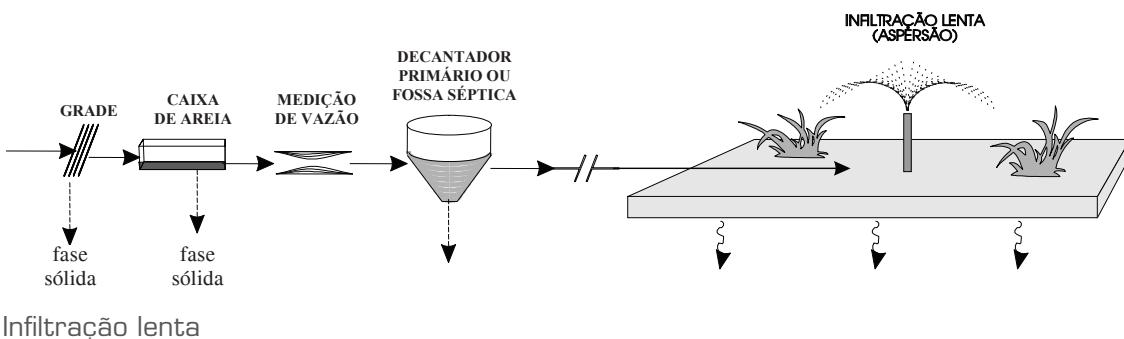
A seleção do método de tratamento é função de vários fatores, incluindo a eficiência requerida, condições climáticas, profundidade da água subterrânea, permeabilidade do solo, declividade etc.

Irrigação

Os sistemas de irrigação podem ser classificados em dois tipos: sistemas de infiltração lenta e sistemas de irrigação de culturas.

O objetivo principal dos sistemas de infiltração lenta é o tratamento de esgotos, já nos sistemas de irrigação de culturas, também chamados de fertirrigação, o objetivo principal é o reúso da água para produção agrícola.

Na infiltração lenta, o esgoto pode ser aplicado ao solo por meio de aspersores, onde parte do esgoto evapora, parte percola e a maior parte é absorvida pelas plantas, que assimilam os nutrientes necessários para seu desenvolvimento. A Figura a seguir apresenta o fluxograma típico do sistema de infiltração lenta.



Fonte: von Sperling, 2005

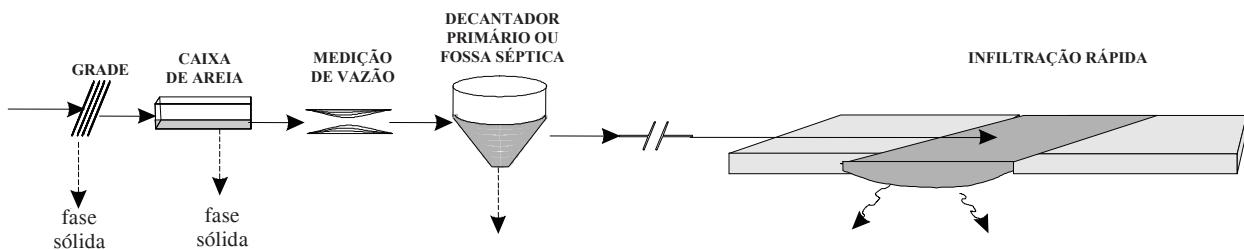
Infiltração lenta

Os sistemas de fertirrigação são projetados para a aplicação de águas resíduárias ao solo, em quantidades compatíveis com as necessidades de nutrientes para as culturas. As taxas de aplicação são baseadas nas necessidades de irrigação da cultura e na eficiência de aplicação do sistema de distribuição.

Infiltração rápida (infiltração – percolação)

No sistema de infiltração – percolação ou infiltração rápida, o objetivo é fazer com que as águas resíduárias sejam purificadas pela ação filtrante do solo.

Para infiltração rápida no solo, as águas resíduárias são dispostas em “tabuleiros” rasos e sem revestimento, onde a maior parte do líquido percola pelo solo, sofrendo assim o tratamento, à exceção da parcela que evapora. A Figura a seguir apresenta o fluxograma típico do sistema de infiltração rápida.



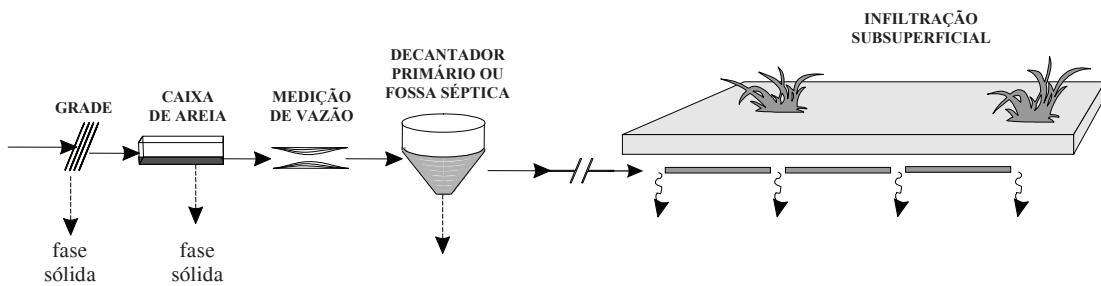
Fonte: von Sperling, 2005

Infiltração rápida

O método de infiltração – percolação é o que requer a menor área, dentre os processos de disposição no solo.

Infiltração subsuperficial

Nos sistemas de infiltração subsuperficial, o esgoto pré-tratado é aplicado abaixo do nível do solo. A Figura a seguir apresenta o fluxograma típico do sistema de infiltração subperícial.



Fonte: von Sperling, 2005

Infiltração subsuperficial

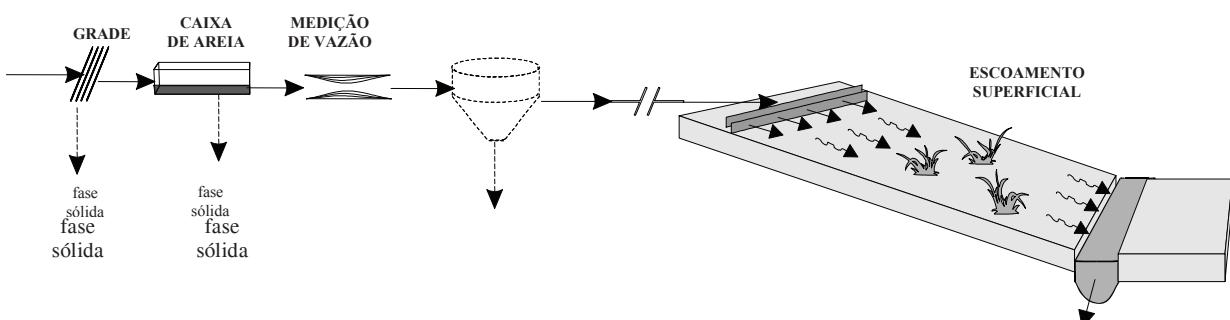
Aplicação com escoamento superficial

Os esgotos são distribuídos na parte superior de terrenos com uma certa declividade, através da qual escoam, até serem coletados por valas na parte inferior. À medida que o efluente percola no terreno, grande parte se evapora, uma menor parte se infiltra no solo, e o restante é coletado em canais, posicionados na parte inferior da rampa de tratamento.



Fonte: Unicamp

A vegetação, associada com a camada de cobertura do solo, atua como um filtro vivo, retirando os nutrientes e dando condições para a retenção e transformação da matéria orgânica presente nos esgotos. A Figura a seguir apresenta o fluxograma típico do sistema de escoamento superficial.



Fonte: von Sperling, 2005

Escoamento superficial

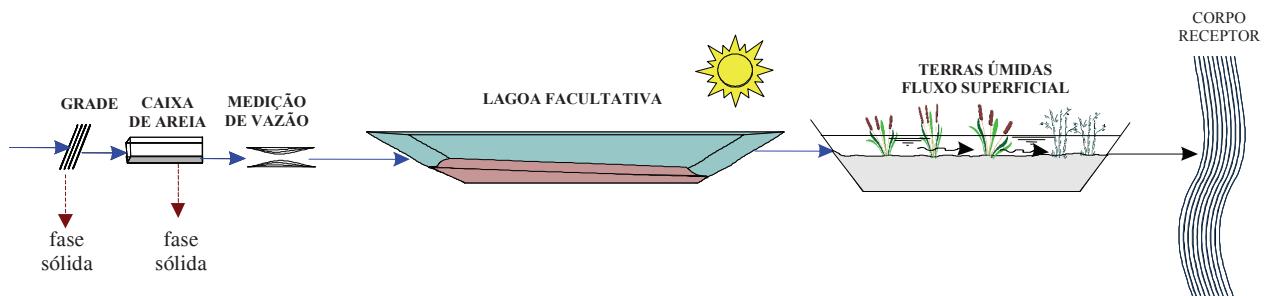
Terras úmidas construídas (Wetlands)

As terras úmidas construídas, *wetlands*, banhados artificiais ou alagados artificiais são denominações utilizadas para designar processos de tratamento de esgotos que consistem de lagoas ou canais rasos, que abrigam plantas aquáticas, e que se baseiam em mecanismos biológicos, químicos e físicos no sistema solo-água-planta que atuam no tratamento dos esgotos.

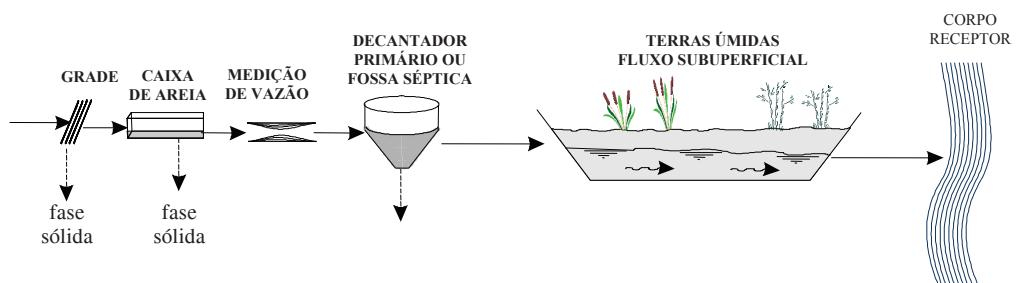


Fonte: <http://www.fairfieldcity.nsw.gov.au/upload/images/SmithfieldWetlandsMay2005.jpg>

O sistema pode ser de fluxo superficial (nível d'água acima do nível do solo) ou subsuperficial (nível d'água abaixo do nível do solo). As Figuras a seguir apresentam os fluxogramas típicos dos sistemas de terras úmidas de fluxo superficial e subsuperficial.



Terras úmidas de fluxo superficial



Terras úmidas de fluxo subsuperficial

Fonte: von Sperling, 2005

Vamos, coletivamente, elaborar uma lista das vantagens e desvantagens dos sistemas de disposição de efluentes no solo!

Vantagens	Desvantagens

Sistemas de lodos ativados

O processo de lodos ativados é bastante utilizado em situações em que se deseja uma elevada qualidade do efluente com baixos requisitos de área.



Tanque de aeração

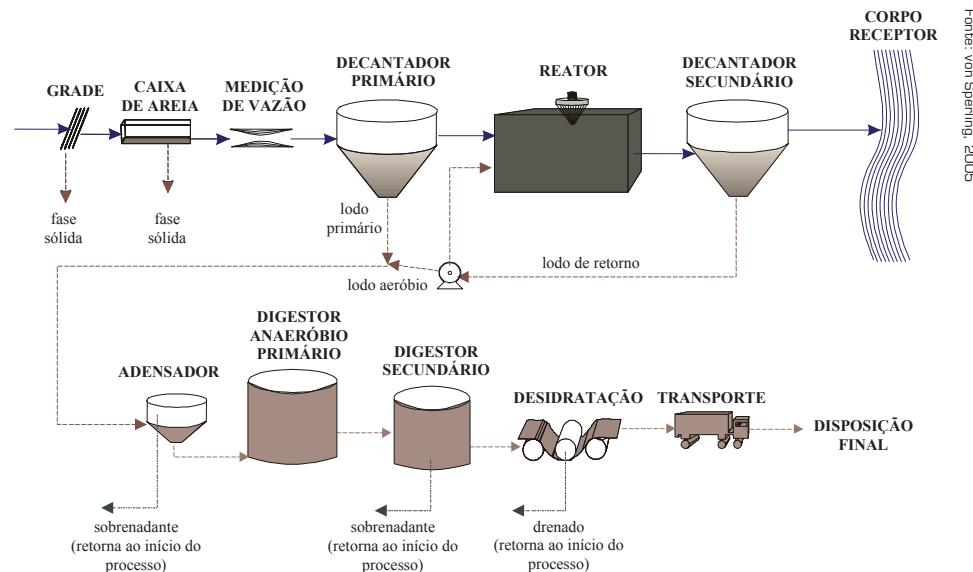
Vamos tratar das duas principais variantes dos sistemas de lodos ativados: convencional e aeração prolongada.

Lodos ativados convencional

O processo consiste na estabilização da matéria orgânica por microrganismos aeróbios. O princípio básico do processo de lodos ativados é o retorno das bactérias presentes no decantador para o tanque de aeração, aumentando, assim, a concentração de bactérias nesta unidade. Quanto mais bactérias houver em suspensão, maior será o consumo de alimento, ou seja, maior será a assimilação da matéria orgânica presente no esgoto bruto.

Devido à recirculação dos sólidos, estes permanecem no sistema por um tempo superior ao do líquido, o que garante a elevada eficiência do processo de lodos ativados, já que a biomassa tem tempo suficiente para estabilizar praticamente toda a matéria orgânica dos esgotos.

A Figura a seguir apresenta o fluxograma típico do sistema de lodos ativados convencional.



Lodos ativados convencional

No tanque de aeração, devido à entrada contínua de alimento, na forma de DBO, dos esgotos, as bactérias crescem e se reproduzem continuamente. Caso fosse permitido que a população de bactérias crescesse indefinidamente, elas tenderiam a atingir concentrações excessivas no tanque de aeração. Além disso, o decantador secundário ficaria sobrecarregado, e os sólidos não teriam mais condições de sedimentar, vindo a sair com o efluente final. Para contornar esse problema, é necessário que se descarte aproximadamente a mesma quantidade de biomassa que é aumentada por reprodução. Esse é, portanto, o lodo biológico excedente, que pode ser extraído diretamente do reator ou da linha de recirculação. O lodo excedente deve passar pelos processos de **adensamento, digestão e desidratação**.



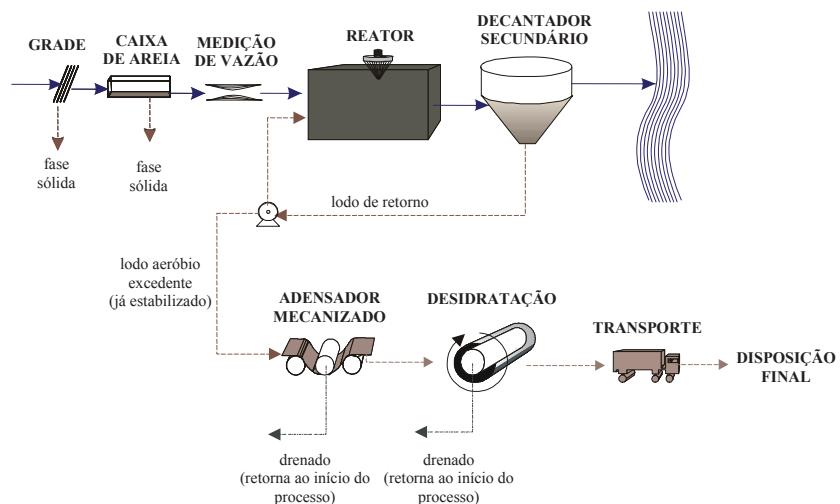
Lodos ativados aeração prolongada

Caso a biomassa permaneça no sistema por um período mais longo, recebendo a mesma carga de DBO de esgoto bruto que o sistema convencional, haverá uma menor disponibilidade de alimento para as bactérias. Devido à maior idade do lodo, o reator possui um maior volume e, em decorrência, uma maior quantidade de biomassa. Portanto, há menos matéria orgânica por unidade de volume do tanque de aeração. Como resultado, as bactérias, para sobreviver, passam a utilizar nos seus processos metabólicos a própria matéria orgânica componente das suas células. Isso corresponde a uma estabilização da biomassa, ocorrendo no próprio tanque de aeração.

Nessa modalidade, o fluxograma do tratamento do lodo requer apenas uma etapa de adensamento e desidratação, dispensando a etapa de digestão (estabilização).

Os sistemas de aeração prolongada usualmente não possuem decantadores primários, para evitar a necessidade de estabilizar o lodo primário. Com isso, obtém-se uma grande simplificação no fluxograma do processo: não há decantadores primários nem unidades de digestão de lodo.

A Figura a seguir apresenta o fluxograma típico do sistema de lodos ativados aeração prolongada.



Fonte: von Sperling, 2005

Lodos ativados aeração prolongada

A consequência dessa simplificação do sistema é o maior gasto com energia para aeração, já que o lodo é estabilizado aerobiamente no reator. Por outro lado, a reduzida disponibilidade de alimento e a sua praticamente total assimilação fazem com que a aeração prolongada seja um dos processos de tratamento dos esgotos mais eficientes na remoção de DBO.

Vamos, coletivamente, elaborar uma lista das vantagens e desvantagens do processo de tratamento por lodos ativados!

Vantagens	Desvantagens

Reatores aeróbios com biofimes

Nesse sistema, a biomassa cresce aderida a um meio suporte. Como exemplos desse sistema podem-se citar: filtro de baixa carga, filtro de alta carga, biofiltro aerado submerso e o biodisco.

Filtros biológicos percoladores

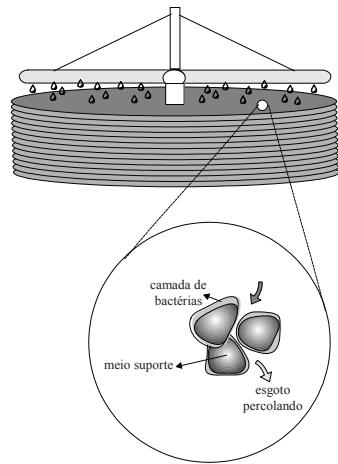
No processo de filtros biológicos percoladores, a biomassa ao invés de crescer dispersa em um tanque ou lagoa, cresce aderida a um meio suporte.

Um filtro biológico comprehende, basicamente, um leito de material grosso (por exemplo, brita), sobre o qual os esgotos são aplicados sob a forma de gotas ou jatos. Após a aplicação, os esgotos percolam pela camada suporte, em direção aos drenos de fundo. A matéria orgânica é estabilizada pelas bactérias aeróbias aderidas ao meio suporte.



Fonte: ETE Laborneaux - Itabira / MG

Filtro biológico percolador



Fonte: von Sperling, 2005

Representação esquemática

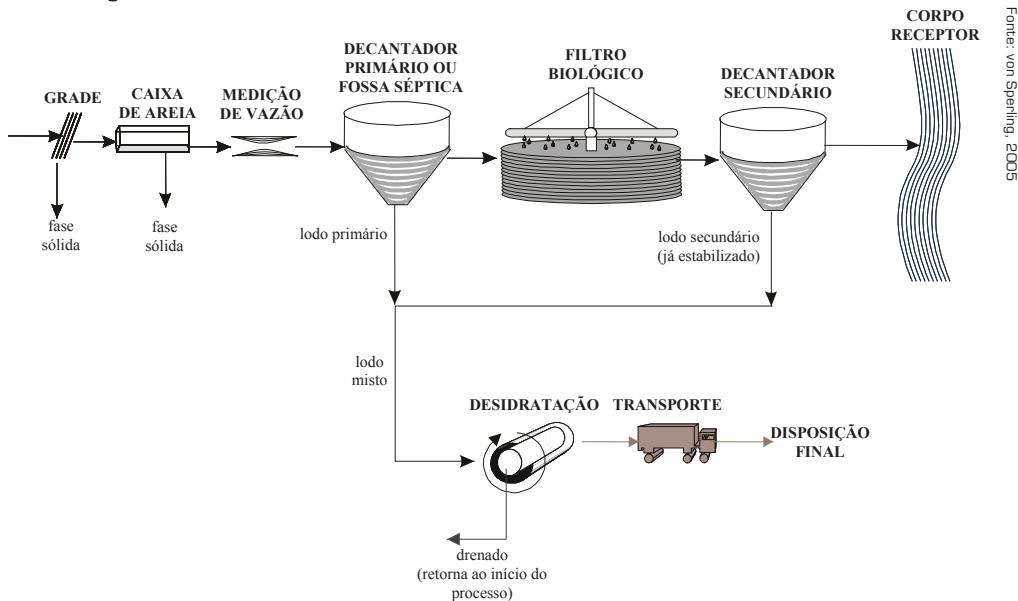
À medida que a biomassa cresce na superfície das pedras, o espaço vazio tende a diminuir, fazendo com que a velocidade de escoamento nos poros aumente e com que o material aderido seja desalojado. Essa é uma forma natural de controle da população microbiana no meio. O lodo desalojado deve ser removido nos decantadores secundários, de forma a diminuir o nível de sólidos em suspensão no efluente final.

Filtros biológicos percoladores de baixa carga

Nesse tipo de processo, a disponibilidade de alimentos é menor, o que resulta em uma estabilização parcial do lodo e em uma maior eficiência na remoção de DBO.

Pelo fato de o lodo biológico excedente estar estabilizado, é necessária apenas a etapa de desidratação.

A Figura a seguir apresenta o fluxograma típico do sistema de filtros biológicos percoladores de baixa carga.



Fonte: von Spedding, 2005

Filtro biológico percolado de baixa carga

Filtros biológicos percoladores de alta carga

Os filtros biológicos percoladores de alta carga, por receberem uma maior carga de DBO por unidade de volume de leito, apresentam as seguintes diferenças principais em relação aos de baixa carga:

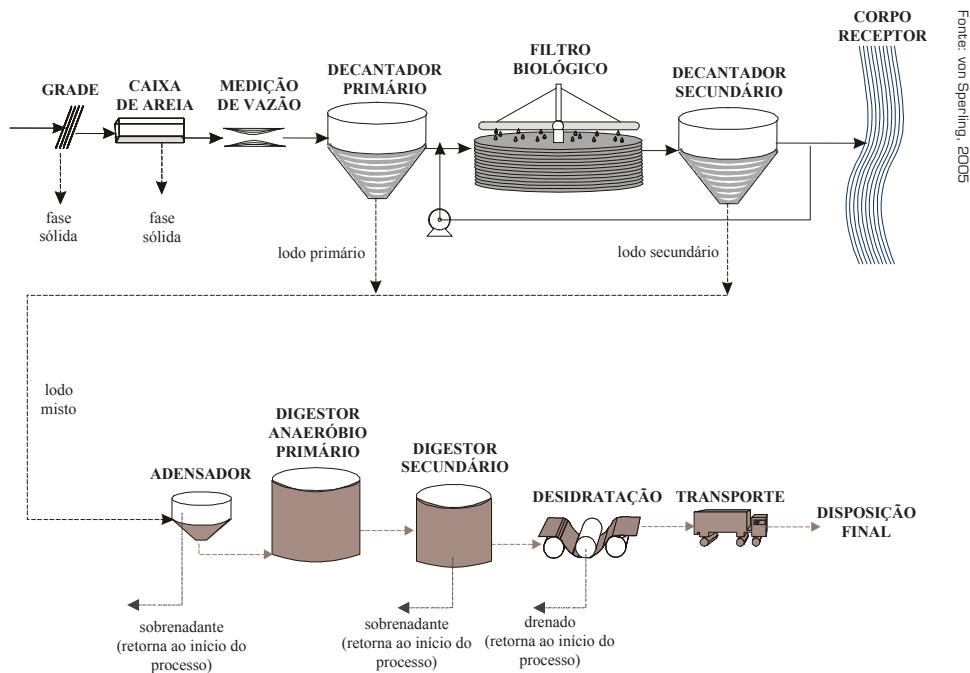
- Os requisitos de área são menores.
- Há uma ligeira redução na eficiência de remoção de matéria orgânica.
- O lodo não é digerido no filtro.
- Ocorre a recirculação do efluente.

A recirculação do efluente é feita para:

- Manter a vazão aproximadamente uniforme durante todo o dia.
- Equilibrar a carga afluente.
- Possibilitar uma nova chance de contato da matéria orgânica efluente.
- Trazer oxigênio dissolvido para o líquido afluente.

No caso dos filtros percoladores de alta carga, o lodo biológico excedente não se encontra estabilizado, pelo fato de haver suprimento suficiente de alimento para a biomassa, a qual não tem a necessidade de se autoconsumir, como no caso dos filtros de baixa carga. Por esse motivo, o tratamento do lodo deve incluir, não apenas a remoção da umidade (adensamento e desidratação), mas também a digestão.

A Figura a seguir apresenta o fluxograma típico do sistema de filtros biológicos percoladores de alta carga.



Filtro biológico percolado de alta carga

Vamos, coletivamente, elaborar uma lista das vantagens e desvantagens dos filtros biológicos percoladores!

Vantagens	Desvantagens

Biofiltro aerado submerso

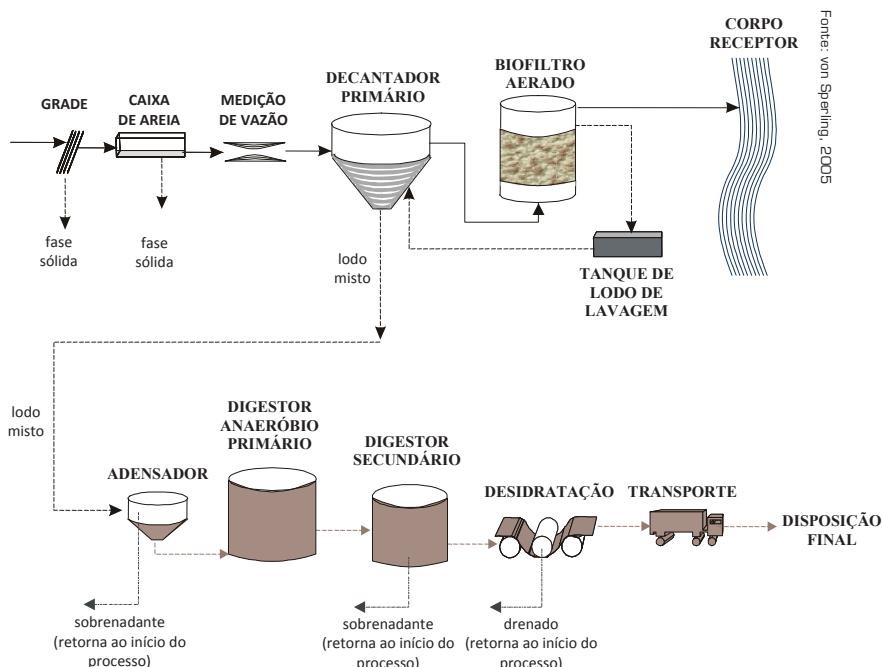
O biofiltro aerado submerso é constituído por um tanque preenchido com um material poroso, através do qual o esgoto e o ar fluem permanentemente.

Há duas principais variantes dos biofiltros aerados: biofiltros com meio granular e filtros biológicos aerados submersos com leito estruturado.

Os **biofiltros (BF)** com meio granular realizam, no mesmo reator, a remoção de compostos orgânicos solúveis e de partículas em suspensão presentes nos esgotos. Além de servir de meio suporte para os microrganismos, o material granular constitui-se em meio filtrante.

Os **filtros biológicos aerados submersos (FBA)** com leito estruturado caracterizam-se pelo enchimento do mesmo tipo utilizado para os filtros biológicos percoladores. Por não possuírem enchimento do tipo granular, não retêm biomassa em suspensão pela ação de filtração e usualmente necessitam de decantadores secundários. O fornecimento de ar para aeração é feito por meio de difusores de bolhas grossas, colocados na parte inferior do filtro e alimentados por sopradores.

A Figura a seguir apresenta o fluxograma típico do sistema de biofiltro aerado submerso.



Biofiltro aerado submerso

Vamos, coletivamente, elaborar uma lista das vantagens e desvantagens dos biofiltros aerados submersos!

Vantagens	Desvantagens

Biodiscos

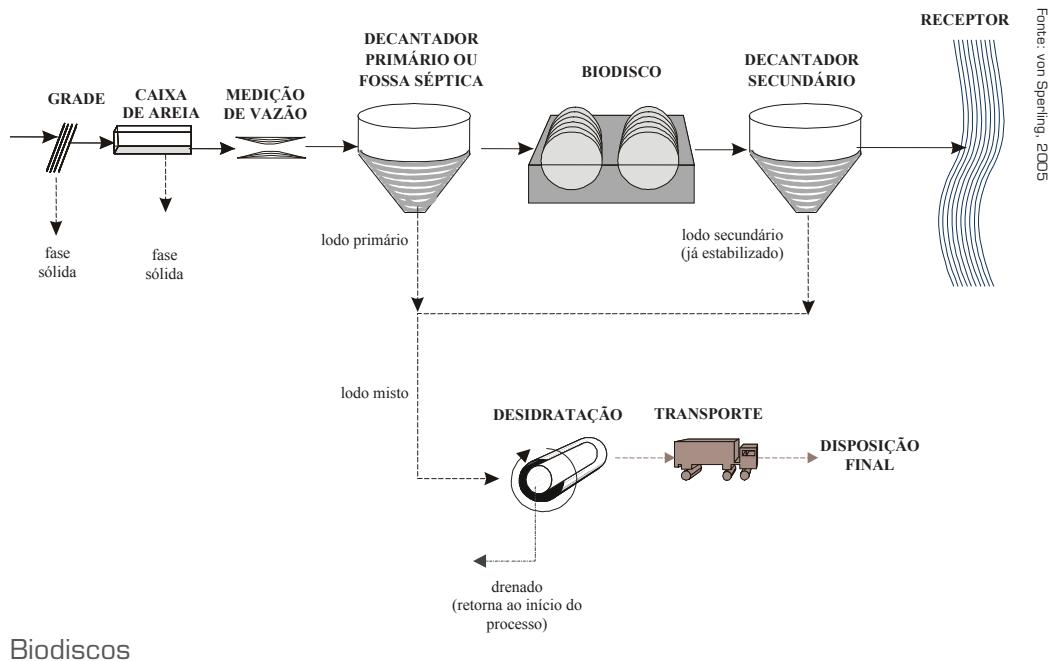
O processo consiste de uma série de discos ligeiramente espaçados, montados em um eixo horizontal.

Ao entrar em operação , os microrganismos no esgoto começam a aderir aos discos, e ali crescem, formando um biofilme. A biomassa ora em contato com o esgoto, ora em contato com o ar, possibilita a aeração do esgoto e a metabolização da matéria orgânica.



Quando a camada biológica atinge uma espessura excessiva, ela se desgarra dos discos. Parte desses organismos que se desgarram é mantida em suspensão no meio líquido, devido ao movimento dos discos, aumentando a eficiência do sistema.

A Figura a seguir apresenta o fluxograma típico do sistema de biodisco.



Fonte: von Spärring, 2005

Biodiscos

Vamos, coletivamente, elaborar uma lista das vantagens e desvantagens dos biodiscos!

Vantagens

Desvantagens

Vamos, agora, tratar dos processos anaeróbios de tratamento de esgotos!

Tratamento anaeróbio

Os tipos mais utilizados de reatores anaeróbios são o filtro anaeróbio e o reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (reator UASB).



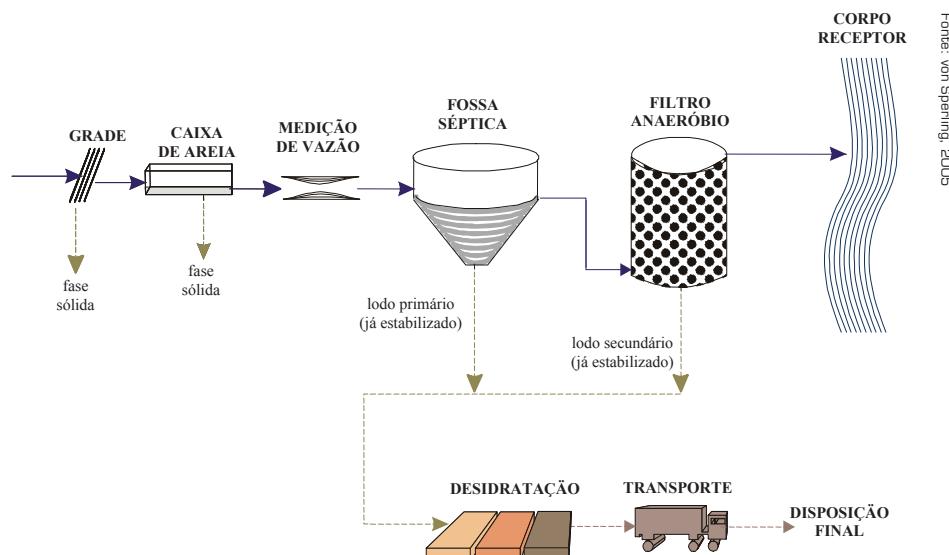
Processo tanque séptico – filtro anaeróbio

O sistema de tanques sépticos seguidos de filtros anaeróbios tem sido bastante utilizado no meio rural e em comunidades de pequeno porte.

O tanque séptico remove a maior parte dos sólidos em suspensão, os quais sedimentam e sofrem o processo de digestão anaeróbia no fundo do tanque. O efluente do tanque séptico é encaminhado ao filtro anaeróbio, o qual efetua a remoção complementar da matéria orgânica, também em condições anaeróbias.

O filtro anaeróbio é um reator em que a biomassa cresce aderida a um meio suporte, usualmente pedras.

A Figura a seguir apresenta o fluxograma típico do sistema de tanque séptico seguido de filtro anaeróbio.



Fonte: von Sperling, 2005

Tanque séptico + filtro anaeróbio

Vamos, coletivamente, elaborar uma lista das vantagens e desvantagens do sistema tanque séptico e filtro anaeróbio!

Vantagens	Desvantagens

Reator UASB

Os reatores UASB constituem-se na principal tendência atual de tratamento de esgotos no Brasil.



Reatores UASB

Fonte: ETE Onça, Belo Horizonte/MG

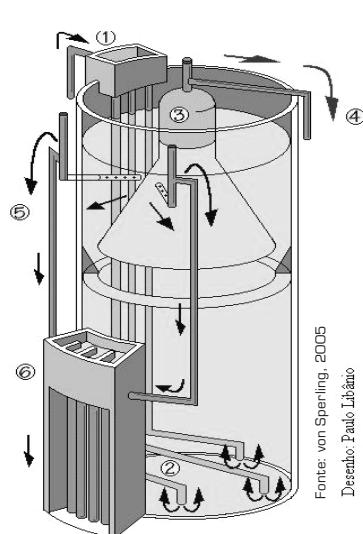
Nos reatores UASB, a biomassa cresce dispersa no meio. Como a concentração de biomassa no reator é bastante elevada, o volume requerido para os reatores anaeróbios de manta de lodo é bastante reduzido.

O processo dos reatores UASB consiste essencialmente de um fluxo ascendente de esgotos através de um leito de lodo denso e de elevada atividade, o que causa a estabilização de grande parte da matéria orgânica pela biomassa.

De forma a reter a biomassa no sistema, impedindo que ela saia com o efluente, a parte superior dos reatores de manta de lodo apresenta uma estrutura que possibilita as funções de separação e acúmulo de gás e de separação e retorno dos sólidos. Esta estrutura é denominada separador trifásico, por separar o líquido, os sólidos e os gases.



Reator UASB



Representação esquemática

- 1: caixa de entrada
- 2: tubulação de entrada do esgoto afluente
- 3: separador trifásico
- 4: tubulação de saída do biogás
- 5: tubulação de saída do efluente
- 6: caixa de distribuição do efluente



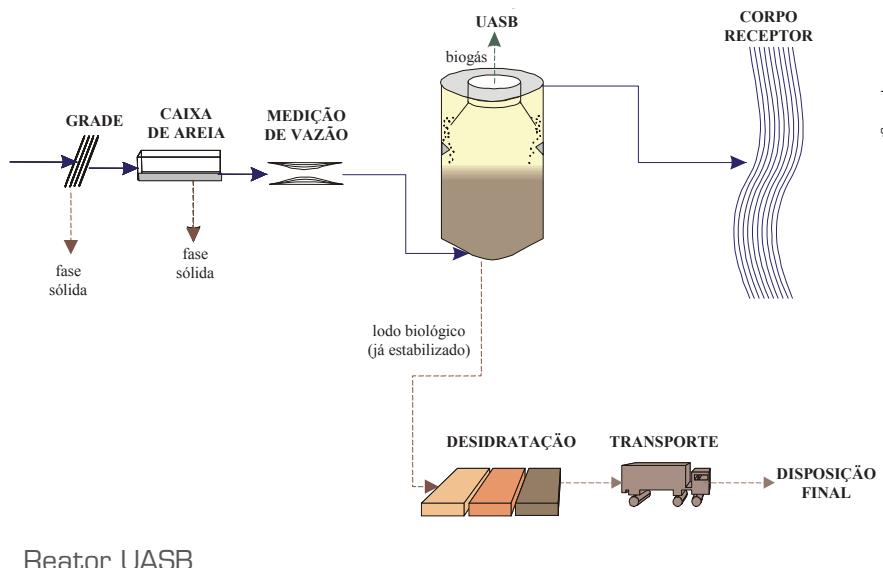
Sistema de coleta e queima de gás

O gás coletado na parte superior, no compartimento de gases, pode ser retirado para reaproveitamento (energia do metano) ou queima.

Quais são as formas de aproveitamento energético do biogás gerado em reatores UASB?

Com a contínua entrada de alimento no reator, na forma de DBO, há um contínuo crescimento da biomassa. Isso traz a necessidade de remoções periódicas dessa biomassa (lodo), de forma a manter o sistema em equilíbrio. O lodo retirado do reator UASB já sai digerido e adensado, podendo ser simplesmente desidratado em leitos de secagem ou por meio de equipamentos mecânicos.

A Figura a seguir apresenta o fluxograma típico do sistema de reatores UASB.



Fonte: von Sperling, 2005

Reator UASB

Vamos, coletivamente, elaborar uma lista das vantagens e desvantagens dos reatores UASB!

Vantagens	Desvantagens

Os reatores UASB dificilmente produzem efluentes que atendem aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental. Diante desse fato torna-se de grande importância o pós-tratamento dos efluentes dos reatores UASB, como uma forma de adequar o efluente tratado aos requisitos da legislação ambiental e propiciar a proteção dos cursos d'água.

Vamos discutir o pós-tratamento dos reatores UASB!

Reatores UASB + pós-tratamento

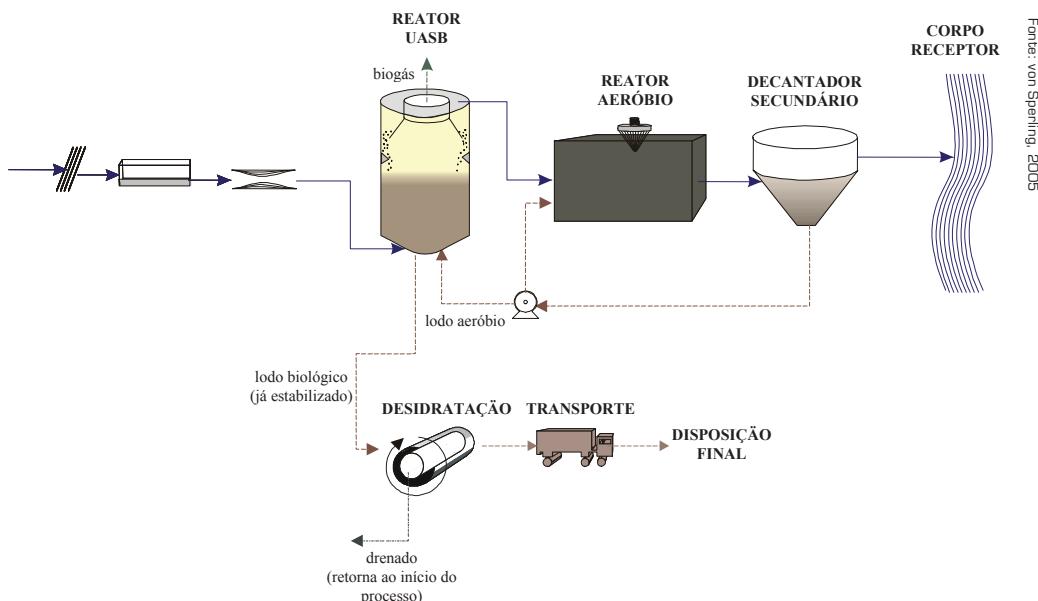
Reflita e se manifeste...



Quais são os sistemas de tratamento utilizados como pós-tratamento de reatores UASB que você conhece? Quais as vantagens da associação reatores UASB + pós-tratamento?

Praticamente todos os processos de tratamento de esgotos podem ser usados como pós-tratamento dos efluentes do reator UASB. Nesse caso, os decantadores primários (caso existentes) são substituídos pelos reatores anaeróbios, e o excesso de lodo da etapa aeróbia, se ainda não estabilizado, é bombeado de volta ao reator anaeróbio, onde sofre adensamento e digestão, juntamente com o lodo anaeróbio. A eficiência global do sistema é usualmente similar à que seria alcançada se o processo de pós-tratamento fosse aplicado ao esgoto bruto. Os requisitos de área, volume e energia, bem como a produção de lodo, são bem menores.

Comparando com o esquema do processo de Lodos Ativados Convencional, observe a simplificação no processo de UASB seguido de Lodos Ativados.



Reator UASB + lodos ativados

Discutimos vários processos de tratamento de esgotos, alguns anaeróbios e outros aeróbios, vamos agora listar as principais vantagens e desvantagens dos processos anaeróbios e dos processos aeróbios.

Procesos anaeróbicos

Vantagens	Desvantagens

Procesos aeróbicos

Vantagens	Desvantagens

O quadro na página 62 apresenta as eficiências médias de remoção de alguns processos de tratamento. Vamos analisar as eficiências de remoção das técnicas de tratamento através da próxima atividade.

Reflita e se manifeste...



*Uma região com problemas sérios resultantes do excesso de nutrientes (N e P) nos esgotos deveria usar qual processo de tratamento, se fosse considerado, como fator de importância na escolha da alternativa mais viável, apenas a eficiência de remoção?
E se o problema fosse DBO?*

E se o problema fosse coliformes fecais?

É importante ressaltar que para a escolha do processo de tratamento a ser adotado em

uma localidade, diversos fatores técnicos e econômicos devem ser considerados, tais como: aplicabilidade do processo, características esperadas para o efluente, requisitos de pessoal, requisitos de operação e manutenção, requisitos energéticos, complexidade etc.

Além desses fatores é importante levar em consideração os impactos ambientais, tais como: odores, ruídos, incômodo à população afetada, contaminação do ar, do solo, das águas superficiais e subterrâneas etc.

Sistema	Eficiência média de remoção (%)					
	DBO	DQO	SS	Ntotal	Ptotal	CF
Lagoa facultativa	75-85	65-80	70-80	<60	<35	90-99
Lagoa anaeróbia - lagoa facultativa	75-85	65-80	70-80	<60	<35	90-99
Lagoa aerada facultativa	75-85	65-80	70-80	<30	<35	90-99
Lagoa aerada mistura completa - lagoa sedimentação	75-85	65-80	80-87	<30	<35	90-99
Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa + lagoa de maturação	80-85	70-83	73-83	50-65	>50	99,9-99,999
Infiltração lenta	90-99	85-95	>93	>75	>85	99,9-99,999
Infiltração rápida	85-98	80-93	>93	>65	>50	99,99-99,999
Escoamento superficial	80-90	75-85	80-93	<65	<35	99-99,9
Wetlands	80-90	75-85	87-93	<60	<35	99,9-99,99
Tanque séptico + filtro anaeróbio	80-85	70-80	80-90	<60	<35	90-99
Reator UASB	60-75	55-70	65-80	<60	<35	≈90
UASB + lodos ativados	83-93	75-88	87-93	<60	<35	90-99
UASB + filtro anaeróbio	75-87	70-80	80-90	<60	<35	90-99
UASB + filtro biológico percolador de alta carga	80-93	73-88	87-93	<60	<35	90-99
UASB + biofiltro aerado submerso	83-93	75-88	87-93	<60	<35	90-99
UASB + flotação por ar dissolvido	83-93	83-90	90-97	<30	75-88	90-99
UASB + lagoa aerada facultativa	75-85	65-80	70-80	<30	<30	90-99
UASB + escoamento superficial	77-90	70-85	80-93	<65	<35	99-99,9
UASB + lagoas de polimento	77-87	70-83	73-83	50-65	>50	99,9-99,999
Lodos ativados convencional	85-93	80-90	87-93	<60	<35	90-99
Lodos ativados - aeração prolongada	90-97	83-93	87-93	<60	<35	90-99
Filtro biológico percolador de baixa carga	85-93	80-90	87-93	<60	<35	90-99
Filtro biológico percolador de alta carga	80-90	70-87	87-93	<60	<35	90-99
Biodisco	88-95	83-90	87-93	<60	<35	90-99

Fonte: von Sperling, 2005

Vamos discutir um pouco a situação do esgotamento sanitário no Brasil e a demanda por sistemas simplificados de tratamento de esgotos.

Demandas por sistemas simplificados de tratamento de esgotos

O Brasil apresenta um enorme déficit no setor de saneamento, embora se deva reconhecer a melhoria, nos últimos anos, de alguns indicadores de cobertura da população por redes coletoras e por sistemas de tratamento dos esgotos. Ainda assim, são baixos os índices de cobertura, o diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2005 indica um índice de atendimento urbano por coleta de esgotos igual a 48%. Em relação ao tratamento de esgotos, apenas 31% dos esgotos gerados passam por alguma forma de tratamento. Considerando um índice de atendimento por coleta de esgotos próximo de 50%, tem-se que, do total de esgotos produzidos no Brasil, apenas cerca de 15% são tratados.

Diante desse enorme déficit sanitário, aliado ao quadro epidemiológico e ao perfil sócio-econômico das comunidades brasileiras, fica clara a necessidade de sistemas simplificados de coleta e tratamento dos esgotos. Esses sistemas devem conjugar baixos custos de implantação e operação, simplicidade operacional, índices mínimos de mecanização e sustentabilidade do sistema como um todo.

Para saber mais sobre sistemas simplificados, participe da oficina “Operação e manutenção de sistemas simplificados de tratamento de esgotos”.

Um aspecto essencial para o sucesso de qualquer tipo de tratamento de esgoto, seja ele complexo ou simplificado, é o controle operacional, nosso próximo assunto.

Importância do controle operacional

Os objetivos principais de qualquer sistema de tratamento de esgotos – a proteção à saúde da população e a preservação do meio ambiente – só serão atingidos se o projeto de tratamento for corretamente concebido, detalhado, implantado e operado.

Reflita e se manifeste...



Como o controle operacional pode contribuir para o alcance dos objetivos da ETE, para a saúde e segurança dos trabalhadores e para o bom funcionamento do sistema de esgotamento sanitário?

As três principais atividades de controle dos sistemas são:

- Operação: refere-se às atividades cotidianas ou periódicas, necessárias para assegurar um bom e estável desempenho do sistema de tratamento.
- Manutenção: refere-se às atividades para manter as estrutura da estação de tratamento em boas condições.
- Informação: refere-se à comunicação entre as diferentes pessoas envolvidas, criando-se, ao mesmo tempo, um arquivo de operação e manutenção do sistema de tratamento.

Como é realizado o fluxo de informação na ETE em que você trabalha?

O esquema a seguir apresenta um exemplo de fluxo de informações entre a administração, gerência, pessoal de operação e manutenção de uma ETE.

O controle operacional da estação de tratamento tem importância fundamental nos seguintes aspectos:

- Verificação de parâmetros operacionais, possibilitando uma revisão ou adaptação das estratégias operacionais inicialmente previstas para o sistema.
- Melhoria das condições operacionais, visando à redução dos custos e ao atendimento aos padrões de lançamento estabelecidos pela legislação ambiental.
- Identificação de práticas e rotinas que possam promover a melhoria da saúde e da segurança dos trabalhadores.

O efetivo controle operacional de qualquer sistema de tratamento de esgotos depende da implementação de um adequado programa de monitoramento do sistema. Esse programa deve incluir as análises físico-químicas e microbiológicas e, também, o levantamento de informações relativas ao funcionamento e à operação do sistema de tratamento.

Chegamos ao final de nosso último conceito chave!

Encerramento

Chegamos ao fim da nossa oficina de capacitação. É um bom momento para refletirmos sobre o que aprendemos e avaliarmos o atendimento às nossas expectativas iniciais.

É também um bom momento para refletirmos sobre o nosso papel como profissionais e também como cidadãos, uma vez que a importância do tratamento de esgotos para o meio ambiente e para a saúde pública está mais clara. Para isso, propomos a leitura dos textos a seguir.

Para ler e refletir...



Saneamento e cidadania

Os serviços de saneamento, além de constituir ações de saúde pública e de proteção ambiental, podem ser vistos como uma meta social. São, portanto, *direito do cidadão e dever do Estado*. Nesse contexto, nosso papel como cidadãos e, sobretudo, como profissionais da área de saneamento é participar da definição de políticas e diretrizes das ações de saneamento, e, ao mesmo tempo, trabalhar, da melhor forma possível, para proporcionar as

condições adequadas de salubridade ambiental a toda a população, especialmente àquelas menos favorecidas. Alguns desses aspectos participam dos princípios norteadores das diretrizes nacionais para o saneamento básico (Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007) que, entre outros assuntos, estabelecem que a política nacional de saneamento básico deve adotar a bacia hidrográfica como unidade de referência para o planejamento de suas ações.



Para ler e refletir...

Desenvolvimento Sustentável

O desenvolvimento atual, apesar de trazer melhorias à população, trouxe inúmeros desequilíbrios ambientais, como o aquecimento global, o efeito estufa, o degelo das calotas polares, a poluição, a extinção de espécies da fauna e da flora, entre tantos outros. A partir de tais problemas, pensou-se em maneiras de produzir o desenvolvimento sem que o ambiente seja degradado. Diante dessa constatação, surgiu a idéia do desenvolvimento sustentável, buscando conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental e, ainda, visando ao fim da pobreza no mundo.



Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações, ou seja, não esgotar os recursos para o futuro.

Para alcançarmos o desenvolvimento sustentável, a proteção do ambiente tem que ser entendida como parte integrante do processo de desenvolvimento e não pode ser considerada isoladamente; é aqui que entra uma questão sobre a qual talvez você nunca tenha pensado: qual a diferença entre crescimento e desenvolvimento? A diferença é que o crescimento não conduz automaticamente à igualdade nem à

justiça sociais, pois não leva em consideração nenhum outro aspecto da qualidade de vida a não ser o acúmulo de riquezas. O desenvolvimento, por sua vez, preocupa-se com a geração de riquezas, sim, mas tem o objetivo de distribuí-las, de melhorar a qualidade de vida de toda a população, levando em consideração, portanto, a qualidade ambiental do planeta.

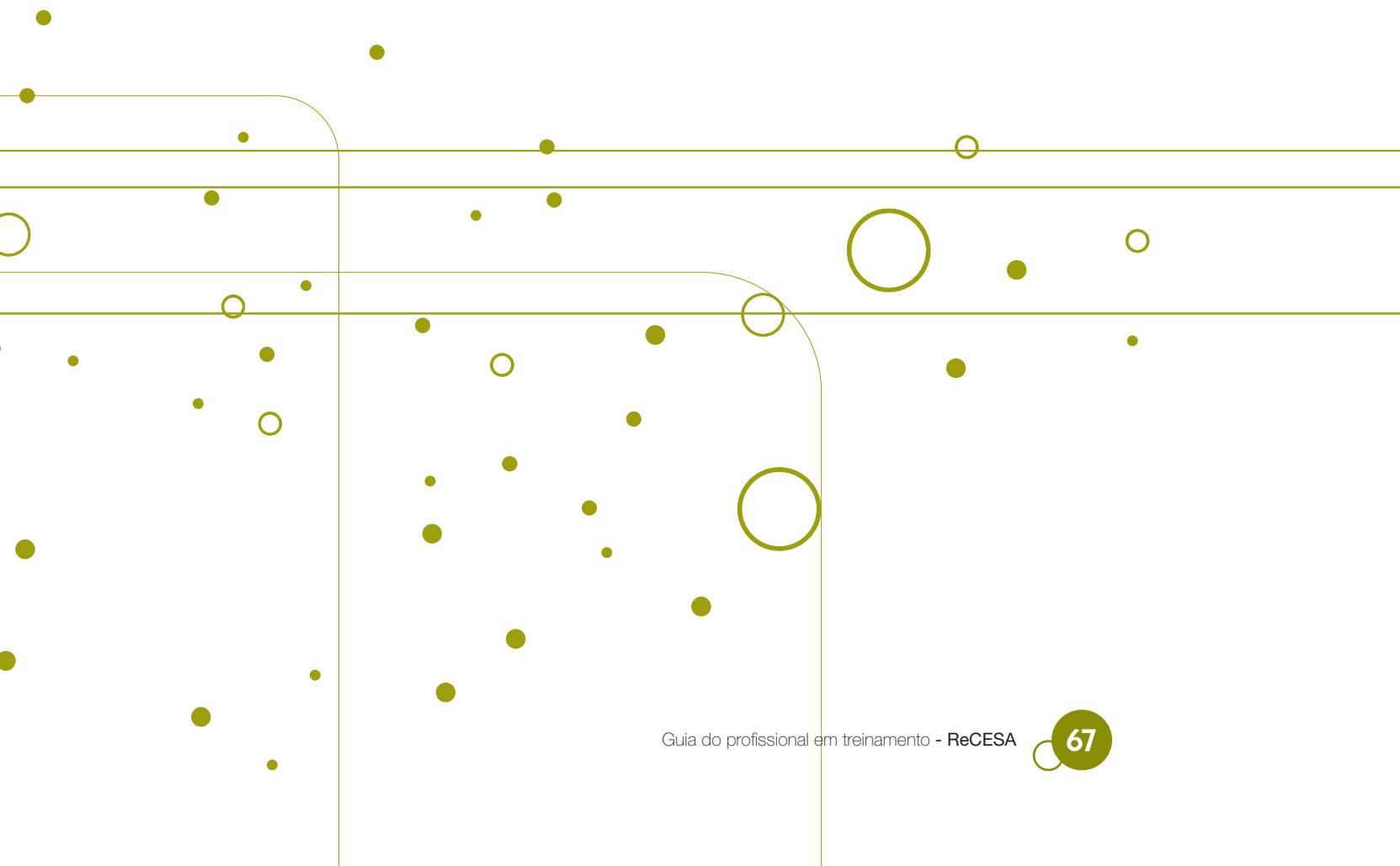
O desenvolvimento sustentável tem seis aspectos prioritários que devem ser entendidos como metas:

- A satisfação das necessidades básicas da população.
- A solidariedade para com as gerações futuras.
- Conscientizar a população para que se trabalhe em conjunto.
- A preservação dos recursos naturais.
- A criação de um sistema social eficiente que não permita a destruição dos recursos naturais.
- A efetivação dos programas educativos.

Existem três colunas imprescindíveis para a aplicação do desenvolvimento sustentável: **desenvolvimento econômico, desenvolvimento social e proteção ambiental**. Esses devem ser dependentes um dos outros para que caminhem lado a lado, de forma homogênea.

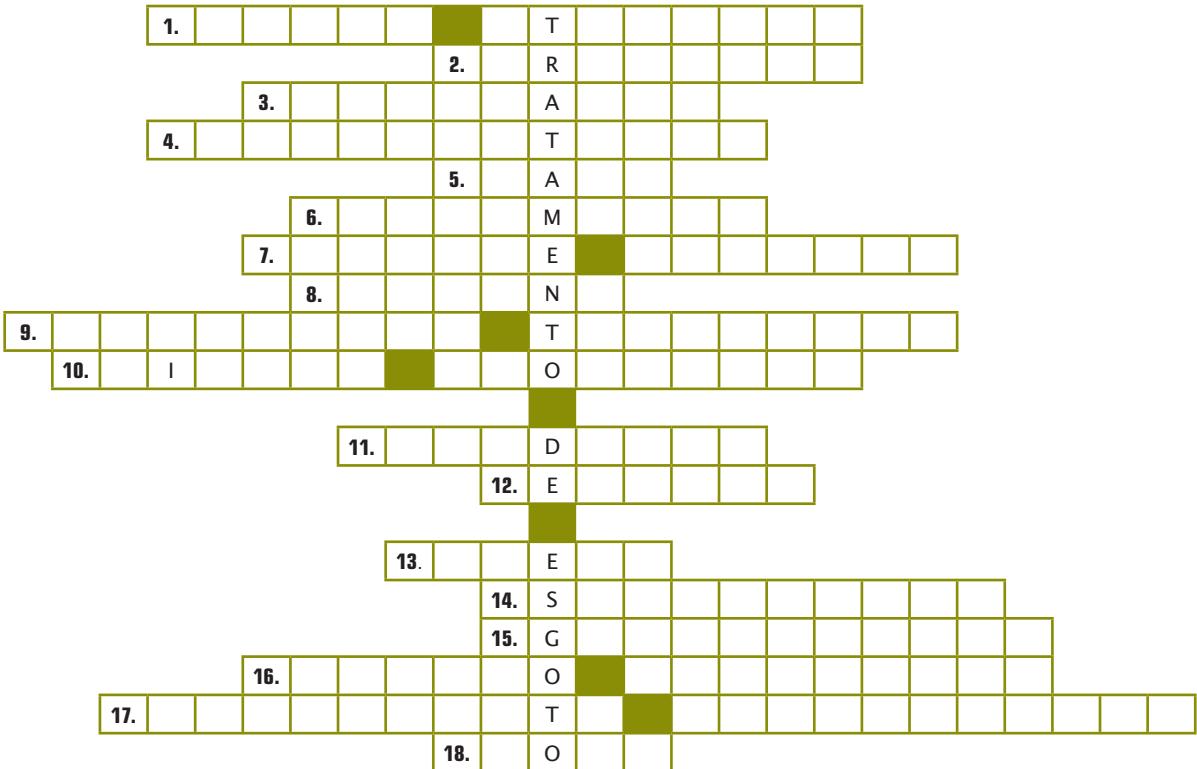
Fonte: Adaptado de http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/m_a_txt2.html e <http://www.brasilescola.com/geografia/desenvolvimento-sustentavel.htm>

Antes de encerrarmos a nossa oficina, vamos fazer a atividade a seguir.





Palavras Cruzadas

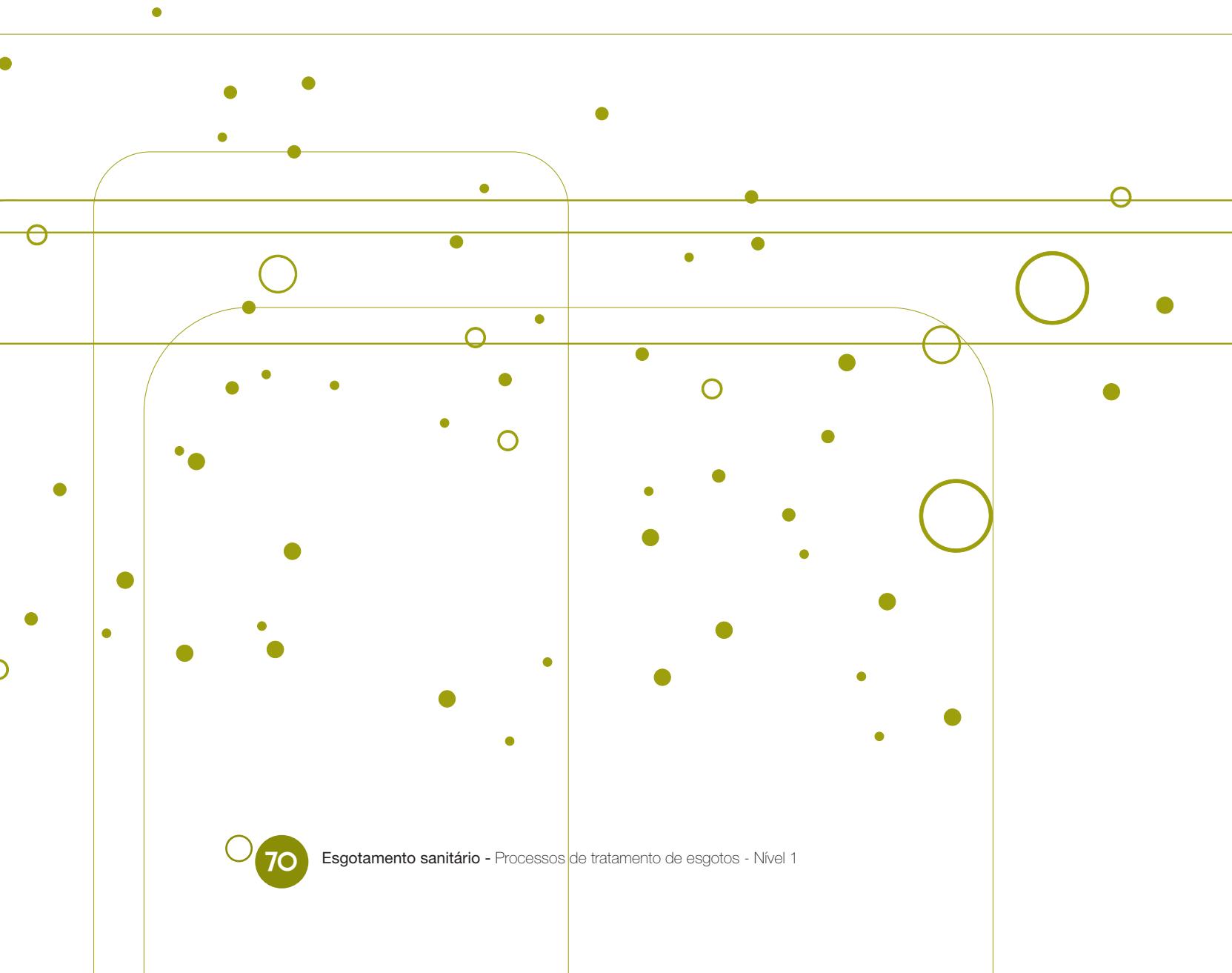


1. Processo de tratamento que apresenta complexidade operacional, nível de mecanização e consumo energético elevados, mas com baixos requisitos de área e elevada qualidade do efluente.
2. O tratamento visa à remoção de sólidos sedimentáveis e, em decorrência, remove também parte da matéria orgânica.
3. O principal objetivo das lagoas de é o da remoção de organismos patogênicos, e não da remoção adicional de DBO.
4. Bactérias têm a capacidade de sobreviver tanto na presença quanto na ausência de oxigênio livre.
5. Processo de tratamento em que a matéria orgânica é convertida anaerobicamente por bactérias dispersas no reator (sigla)

6. As lagoas de são utilizadas como pós-tratamento dos reatores UASB.
7. é basicamente um decantador, onde os sólidos sedimentáveis são removidos para o fundo, no qual são estabilizados em condições anaeróbias.
8. Principal constituinte do biogás gerado no tratamento de esgotos por processos anaeróbios.
9. Estrutura presente nos reatores UASB que possibilita as funções de separação e acúmulo de gás e de separação e retorno dos sólidos (biomassa).
10. Um compreende um leito de material grosso sobre o qual os esgotos são aplicados sob a forma de gotas ou jatos.
11. Processo de tratamento em que a biomassa cresce aderida a um meio suporte, o qual é constituído por discos.
12. A , subproduto de alguns processos de tratamento, é constituída de materiais diversos, sendo, consequentemente, bastante heterogênea e de difícil degradação.
13. Evitar abrasão nos equipamentos e tubulações é uma das finalidades da remoção de .
14. O objetivo do tratamento é principalmente a remoção de matéria orgânica e eventualmente nutrientes.
15. Unidade constituinte do tratamento preliminar.
16. Processo de tratamento em que o fluxo do líquido é ascendente e a biomassa cresce aderida a um meio suporte.
17. Processo de tratamento que consiste na aplicação, controlada, da descarga de águas residuárias, fazendo-as escoarem, no solo, rampa abaixo, até alcançar canais de coleta.
18. Um dos subprodutos sólidos gerados no tratamento de esgotos.

Vamos conferir!

Chegamos ao final da oficina. Esperamos que os conteúdos trabalhados tenham contribuído para atualizar e aprimorar os seus conhecimentos sobre os processos de tratamento de esgotos e que tenham proporcionado um maior entendimento da sua importância sanitária e ambiental.



Para saber mais...

Para obter mais informações sobre “Processos de tratamento de esgotos”, consulte a bibliografia listada a seguir.

BARROS, R. T. V.; CASSEB, M. M. S.; CASTRO, A. A.; CHERNICHARO, C. A. L; COSTA, A. M. L. HELLER, L.; MÖLLER, L. M.; von SPERLING E.; von SPERLING, M.. *Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios*. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, v.2, 1995, 221p.

BRASIL: Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17/03/2005.

BRASIL: Casa Civil. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.

CHERNICHARO, C. A. L. *Reatores anaeróbios*. 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2007, 380p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 5).

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2005, 243p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 1).

VON SPERLING, M. *Lagoas de estabilização*. 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 1995, 196p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 3).

