Esgotamento sanitário

Qualidade da água e controle da poluição

Guia do profissional em treinamento

Nível **2**

Organização Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA
Apoio à organização Programa de Modernização do Setor de Saneamento – PMSS

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

Financiamento FINEP/CT–Hidro do MCT | SNSA/Ministério das Cidades | FUNASA/Ministério da Saúde

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

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

Coordenação Carlos Augusto de Lemos Chernicharo – UFMG | Emília Wanda Rutkowski – UNICAMP | Isaac Volschan Júnior – UFRJ | Sérvio Túlio Alves Cassini – UFES

Comitê gestor da ReCESA

- Ministério das Cidades, por intermédio da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) e do Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS);
- Ministério da Ciência e Tecnologia, por intermédio de sua Secretaria Executiva;
- Ministério do Meio Ambiente, por intermédio da Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), da Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos (SQA) e da Superintendência de Tecnologia e Capacitação da Agência Nacional de Águas (ANA);
- Ministério da Educação, por intermédio da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica;
- Ministério da Integração Nacional , por intermédio da Secretaria de Infra–Estrutura Hídrica;
- Ministério da Saúde, por intermédio da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) e da Secretaria de Vigilância em Saúde;
- Caixa Econômica Federal (CAIXA), por intermédio da Área de Saneamento e Infra–Estrutura;
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social (BNDES);

Parceiros:

- ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
- ASSEMAE – Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento –
- Cedae/RJ – Companhia 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
- Fórum Lixo e Cidadania do Estado de São Paulo
- Funasa/ES – Fundação Nacional de Saúde do Espírito Santo
- Funasa/MG – Fundação Nacional de Saúde de Minas Gerais
- Fundação Rio–Águas
- Incaper/Es – O 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
- Sudecap/PBH – Superintendência de Desenvolvimento da Capital – Prefeitura de Belo Horizonte
- UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto
- UFSCar – Universidade Federal de São Carlos
- UNIVALE – Universidade Vale do Rio Doce

Esgotamento sanitário

Qualidade da água e controle da poluição

Guia do profissional em treinamento

Nível **2**

E74 Esgotamento sanitário : qualidade da água e controle da poluição : guia do profissional em treinamento : nível 2 / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Belo Horizonte : ReCESA, 2007.
100 p.

Nota: Realização do NUCASE – Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental e coordenação de Carlos Augusto de Lemos Chernicharo, Emília Wanda Rutkowski, Isaac Volschan Junior e Sérvio Túlio Alves Cassini.

1. Esgotos Sanitários – tratamento. 2. Água e esgoto. 3. Qualidade das águas superficiais. 4. Saúde ambiental. 5. Saneamento urbano – planejamento e gestão. 6. Controle da poluição. 7. Meio ambiente – proteção ambiental. I. Brasil. 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

Professor Carlos Augusto de Lemos Chernicharo
Consultores (conteudistas) Fernando Silva de Paula | Lívia Cristina da Silva Lobato
Consultora (validadora) Izabel Chiodi Freitas

Créditos

Composição final
Cátedra da Unesco – Juliane Correa | Maria José Batista Pinto
Adeíse Lucas Pereira | Sara Shirley Belo Lança

Projeto Gráfico e Diagramação
Marco Severo | Rachel Barreto | Romero Ronconi

Impressão
Artes Gráficas Formato Ltda

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

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

Os guias

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 definir 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 da 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 ETEs*. 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 a profissionais da área de saneamento que raramente têm oportunidade de receber treinamento e atualização profissional.

Coordenadores da área temática de esgotamento sanitário

Introdução

Caro Profissional

Você já reparou que as pessoas estão mais preocupadas com o ambiente ultimamente?

Os jornais, revistas e programas de TV não param de chamar a atenção das pessoas para a gravidade dos problemas ambientais. Em geral, as pessoas não dão muita importância a este assunto, por pensarem que as conseqüências das agressões ao meio ambiente ainda vão demorar muito para começar a aparecer. Isso não é verdade! Já estamos sentindo bem de perto as conseqüências do desequilíbrio ambiental, e se algo não for feito com urgência, as futuras gerações serão ainda mais prejudicadas.

Uma das principais causas desse desequilíbrio ambiental corresponde à poluição das águas, portanto, nesta oficina de capacitação, vamos dar atenção especial à qualidade da água e ao controle da sua poluição.

No seu cotidiano, você sabe quantas vezes você escova os dentes, toma banho, almoça etc... Mas você sabe quanta água você consome por dia em suas atividades? E quanto esgoto você gera? Multiplique isso pelo número de pessoas que moram com você, depois multiplique de novo pelo número de casas existentes na rua onde você mora, no seu bairro... Imagine quanto deve ser consumido de água e conseqüentemente qual é a quantidade de esgoto gerado na cidade onde você mora! Agora considere todo esse esgoto reunido e lançado no corpo d'água mais próximo de sua casa... Quais seriam as conseqüências? Isso traria algum problema para as pessoas de sua comunidade? E para a comunidade vizinha localizada à jusante desse curso d'água? Como evitá-las?

Para responder a essas e outras tantas perguntas, vamos discutir as relações existentes entre a água, o homem e o meio ambiente. A partir do conhecimento prévio profissional e de vida, seu e de seus colegas, vamos discutir os principais problemas relacionados à poluição da água, bem como suas conseqüências sobre o meio ambiente e sobre a saúde das pessoas. Faremos isso por meio da construção e discussão dos seguintes conceitos-chave:

- Micro-bacia urbana
- Água
- Esgoto
- Saneamento e saúde
- Bacia hidrográfica

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

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!

Sumário

Apresentação dos participantes 10
Micro-bacia urbana.....13
Construção do conceito de micro-bacia urbana 13
Problemas que ocorrem em uma micro-bacia urbana 15
Água 18
Impactos ao meio ambiente e à qualidade da água.....19
Ciclo hidrológico..... 28
Distribuição de água no planeta..... 32
Poluição da água..... 35
Rotas de uso da água..... 39
Esgotos domésticos 42
Consumo de água e geração de esgotos domésticos 42
Caracterização dos esgotos domésticos 45
Impactos do lançamento de esgotos nos corpos receptores 52
Padrões ambientais:
padrão de lançamento e padrão de corpos d'água 62
Sistema de esgotamento sanitário..... 64
Saneamento e saúde 79
Conceitos de saneamento e saúde 79
Doenças relacionadas à falta dos serviços de saneamento..... 81
Controle da transmissão de doenças relacionadas
à falta dos serviços de saneamento..... 86
Bacia hidrográfica 93
Importância da bacia hidrográfica..... 94
Encerramento 95
Para saber mais... 100

OBJETIVOS:

- Promover a integração do grupo.

- Partilhar expectativas.

- Apresentar os objetivos desta oficina de capacitação e os assuntos que serão abordados na mesma.

- Apresentar a Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental (ReCESA).

Apresentação dos participantes

Estamos reunidos para a realização de uma oficina de capacitação que se caracteriza como um espaço de formação coletiva, portanto, é importante iniciarmos as nossas atividades dedicando um tempo para a apresentação e exposição das expectativas de todos os participantes. Este momento é fundamental para proporcionar uma melhor integração do grupo e um ambiente mais agradável para a realização da nossa oficina.

Em seguida, será apresentado a você e a seus colegas os objetivos e a importância dessa oficina de capacitação, bem como os assuntos que nela serão abordados. Além disso, assistiremos a um vídeo institucional da Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental (ReCESA), com o propósito de conhecermos melhor o contexto no qual se insere a nossa oficina.

Vamos iniciar esta oficina de capacitação nos apresentando através de uma dinâmica. Neste momento você se apresentará ao grupo, colocará as suas expectativas em relação à oficina de capacitação e conhecerá os outros profissionais.

Dinâmica para apresentação dos participantes

1 - Participantes

Profissionais, monitor e instrutor.

2 - Material necessário

Crachás, cartela redonda, caneta hidrocor de cores diversas.

3 - Desenvolvimento da dinâmica

- **Primeiro momento:** Todos os participantes da oficina receberão um crachá, uma cartela redonda e uma caneta. No crachá você escreverá seu nome e na cartela redonda escreverá seu nome, duas características próprias e quais são a suas expectativas em relação à oficina de capacitação.

- **Segundo momento:** Reunidos em dupla, você se apresentará ao seu colega e vice-versa.

- **Momento final:** Toda a turma sentará em uma grande roda e cada pessoa apresentará ao grupo a sua dupla.

Após a apresentação de todo o grupo, as cartelas redondas serão afixadas na parede, formando um mural.

Ao longo da oficina, sinta-se à vontade para partilhar suas experiências e aprender com as experiências dos outros.

Agora que você conhece os outros participantes, será apresentado a você e a seus colegas os objetivos desta oficina de capacitação que estão listados a seguir:

- Fornecer a você e a seus colegas subsídios para uma análise crítica em relação às diversas atividades causadoras de poluição da água, bem como suas conseqüências sobre o meio ambiente, saúde e vida da população.

- Aprimorar os seus conhecimentos em relação aos problemas ambientais e de saúde pública, decorrentes da falta de saneamento.

- Capacitar você e seus colegas, profissionais da área de saneamento, com a construção e consolidação de conceitos formais, que possam ser utilizados e incorporados em suas experiências profissionais e de vida.

- Alcançar soluções, por meio de troca de conhecimentos e experiências entre os participantes, para os problemas vivenciados nas diversas áreas de atuação.

- Motivar você e seus colegas a realizar outras atividades de capacitação visando o aprimoramento profissional.

Para alcançar os objetivos apresentados, vamos discutir, a partir do conhecimento prévio profissional e de vida, seu e de seus colegas, os diversos aspectos de interesse relativos às relações existentes entre a água, o homem e o meio ambiente. Nesta oficina de capacitação discutiremos vários assuntos relacionados à qualidade da água e ao controle da poluição.

Agora você já conhece os objetivos desta oficina de capacitação e os assuntos que serão abordados na mesma. Mas, você sabe em que contexto se insere esta oficina de capacitação? De onde vem esta proposta de capacitação? Qual a importância da mesma?

Para responder a essas perguntas, vamos assistir ao vídeo institucional da Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental (ReCESA).

Assista ao vídeo institucional da ReCESA

A ReCESA tem o propósito de promover o desenvolvimento do setor de saneamento, mediante soluções de capacitação.

Se você tiver alguma dúvida, crítica, sugestão ou quiser saber algo mais sobre a ReCESA, pergunte ao instrutor.

Agora já estamos prontos para começarmos a discutir os assuntos que serão abordados nesta oficina de capacitação.

Vamos começar abordando o conceito-chave micro-bacia urbana.

Micro-bacia urbana

OBJETIVOS:

- Reconhecer o meio em que você vive e trabalha.

- Construir o conceito de micro-bacia urbana para esta oficina.

- Investigar na micro-bacia urbana problemas relacionados com a falta do Saneamento.

- Discutir e compreender a necessidade e a importância das atividades que você realiza para a sociedade e para o meio ambiente.

- Diagnosticar e planejar soluções para os problemas levantados na micro-bacia urbana.

Você conhece o meio em que você vive e trabalha?

No seu dia a dia, você consome água, gera lixo e esgoto. Mas, você sabe de onde vem a água que você consome? E o lixo e o esgoto gerado na sua casa e no seu trabalho, você sabe qual o destino deles?

Dependendo de como é tratada a questão do abastecimento de água, da drenagem e do manejo das águas pluviais, da coleta e do destino do esgoto e do lixo gerado, o entorno da sua casa e do seu trabalho, você e sua família, podem estar sujeitos a diversos problemas ambientais e de saúde.

Como profissional da área de saneamento, as atividades que você realiza são importantes para a minimização destes problemas.

Neste conceito-chave, vamos discutir sobre o meio em que você vive e trabalha, bem como a importância do seu trabalho para a sociedade e para o meio ambiente.

Construção do conceito de micro-bacia urbana

Com o intuito de fornecer elementos para a construção de um conceito para micro-bacia urbana, vamos iniciar as nossas atividades discutindo algumas questões referentes ao ambiente ao redor das nossas casas e dos nossos trabalhos.

Reflita e se manifeste...

De onde vem a água consumida na sua casa e no seu trabalho?

Para onde vai o esgoto e os resíduos sólidos urbanos gerados na sua casa e no seu trabalho?

Existe algum sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas perto da sua casa e do seu trabalho?

Após discutirmos sobre essas questões, vamos debater o que vem a ser uma micro-bacia urbana e construir um conceito para a mesma.

Reflita e se manifeste...

O que você entende por micro-bacia urbana?

É importante que você tenha em mente que não existe um conceito formal para micro-bacia urbana, logo, não existe nem certo nem errado, e todas as contribuições são importantes.

O conceito de micro-bacia urbana construído por você e seus colegas será anotado em um painel-síntese.

O espaço abaixo é para você anotar o conceito de micro-bacia urbana

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Além desse, vários outros painéis-síntese serão construídos ao longo desta oficina de capacitação. Estes painéis serão afixados em um mural para que você e os outros participantes possam resgatá-los e consultá-los em qualquer momento da oficina.

Problemas que ocorrem em uma micro-bacia urbana

Acabamos de construir um conceito para micro-bacia urbana, agora, vamos discutir alguns dos problemas que ocorrem na mesma e como as atividades realizadas no seu trabalho e no de seus colegas interferem na micro-bacia urbana como um todo.

Reflita e se manifeste...

Quais problemas ocorrem na micro-bacia urbana que prejudicam:

- A qualidade e a quantidade da água.
- A saúde e a qualidade de vida das pessoas.

Qual a relação do seu trabalho com a micro-bacia urbana?

A partir dos problemas apontados durante a discussão e anotados em um painel-síntese, você e seus colegas realizarão a atividade proposta a seguir.

Atividade em grupo...

Para a realização desta atividade, você e seus colegas devem se dividir em grupos aleatoriamente.

Cada grupo deve escolher um dos problemas listados no painel-síntese do debate anterior e identificar as causas, as conseqüências e propor soluções para o mesmo. Você e seus colegas devem, ainda, relacionar as atividades profissionais realizadas por vocês com o problema escolhido.

É preciso escolher um participante para anotar as respostas em um painel-síntese e um relator para apresentar as respostas do grupo em plenária.

O espaço abaixo é para você anotar as respostas do seu grupo.

Problema escolhido pelo grupo:

.....

.....

.....

.....

Causas:

.....

.....

.....

.....

Conseqüências:

.....

.....

.....

.....

Soluções:
a) curto prazo

.....

.....

.....

b) médio prazo

.....

.....

.....

c) longo prazo

.....

.....

.....

Relações entre as atividades profissionais e o problema escolhido:

.....

.....

.....

O espaço abaixo é para você anotar assuntos interessantes.

.....

.....

.....

.....

Construímos um conceito para micro-bacia urbana e discutimos os problemas que ocorrem na mesma e que podem alterar a qualidade e a quantidade da água, a saúde e a qualidade de vida das pessoas. No próximo conceito-chave discutiremos sobre a qualidade da água e as suas principais fontes de poluição, bem como suas conseqüências e mecanismos de controle. Discutiremos, também, sobre a distribuição da água no planeta e a importância da preservação dos recursos hídricos.

OBJETIVO:

- Investigar e identificar os múltiplos usos da água e entender a relação existente entre eles e a qualidade desejável para uma água.

- Apresentar os principais parâmetros de qualidade da água, destacando aqueles relacionados com os esgotos.

- Identificar os principais tipos de uso e ocupação do solo e compreender os seus impactos sobre o meio ambiente, principalmente sobre os recursos hídricos.

- Conceituar o ciclo hidrológico e discutir as alterações sobre ele decorrentes do processo de urbanização.

Água

A quantidade de água disponível no planeta é muito grande, são aproximadamente 1,36 x 10^{21} litros de água. Com toda essa magnitude, por que a necessidade da preservação dos recursos hídricos?

A água é fundamental para a manutenção da vida no planeta. Sem ela, as mais diversas formas de manifestação de vida, tais como nós as conhecemos, fatalmente não existiriam.

Na natureza, a água é responsável pela manutenção da umidade do ar e contribui significativamente para a estabilidade do clima no planeta, além de ser protagonista das mais belas paisagens.

A água é utilizada pelo homem em suas atividades com diversas finalidades, que vão desde a água para beber até a água empregada na diluição e transporte de despejos. Essas atividades, se por um lado, demandam qualidades e quantidades distintas para a água, por outro lado, como pôde ser notado no âmbito da micro-bacia urbana, alguns usos da água alteram a qualidade e quantidade das fontes de água existentes.

Nesta etapa, esperamos proporcionar a você e aos seus colegas, o aprimoramento dos seus conhecimentos em relação aos principais impactos sobre o meio ambiente em decorrência dos tipos de uso e ocupação do solo e dos usos da água, sobretudo àqueles relacionados à preservação das águas.

http://www.flickr.com/photos/crech/

Impactos ao meio ambiente e à qualidade da água

Vamos iniciar a nossa discussão realizando a atividade descrita a seguir.

Atividade em grupo...

Para a divisão dos grupos serão disponibilizados em uma caixa, adesivos de cores diferentes. Cada profissional deve sortear um adesivo. Os grupos serão formados pelos profissionais que sortearem adesivos de cores iguais.

Cada grupo deve listar três usos para a água, três tipos de uso e ocupação do solo e discutir sobre os impactos que estes usos provocam aos recursos hídricos. Além disso, devem discutir e construir um conceito de qualidade da água.

É preciso escolher um participante para anotar as respostas em um painel-síntese e um relator para apresentar as respostas do grupo em plenária.

Os painéis-síntese serão afixados em um mural.

O espaço abaixo é para você anotar as respostas do seu grupo.

Cite 3 tipos de uso e ocupação do solo.

a) .....

b) .....

c) .....

Cite 3 usos para a água.

d) .....

e) .....

f) .....

Quais alterações sobre os recursos hídricos podem decorrer dos tipos de uso e ocupação do solo, e dos usos da água citados acima?

a) .....

.....

b) .....

.....

c) .....

.....

d) .....

.....

e) .....

.....

f) .....

.....

O que é a qualidade da água?

.....

.....

.....

.....

Realizada essa atividade, vamos retomar alguns dos pontos discutidos pelos grupos e que estão registrados nos painéis síntese. Para tanto, você e seus colegas devem assistir à apresentação do instrutor e procurar identificar as semelhanças e as diferenças entre o que será exposto e as respostas do seu grupo, complementando-as sempre que julgarem necessário.

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.

Na seqüência, colocamos os assuntos que serão abordados na apresentação para que você possa acompanhar.

Usos múltiplos da água e requisitos de qualidade

Nas diversas atividades inerentes à sua vida social, o homem faz uso da água com diferentes finalidades. Os principais usos são apresentados a seguir.

Note que para um determinado uso pode ser ou não necessário uma maior qualidade da água. Assim, por exemplo, a qualidade necessária da água para abastecimento doméstico é diferente daquela necessária para a geração de energia elétrica.

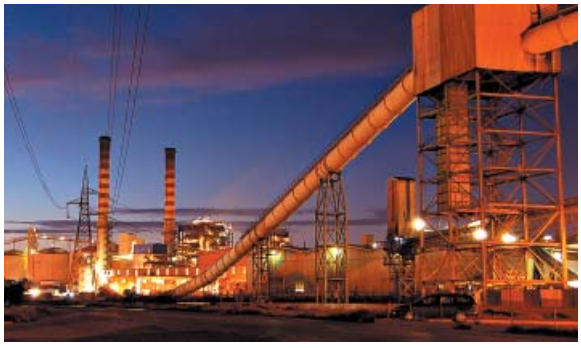
Uso da água

Abastecimento doméstico

Qualidade requerida

- Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde.
- Isenta de organismos prejudiciais à saúde.
- Baixa agressividade e dureza.
- Esteticamente agradável (baixa turbidez, cor, sabor e odor, ausência de macrorganismos).

Abastecimento industrial



- Água incorporada ao produto industrializado.
- Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde.
- Isenta de organismos prejudiciais à saúde.
- Esteticamente agradável.
- Água não entra em contato com o produto industrializado.
- Baixa agressividade e dureza.

Irrigação

Hortaliças, produtos ingeridos crus ou com casca:

- Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde.
- Isenta de organismos prejudiciais à saúde.
- Salinidade não excessiva.

Demais culturas:

- Isenta de substâncias químicas prejudiciais ao solo e às plantações.

Dessedentação de animais

- Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde dos animais.
- Isenta de organismos prejudiciais à saúde dos animais.

Aqüicultura

- Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde dos animais e dos consumidores.
- Isenta de organismos prejudiciais à saúde dos animais e dos consumidores.
- Isenta de substância tóxicas aos vegetais e aos consumidores (criação de vegetais).
- Disponibilidade de nutrientes.

Recreação e lazer

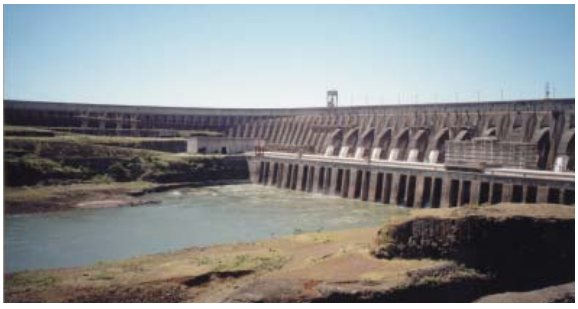
Contato primário (contato direto):

- Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde.
- Isenta de organismos prejudiciais à saúde.
- Baixos teores de sólidos em suspensão e óleo e graxas.

Contato secundário (não há contato direto):

- Aparência agradável.

Geração de energia elétrica



- Baixa agressividade.

Fonte: adaptado de von Sperling, 2005 (Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3.ed. DESA-UFMG, 452p.)

Outros usos da água são:

- Transporte e navegação.
- Preservação da flora e da fauna.
- Paisagismo e manutenção da umidade do ar e da estabilidade do clima.
- Diluição e transporte de despejos.

É importante ressaltar que a qualidade requerida para uma água é função de seu uso previsto.

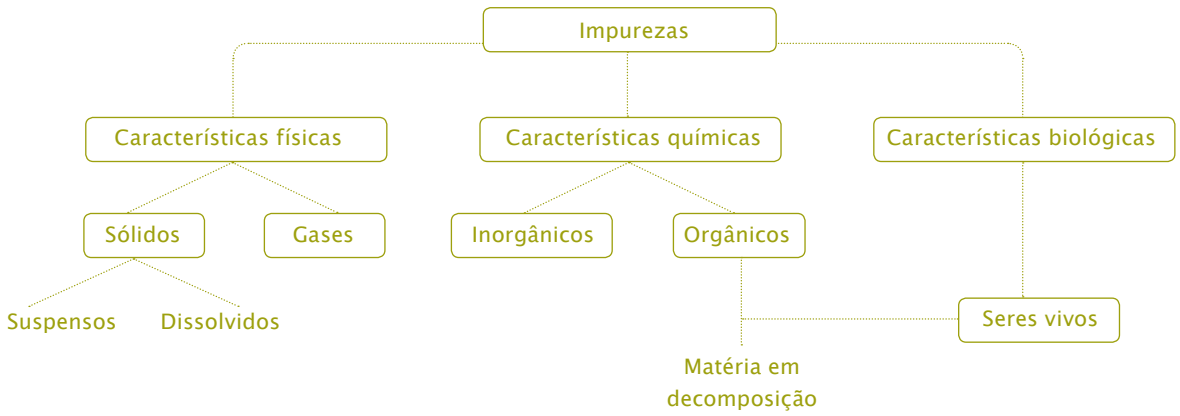
No quadro anterior, apresentamos as características qualitativas para uma determinada água em função de seu uso. Além dessa caracterização, para assegurar a qualidade desejada da água para um determinado uso, torna-se necessário a sua quantificação através de alguns parâmetros que serão apresentados a seguir.

Parâmetros de qualidade da água

A água devido as suas propriedades de solvente e a sua capacidade de transportar partículas incorpora a si diversas impurezas, as quais definem a qualidade da água.

As impurezas encontradas na água podem ser definidas pelas suas características físicas, químicas e biológicas conforme apresentado a seguir.

Classificação simplificada das impurezas contidas na água



Fonte: adaptado de von Sperling, 2005 (Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3.ed. DESA-UFMG, 452p.)

As impurezas encontradas na água são caracterizadas pelos diversos parâmetros de qualidade da água. Esses parâmetros, associados à sua forma física predominante, são listados a seguir. Aqueles de maior importância relacionados ao lançamento de esgotos estão destacados em negrito.

Característica	Parâmetro	Sólidos suspensos	Gases dissolvidos	Sólidos dissolvidos
Física	Cor		X	
	Turbidez	X		
	Sabor e odor	X	X	X
Química	pH		X	X
	Alcalinidade, dureza e cloretos		X	
	Acidez		X	X
	Ferro e manganês	X	X	
	Nitrogênio	**X**	**X**	
	Fósforo	**X**	**X**	
	Oxigênio dissolvido			X
	Matéria orgânica (DQO e DBO)	**X**	**X**	
	Metais	X	X	
	Micropoluentes orgânicos		X	
Biológica	**Organismos indicadores** (coliformes)	**X**		
	Algas	X		
	Bactérias	X		

Fonte: adaptado de von Sperling, 2005 (Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. DESA-UFMG, 452p.)

Os **padrões de qualidade de água** são traduzidos pelos parâmetros de qualidade da água, sobre os quais, sobretudo em função dos usos previstos para a água, impõem determinados limites.

No Brasil, a qualidade da água para abastecimento doméstico deve atender aos **padrões de potabilidade** estabelecidos pelo Ministério da Saúde.

Uma completa descrição dos parâmetros de qualidade da água, utilizados para a caracterização de águas de abastecimento, águas residuárias, mananciais e corpos receptores ressaltando as fontes mais comuns, a importância sanitária, a utilização mais freqüente, entre outros aspectos, é apresentada por von Sperling, 2005 (Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. DESA-UFMG, 452p.).

Discutidas as relações dos usos da água com a sua qualidade, vamos discutir sobre os impactos das diferentes formas de uso e ocupação do solo sobre o meio ambiente, dando ênfase aos impactos sobre a qualidade da água.

Uso e ocupação do solo e alterações sobre o meio ambiente

O termo "uso e ocupação do solo" descreve as mais diversas formas de utilização e ocupação do meio físico. Compreendendo tanto as situações naturais (lagos, cursos d'água, florestas, campos etc.) como também as decorrentes das inúmeras intervenções humanas (urbanização, agricultura, mineração etc.).

É importante ressaltar que, com exceção dos ambientes naturais, a maior parte dos tipos de uso e ocupação do solo requer a retirada da cobertura vegetal.

A **vegetação** é extremamente importante para as diversas formas de vida existentes no planeta e exerce ainda um importante papel na manutenção da qualidade da água.

Diversos tipos de uso e ocupação do solo alteram as condições naturais do meio ambiente, trazendo impactos negativos, especialmente sobre a qualidade existente da água, que em geral, depende das condições naturais e do uso e ocupação do solo.

Alguns impactos negativos sobre o meio ambiente em decorrência dos tipos de uso e ocupação do solo e das práticas de desmatamento e queimada, que no Brasil estão associadas, sobretudo à indústria madeireira e à atividade agropecuária são apresentados a seguir.

A vegetação

- Protege o solo contra a erosão.
- Abastece o solo com nutrientes (folhas e frutos), contribuindo para a fertilização do mesmo.
- Amortece o impacto das águas das chuvas sobre o solo, regulando o escoamento das águas superficiais e a infiltração.
- Mantêm o equilíbrio climático.

www.arvoresbrasil.com.br/

Tipo de uso e ocupação do solo e práticas associadas	Alterações provocadas	Consequências
Desmatamento	• Reduz a transpiração das plantas e a captura de CO_2 da atmosfera. • Remove a camada superficial mais fértil do solo. • Torna o solo mais suscetível aos processos erosivos. • Reduz a capacidade de infiltração do solo.	• Provoca alterações no clima. • Empobrece o solo podendo levar ao processo de desertificação. • Intensifica o processo de assoreamento dos corpos d'água e favorece a ocorrência de enchentes. • Provoca danos à flora e à fauna.
Queimadas	• Liberam muito CO_2 para a atmosfera e alteram o volume e a distribuição das chuvas. • Removem a camada fértil do solo e levam ao acúmulo de material combustível (ex. troncos mortos). • Destroem as bactérias e pequenos animais que promovem a aeração do solo.	• Contribuem para o aquecimento global. • Provoca o endurecimento e o fechamento dos poros do solo. • Alteram o volume e a distribuição das chuvas. • Tornam as florestas mais suscetíveis a novos incêndios.
Agropecuária	• Aumenta o potencial erosivo do solo. • Inserção de agrotóxicos, fertilizantes e resíduos orgânicos no solo. • Provoca a compactação do solo (pisoteio de animais).	• Degrada a qualidade da água, aumentando a sua turbidez e o assoreamento dos corpos d'água. • Degrada a qualidade da água podendo levar a eutrofização dos corpos d'água. • Pode levar ao acúmulo de compostos persistentes ao longo das cadeias alimentares.
Urbanização	• Reduz a capacidade de infiltração do solo com a impermeabilização de grande parte da sua superfície e intensifica os processos erosivos. • Geração de lixo urbano e de esgotos sanitários em grande quantidade.	• Agrava o problema das enchentes. • Piora a qualidade da água em decorrência do lançamento do de esgotos sem tratamento nos corpos d'água. • Altera as condições climáticas.
Indústria	• Emite diversos poluentes gasosos para a atmosfera. • Gera resíduos sólidos e efluentes líquidos.	• Contribui para o efeito estufa e a chuva ácida. • Degrada a qualidade da água pelo lançamento dos efluentes industriais sem tratamento. • Pode causar problemas ao tratamento dos esgotos, no caso de lançamento de efluentes na rede coletora sem tratamento prévio.

Para saber mais...

A **chuva ácida** é formada pela emissão de alguns gases, pelas indústrias e veículos automotores, para a atmosfera. A chuva ácida causa danos à vegetação, prejuízos à vida aquática (morte de peixes) e corrosão de metais e estruturas.

O **efeito estufa** é um fenômeno natural, em que alguns gases da atmosfera funcionam como o vidro de uma estufa, aprisionando parte do calor irradiado pelo Sol para manter a Terra aquecida. Portanto, sem ele não haveria vida na Terra, não da forma como nós a conhecemos. Nos últimos anos o aumento do efeito estufa, devido, sobretudo, à crescente emissão de CO_2 decorrente de algumas atividades humanas, como a derrubada de florestas e a queima de combustíveis fósseis, tem mobilizado diversos cientistas no estudo do chamado aquecimento global.

Vimos que alguns tipos de uso e ocupação do solo podem alterar a qualidade da água, e que alguns usos da água, também, podem provocar alterações nas suas características, tornando-a imprópria para outros usos.

Diante de toda essa discussão, de quais fatores depende a qualidade da água?

Qualidade da água

De uma maneira geral...

A **qualidade existente** de uma água é função das condições naturais e do uso e ocupação do solo.

A **qualidade desejável** para uma água é função do seu uso previsto.

Você concorda com os aspectos apresentados no quadro acima? Vamos discuti-los um pouco mais.

A partir da primeira relação apresentada, podemos concluir que mesmo em um local preservado nas suas condições naturais, a qualidade das águas pode ser afetada. Além disso, as atividades realizadas pelo ser humano podem contribuir substancialmente para a introdução de impurezas na água, afetando a sua qualidade. Portanto, a forma em que o homem usa e ocupa o solo tem implicação direta na qualidade da água.

Em relação à qualidade desejável, um uso mais nobre, como o abastecimento doméstico de água, requer a satisfação de diversos critérios de qualidade. Já um uso menos nobre, como a diluição de despejos, não possui nenhum requisito especial em termos de qualidade da água.

Devemos sempre ter em mente que diversos cursos d'água têm usos múltiplos previstos, o que faz com que os mesmos necessitem da satisfação simultânea de diversos critérios de qualidade.

Toda essa discussão, sobre a qualidade da água e os fatores que a influenciam, torna-se mais problemática e urgente quando consideramos a circulação e a distribuição da água no planeta.

Vamos começar discutindo alguns aspectos relativos a circulação da água de um meio para o outro no planeta.

Ciclo hidrológico

Vamos resgatar o conceito de ciclo hidrológico e refletir sobre os efeitos da urbanização sobre ele. Para tanto, vamos realizar a atividade a seguir.

Atividade em grupo...

Para a realização desta atividade, você e seus colegas devem formar os mesmos grupos da atividade realizada anteriormente (impactos ao meio ambiente e qualidade da água).

Formados os grupos, você e seus colegas assistirão a uma animação sobre o ciclo hidrológico e depois discutirão a influência da urbanização no mesmo através do "Jogo das setas".

A seguir colocamos o desenvolvimento do jogo das setas para você consultá-lo.

Jogo das setas

O jogo das setas está disponível na Bacia Hidrográfica Virtual.

Participantes

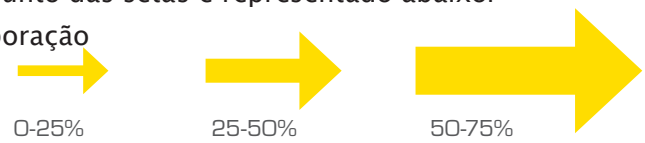
- Profissionais.

Material necessário

- Duas ilustrações: uma área florestada e uma área bastante urbanizada.
- Conjunto de três setas, de dimensões e cores diferentes, para cada parcela do ciclo hidrológico.

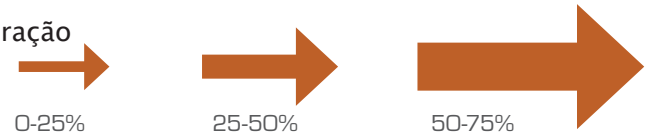
O conjunto das setas é representado abaixo:

- evaporação



- escoamento superficial

- infiltração



Desenvolvimento do jogo

Você e seus colegas deverão discutir e associar as setas disponíveis com as parcelas do ciclo hidrológico (evaporação, escoamento superficial e infiltração), de acordo com a proporção definida pelo grupo para cada parcela, nas áreas florestada e urbanizada. As setas deverão ser coladas nas ilustrações que serão afixadas em um mural

O espaço abaixo é para você escrever os pontos abordados pelo seu grupo durante a discussão.

Terminada essa atividade e a partir das ilustrações com as setas, vamos socializar as discussões realizadas em cada grupo e discutir sobre a questão apresentada a seguir.

Reflita e se manifeste...

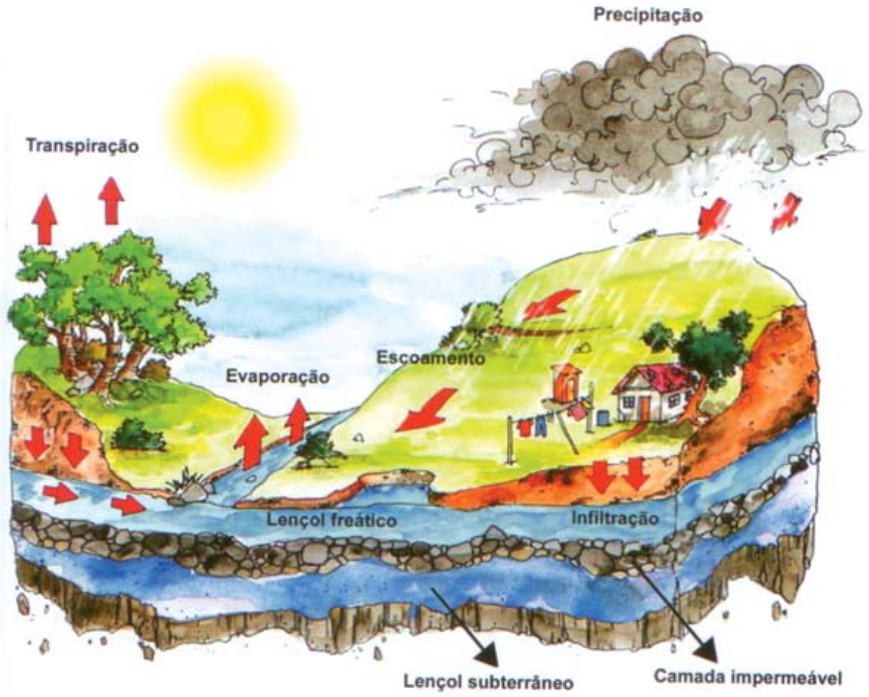
Como a urbanização influencia o ciclo hidrológico e quais as conseqüências ao meio ambiente?

O espaço abaixo é para você anotar como a urbanização influencia o ciclo hidrológico e o meio ambiente

O ciclo hidrológico descreve a circulação da água na Terra e as etapas deste processo são:

- Precipitação.
- Escoamento superficial.
- Infiltração.
- Evapotranspiração.

Abaixo colocamos os mecanismos do ciclo hidrológico para você poder consultar depois.



Adaptado de: Nascente: Verdadeiro tesouro da propriedade rural - CEMIG/2005

Precipitação

A precipitação compreende toda a água que cai da atmosfera na superfície da Terra, principalmente na forma de chuva, mas também como orvalho, sereno, granizo, neve etc.

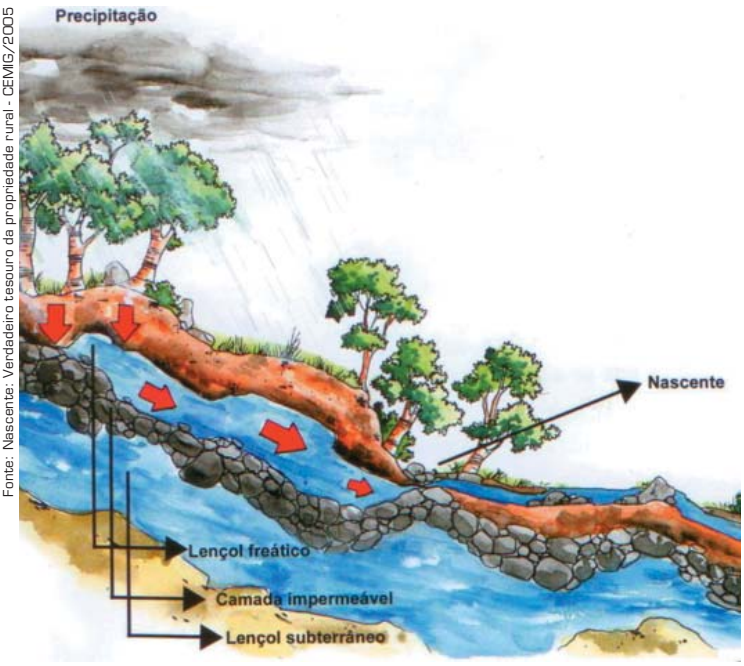
Após atingir a superfície da Terra, a água de precipitação tem dois caminhos por onde seguir: escoar na superfície ou infiltrar no solo.

Escoamento superficial

O escoamento superficial é o deslocamento sobre o terreno, por ação da gravidade, da água precipitada da atmosfera que não se infiltra no solo ou não volta diretamente à atmosfera pela evapotranspiração.

Fonte: dn.sapo.pt

Infiltração



Fonte: Nascente: Verdadeiro tesouro da propriedade rural - CEMIG/2005

A infiltração corresponde à água que atinge o subsolo, formando os lençóis de água subterrânea que alimentam as nossas nascentes d'água. Existem dois tipos de lençóis de água:

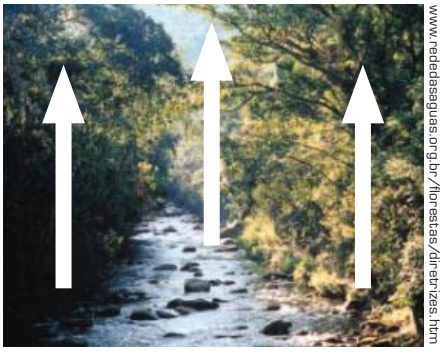
- **Lençol freático:** aquele em que a água se encontra livre, com sua superfície sob a ação da pressão atmosférica.

- **Lençol subterrâneo:** aquele em que a água se encontra confinada por camadas impermeáveis do subsolo, sob ação de pressão superior à pressão atmosférica.

Evapotranspiração

A transferência da água para a atmosfera se dá através de dois mecanismos:

- **Evaporação:** transferência da água superficial do estado líquido para o gasoso.
- **Transpiração:** processo onde as plantas retiram a água do solo pelas raízes. A água é transferida para as folhas e então evapora.



www.rededasaguas.org.br/florestas/diretrizes.htm

Agora que resgatamos como a água circula de um meio para o outro, vamos entender como a água está distribuída no planeta.

Distribuição de água no planeta

A água disponível no nosso planeta pode ser dividida em água doce e água salgada. Por sua vez, a água doce pode ser dividida em:

- Águas superficiais.
- Águas subterrâneas de fácil acesso.
- Águas de geleiras e subterrâneas de difícil acesso.

Vamos discutir esta questão realizando a atividade a seguir.

Atividade individual...

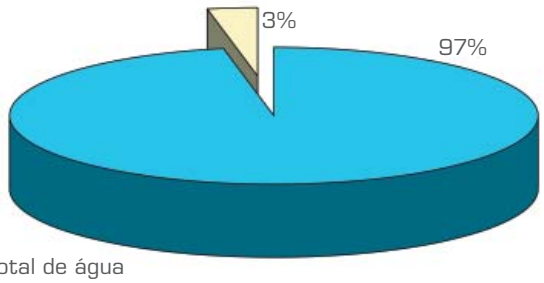
Analise as figuras abaixo sobre a distribuição da água no planeta e responda às questões correspondentes.

1 - Marque a opção correta:

( ) a – 97% da água disponível na Terra se encontra na forma de água salgada e 3 % de água doce.

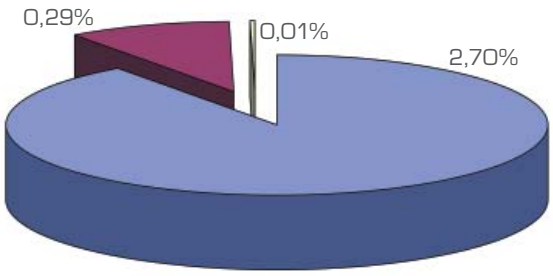
( ) b – 97% da água disponível na Terra se encontra na forma de água doce e 3 % de água salgada.

Percentuais de água doce e salgada em relação ao total de água disponível no planeta



Total de água

Percentuais das diferentes formas de apresentação de água doce



Água doce

2 - Marque a opção correta:

( ) a – 2,7% da água disponível na Terra são águas doces superficiais, 0,29% subterrâneas de fácil acesso, e 0,01% geleiras e subterrâneas de difícil acesso.

( ) b – 2,7% da água doce disponível na Terra são subterrâneas de fácil acesso, 0,29 % águas superficiais, e 0,01% geleiras e subterrâneas de difícil acesso.

( ) c – 2,7% da água doce disponível na Terra são geleiras e subterrâneas de difícil acesso, 0,29% subterrâneas de fácil acesso e 0,01% águas superficiais.

Agora que você sabe sobre a distribuição da água no planeta, vamos discutir sobre a questão a seguir.

Reflita e se manifeste...

Como comentado, a quantidade de água disponível no planeta é imensa, são aproximadamente 1,36 x 10^{21} litros de água.

Sendo assim, por que a necessidade de se preservarem os recursos hídricos?

O espaço abaixo é para você anotar as conclusões relativas a essa questão.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Embora exista uma grande quantidade de água no planeta, apenas uma pequena fração desta (0,01 %) é encontrada em fontes mais viáveis para serem utilizadas pelo homem.

Isso ressalta **a importância da preservação dos recursos hídricos**!

Você já sabe da importância do adequado uso e ocupação do solo na preservação dos recursos hídricos. Vamos agora discutir aspectos relacionados à poluição das águas. Esperamos proporcionar a você e a seus colegas uma visão ampla e crítica das principais fontes de poluição das águas, dos impactos sobre o meio ambiente, sobre a saúde e qualidade de vida da população, bem como das principais técnicas de controle da poluição da águas.

Poluição da água

Vamos começar a discussão sobre poluição das águas tentando construir um conceito para a mesma a partir das questões a seguir.

Reflita e se manifeste...

Quais as fontes de poluição da água?

Quais as conseqüências da poluição da água?

Quais as principais técnicas de controle da poluição da água?

O que é a poluição da água?

Os principais pontos abordados durante a discussão e o conceito de poluição das águas construído pela turma serão anotados em um painel-síntese.

O espaço abaixo é para você escrever o conceito de poluição das águas construído.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Agora, você e seus colegas assistirão à apresentação do instrutor e devem procurar identificar as semelhanças e as diferenças entre os pontos que constituíram o painel-síntese com o que será apresentado.

Se você tiver comentários ou dúvidas sobre os assuntos abordados, exponha-os para todos os participantes.

Outro conceito de poluição das águas

A seguir é apresentado um outro conceito de poluição das águas. Você e seus colegas devem compará-lo com o conceito construído pela turma. Reflita sobre as semelhanças e diferenças entre eles.

Poluição é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

a) Prejudiquem a saúde, a segurança e o bem estar da população.
b) Criem condições adversas às atividades sociais e econômicas.
c) Afetem desfavoravelmente a biota.
d) Lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Degradação ambiental é a alteração adversa das características do meio ambiente.

O espaço abaixo é para você anotar as semelhanças e diferenças entre os dois conceitos

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Agora que conhecemos alguns conceitos de poluição das águas, discutiremos sobre as suas principais fontes, conseqüências e formas de controle.

Fontes poluidoras das águas

As fontes de poluição podem ter origem natural ou serem resultado das atividades humanas. As principais fontes de poluição das águas são expostas a seguir:

www.cesan.com.br

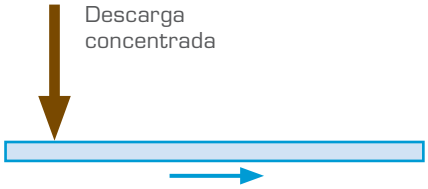
Meio rural

Meio urbano

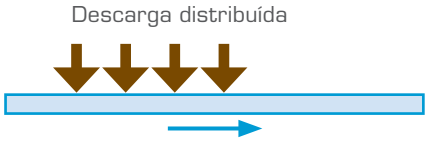
- Esgotos domésticos
- Esgotos industriais.
- Resíduos sólidos.
- Pesticidas, fertilizantes e detergentes.
- Carreamento de partículas do solo.
- Percolação do chorume dos depósitos de lixo.

Uma fonte poluidora pode atingir um curso d'água receptor de duas formas:

- **Poluição pontual:** os poluentes gerados nas grandes cidades e indústrias são coletados e transportados, e atingem o curso d'água de forma concentrada (exemplo: lançamentos de esgotos domésticos ou industriais).



- **Poluição difusa:** os poluentes geralmente transportados pelas águas pluviais entram no curso d'água de forma distribuída ao longo da sua extensão (exemplo: drenagem pluvial urbana; agrotóxicos e fertilizantes utilizados em culturas agrícolas).



br.geocities.com/zurliagro/agrotoxico.htm

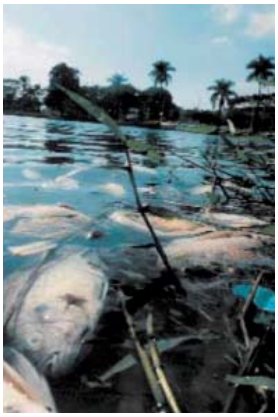
A identificação da forma como uma fonte poluidora atinge um curso d'água é importante no estudo do impacto da poluição e na definição da melhor técnica de controle a ser adotada.

Conseqüências da poluição das águas

Vimos que a poluição das águas é originada de diferentes fontes e que trazem conseqüências negativas para o meio ambiente e para a qualidade de vida das pessoas. As principais conseqüências da poluição das águas são apresentadas a seguir:

Fonte: www.manuelzão.ufmg.br

- Impactos sobre a saúde e a qualidade de vida da população.
- Veiculação de doenças.
- Prejuízos aos usos da água.
- **Assoreamento.**
- **Eutrofização.**



- Agravamento dos problemas de escassez da água.
- Elevação do custo do tratamento da água.
- Desequilíbrio ecológico e mortandade de peixes decorrente da redução do oxigênio dissolvido na água (**autodepuração**).
- Degradação da paisagem.

Para saber mais...

Fonte: www.reporterbrasil.com.br

Assoreamento é o acúmulo de sedimentos e suas principais conseqüências é a redução da profundidade e do volume útil dos corpos d'água, podendo ocasionar inundações e deterioração da qualidade da água.

Eutrofização é o crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas, a níveis tais que causem interferência com os usos previstos para a água, devido ao excesso de nutrientes (nitrogênio e fósforo). Suas principais conseqüências é a redução do oxigênio dissolvido (OD), causando a morte de peixes e outros organismos aeróbios.

A habilidade do ecossistema em assimilar a poluição orgânica, através dos microrganismos presentes, constitui a capacidade de **autodepuração** de um curso d'água.

Técnicas de controle da poluição das águas

Para evitar ou corrigir as conseqüências da poluição das águas é necessário o uso de técnicas de controle. Na análise das possíveis estratégias de controle da poluição das águas é fundamental que se considere todo o entorno do curso d'água, para efeito do planejamento das atividades a serem realizadas. As principais técnicas de controle da poluição das águas são:

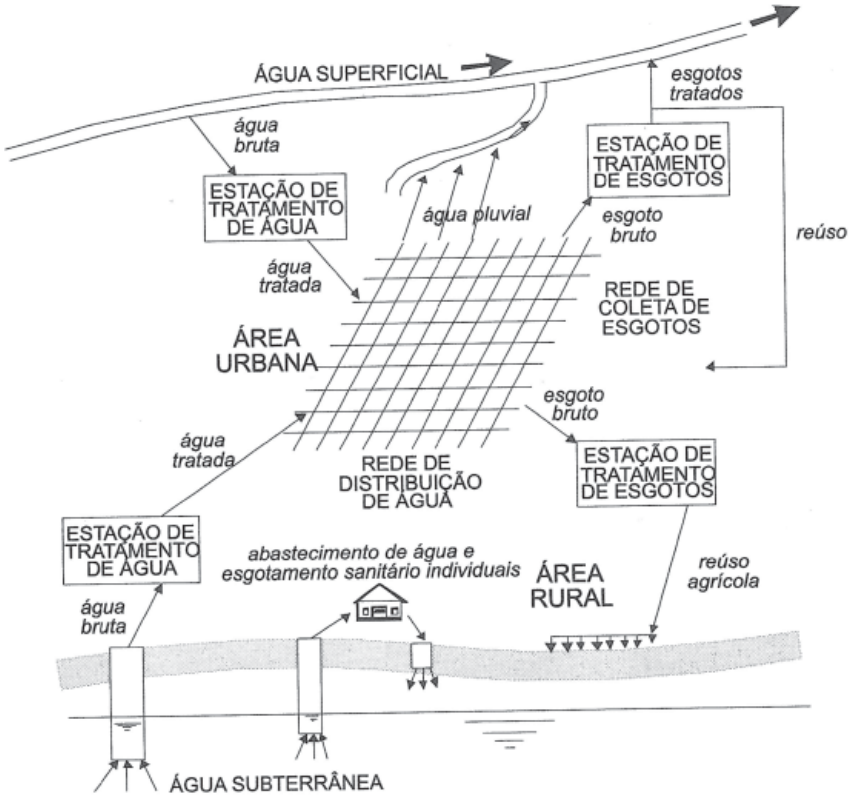
- Implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgotos.
- Controle de focos de erosão.
- Recuperação e revitalização de cursos d'água.
- Controle da retirada de água dos cursos d'água.
- Controle dos usos e ocupação do solo.
- Remoção de sedimentos e plantas aquáticas (lagos e represas).

Vimos que os esgotos domésticos e industriais e as águas pluviais (drenagem urbana e\ou rural) 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 das rotas de uso.

Rotas de uso da água

A seguir são apresentadas as principais rotas de uso da água de interesse no âmbito do saneamento e meio ambiente. Note que nestas rotas, a qualidade da água é alterada em cada etapa do seu percurso.

Rotas do uso e disposição da água



- **Água bruta:** a água é retirada das coleções d'água com uma determinada qualidade inicial.
- **Água tratada:** alterações na qualidade inicial para adequar aos usos previstos
- **Água usada:** (esgoto bruto): incorporação de impurezas à água tratada gerando os esgotos
- **Esgoto tratado:** remoção de poluentes para posterior lançamento no corpo receptor
- **Água pluvial:** o escoamento superficial leva à incorporação de poluentes (no meio urbano é coletada pelo sistema de drenagem pluvial).
- **Corpo receptor:** alterações na qualidade em decorrência do lançamento de esgotos tratados e de águas pluviais.
- **Reuso:** os esgotos tratados podem, sob certas condições, ser usados na agricultura, indústria e no meio urbano.

Fonte: adaptado de von Sperling, 2005 (Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. DESA-UFMG, 452p.)

O gerenciamento dessas rotas, isto é, o planejamento, projeto, execução e controle das obras e intervenções necessárias, é fundamental para a garantia da qualidade desejada da água em função dos seus usos previstos.

Dentre as fontes de poluição das águas, os esgotos domésticos são os principais responsáveis pela degradação da qualidade dos cursos d'água. Um manancial contaminado pelo lançamento de esgotos pode prejudicar os seus usos previstos e transmitir doenças aos homens. Para tentar minimizar ou até mesmo eliminar essas conseqüências é necessário conhecermos um pouco mais sobre os esgotos domésticos, assunto do nosso próximo conceito-chave.

Mas antes, vamos testar os conhecimentos adquiridos até este ponto da oficina de capacitação de forma descontraída por meio da dinâmica apresentada a seguir.

Dinâmica da bola

1 - Participantes

- Profissionais, instrutor e monitor.

2 - Material necessário

- Música.
- Bola.
- Cartões com perguntas.

3 - Desenvolvimento da dinâmica

Ao som de uma música e reunidos em um círculo, vamos jogar a bola uns para os outros.

Se a bola estiver em suas mãos quando a música parar, retire um cartão da caixa e responda se a afirmativa é verdadeira ou falsa. Após responder continue o jogo.

OBJETIVOS:

- Identificar e analisar o consumo de água e a geração de esgoto doméstico.

- Discutir os conceitos de *quota per capita* e coeficiente de retorno água/esgoto.

- Caracterizar qualitativamente os esgotos domésticos.

- Relacionar a quantidade e a qualidade do esgoto gerado em uma comunidade e o impacto do seu lançamento no corpo d'água.

- Apresentar e discutir os padrões ambientais de qualidade da água, relacionados ao lançamento de esgotos nos cursos d'água.

- Discutir sobre os sistemas de esgotamento sanitário.

Esgotos domésticos

No conceito-chave "Água", nós vimos que dentre as principais fontes de poluição da água estão os esgotos domésticos, as águas pluviais e os esgotos industriais. O impacto da poluição proveniente de uma dessas fontes depende das especificidades do despejo, além das características do corpo d'água receptor. Dessa forma, para a avaliação do impacto da poluição, bem como do alcance das medidas de controle, é necessário o conhecimento das cargas de poluentes, como também dos efeitos da sua afluência nos corpos receptores.

Como o foco principal do guia é o esgoto doméstico, serão abordadas a seguir as suas características, o impacto decorrente do seu lançamento no corpo receptor e as formas de controle usualmente empregadas.

Consumo de água e geração de esgotos domésticos

Vamos iniciar este assunto discutindo as questões a seguir.

Reflita e se manifeste...

Nas suas atividades cotidianas, quantos litros de água você consome por dia?

Quantos litros de esgoto você gera por dia?

Durante o debate discutimos quanto você e seus colegas consomem de água e geram de esgoto diariamente. Mas, você sabe como se calcula o volume de esgotos gerado em uma localidade?

O consumo de água é estimado em função do número de moradores de uma localidade e do consumo médio diário de água por morador, denominado ***quota per capita* (QPC).** Usualmente a QPC é expressa em litros por habitante por dia (L/hab.d).

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

Vamos começar fazendo uma conta rápida para saber o consumo de água e a conseqüente geração de esgotos na sua casa diariamente.

Atividade individual...

Considerando o consumo médio diário de água de 100 litros por pessoa, quanto é gerado de esgoto diariamente na sua casa?

.....

.....

.....

.....

.....

Agora que você já sabe como estimar a quantidade de esgoto gerada na sua casa, vamos aprofundar um pouco mais sobre a geração de esgotos, entendendo como se estima a quantidade de esgotos gerada em uma localidade.

Vazão de esgotos sanitários

A vazão de esgoto sanitário 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.

A vazão doméstica de esgotos em uma determinada localidade, geralmente é constituída pelos esgotos gerados nas residências, no comércio, e nos equipamentos e instituições presentes na localidade. É bom lembrar que a vazão doméstica varia substancialmente ao longo das horas do dia, dos dias da semana e dos meses do ano.

A **vazão de infiltração** constitui a água que adentra na rede coletora através de tubos defeituosos, juntas, conexões, poços de visita, entre outros.

Para saber mais...

A partir da população de projeto (Pop), do consumo médio diário de água por habitante (QPC) e do coeficiente de retorno (R), a **vazão doméstica** média pode ser obtida da seguinte relação:

$$Q_{d_{méd}} = \frac{Pop \times QPC \times R}{86400} \quad (L/s)$$

A **vazão de infiltração** usualmente é quantificada na forma de uma taxa de infiltração por comprimento de rede. A NBR 9649 da ABNT cita a faixa de 0,05 a 1,0 L/s.km.

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

Agora já sabemos como se calcula a quantidade de esgoto gerado numa localidade. Mas, você sabe quais são os poluentes presentes no esgoto? Essa informação é importante para sabermos o seu potencial como poluidor das águas e o que fazer para reduzir ou eliminar esse potencial.

Caracterização dos esgotos domésticos

Vamos iniciar esse assunto realizando a atividade descrita a seguir.

Atividade em grupo...

Para a divisão dos grupos serão disponibilizados em uma caixa, cartões com números. Cada profissional deve sortear um cartão. Os grupos serão formados pelos profissionais que sortearem cartões com números iguais.

Você e seus colegas deverão discutir sobre a geração de esgotos na sua residência e no seu trabalho e quais impurezas esperam encontrar no chuveiro, na pia de banheiro, no vaso sanitário, na pia de cozinha e nos equipamentos de limpeza (tanque e máquina de lavar roupas).

É preciso escolher um participante para anotar as respostas em um painel-síntese e um relator para apresentar as respostas do grupo em plenária.

Os painéis-síntese serão afixados em um mural.

O espaço abaixo é para você anotar as respostas do seu grupo durante a discussão

- Chuveiro e pia de banheiro

- Vaso sanitário

• Pia de cozinha

• Equipamentos de limpeza
(tanque, máquinas de lavar roupas e louças

Provavelmente, cada grupo apresentou diferentes impurezas 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?

Vamos aprofundar um pouco mais sobre esse assunto, assistindo a uma apresentação sobre os parâmetros de caracterização dos esgotos domésticos. Durante a apresentação é importante que você e seus colegas identifiquem quais parâmetros de caracterização relacionam-se com as impurezas listadas nos painéis síntese, bem como os seus impactos sobre os cursos d'água.

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.

Na seqüência, colocamos os assuntos que serão abordados na apresentação para que você possa acompanhar.

Parâmetros de caracterização dos esgotos domésticos

A maior parte dos esgotos domésticos, cerca de 99,9%, é constituída por água. A fração restante 0,01% é composta por sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos. Para remover essa pequena fração referente aos sólidos é que os esgotos devem ser tratados.

A qualidade dos esgotos domésticos pode ser medida por diversos parâmetros que representam suas características físicas, químicas e biológicas. Os principais parâmetros de qualidade dos esgotos utilizados para avaliar o seu potencial como poluidor de um curso d'água são apresentados a seguir:

- Sólidos.
- Indicadores de matéria orgânica.
- Nitrogênio.
- Fósforo.
- Indicadores de contaminação fecal.

Note que muitas vezes são utilizados indicadores que medem indiretamente os diversos compostos constituintes dos esgotos domésticos, de forma a traduzir o seu potencial como poluidor dos corpos d'água.

Sólidos

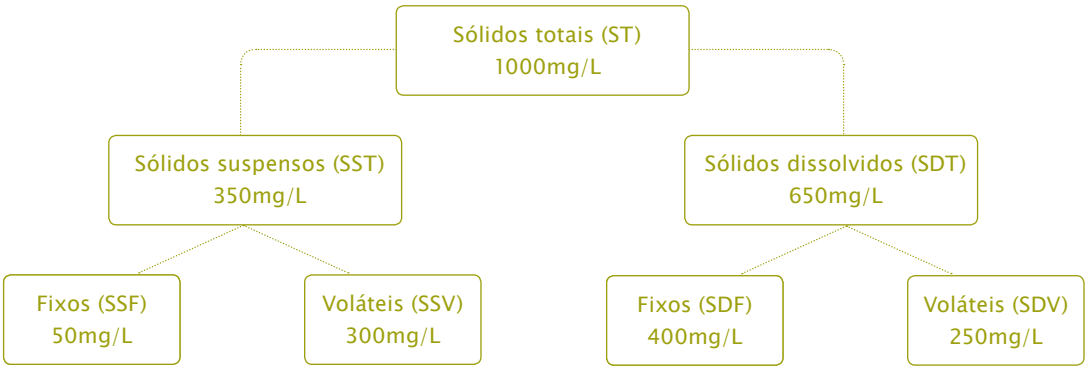
Com exceção dos gases, todas as impurezas encontradas na água contribuem para a carga de sólidos. Em termos práticos, os sólidos orgânicos são estimados a partir dos sólidos voláteis (SV), e os sólidos inorgânicos são representados pelos sólidos fixos (SF).

Os sólidos presentes nos esgotos domésticos são classificados da seguinte forma:

Forma de Classificação	Parâmetro	Descrição
Tamanho	Sólidos suspensos (SS)	Retidos no papel de filtro
	Sólidos dissolvidos (SD)	Passam pelo papel de filtro
Características químicas	Sólidos voláteis (SV)	Volatilizam a 500 ± 50°C
	Sólidos fixos (SF)	Permanecem após a combustão
Sedimentabilidade	Sólidos sedimentáveis	Sedimentam no período de 1 hora
	Sólidos não sedimentáveis	Não sedimentam no período de 1 hora

A seguir é apresentada, em termos de composição média, uma distribuição típica dos sólidos constituintes do esgoto bruto.

Distribuição típica dos sólidos constituintes do esgoto bruto



Fonte: adaptado de von Sperling, 2005 (Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3.ed. DESA-UFMG, 452p.)

Matéria orgânica

A matéria orgânica presente nos esgotos é a responsável pelo principal problema de poluição dos corpos d'água, que é o decréscimo dos teores de oxigênio dissolvido na água, causado pela respiração de microrganismos que se alimentam da matéria orgânica.

A matéria orgânica presente nos esgotos é dividida nas seguintes frações:

Classificação quanto à forma e tamanho	• Matéria orgânica em suspensão (ou particulada) • Matéria orgânica dissolvida (ou solúvel)
Classificação quanto à biodegradabilidade	• Matéria orgânica inerte • Matéria orgânica biodegradável

A matéria orgânica em suspensão é usualmente associada aos sólidos suspensos voláteis (SSV), ao passo que a matéria orgânica dissolvida está relacionada aos sólidos dissolvidos voláteis (SDV).

A matéria orgânica presente no esgoto geralmente é quantificada empregando métodos indiretos por meio da determinação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e da demanda química de oxigênio (DQO).

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

- Mede a quantidade de oxigênio consumido pelos microrganismos aeróbios para a degradação da matéria orgânica.
- Representa de forma indireta a quantidade de matéria orgânica presente nos esgotos.
- Para permitir a comparação entre diferentes resultados, o teste é realizado em condições padronizadas, a temperatura de 20°C e com 5 dias de duração.

Faixa típica de DBO no esgoto bruto
250 - 350 mg/L

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

- Mede a quantidade de oxigênio consumido em decorrência da oxidação química da matéria orgânica, obtida através de um agente oxidante forte (dicromato de potássio) em meio ácido.
- Representa de forma indireta a quantidade de matéria orgânica presente nos esgotos.

Faixa típica de DQO no esgoto bruto
500 - 700 mg/L

A relação DQO/DBO indica a biodegradabilidade do esgoto. No esgoto doméstico bruto, a relação DQO/DBO varia em torno de 1,7 a 2,4.

No esgoto tratado, como a maior parte da fração biodegradável da matéria orgânica é removida na estação de tratamento, a relação DQO/DBO é maior que no esgoto bruto.

Quanto maior a eficiência do tratamento, maior o valor dessa relação. Os valores típicos da relação DQO/DBO nos esgotos tratados são usualmente superiores a 2,5, podendo chegar a 4,0 ou 5,0.

Você sabia?

Diferentemente do teste da DBO, no qual apenas a fração biodegradável da matéria orgânica é oxidada, no teste da DQO, a matéria orgânica inerte também é oxidada.

Portanto, o valor da DQO de um determinado despejo é sempre maior que a sua DBO.

Nitrogênio (N)

O nitrogênio é um constituinte dos esgotos de grande importância para o controle da poluição das águas. As principais relações do nitrogênio com a poluição das águas são apresentadas a seguir:

- É indispensável para o crescimento das algas, podendo, portanto, causar a eutrofização de lagos e represas.
- Na forma de amônia livre é tóxico aos peixes.
- Na conversão de amônia a nitrito e deste a nitrato (nitrificação), ocorre o consumo de oxigênio dissolvido no corpo d'água receptor.
- Na forma de nitrato, está associado a doenças como a metahemoglobinemia (síndrome do bebê azul).
- A sua forma predominante, em um corpo d'água receptor, pode indicar o estágio da poluição decorrente do lançamento de esgotos. Se a poluição for recente, a forma predominante é o nitrogênio orgânico e, se antiga, prepondera o nitrogênio na forma de nitrato.

Você sabia?

No meio aquático, o nitrogênio pode ser encontrado nas seguintes formas:

- Nitrogênio molecular (N_2).
- Nitrogênio orgânico.
- Amônia (livre NH_3, e ionizada NH_4^+).
- Nitrito (NO_2^-).
- Nitrato (NO_3^-).

No esgoto bruto, as formas predominantes do nitrogênio são o nitrogênio orgânico e a amônia. O nitrogênio orgânico e a amônia são determinados conjuntamente em laboratório pelo método Kjeldahl, constituindo dessa forma o denominado Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK).

NTK = nitrogênio orgânico + amônia
Faixa típica no esgoto bruto
NTK = 40 - 50 mg/L

Fósforo (P)

A importância do fósforo está relacionada, sobretudo ao fato deste ser essencial para o crescimento de algas, podendo, portanto, em certas condições, causar a eutrofização de lagos e represas.

Faixa típica no esgoto bruto
Fósforo = 5 - 10 mg/L

Organismos indicadores de contaminação fecal

Diversos organismos podem estar presentes nos esgotos, dentre os quais os patogênicos, capazes de causar doença no homem e nos animais. A origem destes agentes patogênicos é predominantemente humana, dessa forma, a presença deles nos esgotos domésticos reflete o nível de saúde da população.

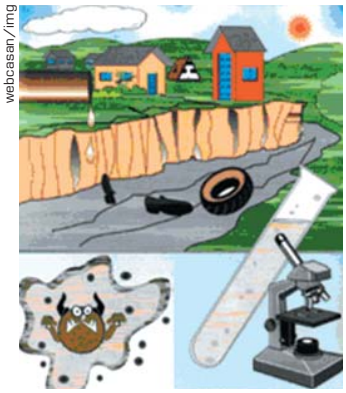
Como detectar a presença dos agentes patogênicos em uma amostra de água se usualmente eles estão presentes em baixas concentrações, devido à diluição do despejo no corpo d'água receptor?

Para refletir...

Você sabe quais são os fatores que determinam a incidência de doenças de veiculação hídrica?

Isso é assunto para o nosso próximo conceito-chave!

Para contornar o problema da detecção da contaminação da água por agentes patogênicos são utilizados organismos indicadores de contaminação fecal. Esses organismos indicam a provável contaminação da água por fezes humanas ou de animais, e conseqüentemente, a sua potencialidade para transmitir doenças. Os principais organismos indicadores de contaminação fecal são as bactérias do grupo coliformes.


webcasan/img

- Coliformes totais (CT): presentes nas fezes, mas também em águas e solos não contaminados.
- Coliformes fecais (termotolerantes) (CF): grupo presente predominantemente nas fezes, contudo, o teste pode incluir bactérias não fecais.
- *Escherichia coli* (EC): principal bactéria do grupo coliformes fecais, abundante nas fezes dos animais; dá garantia de contaminação exclusivamente fecal, contudo, não dá garantia que a contaminação seja humana.

Faixa típica no esgoto bruto
CF = 10^6 - 10^9 mg/L

Você sabia?

- Cada indivíduo elimina cerca de 1 bilhão a 1 trilhão de coliformes por dia.
- De 1/3 a 1/5 do peso das fezes humanas é constituído por bactérias do grupo coliforme.
- Os coliformes apresentam resistência ligeiramente superior à maioria das bactérias do trato intestinal humano.

Nós discutimos sobre as características do esgoto doméstico, os seus principais constituintes e os impactos decorrentes do aporte deles nos corpos d'água receptores. Vamos agora aprofundar um pouco mais sobre estes impactos.

Impactos do lançamento de esgotos nos corpos receptores

A quantificação do poluente é fundamental para a avaliação do impacto do seu aporte no corpo d'água receptor, sendo realizada por meio da determinação da carga do poluente presente no esgoto.

Carga de poluentes

A carga de um determinado poluente é a sua quantificação expressa em termos de massa por unidade de tempo (usualmente utiliza-se kg/d). Em se tratando de esgotos domésticos, a carga pode ser calculada de duas formas:

$$\text{Carga (kg/d)} = \frac{\text{concentração (g/m}^3\text{) x vazão (m}^3\text{/d)}}{\text{1000 (g/kg)}}$$

$$\text{Carga (kg/d)} = \frac{\text{população (hab) x carga per capita (g/hab.d)}}{\text{1000 (g/kg)}}$$

Para consolidar o conceito de carga de poluentes, realize a atividade a seguir.

Atividade individual...

Considerando que cada pessoa contribui com 50g de DBO por dia. Qual é a carga de DBO gerada na sua casa por dia? Qual é a concentração de DBO no esgoto gerado na sua residência?

.....

.....

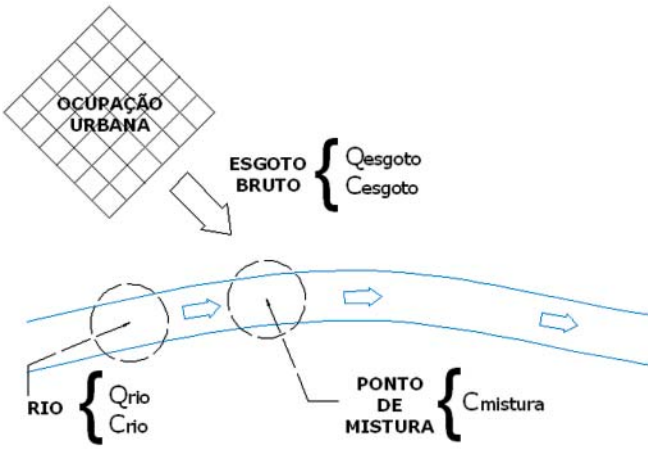
.....

.....

.....

Mistura de poluentes

Quando o esgoto é lançado num corpo receptor, ocorre a mistura desse esgoto com o corpo d'água. A concentração de um poluente no ponto de mistura do despejo com o corpo receptor pode ser calculada de acordo com a seguinte relação:



$$C_{mistura} = \frac{Q_{rio} \times C_{rio} + Q_{esgoto} \times C_{esgoto}}{Q_{rio} + Q_{esgoto}}$$

Na qual:

$C_{mistura}$ = concentração do poluente no ponto de mistura (mg/L ou g/m³).

C_{rio} = concentração do poluente no corpo receptor, imediatamente a montante do ponto de lançamento do despejo (mg/L ou g/m³).

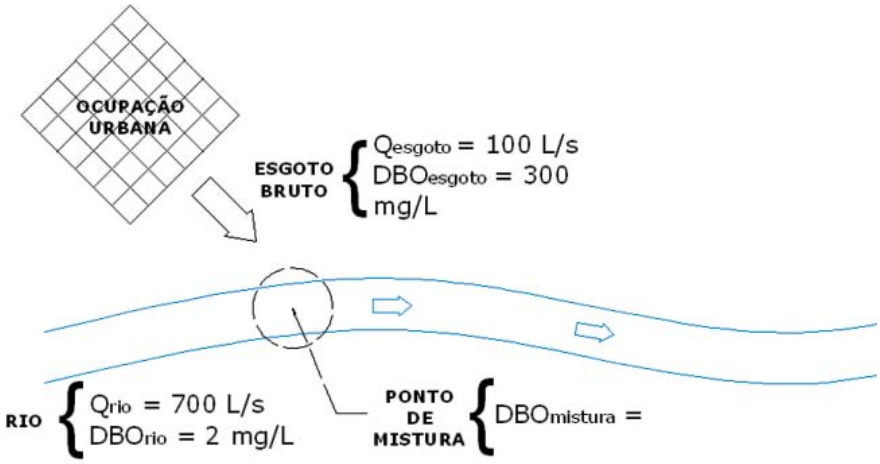
C_{esgoto} = concentração do poluente no esgoto (mg/L ou g/m³).

Q_{rio} = vazão do corpo receptor (L/s ou m³/s).

Q_{esgoto} = vazão do esgoto (L/s ou m³/s).

Vamos aprofundar neste assunto, determinando a mistura decorrente do lançamento de uma determinada carga de poluente num corpo d'água receptor.

Atividade individual...



Qual é a concentração de DBO no ponto de mistura?

.....

.....

.....

.....

.....

As condições de mistura no ponto de lançamento do despejo são de particular importância na avaliação do impacto subseqüente 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 do despejo. 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.

Agora que você já sabe como calcular a carga de poluentes e a sua concentração no ponto de mistura, vamos discutir sobre os principais impactos decorrentes do aporte de poluentes nos corpos d'água receptores, 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. Faremos isso, a partir da exposição que será realizada pelo instrutor.

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

Você já sabe que o principal problema de poluição dos cursos d'água no Brasil é a redução do teor de oxigênio dissolvido (OD), devido à atividade dos microrganismos aeróbios na degradação da matéria orgânica, introduzida por meio do lançamento de esgotos. Mas quais fatores determinam quanto seria essa redução do OD? A dimensão do impacto causado depende da carga poluidora (DBO) do esgoto, sobretudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor. Vamos agora compreender melhor esse importante fenômeno.

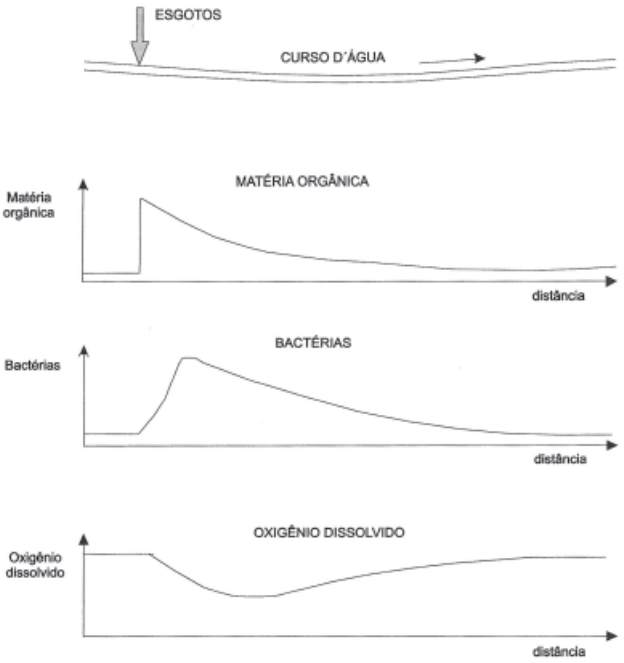
Autodepuração dos cursos d'água

Em condições naturais, coexiste em equilíbrio na água uma elevada diversidade de seres vivos, que constituem a biota aquática. Dentre 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 concentração 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.



Você sabia?

Enquanto no ar a concentração de oxigênio é de aproximadamente 270 mg/L, na água, em condições normais de temperatura e pressão, a concentração de OD não ultrapassa 9 mg/L.

O decréscimo da concentração de OD tem diversas implicações do ponto de vista ambiental, sobretudo em decorrência do desequilíbrio ecológico causado entre as comunidades aquáticas. As espécies mais adaptadas às novas condições ambientais se proliferam crescendo em número de indivíduos. As demais espécies, que não se adaptam bem às novas condições ambientais, têm dificuldades em sobreviver e, conseqüentemente, ocorre uma redução no número total de espécies.

O conhecimento e a compreensão do fenômeno da autodepuração são de fundamental importância principalmente pelos seguintes motivos:

- Utilizar a capacidade de assimilação dos rios.
- Impedir o lançamento de despejos acima do que possa suportar o corpo d'água.

É importante você notar que os motivos de se compreender o processo da autodepuração estão intimamente relacionados à manutenção da qualidade desejada da água em função dos seus usos previstos.

No processo da autodepuração, diversos fenômenos interagem no balanço do OD. De uma forma simplificada, as principais fontes de consumo e produção de oxigênio são:

Consumo de oxigênio	• Oxidação da matéria orgânica • Nitrificação
Produção de oxigênio	• **Reaeração atmosférica** • Fotossíntese

O estudo do impacto decorrente da poluição por matéria orgânica é realizado pela avaliação dos níveis de OD no corpo receptor a partir do ponto de lançamento do despejo. Isso é feito por meio do uso de modelos matemáticos que relacionam os fenômenos de consumo e produção de oxigênio.

Você sabia?

Algumas características do corpo receptor como a altura da lâmina d'água e a sua velocidade interferem na quantidade de OD incorporado à água pela **reaeração atmosférica**. Em rios mais rasos e mais velozes, a reaeração é favorecida.

Formas de controle

O tratamento dos esgotos é a principal e geralmente a única estratégia empregada no controle da poluição por matéria orgânica, todavia as principais alternativas disponíveis são citadas a seguir:

- Tratamento dos esgotos.
- Regularização da vazão do curso d'água.
- Aeração do curso d'água.
- Aeração dos esgotos tratados.
- Alocação de outros usos para o curso d'água.

Contaminação por microrganismos patogênicos

Nós sabemos que o esgoto doméstico contém uma grande quantidade de microrganismos, e que dentre eles, os agentes patogênicos podem estar presentes.

A rigor a presença de agentes patogênicos no curso d'água não causa danos à biota aquática, e conseqüentemente não tem grandes implicações sob a ótica ambiental. Contudo, quando deslocamos o foco para o fator higiênico, relacionado às doenças de **veiculação hídrica**, a contaminação do corpo receptor por agentes patogênicos é o aspecto de maior importância na avaliação dos impactos sobre a saúde, decorrentes do lançamento de esgoto nos corpos d'água.

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

O trato intestinal humano abriga naturalmente uma grande quantidade de microrganismos e por isso, eles estão presentes em grande número nas fezes humanas. Uma vez fora do intestino do homem, as condições ambientais adversas levam à morte e decaimento desses microrganismos. Isso ocorre, portanto, nos corpos receptores contaminados pelo lançamento de esgotos. No ponto de lançamento do despejo, ocorre a concentração máxima desses microrganismos, à medida que o corpo d'água segue o seu curso o número de microrganismos decresce.

Você sabia?

Que as doenças de veiculação hídrica são aquelas cuja transmissão ocorre pela ingestão de água contaminada por agentes patogênicos.

Eutrofização dos corpos d'água

A eutrofização é o crescimento excessivo das plantas aquáticas de forma a causar interferências com os usos desejáveis do corpo d'água. A eutrofização ocorre usualmente em lagos, lagoas e represas devido, sobretudo ao excesso de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, no corpo d'água.

O nível de eutrofização usualmente está associado ao uso e ocupação do solo predominante!

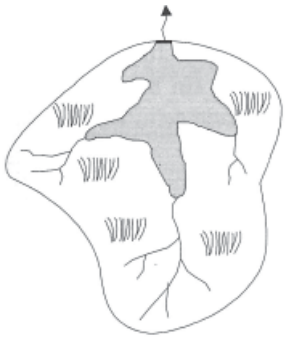
Evolução do processo de eutrofização em um corpo d'água

Ocupação por matas e florestas

Caracterizado pela baixa produtividade, isto é, há pouca atividade biológica de produção (síntese) no corpo d'água.

Há um aporte reduzido de nutrientes, devido à sua retenção dentro de um ciclo quase fechado: plantas mortas sob o solo liberam nutrientes, e a elevada infiltração favorece o transporte dos nutrientes até as raízes das plantas.

Ocupação por agricultura



Os vegetais plantados na bacia são retirados para consumo humano, causando uma quebra no ciclo de retenção dos nutrientes compensada pela aplicação, frequentemente excessiva, de fertilizantes.

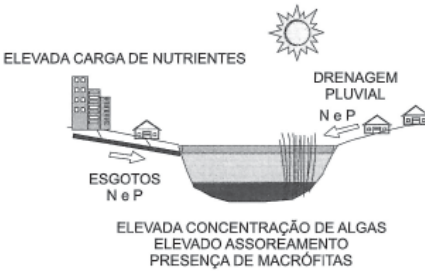
O aumento do escoamento superficial decorrente da retirada da vegetação natural arrasta os nutrientes em excesso para o lago ou para a represa. O aumento do teor de nutrientes no corpo d'água causa um certo aumento do número de algas.

Ocupação urbana

A implantação de loteamentos acompanhada pela maior impermeabilização do solo proporcionam o aporte e sedimentação de sólidos causando o assoreamento, reduzindo o volume útil do corpo d'água, e servindo de meio suporte para o crescimento de vegetais fixos de maiores dimensões (macrófitas) próximos às margens, deteriorando o aspecto visual do corpo d'água.

As águas pluviais transportam uma grande carga de nutrientes contribuindo para uma elevação no teor de algas no lago ou na represa. O maior fator de deterioração está, no entanto, associado aos esgotos cuja contribuição de N e P é bem superior àquela das águas pluviais. Há, portanto, uma grande elevação do aporte de N e P ao lago ou represa, trazendo, em decorrência, uma elevação nas populações de algas e outras plantas.

A população de algas pode alcançar valores bastante elevados, e poderão atingir superpopulações, constituindo uma camada superficial similar a um caldo verde. Esta camada superficial impede a penetração da energia luminosa nas camadas inferiores do corpo d'água, causando a morte das algas situadas nestas regiões. A morte destas algas traz, em si, uma série de outros problemas. Estes eventos de superpopulação de algas são denominados floração das águas.



Conseqüências da eutrofização

São as seguintes as principais conseqüências da eutrofização:

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

Controle da eutrofização

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

Controle dos esgotos

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

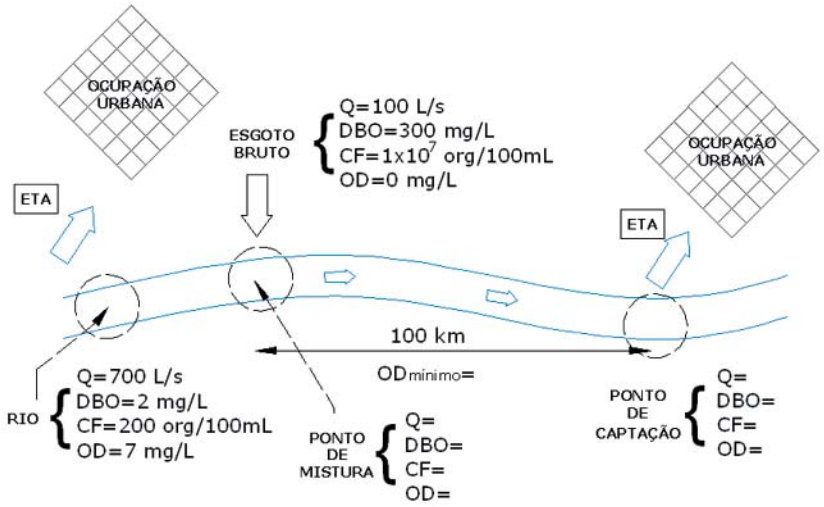
Controle das águas pluviais

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

Agora que já discutimos sobre a eutrofização, a contaminação por microrganismos patogênicos e a autodepuração dos cursos d'água, vamos nos familiarizar um pouco mais com esses dois últimos fenômenos, realizando a atividade a seguir.

Simulação da qualidade da água...

Vamos simular os impactos do lançamento de esgoto bruto em um curso d'água. Faremos isso, com o uso de um programa de computador, aplicando um modelo de simulação de qualidade da água.



Durante as simulações é importante que você perceba quais fatores do curso d'água influenciam na sua capacidade de assimilação das cargas poluidoras.

O espaço abaixo é para você anotar pontos importantes sobre esses assuntos.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Nós vimos na simulação anterior que a concentração de agentes patogênicos e os níveis de oxigênio dissolvido podem atingir valores tais que prejudiquem os usos previstos para o curso d'água. 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

Você já sabe que os requisitos de qualidade da água definem de maneira conceitual a qualidade desejada para uma água em função do seu uso previsto. Todavia, esses requisitos não especificam quais os parâmetros de qualidade de água devem ser observados e quais os valores desses parâmetros para cada uso previsto da água.

Para contemplar essa necessidade são estabelecidos os padrões de qualidade, embasados por suporte legal. São de especial interesse para o nosso estudo o padrão de corpos d'água e os padrões de lançamento, preconizados pelo Ministério de Meio Ambiente e eventuais legislações estaduais.

No Brasil, a lei que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água divide as águas doces em diferentes classes em função dos usos predominantes da água. O quadro a seguir apresenta, de forma simplificada, a classificação das águas doces.

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

Fonte: resolução CONAMA nº 357, de 17/03/2005.

Para cada uma dessas classes, a qualidade a ser mantida no corpo d'água é determinada por duas vias, pelos padrões de lançamento de efluentes e pelos padrões de corpos d'água, esse último é apresentado a seguir de forma simplificada.

Principais padrões de qualidade da água

Parâmetro	unidade	Padrão para corpo d´água			
		1	2	3	4
DBO	mg/L	3	5	10	
OD		6	5	4	2
Coliformes termotolerantes	org/100mL	200	1000	2500	

Fonte: resolução CONAMA nº 357, de 17/03/2005

Os padrões de lançamento de efluentes são balizados pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, por meio da Resolução nº 357. Essa Resolução dispõe que os órgãos ambientais (federal, estaduais e municipais) deverão estabelecer 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.

Caso você queira conhecer melhor esse assunto, consulte as principais legislações ambientais citadas a seguir.

Principais legislações ambientais

- Resolução CONAMA nº 357 de 17/03/05: dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.
- Lei 9433/97: dispõe sobre a política federal de recursos hídricos.

Você se lembra da modelagem da poluição do curso d'água realizada na simulação de qualidade da água? Vamos agora verificar o atendimento aos padrões de corpo receptor apresentados, por meio da seguinte atividade.

Simulação da qualidade da água...

Vamos agora repetir a simulação anterior e verificar se nela os padrões de enquadramento dos corpos receptores foram atendidos, considerando o corpo d'água classe 2 e os parâmetros, OD, DBO e coliformes termotolerantes.

Para permitir o atendimento aos padrões ambientais, e conseqüentemente a qualidade desejada da água em função dos seus usos preponderantes, via de regra, é necessário o tratamento dos esgotos antes do seu lançamento no curso d'água. Assim sendo, discutiremos a seguir sobre os sistemas de coleta de esgoto doméstico e as principais técnicas aplicadas ao seu tratamento.

Sistema de esgotamento sanitário

Vamos iniciar a nossa discussão sobre os sistemas de esgotamento sanitário realizando a atividade a seguir.

Reflita e se manifeste...

O que você entende por sistema de esgotamento sanitário?

Quais os objetivos e as conseqüências da implantação do sistema de esgotamento sanitário em uma comunidade?

Os pontos abordados durante esse debate irão constituir um painel-síntese. Em seguida, será realizada pelo instrutor uma palestra sobre este assunto objetivando complementar e consolidar os aspectos discutidos no debate.

Na seqüência, colocamos os assuntos que serão abordados na apresentação para que você possa acompanhar.

Se você tiver algum comentário ou dúvida sobre algum assunto, coloque-o para todo o grupo. Sua contribuição é muito importante. Participe!

Você viu nos ciclos de uso da água que, como conseqüência da utilização de água para abastecimento, há a geração dos esgotos. Caso não seja dada uma adequada destinação aos esgotos, estes passam a escoar a céu aberto, poluindo o solo, contaminando as água superficiais e subterrâneas, e constituindo-se em perigosos focos de disseminação de doenças.

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.

A implantação dos 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 contaminadas 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 ocasionadas pela poluição dos mananciais).

Tipos de sistemas de esgotamento sanitário

Existem basicamente dois tipos de sistemas como soluções para o esgotamento sanitário de uma determinada área, são eles:

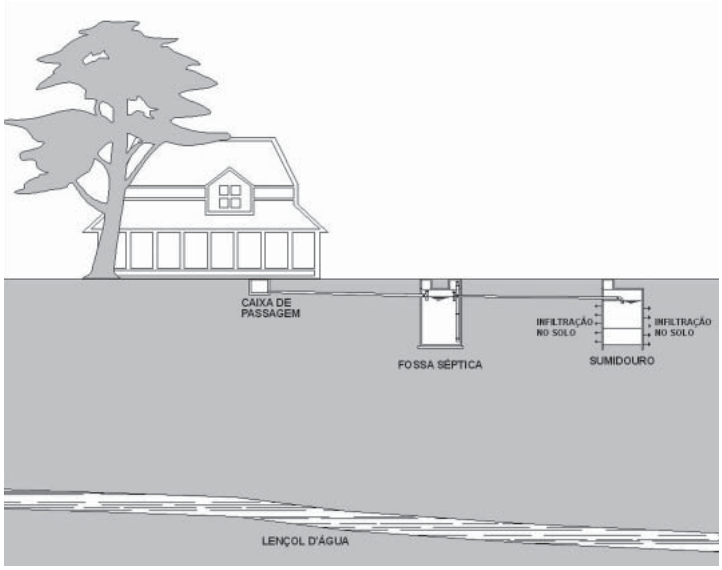
- Sistemas individuais.
- Sistemas coletivos.

Sistemas individuais

Os sistemas individuais, também chamados de sistemas estáticos, são adotados para atendimento unifamiliar e consistem no lançamento dos esgotos domésticos gerados em uma unidade habitacional, usualmente em fossa séptica seguida de dispositivo de infiltração no solo (sumidouro).

Tais sistemas funcionam de forma satisfatória e econômica se:

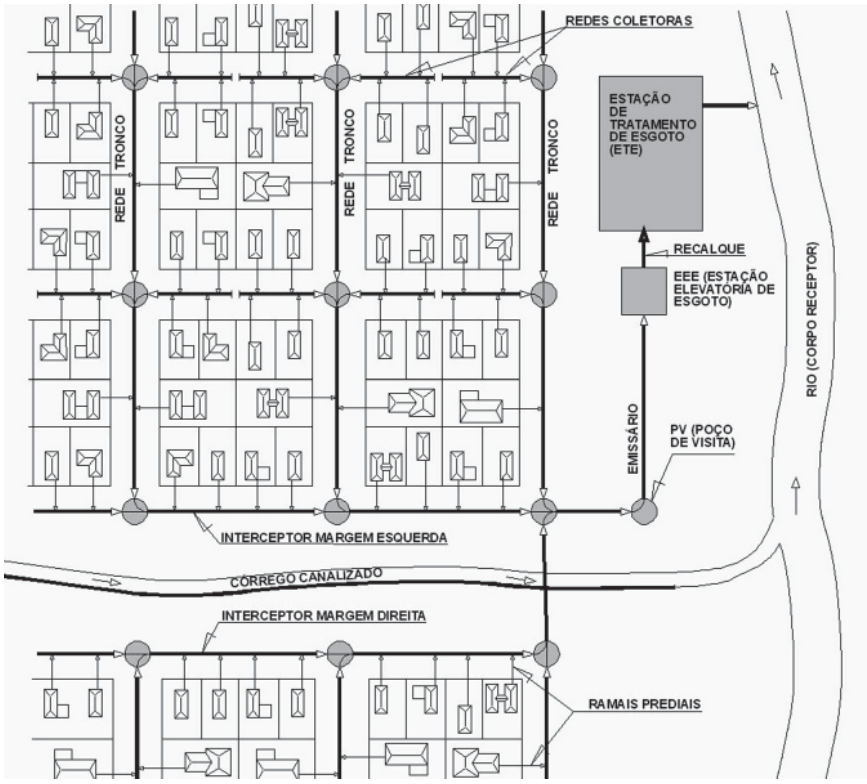
- As habitações forem esparsas (grandes lotes com elevada porcentagem de área livre ou meio rural).
- O solo apresentar boas condições de infiltração.
- O nível de água subterrânea se encontrar a uma profundidade adequada, de forma a evitar o risco de contaminação por microrganismos transmissores de doenças.



Fonte: Barros et al,1995 (Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, V.2, 221p.)

Sistemas coletivos

Em locais com uma maior concentração demográfica, as soluções individuais (sistema estático) passam a apresentar dificuldades para a sua aplicação. A área requerida para a infiltração torna-se muito elevada, usualmente maior que a área disponível. Os sistemas coletivos, também chamados de sistemas dinâmicos, são indicados para locais com elevada densidade populacional. Esta solução é composta por redes coletoras e interceptores que recebem o lançamento dos esgotos, transportando-os ao seu destino final de forma sanitariamente adequada.



Fonte: Barros et al,1995 (Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, V.2, 221p.)

Sistemas de tratamento de esgotos

Os esgotos domésticos devem ser tratados antes de serem lançados nos cursos d'água, para evitar a transmissão de doenças ao homem e reduzir os prejuízos às diversas formas de vida aquática e ao meio ambiente.

Existem quatro graus de tratamento, sendo que cada um deles, remove determinados tipos de poluentes.

- **Tratamento preliminar:** remove sólidos grosseiros e areia.
- **Tratamento primário:** remove sólidos sedimentáveis e matéria orgânica.
- **Tratamento secundário:** remove matéria orgânica e, eventualmente, nutrientes (nitrogênio e fósforo).
- **Tratamento terciário:** remove nutrientes, organismos patogênicos e poluentes específicos (compostos tóxicos, não biodegradáveis etc).

Tratamento preliminar

O tratamento preliminar é composto por unidades de gradeamento, desarenadores e medidor de vazão.

As principais finalidades da remoção de sólidos grosseiros nas grades são:

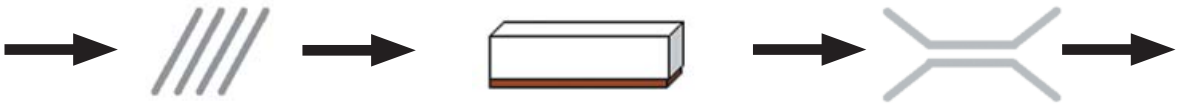
- Proteger as unidades de tratamento que se seguem.
- Proteger as bombas e tubulações.
- Proteger os corpos d'água receptores.

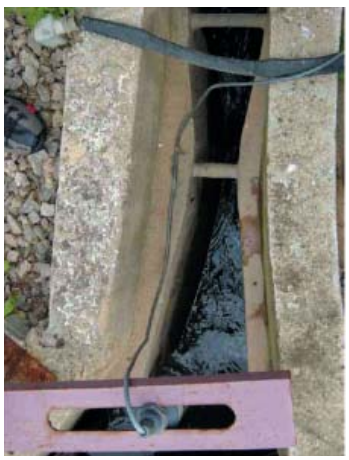
As principais finalidades da remoção de areia nos desarenadores são:

- Evitar abrasão dos equipamentos e tubulações.
- Eliminar ou reduzir obstruções em tubulações e outras unidades.
- Facilitar o transporte do líquido.

A calha Parshall é um instrumento clássico para medição da vazão afluente a estação de tratamento de esgotos (ETE).

A seguir apresentamos a simbologia utilizada para representação das unidades que compõem o tratamento preliminar. Apresentamos também fotos dessas unidades.





Fonte: ETE em Juiz de Fora/MG

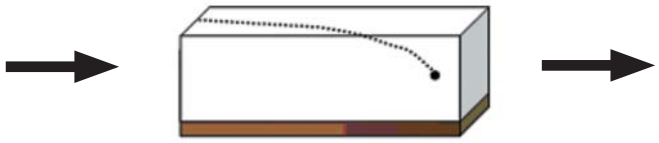
Tratamento primário

Nesta etapa predominam os mecanismos físicos de remoção de poluentes (sedimentação).

Os esgotos, após passarem pelas unidades de tratamento preliminar, contêm ainda os sólidos em suspensão não grosseiros, os quais podem ser parcialmente removidos em unidades de sedimentação. Com a remoção de uma grande parcela dos sólidos em suspensão, remove-se também parte da matéria orgânica.

Nos decantadores primários, os esgotos fluem vagarosamente, permitindo que os sólidos em suspensão, por possuírem uma densidade maior que a do líquido, sedimentam gradualmente no fundo.

A seguir apresentamos a simbologia utilizada para representar os decantadores primários e uma foto desta unidade.



Fonte: ETE Arrudas (BH/MG)

Tratamento secundário

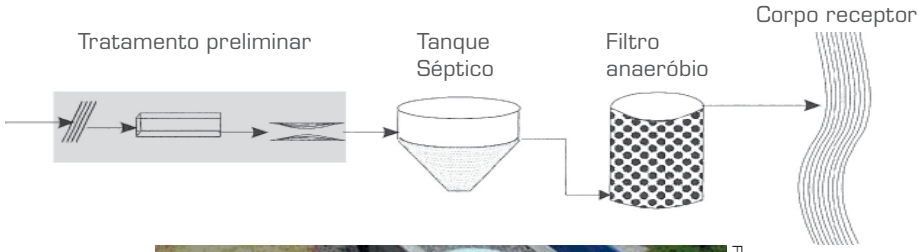
A essência do tratamento secundário de esgotos domésticos é a inclusão de uma etapa biológica. Enquanto nos tratamentos preliminar e primário predominam mecanismos físicos de remoção, no tratamento secundário a remoção da matéria orgânica é efetuada por reações bioquímicas, realizadas por microrganismos.

Tanque séptico-filtro anaeróbio

Este sistema tem sido amplamente utilizado no meio rural, em comunidades de pequeno porte e mesmo nos grandes centros urbanos, carentes de sistema público de esgotamento sanitário. 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 uma remoção complementar da DBO. O esgoto entra na parte inferior, passa por um material de enchimento (pedras ou outros materiais) e sai pela parte superior. Os microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica crescem dispersos no fundo do filtro e também aderidos ao material de enchimento.

A seguir apresentamos um fluxograma deste processo e uma foto das unidades de tanque-séptico e filtro anaeróbio.

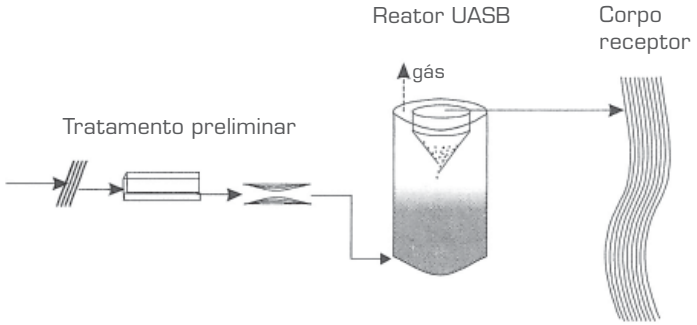


Fonte: ETE experimental UFRJ

Reator anaeróbio de manta de lodo (reator UASB)

Neste processo, a matéria orgânica contida no esgoto é estabilizada por microrganismos anaeróbios que crescem dispersos no reator. O fluxo do líquido é ascendente. A parte superior do reator UASB contém uma estrutura denominada separador trifásico (gás, sólido e líquido) a qual divide o topo do reator nas zonas de sedimentação e de coleta de gás. O gás coletado pode ser reaproveitado (energia do metano) ou queimado. O separador trifásico permite a saída do efluente clarificado e o retorno da biomassa ao sistema. A biomassa que cresce no sistema constitui o lodo cujo excesso (denso e com baixo teor de matéria orgânica) é descartado periodocamente do reator. O reator UASB pode ser utilizado de forma isolada ou seguido de alguma forma de pós-tratamento, objetivando elevar a eficiência global do sistema ou incorporar a remoção adicional de outros constituintes.

A seguir apresentamos um fluxograma deste processo e uma foto de um reator UASB.

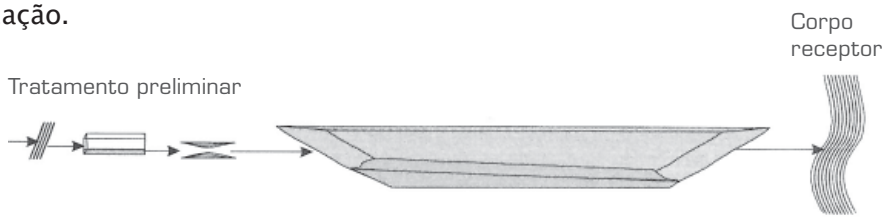


Fonte: ETE experimental UFMG

Lagoas de estabilização

As principais técnicas de tratamento por sistemas de lagoas são: (i) lagoas facultativas primárias e combinadas com lagoas anaeróbias (ii) lagoas aeradas (iii) lagoas de maturação e (iv) lagoas de polimento.

A seguir apresentamos um fluxograma simplificado deste processo e uma foto de uma lagoa de estabilização.



Fonte: ETE Brazlândia/DF

- Lagoa facultativa

  Neste sistema predominam as bactérias facultativas, capazes de adaptação aos ambientes aeróbios (mais à superfície) e anaeróbios (no fundo das lagoas). O oxigênio necessário à estabilização da matéria orgânica é fornecido em grande parte por algas que realizam a fotossíntese.

- Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa

  A remoção da maior parte da DBO na lagoa anaeróbia (mais profunda e com menor volume) proporciona ao sistema requisitos de área inferior ao de uma lagoa facultativa única.

- Lagoa aerada de mistura completa + lagoa de decantação

  A maior intensidade de aeração, proporciona uma redução da área ocupada, e atividade mais intensa da biomassa bacteriana que permanece dispersa no meio líquido. Isso aumenta a eficiência de remoção da DBO. No entanto, a biomassa em suspensão, necessita ser removida antes do lançamento no corpo receptor, em lagoas de decantação.

- Lagoas de maturação

  Como a carga orgânica já bastante reduzida, a fotossíntese ocorre em grande intensidade, estabelecendo assim um ambiente com elevados teores de OD. As condições ambientais favorecem a remoção de patógenos, e podem alcançar eficiência relativamente elevada de remoção de nitrogênio.

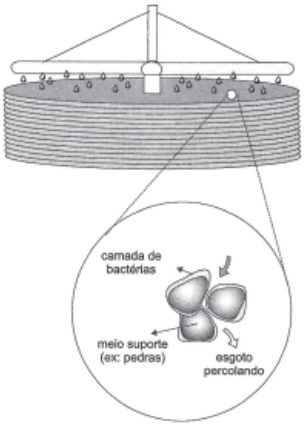
- Lagoas de polimento

  São unidades empregadas para o pós-tratamento de efluentes de reatores UASB, e cumprem ainda a função de remoção complementar de DBO, podendo também alcançar elevada remoção de patógenos e de amônia.

Filtros biológicos percoladores

Neste processo, assim como ocorre nos filtros anaeróbios, a biomassa cresce aderida a um material de enchimento, que pode ser constituído de pedras e outros materiais. Os filtros biológicos percoladores são sistemas aeróbios, pois o ar circula nos espaços vazios entre as pedras, fornecendo o oxigênio para a respiração dos microorganismos. O esgoto é aplicado de forma intermitente na parte superior do filtro (na forma de gotas ou jatos), percorrendo-o em direção ao fundo, onde é retirado já tratado.

A seguir apresentamos a simbologia utilizada para representar os filtros biológicos percoladores e uma foto desta unidade.



Escoamento superficial no solo

O esgoto é aplicado na parte superior de terrenos com uma certa declividade, através do qual escoam, até serem coletados por valas na parte inferior. A aplicação é intermitente. O terreno deve ser plantado com uma vegetação resistente ao alagamento, para auxiliar no tratamento do esgoto e evitar a erosão do terreno.

Este sistema, além de remover DBO, pode ainda ser empregado para a remoção de nitrogênio, o que ocorre por interações químicas no solo e abosrção pela biomassa vegetal.

Um outro aspecto de importância é a possibilidade de atendimento conjunto pelo sistema, aos objetivos de tratamento do esgoto e de irrigação, constituindo assim numa forma de reúso do efluente, haja vista a produção de biomassa vegetal para alimentação animal.

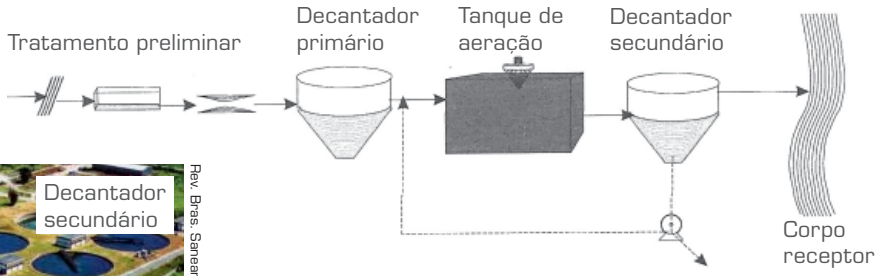
A seguir apresentamos um fluxograma deste processo e uma foto do mesmo.

Fonte: ETE Itabira/MG

Lodos ativados

Neste processo, o esgoto proveniente do decantador primário entra em um tanque de aeração, onde ocorre a estabilização da matéria orgânica por bactérias aeróbias. O efluente é encaminhado a uma unidade de sedimentação, denominada decantador secundário. O lodo do fundo do decantador secundário é recirculado para o tanque de aeração, por bombeamento, para aumentar a quantidade de bactérias e a eficiência do tratamento. O oxigênio necessário às bactérias é fornecido por equipamentos mecânicos (aeradores ou difusores de ar).

A seguir apresentamos um fluxograma deste processo e uma foto de um tanque de aeração e um decantador secundário.



Rev. Bras. Saneamento e Meio Ambiente

Tratamento terciário

Esta etapa, menos comum em nossas estações de tratamento de esgotos, corresponde ao nível mais elevado de tratamento e visa remover nutrientes, organismos patogênicos e outros poluentes específicos (compostos tóxicos, não biodegradáveis etc). O tratamento terciário pode envolver os mesmos mecanismos biológicos de remoção dos sistemas de tratamento secundários ou ainda ocorrer por processos químicos e físico-químicos.

Agora que conhecemos os principais sistemas de esgotamento, vamos aprofundar um pouco mais sobre este assunto, estudando os aspectos quantitativos relacionados aos sistemas de tratamento de esgotos.

Valores típicos dos sistemas de tratamento de esgotos

São apresentados no quadro a seguir os valores típicos de alguns parâmetros de qualidade dos esgotos tratados, bem como das eficiências de remoção usualmente alcançadas nos principais sistemas de tratamento de esgotos.

Valores típicos dos principais sistemas de tratamentos de esgotos

Sistema	DBO (mg/L)				SS (mg/L)			N total (mg/L)	Coliformes termotolerantes (org/100mL)				Eficiência (%)			
	100	80	60	40	90	60	30	20	1×10^6	1×10^5	1×10^4	1×10^3	DBO	SS	N-total	CF
Lagoa facultativa													75–85	70–80	<60	90–99
Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa													75–85	70–80	<60	90–99
Lagoa aerada mistura completa + lagoa sedimentação													75–85	80–87	<30	90–99
Lagoa + lagoa de maturação													80–85	73–83	50–65	99,9–99,999
Escoamento superficial													80–90	80–93	<65	99–99,9
Tanque séptico + filtro anaeróbio													80–85	80–90	<60	90–99
UASB													60–75	65–80	<50	90
Lodos ativados													85–93	87–93	<60	90–99
Filtro biológico percolador													80–90	87–93	<60	90–99
UASB + filtro biológico percolador													80–93	87–93	<60	90–99
UASB + lagoas de polimento													77–87	73–83	50–65	99,9–99,999

Você já conhece os principais sistemas de tratamento de esgotos. Contudo, será que considerando o desempenho típico desses sistemas, seriam eles capazes de permitir o atendimento aos padrões ambientais considerados?

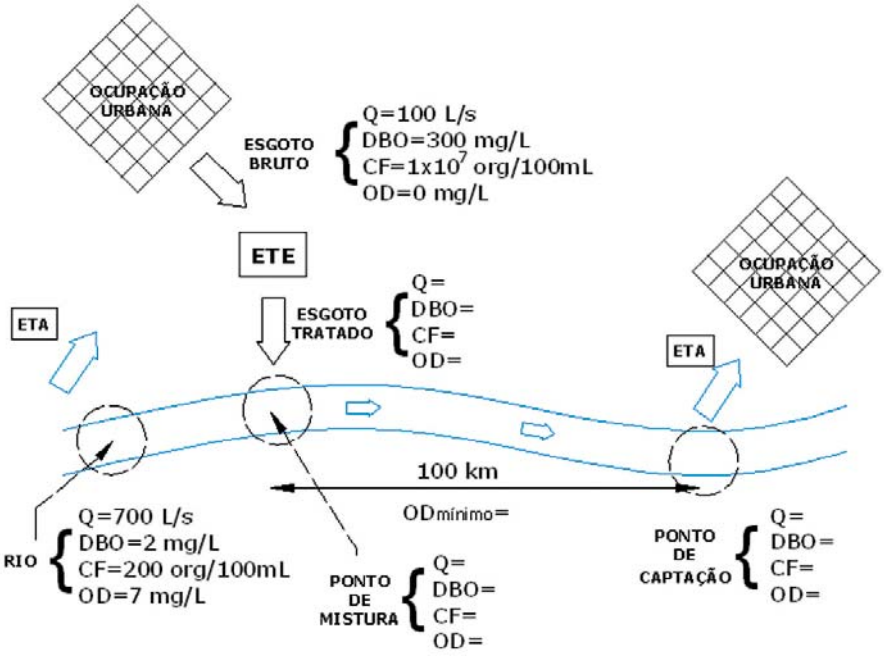
Para responder a esta pergunta vamos realizar algumas simulações de qualidade da água considerando alguns dos sistemas de tratamento de esgotos apresentados.

Atividade em grupo...

Você e seus colegas devem se reunir aleatoriamente formando três grupos.

Cada grupo deverá escolher um dos sistemas de tratamento de esgotos presentes no quadro anterior.

A partir das eficiências típicas do sistema escolhido pelo seu grupo e dos dados apresentados na Figura a seguir, você e seus colegas deverão simular a qualidade da água no corpo receptor e preencher os valores que faltam na Figura.



Após realizarem a modelagem, você e seus colegas devem discutir com seus colegas sobre as seguintes questões:

- Os padrões ambientais foram atendidos no ponto de mistura?
- Os padrões ambientais foram atendidos no ponto de captação da localidade à jusante, localizada a uma distância de 100 km do ponto de lançamento?
- Caso os padrões ambientais não tenham sido atendidos, proponham alguma solução.

É preciso escolher um participante para anotar as respostas em um painel-síntese e um relator para apresentar as respostas do grupo em plenária.

Os painéis-síntese serão afixados em um mural.

O espaço abaixo é para você anotar as diferenças e semelhanças entre os conceitos construídos e os conceitos apresentados.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Nós vimos até o presente momento, que a geração e o lançamento dos esgotos trazem em si dois aspectos de substancial importância: os impactos sobre o meio ambiente e os riscos à saúde pública. Sob essa ótica, as ações de saneamento devem ter, dentre outros objetivos, o de assegurar um meio ambiente favorável à vida humana e de outros seres vivos, através do controle da poluição da água, do solo e do ar.

Nos conceitos-chave anteriores, nós tratamos principalmente sobre a questão ambiental e avaliamos e discutimos os principais impactos decorrentes das ações do homem, e sobretudo aqueles provenientes do lançamento de despejos.

No próximo conceito-chave, vamos discutir sobre a importância das ações de saneamento na promoção da saúde das pessoas.

Diversas doenças infecciosas e parasitárias têm no meio ambiente uma fase de seu ciclo de transmissão, como por exemplo, as doenças de veiculação hídrica. A implantação de serviços básicos de saneamento, nesse caso, significaria interferir no meio ambiente, de maneira a interromper os ciclos de transmissão dessas doenças.

Saneamento e saúde

OBJETIVOS:

- Discutir sobre as formas de transmissão e prevenção das doenças relacionadas com a falta de saneamento adequado.

- Problematizar a relação entre saúde e saneamento.

Você conhece alguém que já teve Cólera? Elefantíase? Amarelão? Teníase? Lombriga?

Agora você já conhece bem as características do esgoto doméstico, e pôde perceber que a água contaminada pelo lançamento de esgoto pode transmitir doenças ao homem. Mas quais são essas doenças? Como elas são transmitidas? Como podem ser evitadas?

Esses aspectos serão abordados neste conceito-chave intitulado "Saneamento e saúde". Esperamos que, com o conhecimento das formas de transmissão e das medidas de prevenção das doenças relacionadas com a água, com as fezes e com o lixo, você e seus colegas, profissionais da área de Saneamento, sejam capazes de interferir com uma eficácia ainda maior nos ciclos de transmissão dessas doenças, trabalhando para melhorar ainda mais a qualidade de vida da população.

Conceitos de saneamento e saúde

Antes de iniciar a nossa discussão sobre saneamento e saúde, vamos realizar a dinâmica a seguir.

Dinâmica “Acertando na mosca”

1 - Participantes

- Profissionais divididos em grupos.

2 - Material necessário

- Garrafas e barbantes amarrados a um lápis.

3 - Desenvolvimento da dinâmica

- 1º Momento: Atividade em grupo
  Cada grupo deverá formar um círculo. No centro do círculo coloca-se ao chão a garrafa (mosca). Cada participante recebe a ponta do barbante que está amarrado ao lápis (aranha) formando uma teia. O desafio é, num trabalho coletivo de equilíbrio de forças, introduzir o lápis no gargalo da garrafa.

- 2º Momento: Discussão
  Finalizada a primeira parte, vamos discutir alguns pontos.
  Tomando como referência os conceitos apresentados a seguir, como você relaciona a dinâmica “Acertando na mosca” com os serviços de saneamento e com a saúde?

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

Saneamento são ações que tem como objetivo proporcionar ao homem um ambiente que lhe garanta as condições adequadas para a promoção da saúde.

Você concorda com os conceitos apresentados?

Doenças relacionadas à falta dos serviços de saneamento

Vimos que um dos principais problemas associados à poluição das águas e a falta de serviços de saneamento é a veiculação de doenças. Vamos discutir sobre esta questão a partir das perguntas apresentadas a seguir.

Reflita e se manifeste...

Quais doenças você conhece que são relacionadas com a água? E com as fezes? E com o lixo?

Como elas são transmitidas?

Quais as formas de prevenção?

Os principais pontos abordados durante a discussão serão anotados em um painel–síntese.

O espaço abaixo é para você anotar os principais pontos discutidos.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

No debate anterior discutimos sobre as doenças relacionadas com a água, com as fezes e com o lixo. Vamos aprofundar sobre este assunto dando ênfase as principais doenças relacionadas à falta de saneamento. Ao assistir a apresentação do instrutor busque perceber e identificar como as ações de saneamento podem interferir nas formas de transmissão dessas doenças.

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.

Na seqüência, colocamos os assuntos que serão abordados na apresentação para que você possa acompanhar.

Doenças relacionadas com a água

As infecções relacionadas com a água podem ser agrupadas, de acordo com o mecanismo de transmissão, em quatro categorias:

- **Transmissão hídrica:** organismo patogênico presente na água quando ela é ingerida.
- **Transmissão relacionada com a higiene:** pode ser interrompida pela implantação de higiene pessoal e doméstica.
- **Transmissão baseada na água:** organismo patogênico desenvolve parte do seu ciclo vital em um animal aquático.
- **Transmissão por um inseto vetor:** insetos transmissores que procriam na água ou que se relacionam com ela.

As principais doenças relacionadas com a água, bem como as formas de transmissão e de prevenção são apresentadas a seguir.

Formas de transmissão	Principais doenças relacionadas com a água	Formas de prevenção
O organismo patogênico é ingerido (transmissão via feco-oral)	• Cólera, giardíase • Febre tifóide e paratifóide • Leptospirose • Amebíase • Hepatita infecciosa • Ascaridíase (lombriga)	• Proteger e tratar as águas de abastecimento e evitar o uso de fontes contaminadas. • Fornecer água em quantidade e qualidade adequada. • Promover a higiene pessoal, doméstica e dos alimentos.
A falta de água e higiene pessoal inadequada promove a dissiminação	• Infeccções como o tracoma e o tifo	
O organismo patogênico penetra na pele ou é ingerido	• Esquistossomose	• Evitar o contato com águas contaminadas. • Proteger os corpos d'água • Tratar os esgotos. • Combater o hospedeiro intermediário.
Insetos que nascem na água ou picam perto dela	• Malária • Febre amarela • Dengue • Filariose (elefantíase)	• Combater os insetos transmissores.

Doenças relacionadas com as fezes

Fonte: www.unifesp.br

Muitos vermes são parasitas do intestino humano, como o *Ascaris* ("lombriga") e o *Schistosoma* ("xistose"), e são eliminados juntamente com as fezes.

Cada vez que o doente evacua, ele libera junto com as fezes uma quantidade muito grande de ovos invisíveis, que são produzidos pelo verme adulto no seu intestino. Se essa pessoa defecar diretamente no solo ou na água, os ovos se espalharão no ambiente, podendo contaminar outras pessoas.

As principais doenças relacionadas com as fezes, bem como as formas de transmissão e de prevenção são apresentadas a seguir.

Formas de transmissão	Principais doenças relacionadas com as fezes	Formas de prevenção
Contato entre pessoas quando não se tem higiene pessoal e doméstica adequada	• Poliomelite • Hepatite a • Giardíase • Disenteria amebiana • Diarréia por vírus	• Implantar sistema de abastecimento de água. • Melhorar as moradias e as instalações sanitárias. • Promover a educação sanitária.
Contato entre pessoas, ingestão e contato com alimentos contaminados e contato com água contaminada pelas fezes	• Febre tifóide • Febre paratifóide • Diarréias e disenterias bacterianas (ex. Cólera)	• Implantar sistema de abastecimento de água. • Melhorar as moradias e as instalações sanitárias. • Promover a educação sanitária • Implantar sistema adequado de disposição de esgotos.
Ingestão de alimentos contaminados e contato da pele com o solo	• Ascaridíase (lombriga) • Tricuríase • Ancilostomíase (amarelão)	• Construir e manter limpas as instalações sanitárias. • Tratar os esgotos antes da disposição no solo. • Evitar contato direto da pele com o solo.
Ingestão de carne mal cozida de animais infectados	• Teníase • Cisticercose	• Construir instalações sanitárias adequadas. • Tratar os esgotos antes da disposição no solo. • Inspecionar a carne e ter cuidados na sua preparação.
Contato da pele com água contaminada	• Esquistosomose	• Construir instalações sanitárias adequadas. • Tratar os esgotos antes do lançamento nos cursos d'água. • Controlar os caramujos. • Evitar contato com água contaminada.
Procriação de insetos em locais contaminados pelas fezes	• Filariose (elefantíase)	• Combater os insetos transmissores • Eliminar condições que possam favorecer criadouros. • Evitar o contato com criadouros e utilizar meios de proteção individual.

Doenças relacionadas com o lixo

Os **resíduos** oferecem água, alimento e abrigo, dando condições para o desenvolvimento de animais como: mosca, rato, barata, escorpião, pulga, piolho, mosquito etc, que transmitem ou são vetores de várias formas de doenças. Por exemplo, ratos que vivem em ambientes com acúmulo de lixo podem ser os vetores da **leptospirose** entre outras doenças. A leptospirose é causada pela bactéria leptospira, encontrada principalmente na urina de ratos. O homem pode adquirir a doença por contato direto com a urina, ou até pela mordedura de animais (ratos, camundongo ou cães). Todavia, a forma mais comum de contágio é através de água contaminada pela urina do rato. As leptospiras penetram através das mucosas, por ferimentos na pele, ou por ingestão da própria água contaminada. Sendo uma doença comum em épocas de chuva, geralmente associada à ocorrência de **inundações** e **enchentes** devido ao **manejo inadequado das águas pluviais e a ocupação inadequada do solo** (fundos de vale e zonas alagadiças). O acúmulo de água em pneus, garrafas, e outros materiais proporcionam o desenvolvimento do *Aedes aegypti* que pode causar a **dengue**.

As principais doenças relacionadas com o lixo e as formas de transmissão são apresentadas a seguir.

Vetores	Formas de transmissão	Principais doenças relacionadas com o lixo
Ratos	• Através da mordida, urina e fezes. • Através da pulga que vive no corpo do rato.	• Peste bulbônica, tifo murino, leptospirose.
Moscas	• Através das asas, patas e corpo. • Através das fezes e saliva.	• Febre tifóide, salmonelose, cólera, amebíase, disenteria, giardíase.
Mosquitos	• Através da picada da fêmea.	• Malária, leishmaniose, febre amarela, dengue, filariose.
Baratas	• Através das asas, patas e corpo. • Através das fezes.	• Febre tifóide, cólera, giardíase.
Suínos	• Pela ingestão de carne contaminada.	• Cisticercose, toxoplasmose, triquinelose, teníase.
Aves	• Através das fezes.	• Toxoplasmose.

Controle da transmissão de doenças relacionadas à falta dos serviços de saneamento

O controle da transmissão de doenças deve ser feito pelas seguintes ações:

- Educação sanitária.
- Melhoria da higiene pessoal, doméstica e dos alimentos.
- Utilização e manutenção adequadas das instalações sanitárias.
- Saneamento ambiental.
- Tratamento da água.
- Coleta, tratamento e disposição adequada dos resíduos (lixo e esgoto).
- Medidas de controle de vetores.

Controle de vetores

Os vetores são seres vivos capazes de transferir um agente infeccioso de um hospedeiro a outro (ex. ratos, baratas, moscas, mosquitos etc.). O controle de vetores pode ser químico, ambiental e biológico.

Controle químico:	Bastante empregado no Brasil consiste no emprego de agentes químicos para destruir os vetores.
Controle ambiental:	Consiste no saneamento do meio de forma a criar condições adversas ao desenvolvimento de vetores.
Controle biológico:	Utilização de outros organismos, geralmente predadores dos vetores que se pretende eliminar.

Ciclo da esquistossomose e medidas de controle

Vamos a seguir discutir sobre o ciclo da esquistossomose e identificar quais medidas de controle devem ser tomadas para evitar a ocorrência da doença.

Atividade em grupo...

Vamos dividir a turma em três grupos.

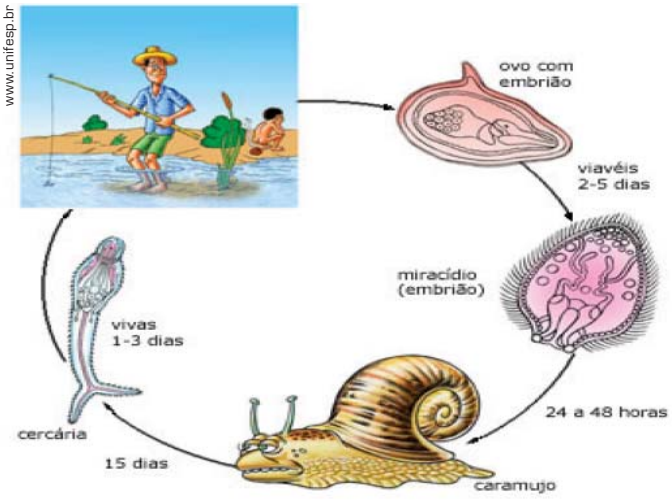
Cada grupo representará uma etapa do ciclo, quais sejam, pessoa doente, caramujo e represa (ou lagoa).

Você e seus colegas devem discutir sobre as ações de controle necessárias para interromper o ciclo da esquistossomose na etapa que o seu grupo representa.

O grupo deve escolher um relator para apresentar as ações de controle que devem ser tomadas para impedir a contaminação de outras pessoas por esquistossomose.

Este é o ciclo da esquistossomose:

a. Vermes adultos vivem na parede intestinal.
b. Homem infectado elimina ovos nas fezes.
c. Ovos eclodem na água, liberando um miracídio.
d. Miracídio encontra o caramujo e nele formam as cercarias (cada miracídio pode produzir até 100 mil cercárias).
e. Caramujo libera as cercárias na água (cerca de 4500 por dia).
f. Homem entra na água e as cercárias penetram em sua pele levando à formação do *Schistosoma*.



Você sabia?

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que a esquistossomose acometa 200 milhões de pessoas em 74 países.

No Brasil, existem cerca de 5 milhões de infectados, 35 milhões de habitantes expostos (17 estados) e cerca de 800 óbitos por ano.

A doença é popularmente conhecida pelos brasileiros como “barriga d’água”, “xistose” ou “mal do caramujo”.

O espaço abaixo é para você anotar os principais pontos discutidos.

A partir de todas as discussões realizadas até este momento da nossa oficina de capacitação, vamos coroar todo o nosso trabalho por meio da atividade descrita a seguir.

Atividade em grupo...

Primeiramente, vamos dividir a turma em dois grupos.

Cada grupo deverá buscar associar os problemas apresentados nas situações 1 e 2, descritas a seguir, a prováveis poluentes que passaram a ser introduzidos na represa e no rio, após a implantação do novo povoado, e propor soluções para os mesmos.

O grupo deverá ainda escolher um relator para apresentar a discussão realizada pelo grupo.

O espaço abaixo é para você anotar os principais pontos discutidos referentes a situação analisada.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

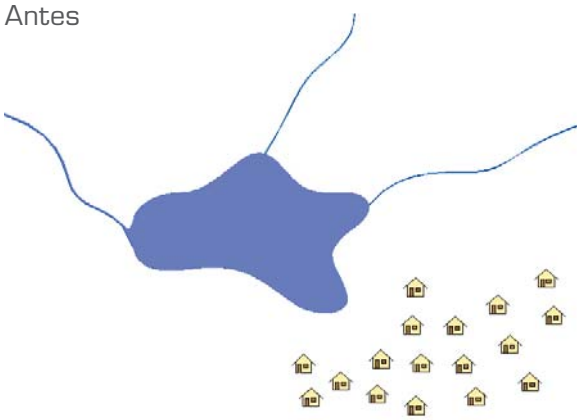
.....

.....

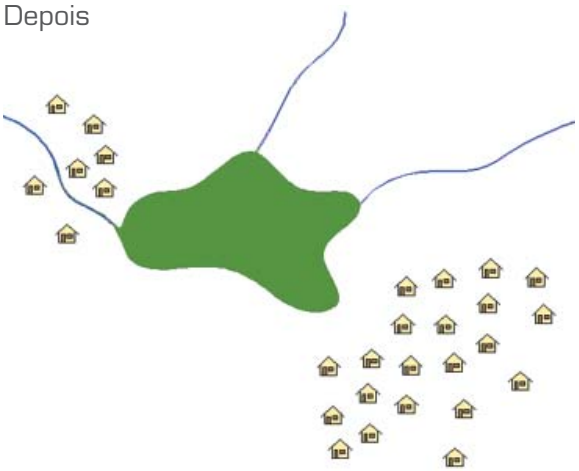
Situação 1

Uma determinada comunidade está localizada há muito tempo após uma represa e os seus habitantes têm o hábito de nadar e pescar na mesma. No último ano foi implantado um povoado a montante da represa e começaram a surgir casos de esquistossomose na população e crescimento excessivo de algas na represa.

Antes



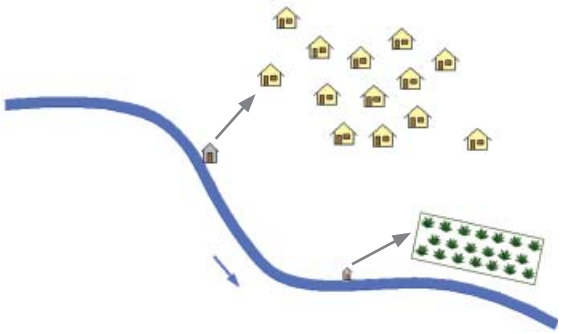
Depois



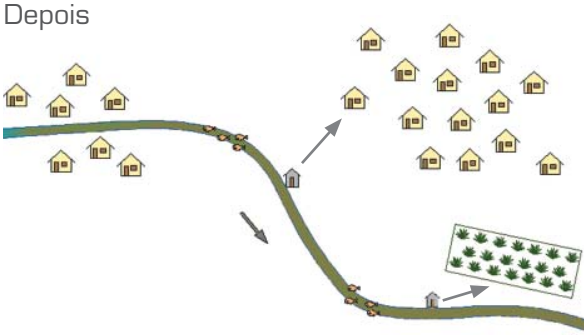
Situação 2

Um pequeno rio abastece há muito tempo uma determinada comunidade, além de irrigar as hortaliças consumidas por seus habitantes. Há cerca de dois anos surgiu um povoado antes do ponto de captação de água e da área de irrigação de hortaliças, e começaram a surgir casos de diarréia e hepatite nos moradores da região, e também mortandade de peixes, no rio, nas estações de seca.

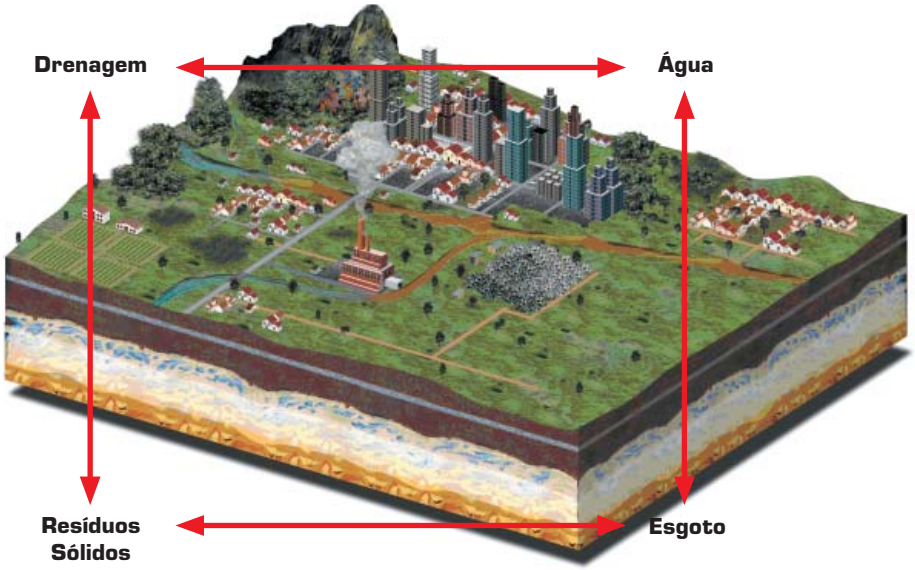
Antes



Depois



Ao discutirmos a relação entre saneamento e saúde, vimos que para uma cidade proporcionar a qualidade de vida necessária aos seus habitantes, principalmente sobre o aspecto da saúde, a mesma deve dispor dos sistemas básicos de saneamento: água, esgoto, resíduos sólidos e manejo de águas pluviais.



Além desses serviços básicos, existem ainda outras atividades na esfera do saneamento que são essenciais para proporcionar ao homem um ambiente que lhe garanta as condições adequadas para a promoção de sua saúde. Essas outras atividades incluem o controle da poluição ambiental do solo, da água, do ar e sonora; o controle de vetores; a higiene dos alimentos, das residências, dos locais de trabalho e de recreação.

Toda essa discussão ressaltou, entre outros aspectos, a importância das ações de saneamento na promoção da saúde das pessoas. Entretanto, considerando o conceito de saúde apresentado, é importante destacar o papel social relacionado aos serviços de saneamento.

> "Doenças são a causa e a conseqüência do subdesenvolvimento, estando intimamente relacionadas à subalimentação e à pobreza."

O Brasil é um país bastante heterogêneo do ponto de vista sócio-econômico, com diferenças significativas que variam entre as regiões do país, e que se refletem nos indicadores sociais e de saúde. As regiões Norte, Nordeste e Centro Oeste, de uma forma geral, apresentam os piores índices sanitários e ambientais. Na zona rural, e nas pequenas comunidades, o baixo nível econômico dessas regiões, associado à falta de educação sanitária no país, reduz a expectativa e a qualidade de vida da população e dificulta (ou mesmo impede) o progresso social.

Frente a essas questões, é importante salientar que além de constituírem ações de saúde pública e de proteção ambiental os serviços de saneamento podem ser vistos como uma meta social. Sendo portanto, direito do cidadão e dever do Estado. Neste contexto, nosso papel como cidadãos, e sobretudo como profissionais da área de saneamento é, entre outros, o de participar na 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 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 aspectos, estabelecem que a política nacional de saneamento básico deve adotar a bacia hidrográfica, alvo do nosso último conceito-chave, como unidade de referência para o planejamento de suas ações.

Bacia hidrográfica

OBJETIVOS:

- Discutir o conceito de bacia hidrográfica e relacioná-lo com o de micro-bacia urbana.

- Discutir sobre a importância da bacia hidrográfica.

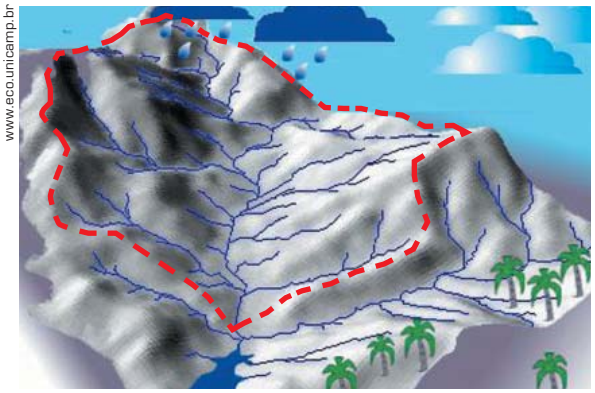
Nesse momento, vamos resgatar tudo o que vimos nesta oficina de capacitação e discutir o que é uma bacia hidrográfica e qual a sua importância.

Vamos conhecer um conceito formal de bacia hidrográfica.

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

www.manage.uff.br

www.eco.unicamp.br



Vamos resgatar o conceito de micro-bacia urbana, construído no início da oficina, e discutir as questões a seguir.

Reflita e se manifeste...

Quais as diferenças e semelhanças entre o conceito de bacia hidrográfica e o da micro-bacia urbana?

Qual a importância da bacia hidrográfica?

O espaço abaixo é para você anotar os principais pontos discutidos.

Colocamos a seguir alguns aspectos interessantes relativos a bacia hidrográfica para complementar ou reforçar o que foi discutido.

Importância da bacia hidrográfica

As diferentes formas de interação entre as ações do homem e as conseqüentes alterações impostas sobre o meio levaram ao desenvolvimento de ferramentas de controle, como as apresentadas durante a oficina de capacitação, capazes de atenuar os impactos causados ao meio ambiente e à saúde pública.

Essas ferramentas, principalmente, as ações de saneamento, são particularmente potencializadas quando aplicadas de forma integrada no contexto da bacia hidrográfica, considerando, tanto quanto possível, as especificidades locais embora sempre levando em consideração a sua inserção num contexto mais global.

No âmbito da gestão dos serviços de saneamento, meio ambiente e recursos hídricos, a importância das bacias hidrográficas, para a garantia do desenvolvimento e da qualidade de vida das populações, é tão grande que o planejamento governamental e a atuação das comunidades devem ser feitos por bacias hidrográficas.

Encerramento

Estamos encerrando as nossas atividades. É o momento de refletirmos sobre o que estamos levando da oficina de capacitação e se as nossas expectativas iniciais foram contempladas. Faremos isso por meio da dinâmica a seguir.

Dinâmica de Encerramento

1 - Participantes

- Profissionais em treinamento, instrutor e monitor.

2 – Material necessário

- Cartelas redondas feitas na "Dinâmica de Apresentação"

3 - Desenvolvimento da dinâmica

Cada participante deve ler aquilo que escreveu na cartela redonda e dizer se a oficina de capacitação atendeu ou não as suas expectativas e o que realmente está levando da mesma.

Para refletir...

O texto a seguir foi retirado do Jornal Manuelzão de novembro de 2006 e se refere ao ribeirão Arrudas em Belo Horizonte, mas a situação mostrada é vivenciada por muitos cursos d'água do Brasil.

Caminhos de invisibilidade:

Trajetória de uma vida silenciosa, resistente, mas sem forças.

"Passar todos os dias, todas as horas, todos os minutos pelos mesmos lugares, sem, entretanto, que eles sejam os mesmos. Os cenários são extremos, transformações acontecem a cada passo, a cada minuto. E não é necessariamente a mudança que o incomoda, é a indiferença. Apela para o radicalismo, tenta chocar entre as mil faces que pode ter e, ainda assim, as mudanças de que realmente precisa não vêm. Quando tinha vigor, era uma presença boa, viva, procurada. [...] Mas os anos consumiram sua força. Quantos anos ou décadas são necessárias para se acabar com uma vida?"

"E seu caminho é longo, de se respeitar. No início, a esperança do nascimento. É sempre a parte mais feliz. Dona Ivana Eva zela pelos seus primeiros passos e o vê seguir seu rumo como uma mãe impotente que lamenta o destino previsível de um filho. Mas também como toda mãe, luta. E o filho teimoso não foge, vai em frente, sem saber o que o espera. Os tapas vêm de todos os lados. Uma cidade inteira, com seus dois milhões de habitantes, ignora se a ele faz bem ou mal. Ignora se nele despeja toda a sua indiferença. Ele pede ajuda. Em alguns momentos, veste uma armadura de concreto e, em poucas partes, segue seu caminho naturalmente, sem artificialidades."

"Calejado. A vida é dura com ele, mas já é não mais possível se abalar tanto. Também não adianta ter crises de fúria, sair por aí, mostrando que tem força, mostrando sua natureza. Ele clama por ajuda, mas o que recebe? Recebe tudo que os outros não querem, tudo que para os outros é lixo. E ainda o obrigam a ser comportado. Abafam seus gritos, cerceiam seus movimentos com pedras e concretos. Comportado ele está há pelo menos 9 anos. Será que um dia ainda se revolta de novo? Quebra as amarras cada vez mais fortes que lhe impõem?"

"[...] Mas nem todos percebem essa vida que se esvai ou que se enche. Seguem seu rumo. Pegam ônibus, caminham, aceleram o carro, conversam e ele ali, num barulho silencioso, agüentando o peso de tantas vidas, ingratas, que lhe retribuem com um pedaço de papel, um sofá velho, um fogão. Não percebem que de nada lhe servem essas quinquilharias, esses restos. Podem tentar ignorá-lo, ele também já ignora o mundo. Afinal, quase todos acredi-

tam que ele está condenado a ser um depósito a escancarar os lixos humanos. E ainda é obrigado a escutar ofensas: "como ele é feio. Que mau-cheiro!"."

"Alguns tentam ajudar, discutem, brigam, buscam soluções. Há os que mantêm a esperança de que ele pode se recuperar, mesmo depois de tanto sofrimento. Mas já admitem que talvez só dê para fazer pelos filhos. O que não é pouco. Todo pai ou mãe sabe que não é pouco. Um bem feito a um filho retorna aos pais como um presente, faz sentir melhor, faz sentir que a existência ainda tem sentido, ainda que seja apenas para mantê-los vivos. Arthur Melo também é do grupo que tenta ajudá-lo, mas admite que o que corre ali não é vida, é resto."

"Sabedoria? Ingratos os que exigem sabedoria de alguém que morre. Felicidade é poder viver. E para isto não precisa as melhores roupas, comidas ou curvas, só precisa de vida, e vida está na quantidade certa de oxigênio e nutrientes. A UTI ajuda, mas não vai recuperá-lo. O Ribeirão Arrudas nasce na região do Barreiro, em Belo Horizonte. Percorre cerca de 48 km, dos quais 25 dentro de BH, até desaguar no

Rio das Velhas em Sabará. Quase toda a sua extensão está canalizada. No centro de BH, mais do que isso, o Arrudas corre em canal fechado. Recebe ainda cerca de 35% do esgoto produzido em sua bacia. Seus filhos são os cerca de 78 afluentes. Sua UTI, a ETE Arrudas, lhe dá novo fôlego no final."

"Mas alguns [...] admitem que as águas que correm no centro de BH podem ser mesmo só esgoto. O grupo que tenta ajudá-lo é o Subcomitê da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Arrudas. Assim como Artur Melo, Dona Ivana também faz parte desse grupo e lamenta: "olhar o ribeirão Arrudas é um sofrimento. Há muitos anos o Arrudas pede socorro e o socorro não vem"[...]".

Para refletir...

O texto a seguir foi retirado do site www.rededasaguas.org.br, e discorre sobre a importância da bacia hidrográfica como unidade de planejamento.

A Bacia Como Unidade de Planejamento

"A necessidade de promover a recuperação ambiental e a manutenção de recursos naturais escassos como a água, fez com que, a partir da década de 70, o conceito de bacia hidrográfica passasse a ser difundido e consolidado no mundo." "Para enfrentar problemas como poluição, escassez e conflitos pelo uso da água, foi preciso reconhecer a bacia hidrográfica como um sistema ecológico, que abrange todos os organismos que funcionam em conjunto numa dada área. Entender como os recursos naturais estão interligados e são dependentes."

"Ou seja, quando o curso de um rio é alterado para levar esgotos para longe de uma determinada área, acaba por poluir outra. Da mesma forma, a impermeabilização do solo em uma região provoca o escoamento de águas para outra, que passa a sofrer com enchentes. Diante de exemplos como esses, tornou-se necessário reconhecer na dinâmica das águas, que os limites geográficos para trabalhar o equilíbrio ecológico têm que ser o da bacia hidrográfica, ou seja, o espaço territorial determinado e definido pelo escoamento, drenagem e influência da água, do ciclo hidrológico na superfície da Terra e não aquelas divisões políticas definidas pela sociedade, como municípios, Estados e países, que não comportam a dinâmica da natureza."

[...] "Todo desenvolvimento de regiões urbanizadas e rurais é definido de acordo com a disponibilidade das águas doces, ou seja, sua quantidade e qualidade. Portanto, para promover o desenvolvimento sustentável e o intercâmbio entre regiões com interesses comuns, ou entre as que brigam pelo direito de utilizar a água para determinado fim, foi preciso reconhecer e adotar o conceito de bacia hidrográfica em todo o mundo. [...]"

Fonte: http://pnrh.cnrh-srh.gov.br/imagens/regioes.jpg

Divisão hidrográfica nacional

Para refletir...

O texto a seguir foi retirado do site do Ministério do Meio Ambiente (www.mma.gov.br), e trata sobre o papel dos comitês de bacias hidrográficas nas questões relacionadas aos recursos hídricos.

Os Comitês de Bacias Hidrográficas

"O Comitê de Bacias Hidrográficas é um órgão colegiado, inteiramente novo na realidade institucional brasileira, contando com a participação dos usuários, da sociedade civil organizada, de representantes de governos municipais, estaduais e federal. Esse ente é destinado a atuar como "parlamento das águas", posto que é o fórum de decisão no âmbito de cada bacia hidrográfica."

"Os Comitês de Bacias Hidrográficas têm, entre outras, as atribuições de: promover o debate das questões relacionadas aos recursos hídricos da bacia; articular a atuação das entidades que trabalham com este tema; arbitrar, em primeira instância, os conflitos relacionados a recursos hídricos; aprovar e acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da Bacia; estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados; estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo."

"Comporão os Comitês em rios de domínio da União representantes públicos da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos municípios e representantes da sociedade, tais como, usuários das águas de sua área de atuação, e das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia."

"A proporcionalidade entre esses segmentos foi definida pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, através da Resolução nº 05, de 10 abril de 2000. Esta norma estabelece diretrizes para formação e funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica, representando um avanço na participação da sociedade civil nos Comitês. A Resolução prevê que os representantes dos usuários sejam 40% do número total de representantes do Comitê. A somatória dos representantes dos governos municipais, estaduais e federal não poderá ultrapassar a 40% e, os da sociedade civil organizada ser mínimo de 20%."

"Nos Comitês de Bacias de rios fronteiriços e transfronteiriços, a representação da União deverá incluir o Ministério das Relações Exteriores e, naqueles cujos territórios abranjam terras indígenas, representantes da Fundação Nacional do Índio – FUNAI e das respectivas comunidades indígenas."

"Cada Estado deverá fazer a respectiva regulamentação referente aos Comitês de rios de seu domínio. Alguns Estados, a exemplo de São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Espírito Santo já estão em estágio bem avançado no processo de regulamentação, com diversos Comitês criados."

Para saber mais...

Para saber mais informações sobre “Qualidade da Água e Controle da Poluição” consulte a bibliografia listada a seguir

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

HELLER, L. *Saneamento e saúde.* Brasília: Organização Panamericana da Saúde, 1997, 97p.

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).