



Projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água

Programa de Capacitação em Gestão da Água



CURSO

**MONITORAMENTO E DIAGNÓSTICO DE
QUALIDADE DE ÁGUA SUPERFICIAL**



PROJETO TECNOLOGIAS SOCIAIS PARA GESTÃO DA AGUA - FASE II

COORDENADOR GERAL

Paulo Belli Filho

COORDENADOR CAPACITAÇÃO PRESENCIAL

Armando Borges de Castilhos Jr.

GRUPO DE PLANEJAMENTO, GERENCIAMENTO E EXECUÇÃO

Claudia Diavan Pereira

Valéria Veras

Hugo Adolfo Gosmann

Alexandre Ghilardi Machado

Mateus Santana Reis

Thaianna Cardoso

COORDENADORES REGIONAIS

Sung Chen Lin

Cristine Lopes de Abreu

Luiz Augusto Verona

Claudio Rocha de Miranda

Ademar Rolling

COMITE EDITORIAL

Rejane Helena Ribeiro da Costa

AUTORES DO CONTEÚDO

Alexandre Matthiensen

Adriana Lidia Santana Klock

Gizelle Cristina Bedendo

Rosemari Martini

Gestão:

Execução Técnica:

Patrocínio:



PETROBRAS



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental

PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO EM
GESTÃO DA ÁGUA

***Monitoramento e
Diagnóstico de Qualidade
de Água Superficial***

Florianópolis - Santa Catarina
2014

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

U58m Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental.
Monitoramento e diagnóstico de qualidade de água superficial / Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental ; [coordenador geral Paulo Belli Filho ; autores do conteúdo: Alexandre Matthiensen...[et al.]]. - Florianópolis : [s. n.], 2014.
127 p. ; il., grafs., tabs.

ISBN: 978-85-98128-82-5

Projeto Tecnologias Sociais para Gestão da Água - Fase II. Programa de capacitação em gestão da água.
Inclui bibliografia.

1. Gestão das águas. 2. Tecnologia - Aspectos sociais. 3. Água superficial - Qualidade - Medição. I. Matthiensen, Alexandre. II. Título.

CDU: 543.3

CORREÇÃO GRAMATICAL

Rosângela Santos e Souza

CAPA, PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Studio S • Diagramação & Arte Visual

(48) 3025-3070 - studios@studios.com.br

IMPRESSÃO

Digital Máquinas Ltda.

(48) 3879-0128 - digitalcri@ig.com.br

CONTATOS COM TSGA

www.tsga.ufsc.br

cursotsga@gmail.com

(48) 3334-4480 ou (48) 3721-7230

dequados e ausência de saneamento e higiene. Esses óbitos afetam, principalmente, crianças nos países não industrializados.

Porém, a grande variedade dos organismos patogênicos e, normalmente, sua pequena concentração nas águas do ambiente torna-os difícil de testar individualmente. Por isso, instituições e agências de saúde pública utilizam a presença de uma bactéria fecal, mais abundante e mais fácil de detectar, para servir como indicador da presença de contaminação fecal.

Bactérias indicadoras são organismos usados para detecção e quantificação de níveis de contaminação fecal na água. Elas não são nocivas à saúde humana, porém são usadas para indicar a presença ou ausência de risco associado à saúde humana e animal.

A EPA (*US Environmental Protection Agency*) lista os seguintes critérios para um organismo ser um indicador ideal de contaminação fecal:

1. O organismo deve estar presente sempre que patógenos entéricos estejam presentes;
2. O organismo deve ser útil para todos os tipos de água;
3. O organismo deve ter um tempo de sobrevivência no ambiente mais longo do que o patógeno entérico mais resistente;
4. O organismo não deve crescer na água;
5. O organismo deve ser encontrado em intestinos de animais de sangue quente.

Infecções Bacterianas			
Doença	Micróbio patogênico	Fontes de contaminação pela água	Sintomas gerais
Botulismo	<i>Clostridium botulinum</i>	Contato da água contaminada com lesões; entrada gastrointestinal pelo consumo de água contaminada ou comida contaminada (mais comum).	Boca seca, visão borrada ou dupla, dificuldade de engolir, fraqueza muscular, dificuldade respiratória, vômito e diarreia. A morte é causada por falência respiratória.
Campilobacteriose	<i>Campylobacter jejuni</i> (maioria dos casos)	Ingestão de água contaminada com fezes.	Disenteria e febre altas. Normalmente dura entre 2 e 10 dias.
Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>	Ingestão de água contaminada pela bactéria.	Fortes diarreias aquosas, náuseas, câimbras, sangramento nasal, taquicardia, vômito e choque hipovolêmico. Em casos severos é uma das doenças fatais mais rápidas, com a morte entre 12 e 18h.
Infecção por <i>E.coli</i>	Certas cepas de <i>Escherichia coli</i>	Ingestão de água contaminada pela bactéria.	

Infecção por <i>M. marinum</i>	<i>Mycobacterium marinum</i>	Ocorre naturalmente na água por contato em piscinas ou tratadores de aquários. A infecção é rara e afeta principalmente indivíduos imunocomprometidos.	Lesões normalmente localizadas nos cotovelos, joelhos e pés (piscinas) e mãos (aquários). As lesões podem ser doloridas ou não.
Disenteria	Várias espécies do gênero <i>Shigella</i> e <i>Salmonella</i>	Ingestão de água contaminada com as bactérias.	Fezes com sangue e/ou muco e, em alguns casos, vômitos com sangue.
Legionelose (Doença do Legionário e Febre de Pontiac)	<i>Legionellasp.</i> (90% dos casos <i>Legionellapneumophila</i>)	Água contaminada; o organismo cresce em ambientes aquáticos quentes.	Febre de Pontiac causa sintomas que lembram Influenza aguda sem pneumonia. Doença do Legionário causa febre, calafrios, pneumonia, tosse, ataxia, anorexia, dor muscular, mal-estar e, ocasionalmente, diarreia e vômitos.
Leptospirose	<i>Leptospirasp.</i>	Água contaminada por urina animal contendo a bactéria.	Inicia-se com sintomas parecidos com gripe. A segunda fase envolve meningite, dano hepático (causa icterícia) e falha renal.
Otite externa	Várias espécies de bactérias e fungos.	Nadar em água contaminada pelo agente causador.	Inchaço do canal auricular resultando em dores e sensibilidade ao toque.
Salmonelose	Várias bactérias do gênero <i>Salmonella</i> .	Ingestão de água contaminada pela bactéria. É mais comum como contaminação alimentar.	Diarreia, febre, vômitos e dores abdominais.
Febre tifoide	<i>Salmonellatyphi</i>	Ingestão de água contaminada por fezes de uma pessoa infectada.	Caracterizada por febres sempre acima de 40°C, suor expressivo, diarreia, erupção cutânea (menos comum). Se não tratado, a progressão dos sintomas leva a delírios e aumento de fígado e baço, com óbito em quatro semanas.
Vibrioses	<i>Vibriovulnificus</i> , <i>V.alginolyticus</i> , <i>V.parahaemolyticus</i>	Contato de lesões com água contaminada. Também por ingestão de água contaminada ou comer ostras cruas.	Diarreia aquosa explosiva, náuseas, vômitos, dores abdominais e, ocasionalmente, febre.
Infecções Virais			
Infecção por Adenovírus	Adenovírus	Água com tratamento inadequado.	Sintomas de gripe comum, pneumonia, laringotraqueobronquite e bronquite.
Gastroenterite	Astrovírus, Calicivírus, Adenovírus Entérico, Parvovírus	Água com tratamento inadequado.	Diarreia, náusea, vômito, febre, mal-estar e dores abdominais.
SARS (Síndrome Respiratória Aguda Grave)	Coronavírus	Água com tratamento inadequado.	Febre, mialgia, letargia, sintomas gastrointestinais, tosse e laringite.
Hepatite A	HAV (Vírus da Hepatite A)	Presença na água (e na comida).	Apenas sintomas agudos (sem estágio de sintomas crônicos) e inclui fadiga, febre, dores abdominais, náusea, diarreia, perda de peso, coceira, icterícia e depressão.



Poliomielite (Polio)	Poliovírus	Contamina a água por fezes de indivíduos contaminados.	90-95% dos pacientes não apresentam sintomas; 4-8% apresentam sintomas menores, envolvendo delírio, dores de cabeça, febre, convulsões e paralisia espástica; 1% apresenta sintomas de meningite asséptica não-paralítica. O restante apresenta sintomas sérios resultando em paralisia e morte.
Infecção por Poliomavírus	Dois Poliomavírus conhecidos: JC e BK	Bastante distribuído, pode se manifestar na água. 80% da população possuem anticorpos para Poliomavírus.	Vírus BK produz uma infecção respiratória não muito severa e pode infectar rins e pacientes imunossuprimidos para transplantes. Vírus JC infecta o sistema respiratório, rins e pode causar leucoencefalopatia multifocal progressiva no cérebro, que é fatal.
Infecções por Protozoários			
Amebíase	<i>Entamoebahistolytica</i>	Esgoto, água de consumo não tratada, moscas no sistema de abastecimento.	Desconforto abdominal, fadiga, perda de peso, diarreia, inchaço, febre.
Balantidíase	<i>Balantidium coli</i>	Água com contaminação fecal.	Diarreia e constipação
Criptosporidiose	<i>Cryptosporidium parvum</i>	Esterco animal, filtros e membranas não desinfetados, enxurradas sazonais de água.	Sintomas similares à gripe comum, diarreia aquosa, perda de apetite, perda substancial de peso, inchaço, flatulência, náusea.
Ciclosporíase	<i>Cyclospora cayentensis</i>	Esgoto, água de consumo não tratada.	Câimbras, náuseas, vômitos, dores musculares, febre e fadiga.
Giardíase	<i>Giardia lamblia</i>	Água não tratada, desinfecção incompleta, vazamentos de canos, contaminação subterrânea, acampamentos onde humanos e animais silvestres e selvagens usam as mesmas fontes de água.	Diarreia, desconforto abdominal, inchaço e flatulência.
Meningoencefalite	<i>Naegleria fowleri</i>	Água doce quente estagnada	Disfunção olfatória, eventual inabilidade de sentir cheiros e gostos, náusea, rigidez na nuca, vômitos, delírios, convulsões e, eventualmente, coma irreversível.
Microsporidiose	Microsporidia (Filo aparentado aos fungos)	A espécie <i>Encephalitozoon intestinalis</i> foi detectado em água subterrânea.	Diarreia em indivíduos imunocomprometidos.
Toxoplasmose	<i>Toxoplasma gondii</i>	Água com contaminação fecal.	Quando aguda: sintomas similares à gripe, inchaço dos gânglios linfáticos, dores musculares.
Infecções por Parasitas (Reino Animalia)			
Esquistossomose	Gênero <i>Schistosoma</i>	Água doce contaminada com certos tipos de caramujos que são vetores do <i>Schistosoma</i> .	Vermelhidão cutânea e coceira, febre, calafrios, tosse e dores musculares.
Dracunculíase	<i>Dracunculus medinensis</i>	Água estagnada contendo as larvas do patógeno.	Reações alérgicas, urticária, náusea, vômitos, diarreia, ataque asmático.

Teníase	Gênero <i>Taenia</i>	Água de consumo contaminada com os ovos do patógeno.	Distúrbios intestinais, manifestações neurológicas, perda de peso, cisticercose.
Fasciolopsíase	<i>Fasciolopsisbuski</i>	Água de consumo contaminada com metacercária encistada do patógeno.	Distúrbios gastrointestinais, diarreia, hepatomegalia, colangite, colecistite, icterícia obstrutiva.
Himenolepiase	<i>Hymenolepis nana</i>	Água de consumo contaminada com os ovos do patógeno.	Dores abdominais, anorexia, coceira perianal, manifestações nervosas.
Equinococose (Cisto Hidático)	<i>Echinococcusgranulosus</i>	Água de consumo contaminada com fezes (normalmente de canídeos) contendo ovos do patógeno.	Hepatomegalia, cistos hidáticos pressionando ducto biliar e vasos sanguíneos; se há rompimento dos cistos, pode causar choque anafilático.
Cenurose	<i>Taeniamulticeps</i> , <i>T.serialis</i> , <i>T.brauni</i> , <i>T.glomerata</i>	Água de consumo contaminada com os ovos do patógeno.	Aumento da tensão intracranial, dores de cabeça, vômitos, convulsões, hemiplegia, monoplegia, perda de coordenação muscular.
Ascaridíase	<i>Ascaris lumbricoides</i>	Água de consumo contaminada com fezes contendo ovos do patógeno.	Na maioria dos casos a doença é assintomática ou acompanha inflamações, febres e diarreias. Em casos severos, envolve a Síndrome de Löfflers (acúmulo de eosinófilos no pulmão), náuseas, vômitos, desnutrição e subdesenvolvimento.
Enterobiase	<i>Enterobiusvermicularis</i>	Água de consumo contaminada com os ovos do patógeno.	Coceira perianal, irritabilidade nervosa, hiperatividade e insônia.

Tabela 5.1 Doenças veiculadas pela água, agentes transmissores e sintomas gerais. Fonte: Bachurova, A. (2013) *Water-based diseases*. WHO Reports.

Nenhum dos indicadores em uso atualmente preenche todos esses critérios. Os indicadores mais amplamente usados são as bactérias do grupo coliformes, ou um subgrupo deste, conhecido por coliformes fecais ou termotolerantes, encontrados no trato intestinal de animais de sangue quente. A maior desvantagem em usar esses organismos, pelos critérios de seleção da EPA, é o fato de que, em determinadas condições, eles podem crescer em água.

Coliformes totais

Coliformes totais é um termo que se refere a um grande grupo de bactérias Gram negativas que possuem a forma de bastonetes. As bactérias Gram negativas são uma classe de bactérias que não retêm o corante Violeta de Genciana durante o protocolo de diferenciação bacteriana, conhecido como coloração Gram.

Foram usados como indicadores de contaminação fecal desde a década de 20. Porém, o grupo dos coliformes totais inclui todos os coliformes termotolerantes, as bactérias de origem fecal e algumas bactérias que podem ser isoladas do ambiente. Portanto, a presença de coliforme to-

tal numa amostra pode ou não indicar contaminação fecal. Mesmo concentrações massivas de coliformes totais não indicam necessariamente a presença de bactéria fecal, podendo estas ter origem no carreamento da matéria orgânica do solo para a água.

Em laboratório, os coliformes totais são cultivados em ou sobre um meio de cultura contendo lactose, em temperatura entre 35 e 37°C. São identificados pela produção de ácido e gás devido à fermentação da lactose.

Coliformes termotolerantes

ANOTAÇÕES:

Antigamente, conhecidos como “coliformes fecais”, são denominados termotolerantes por crescerem em condições de cultivo entre 44 e 44,5°C e fermentarem a lactose, produzindo ácido e gás. Essa temperatura é o fator de diferenciação entre os subgrupos fecais (termotolerantes) e não fecais (termosensíveis). Os termotolerantes são mais úteis como indicadores de contaminação fecal. Entretanto, alguns destes organismos também podem não ter origem fecal, portanto, o termo termotolerantes é mais correto. Na prática, tem-se o consenso de que a presença desses organismos numa amostra de água “quase sempre” indica contaminação fecal. Normalmente, mais de 95% dos coliformes termotolerantes isolados de amostras de água são da bactéria intestinal *Escherichia coli*, cuja presença prova, definitivamente, a origem fecal.

Ambientes ricos em nutrientes podem apresentar crescimento de organismos coliformes termotolerantes que não são *E.coli* (por exemplo, *Klebsiellapneumoniae* e *Enterobactersp.*). Essa possibilidade deve ser considerada quando, por exemplo, um resultado elevado é obtido de águas relativamente limpas. Em tais casos, há a necessidade de aprofundar a investigação, solicitando ao laboratório uma identificação mais específica para *E.coli*.

Escherichia coli

E.coli é uma bactéria coliforme, facultativamente anaeróbia, e normalmente encontrada no intestino grosso de animais endotérmicos (de “sangue quente”). A maioria das cepas existentes de *E.coli* não é patogênica ao ser humano, e faz parte da flora intestinal normal dos indivíduos, podendo inclusive ser benéfica, produzindo vitamina K₂ e ocupando o espaço e, conseqüentemente, prevenindo a colonização intestinal de organismos patogênicos. Porém alguns sorotipos podem causar intoxicação alimentar.

É um indicador mais confiável (96 a 99% de confiabilidade em águas superficiais) que coliformes termotolerantes na utilização como parâmetro de

ecossistema está em desequilíbrio e seus organismos associados podem estar em condições de estresse. Como consequência, conclusões podem ser traçadas relacionando as possíveis implicações na comunidade biológica local e os usos pretendidos para a água e até possíveis riscos à saúde humana.

As respostas das comunidades biológicas, ou de um organismo individual, podem ser monitoradas de vários modos e usadas como indicadores de efeitos no ecossistema. O conhecimento da coexistência de certas espécies em locais determinados, e de seus índices de abundância e diversidade, junto com a observação de alterações nesses índices, pode ser indicativo de efeitos adversos no ambiente. Respostas comportamentais, fisiológicas, morfológicas e/ou bioquímicas dos organismos podem ser estudadas como reações ao estresse a um estímulo adverso (por exemplo, presença de contaminantes no meio). Algumas abordagens podem ser realizadas no próprio ambiente, e outras foram desenvolvidas especificamente para experimentos em laboratório (bioensaio e testes de toxicidade).

O monitoramento biológico não deve ser encarado como uma alternativa ao monitoramento dos parâmetros físicos e químicos, mas ser usado de forma complementar. Parâmetros físicos e químicos dão uma medida precisa e imediata da condição e/ou concentração dos parâmetros mensurados no exato instante da coleta ou da análise da amostra; nos métodos biológicos e bioquímicos têm-se os efeitos das condições físicas e químicas aos quais os organismos estão ou foram expostos por um período de tempo (Figura 5.1).

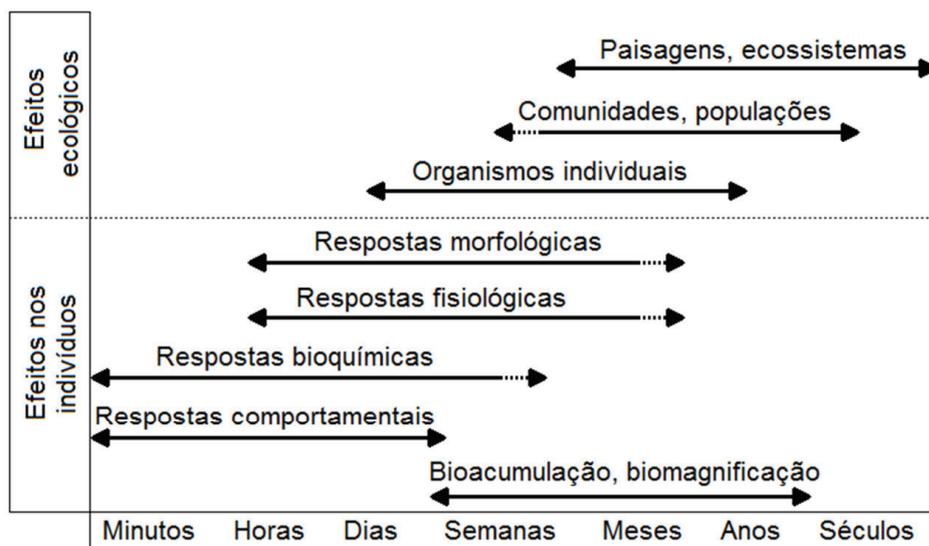


Figura 5.1 Duração estimada dos efeitos ambientais que podem ser monitorados por diferentes abordagens (Modificado de Zwart, 1995).

ANOTAÇÕES:

de indivíduos. O número de espécies indica a diversidade do ecossistema e a distribuição do número de indivíduos entre as espécies indica a equitatividade (uniformidade ou homogeneidade da distribuição de abundância das espécies em uma comunidade).

Método fisiológico e bioquímico

É baseado no metabolismo da comunidade (por exemplo, produção ou consumo de oxigênio, taxas de crescimento, etc.) ou nos efeitos bioquímicos nos indivíduos ou nas comunidades (por exemplo, inibição enzimática).

ANOTAÇÕES:

- Estudo de caso - inibição da proteína fosfatase pela microcistina (toxina de cianobactéria).

Métodos toxicológicos - bioensaio controlados

É baseado na mensuração dos efeitos tóxicos (ou benéficos) nos organismos sob determinadas condições laboratoriais (por exemplo, morte, taxa de crescimento, capacidade reprodutiva), ou dos efeitos no comportamento *in situ* ou em locais controlados.

- Estudo de caso - bioensaio toxicológico em camundongos (metodologia padrão para determinação de doses efetivas de drogas).

Contaminantes em tecidos biológicos

É baseado em medições de bioacumulação de contaminantes específicos nos tecidos de organismos que vivem no ambiente contaminado (monitoramento passivo) ou que são deliberadamente expostos ao ambiente contaminado (monitoramento ativo).

Métodos histológicos e morfológicos

Baseados nas observações de alterações celulares ou morfológicas, como danos em brânquias ou lesões cutâneas.

- Estudo de caso - experimentos alergênicos em ratos com radiação UV e conteúdo de lighsticks (peróxido de hidrogênio em solvente dimetilphtalato + ácido oxálico).