

CONTROLE MICROBIOLÓGICO NO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Augusto Garcez
Av. Prof. Frederico Hermann Jun. r. 345 - Pinheiros
05489-900 - SÃO PAULO - BRASIL

Expositores: Marisa Di Bari*
Suzi C.G.L. Martinez*
Vilma M. dos Santos**

INTRODUÇÃO

A água constitui um dos elementos fundamentais para a existência do homem. Suas funções no abastecimento público, industrial e agropecuário, na preservação da vida aquática, na recreação e no transporte demonstram essa importância.

É conveniente lembrar que, embora a água cubra aproximadamente três quartos da superfície da terra, 97,4% é salgada e se encontra nos oceanos e 1,8% está congelada e se localiza nas regiões polares, portanto, a água doce, disponível para a população do nosso planeta, representa apenas 0,8% e, mesmo assim, não se conhece bem qual é a fração que se encontra contaminada.

Essa contaminação, que vem ocorrendo ao longo dos anos, é causada pelo desenvolvimento industrial, pelo crescimento demográfico e pela ocupação do solo de forma intensa e acelerada; isto vem provocando o comprometimento dos recursos hídricos para consumo humano, recreação e múltiplas atividades, aumentando consideravelmente o risco de doenças de transmissão e de origem hídrica.

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), 80% das doenças que ocorrem nos países em desenvolvimento são ocasionadas pela contaminação da água. Sabe-se também que, a cada ano, 15 milhões de crianças de 0 a 5 anos morrem direta ou indiretamente pela falta ou deficiência dos sistemas de abastecimento de águas e esgotos.

Somente 30% da população mundial tem garantia de água tratada, sendo que os 70% restantes dependem de poços e de outras fontes passíveis de contaminação.

* Biólogas do Setor de Bacteriologia da CETESB

** Bióloga do Setor de Microbiologia da CETESB

Uma série de doenças podem ser associadas à água, seja em decorrência de sua contaminação por excretas humanos ou de outros animais, seja pelo lançamento indiscriminado de esgotos domésticos, despejos industriais, agrotóxicos e outros poluentes nocivos à saúde humana.

A qualidade da água é essencial para a proteção da saúde e do meio ambiente, sendo portanto primordial, de um lado, assegurar a sua qualidade através de adequados serviços de abastecimento de água e, de outro, garantir a proteção e evitar ou minimizar a poluição dos cursos d'água e do meio ambiente, pelo tratamento dos efluentes sanitários e industriais e controle de outras fontes poluidoras.

DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA

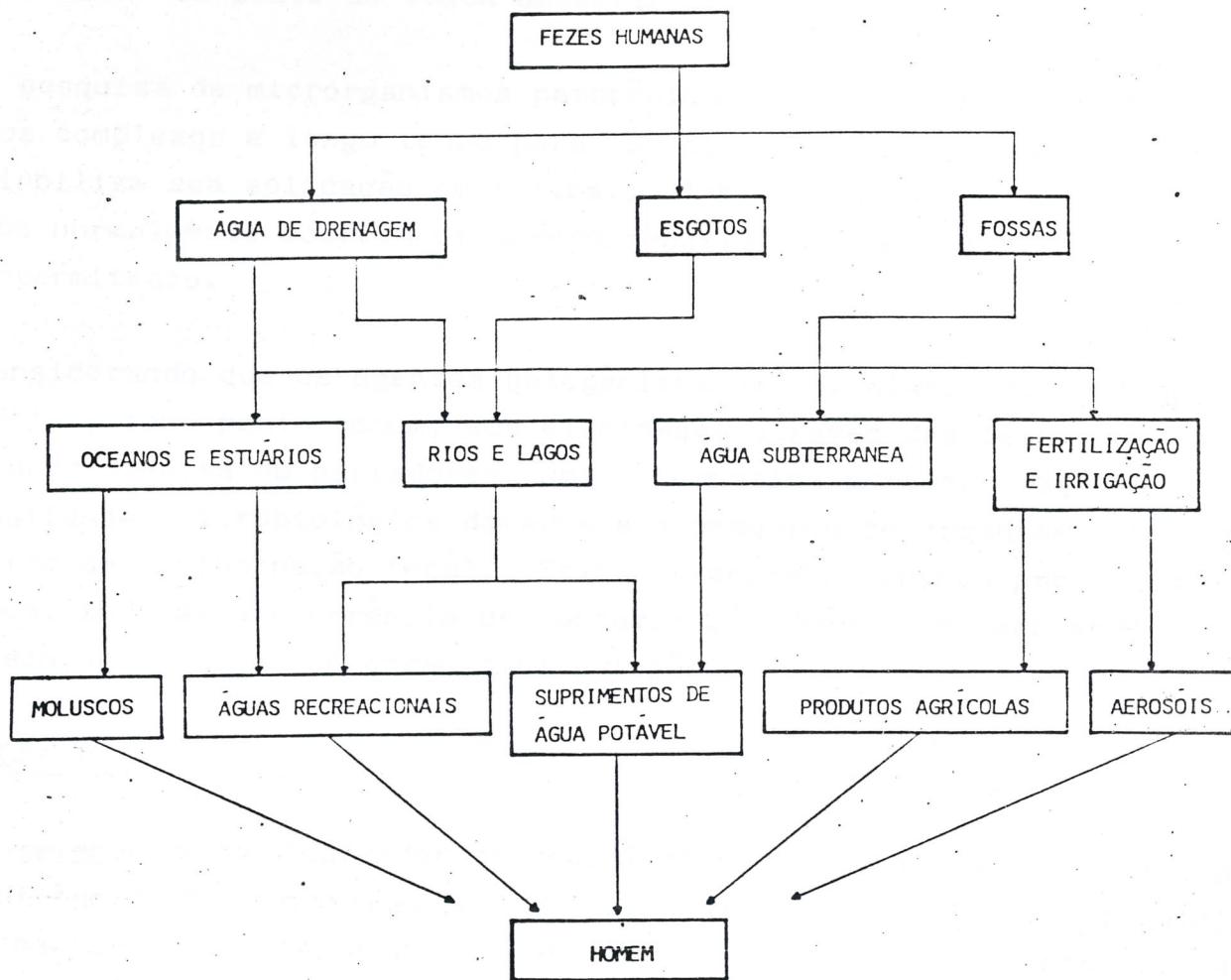
Entre os principais agentes etiológicos implicados em doenças de transmissão hídrica, incluem-se os relacionados na tabela 1 e, na figura 1, são apresentadas as principais vias de transmissão de patógenos.

TABELA 1 - DOENÇAS CAUSADAS PELOS PRINCIPAIS MICRORGANISMOS E HELMINTOS QUE PODEM ESTAR PRESENTES EM ESGOTOS DOMÉSTICOS

ORGANISMOS		DOENÇAS
BACTÉRIAS	<u>Salmonella typhi</u> <u>Salmonella sp</u> <u>Shigella</u> <u>Escherichia coli</u> patogênica <u>Legionella pneumophila</u> <u>Leptospira</u>	FEBRE TIFÓIDE SALMONELOSES SHIGELLOSES (DISENTERIA BACILAR) GASTROENTERITES DOENÇA DOS LEGIONÁRIOS LEPTOSPIROSE (contato)
VÍRUS	Enterovírus Rotavírus Vírus da Hepatite A Adenovírus	POLIOMIELITE, GASTROENTERITES GASTROENTERITES HEPATITE A DOENÇAS RESPIRATÓRIAS, CONJUNTI VITES
PROTOZOÁRIOS	<u>Entamoeba histolytica</u> <u>Giardia lamblia</u>	AMEBÍASE GIARDÍASE
HELMINTOS	<u>Ascaris lumbricoides</u> <u>Enterobius vermicularis</u> <u>Strongyloides stercoralis</u> <u>Trichuris trichiura</u> <u>Schistosoma mansoni</u>	VERMINOSES ESQUISTOSSOMOSE

OBS: Há uma série de outros microrganismos patogênicos que, se presentes, poderão ser veiculados através de esgoto.

FIGURA 1 - PRINCIPAIS VIAS DE TRANSMISSÃO DE PATÓGENOS



INDICADORES BACTERIOLÓGICOS DE CONTAMINAÇÃO

A preservação da qualidade das águas é uma necessidade universal, que exige atenção por parte das autoridades sanitárias e órgãos de saneamento, particularmente em relação aos mananciais e águas de consumo humano, visto que sua contaminação por excretas de origem humana ou animal pode torná-las um veículo na transmissão de agentes de doenças infecciosas e parasitárias. Por isso, impõe-se a necessidade de exames rotineiros das mesmas, para avaliação de sua qualidade do ponto de vista bacteriológico.

A pesquisa de microrganismos patogênicos na água requer procedimentos complexos e longo tempo para obtenção de resultados, o que inviabiliza sua aplicação em rotina. Além disso, esses microrganismos normalmente ocorrem em número reduzido e sua chegada à água é intermitente.

Considerando que os agentes patogênicos de veiculação hídrica apresentam, como ponto comum, sua eliminação através das fezes dos indivíduos doentes ou portadores, uma alternativa para avaliação da qualidade microbiológica da água é a pesquisa de organismos indicadores de contaminação fecal. Esses organismos, quando presentes na água, indicam a ocorrência de contaminação fecal, evidenciando o risco da presença de organismos patogênicos.

FLORA FECAL HUMANA

Na seleção de um indicador microbiológico de contaminação fecal, a ocorrência em grande número nas fezes humanas constitui um requisito básico e as tabelas 2 e 3 apresentam, a título de ilustração, a composição quantitativa da flora fecal humana (dados obtidos em um estudo realizado com 30 adultos).

TABELA 2 - FLORA FECAL HUMANA

	ESPECIES	MÉDIA (UFC / g)	Nº DE AMOSTRAS POSITIVAS (n = 30)
Total de bactérias	.....	$1,5 \times 10^{11}$	24
Total de bactérias aeróbicas	.....	7×10^8	30
Bactérias aeróbi- cas Gram -	<u>E. coli</u>	4×10^8	30
	<u>Citrobacter</u>	1×10^6	20
	<u>Klebsiella</u>	5×10^4	14
	<u>Enterobacter</u>	1×10^5	3
Bactérias aeróbicas Gram +	<u>Enterococos</u>	2×10^8	30
	<u>Staphylococcus</u>	8×10^6	15
	<u>Bacillus</u>	3×10^4	28
Bactérias anaeróbi- cas Gram -	<u>Bacteróides</u>	1×10^{10}	30
	<u>Lactobacillus</u>	1×10^9	30
Bactérias anaeróbi- cas Gram +	<u>Clostridium</u>	4×10^6	23
Leveduras	.....	5×10^4	20
Bolores	.....	4×10^4	16

Ref. - LECLERC, H. et al. Microbiological monitoring; a new test for fecal contamination. In: HOHDLEY, A.W. e DUTKA, B.J. (ed.) Bacterial indicators/Health hazards associated with water. ASTM/STP, 635, 1977, pg. 21-31.

TABELA 3 - FLORA FECAL HUMANA: CLASSIFICAÇÃO

CLASSIFICAÇÃO	GRUPO GENERO/ESPÉCIE	MÉDIA (UFC/g)
Primários	Bacteróides	10^{10}
	<u>Lactobacillus</u>	10^9
	<u>Escherichia coli</u>	10^8
	Enterococos	10^8
Secundários	<u>Citrobacter</u>	10^4 a 10^6
	<u>Klebsiella</u>	10^4 a 10^5
	<u>Enterobacter</u>	10^4 a 10^5
	<u>Clostridium</u>	10^5 a 10^6
	<u>Staphylococcus</u>	10^5 a 10^6
	<u>Bacillus</u>	10^4 a 10^5
	Leveduras	10^4 a 10^5
Bolores	10^4 a 10^5	
Raros	<u>Proteus/Providencia</u>	10^2 a 10^3
	<u>Pseudomonas aeruginosa</u>	10^2 a 10^3

REQUISITOS DE UM INDICADOR DE CONTAMINAÇÃO FECAL

São os seguintes os requisitos para a escolha de um microrganismos como indicador de contaminação fecal:

- ser um microrganismo ou um grupo de microrganismos prevalente em esgotos e excretado pelo homem ou outros animais homeotérmicos;
- sua densidade deve ter uma relação direta com o grau de contaminação fecal;
- ser incapaz de se multiplicar no ambiente aquático ou multiplicar-se menos do que as bactérias entéricas;
- apresentar maior resistência aos desinfetantes que os microrganismos

mos. patogênicos;

- . ser quantificável por métodos laboratoriais rápidos e simples.

Não existe um indicador "ideal" que reúna todos esses requisitos, sendo que os microrganismos ou grupos de microrganismos utilizados para essa finalidade apresentam vantagens e limitações que devem ser consideradas para sua aplicação.

BACTÉRIAS DO GRUPO COLIFORME

As bactérias do grupo coliforme constituem o indicador de contaminação fecal mais utilizado em todo o mundo, sendo empregadas como o parâmetro bacteriológico básico na definição de padrões para monitoramento da qualidade das águas destinadas ao consumo humano, bem como para caracterização e avaliação da qualidade das águas em geral.

Definição

Os organismos coliformes são definidos como bacilos Gram negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, que fermentam lactose com produção de gás em 24-48 h a 35°C. Neste grupo são incluídos os gêneros; Escherichia, Citrobacter, Enterobacter e Klebsiella.

A Organização Mundial da Saúde apresenta uma definição mais completa, segundo a qual são incluídos no grupo coliforme todos os bacilos Gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de crescer na presença de sais biliares ou outros compostos ativos de superfície, com propriedades similares de inibição de crescimento, e que fermentam a lactose com produção de aldeído, ácido e gás a 35°C em 24-48 horas.

Uma percentagem elevadíssima - cerca de 95% - dos coliformes existentes nas fezes humanas e de outros animais é de E. coli. De estudos realizados ficou estabelecido que as fezes do homem e dos animais de sangue quente são riquíssimas em coliformes e que estas bactérias usualmente não existem em águas não poluídas. Alguns membros do grupo coliforme podem ocorrer, às vezes com relativa abundância, no solo e mesmo em plantas, mas, ainda assim, as águas não

poluídas praticamente não apresentam estas bactérias.

Uma grande vantagem dos coliformes como índice de poluição fecal é o fato bem estabelecido do seu número numa água apresentar, com o tempo, decréscimo praticamente igual ao das bactérias patogênicas intestinais. Os coliformes são facilmente isolados da água e identificados; as técnicas bacteriológicas para revelá-los são simples, além de rápidas e econômicas, o que permite sua aplicação em exames rotineiros para avaliação da qualidade bacteriológica da água.

Significado

As bactérias do grupo coliforme são utilizadas como indicadores de poluição ou contaminação, pois:

- encontram-se normalmente no intestino do homem e de animais de sangue quente;
- existem nas fezes, na proporção de 300 milhões por grama de fezes, algumas bactérias do grupo também são encontradas no solo (Citrobacter, Enterobacter e Klebsiella) e sobre os vegetais;
- devido à prevalência no esgoto, do grupo coliforme, eles podem ser prontamente isolados da água poluída recentemente por matéria fecal, concluindo-se que se a água está poluída por matéria fecal, os agentes de doença, que são transmitidos por via hídrica, poderão também estar presentes nesta água;
- a ausência de coliformes é prova de uma água bacteriológicamente potável.

Aplicação

A pesquisa das bactérias do grupo coliforme na água pode gerar informações que se aplicam a diferentes finalidades específicas. Essas análises podem ser empregadas em várias circunstâncias para julgamento de aspectos muito diversos:

- determinação das características da água "in natura," para:
 - estabelecimento do tipo de tratamento a ser aplicado;
 - aproveitamento para consumo, recreação, irrigação, etc.;
 - classificação de um curso d'água quanto à possibilidade ou não recepção de esgotos ou outros despejos.
- medida da eficiência das estações de tratamento de água:

. água "in natura", decantada, filtrada e clorada.

- controle de potabilidade da água no sistema de distribuição.

OBS: Entre todos os exames da água (físico, químico, biológico), o bacteriológico é o mais sensível, e os seus resultados indicam as condições da água no momento de sua coleta.

ESTREPTOCOCOS FECAIS E ENTEROCOCOS

Definição

O grupo dos estreptococos fecais engloba todas as espécies de estreptococos que ocorrem em grandes quantidades em fezes humanas e de outros animais, apresentando assim, importância na avaliação da qualidade sanitária de águas e esgotos. São as seguintes espécies, que o compõem:

Estreptococos fecais	}	<u>Enterococcus faecalis</u>	sub-grupo dos enterococos
		<u>Enterococcus faecium</u>	
		<u>Enterococcus avium</u>	
		<u>Enterococcus gallinarum</u>	
		<u>Streptococcus bovis</u>	
		<u>Streptococcus equinus</u>	

Todas estas espécies pertencem ao grupo D de Lancefield. Além disso, E. avium pode reagir com o antisoro do grupo Q de Lancefield.

Essas bactérias são cocos Gram-positivos, geralmente ocorrendo aos pares ou em cadeias curtas, reapresentam reação negativa na prova de catalase. As características básicas que confirmam sua presença, incluem a capacidade destes organismos de hidrolizarem a esculina e de crescerem, tanto à temperatura de 45°C como na presença de sais biliares na concentração de 40%.

Aplicação

A pesquisa da presença dos estreptococos fecais e enterococos na água pode ser aplicada, tendo em vista as seguintes finalidades:

- avaliação da qualidade de águas de novas fontes de abastecimento;
- confirmação da origem fecal da contaminação, quando são obtidos re

- sultados duvidosos no teste para coliformes em águas destinadas a consumo humano;
- avaliação da qualidade de águas subterrâneas;
 - avaliação da qualidade de águas minerais;
 - avaliação da qualidade de águas recreacionais, inclusive águas marinas;
 - avaliação da eficiência de processos de tratamento de esgoto, na remoção de microrganismos.

Significado

Os estreptococos fecais e os enterococos são indicadores de poluição de origem fecal indicando a presença de patógenos e é também um parâmetro adicional, ao lado dos coliformes, no controle de qualidade da água.

CLOSTRÍDIOS SULFITO-REDUTORES (Clostridium perfringens)

Definição

Bacilos Gram-positivos, esporulados, anaeróbios que fermentam a lactose, sacarose e inositol com produção de gás. Produzem "fermentação turbulenta" do leite, reduzem nitrato, reduzem sulfito a H_2S , produzem lecitinase, fosfatase ácida e hidrólise da gelatina.

Significado

C. perfringens é a causa principal de infecções de ferimentos e gangrena gasosa. Tem sido implicado em um bom número de toxiinfecções alimentares. Embora seja patogênico, não há dados epidemiológicos que evidenciem sua veiculação pela água. Sua maior importância para a microbiologia da água é seu significado como indicador de poluição fecal remota e marcador de poluição em estudos específicos.

Aplicação

A pesquisa de clostrídios sulfito-redutores em água pode ser utilizada na:

- avaliação da qualidade da água de novas fontes de abastecimento;
- detecção da poluição em sedimentos marinhos, corpos de água doce

- e em certos resíduos industriais;
- avaliação da qualidade de águas recicladas e águas de fontes de má qualidade;
 - avaliação da qualidade de águas minerais (na fonte e após o envaseamento);
 - detecção de contaminação de águas subterrâneas por infiltração de esgotos;
 - marcador em estudos relativos à taxa de sobrevivência de patógenos no ambiente aquático;
 - parâmetro que pode ser utilizado como marcador do movimento do lodo de esgoto lançado em corpos d'água.

Pseudomonas aeruginosa

Definição

Bacilos Gram-negativos, aeróbios, móveis por flagelos polares, oxidase e catalase positivas. A maioria produz os pigmentos fluoresceína e piocianina. Crescem a 37°C e a 41°C mas não a 4°C. São muito resistentes a vários antibióticos, desinfetantes e biocidas, tolerando valores relativamente altos de pH.

Significado

Patógeno secundário, oportunista, importante agente de infecções hospitalares, sendo responsável por septicemias fatais em crianças e pacientes adultos debilitados por queimaduras e tratamento imunossupressor. A P. aeruginosa está implicada em surtos de gastroenterites veiculados pela água, principalmente em crianças e indivíduos susceptíveis e relacionada à incidência de infecções auditivas em usuários de águas recreacionais contaminadas.

Aplicação

A pesquisa de P. aeruginosa é indicada para:

- avaliação da qualidade bacteriológica de águas recreacionais, águas potáveis, águas industriais e corpos receptores de despejos industriais, domésticos e hospitalares;
- avaliação da qualidade de águas minerais;
- monitoramento da qualidade de águas de abastecimento, quando testes anteriores demonstraram a presença desta bactéria.

Staphylococcus aureus

Definição

Cocos Gram-negativos, anaeróbios facultativos, imóveis com 0,8 a 1,0 um de diâmetro, agrupados em forma de cachos de uva ou ocasionalmente em cadeias curtas. São catalase positiva e fermentam a glicose e o manitol em anaerobiose. Produzem uma nuclease estável ao calor e crescem a 30-37°C em pH 7,0 a 7,5.

Significado

Bactérias que ocorrem normalmente na pele, mucosa nasal e trato intestinal do homem, e podem atuar como patógenos oportunistas. São responsáveis pela maioria das infecções oculares e auditivas e infecções profundas como osteomielite. Infecções pós-operatórias também tem sido relatadas. Produzem potentes toxinas responsáveis por grande número de intoxicações alimentares.

Aplicação

A pesquisa de S. aureus em água é empregada na:

- avaliação da qualidade de águas de piscinas, tanques para hidroterapia e outras águas recreacionais;
- avaliação da eficiência do tratamento de águas de piscina;
- avaliação da qualidade de águas industriais, particularmente de indústrias farmacêuticas.

Candida albicans

Definição

Levedura patogênica pertencente ao gênero Candida. Apresenta células brotantes (blastósporos), redondas, ovóides ou alongadas, com diâmetro de (3,5-6,0) x (6,0-10,0) um. Formam pseudomicélio em abundância, clamidósporos e algumas vezes micélio verdadeiro. Observa-se também na presença de soro a formação de tubo germinativo (comprimento máximo de aproximadamente 20 um). É resistente a ciclohexamida, se reproduz assexuadamente por brotamento multipolar e apresenta metabolismo fermentativo para alguns carboidratos. Cres

cem a temperatura de 25 a 37°C por um período de 48 a 72 horas..

Significado

Fungo oportunista, responsável pela candidíase, que pode determinar processos agudos, sub-agudos e crônicos, com localização oral, vaginal e cutânea. Pode causar também infecções pulmonares, broncomicoses, infecções oculares, endocardite, etc.

Aplicação

A pesquisa de C. albicans em água é empregada na:

- avaliação da eficiência do tratamento de águas de piscinas;
- avaliação da qualidade de águas recreacionais, inclusive águas marinhas;
- avaliação da qualidade de corpos d'água receptores de despejos industriais, domésticos e hospitalares;
- caracterização da origem fecal quando aplicada em conjunto com a determinação de coliformes fecais.

BACTÉRICAS HETEROTRÓFICAS - CONTAGEM EM PLACAS

Definição

São bactérias que requerem um ou mais compostos orgânicos, sem ser o dióxido de carbono (CO₂), para a síntese de seu protoplasto.

Significado

A contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições higiênicas da água, sendo que densidades elevadas desses microrganismos na água podem determinar: a deterioração da qualidade da água, sabor e odor desagradáveis, formação de limo ou películas, bem como interferência na detecção de coliformes.

Aplicação

A determinação da densidade de bactérias heterotróficas em água é um importante instrumento auxiliar no controle bacteriológico para:

- avaliação das condições higiênicas e de proteção de poços, fontes, reservatórios, piscinas e sistemas de distribuição de água para consumo humano;
- avaliação da eficiência na remoção de bactérias das diversas etapas de operações de estações de tratamento de água;
- estimativa da biomassa de bactérias heterotróficas presentes em corpos de água;
- determinação das possíveis causas de deterioração da qualidade da água;
- avaliação das condições higiênicas e da eficiência de operação de piscinas.

INVESTIGAÇÃO DE MICROORGANISMOS PATOGENICOS NO MEIO AMBIENTE

As bactérias patogênicas normalmente chegam até os corpos d'água a través dos esgotos domésticos. Elas não podem sobreviver por longos períodos no ambiente aquático, exceto quando encontram condições ideais para sua multiplicação. Os patógenos normalmente permanecem virulentos no ambiente aquático, o qual torna-se uma importante fonte de infecção. Em águas poluídas encontram-se com alta frequência os patógenos intestinais como a Salmonella typhi e S. paratyphi responsáveis pelas febres entéricas (febre tifóide e paratífóide), E. coli enteropatogênicas, Shigella, Yersinia, Campylobacter e Vibrio cholerae.

O primeiro passo para a detecção desses patógenos em água é a concentração da amostra através de métodos específicos (membrana filtrante, mecha de gaze, etc) e seu posterior enriquecimento em meios apropriados, pois normalmente é relativamente baixo o número dessas bactérias, quando comparado à densidade de coliformes encontrada em águas contaminadas.

A pesquisa de Salmonella é empregada para as seguintes finalidades:

- Água para consumo:
Avaliação das condições sanitárias das águas de consumo em caso de surtos de salmoneloses e febre tifóide.
- Águas superficiais:
Estudos sobre a qualidade de água de mananciais que abastecem ETAs, fontes e nascentes, como também as águas de lençóis freáticos.

cos que podem ser contaminados através de infiltrações, principalmente em casos de surtos epidêmicos;

- Águas recreacionais:

Deteção, em casos de surtos epidêmicos, de possíveis fontes poluidoras e riscos de contaminação, pois as salmonelas apresentam grande resistência no meio ambiente e são de grande importância em estudos de vigilância sanitária.

- Águas industriais:

Aplicável na caracterização da qualidade de águas, principalmente as destinadas ao preparo de alimentos, cosméticos e medicamentos, que requerem controle adequado quanto a ausência desses microrganismos.

- Águas de irrigação:

Importante na avaliação da qualidade dessas águas, pois a presença desses microrganismos, constitui motivo de preocupação para a saúde pública (contaminação de vegetais).

- Águas residuárias industriais:

Estudos sobre a caracterização da qualidade sanitária de despejos industriais, domésticos e hospitalares.

- Esgotos:

Recomendado na avaliação da eficiência dos processos de tratamento de esgoto e lodo a serem aplicados no solo.

- Águas para criação de bivalvos:

Avaliação da contaminação microbiológica de águas em áreas de exploração e criação de mariscos e ostras em casos de surtos de gastroenterites.

Em países tropicais o Vibrio cholerae, agente etiológico da cólera, ocorre epidemicamente e o veículo principal de contaminação é a água contaminada por vômitos e fezes de doentes ou por dejetos de portadores, quando utilizada como bebida ou na irrigação de vegetais que são ingeridos crus. O Vibrio cholerae é responsável pela cólera, infecção intestinal, caracterizada por diarreia aquosa profusa, vômitos e sérios distúrbios hidroeletrólíticos, que levam a estados de profunda desidratação com evidentes repercussões metabólicas, circulatórias e renais.

A pesquisa do bacilo Vibrio cholerae é empregada para as seguintes

finalidades:

- monitoramento de esgotos, especialmente nos pontos de entrada de indivíduos vindos do exterior, visando a localização e eliminação de focos de contaminação, a fim de evitar a eclosão de um surto de cólera;
- monitoramento da água dos sistemas produtor e distribuidor, nos casos em que há suspeita de contaminação por essa bactéria;
- estudo de avaliação das possíveis fontes poluidoras e riscos de contaminação por vibriões em águas utilizadas para fins recreacionais, irrigação, criação de mariscos, preparo de alimentos, etc.

Ocasionalmente, infecções devido a espécies de vibrios halófilos são observadas, o Vibrio parahaemolyticus responsável por toxiinfecções alimentares agudas caracterizadas por diarreia, vômitos e desidratação. Veiculado principalmente por frutos do mar ingeridos crus e águas contaminadas por fezes de doentes. Foi frequentemente isolado em infecções no Japão, onde o consumo de peixes e frutos do mar é elevado.

A pesquisa de V. parahaemolyticus em água é realizada, visando:

- controle da qualidade da água em áreas de exploração e criação de mariscos e ostras;
- avaliação da contaminação microbiológica de bivalvos;
- programas de vigilância epidemiológica quando à possível ocorrência de infecções intestinais resultantes da ingestão de bivalvos contaminados;
- controle de qualidade de alimentos.

Os vírus entéricos podem ser encontrados em vários grupos e são responsáveis por uma grande variedade de enfermidades e sintomas. Entre os vírus entéricos podemos destacar o grupo dos Enterovírus, aos quais pertencem os poliovírus, causador da poliomielite, os vírus Echovírus, os vírus Coxsackievírus A e B, o vírus da hepatite A, o grupo dos Adenovírus, o grupo dos Rotavírus e outros vírus que causam gastroenterites.

Estes vírus podem sobreviver no meio ambiente por períodos de tempos variáveis, dependendo das condições de temperatura, umidade, presença de matéria orgânica, pH e outros fatores (Feachem et alii, 1983).

Mesmo que os vírus entéricos produzam frequentemente infecções as sintomáticas, eles são também capazes de produzir enfermidades com quadros mais severos como paralisias, anomalias cardíacas, meningite asséptica, encefalite, hepatite, diarréias e outras.

A maioria da população viral das águas contaminadas são constituídas por vírus de origem humana e particularmente aqueles que são eliminados em grandes quantidades através das fezes e que são denominados de vírus entéricos.

Os vírus são parasitas intracelulares estritos, constituídos de um ácido nucléico e uma capa proteica e não possuem metabolismo independente, portanto só se replicam em células de organismos vivos.

Estes vírus infectam o trato digestivo e são eliminados em grande número por pessoas infectadas durante períodos de tempo relativamente longos.

Mais de 1 milhão de partículas virais podem ser eliminados por grama de fezes de indivíduos infectados (WHO, 1979).

A principal via de transmissão desses patógenos são as fezes que lançadas nos rios poderão, através dos vários usos, afetar o homem.

Vários surtos de enfermidades virais associados à água foram descritos, sendo que a maioria estão associados com o consumo de água potável contaminada. Tem sido também isolados vírus de água do mar, águas superficiais, águas recreacionais, águas de irrigação, aerossóis, resíduos sólidos e águas de esgotos, os quais podem constituir em fontes de contaminação humana (Bitton et alii, 1984).

Nos últimos anos grande número de trabalhos tem sido publicados sobre o isolamento de vírus de diferentes tipos de águas e os resultados dessas investigações têm demonstrado que os Enterovírus apresentam maior resistência que os coliformes aos processos de tratamento e depuração das águas (os coliformes são indicadores microbiológicos normalmente utilizados para caracterizar a qualidade das águas).

Outras investigações comprovam que a dose infectante de Enterovírus é bem inferior à das bactérias entéricas. Todas estas informações

têm levado a uma maior preocupação com os estudos virológicos das águas. Estes estudos visam elucidar:

- a epidemiologia das enteroviroses, seja na detecção de fontes de infecção, na obtenção de informações sobre a persistência de certos vírus e sua resistência aos processos de depuração das águas, na avaliação da eficácia do tratamento das águas residuárias e na avaliação dos riscos à saúde da população devido à contaminação da água para vários usos (abastecimento, irrigação, recreação, a quicultura, etc...);
- o estudo de vírus presentes nas águas de esgotos constitui uma ferramenta de alto valor epidemiológico, pois permite detectar os vírus prevalentes nos mesmos indicando a situação sanitária de uma comunidade;
- a detecção dos vírus na água geralmente consiste em 3 etapas diferentes:
 1. coleta de uma amostra representativa (por exemplo para análise de uma água potável necessita-se de no mínimo 400 litros de água);
 2. concentração dos vírus na amostra - o método de concentração depende da qualidade da água a ser examinada, da quantidade e tipos de vírus presumivelmente presentes, das características inerentes aos processos do exame virológico;
 3. outros requisitos devem ser considerados quando se pretende isolar vírus de água, além do método de concentração é preciso haver um sistema hospedeiro sensível para que se obtenha o isolamento, identificação e quantificação dos vírus isolados.
- estes requisitos restringem a análise virológica da água a laboratórios bem equipados e com pessoal altamente especializado.

Entre as atividades desenvolvidas na América Latina com relação à Virologia Ambiental, podemos citar:

- monitoramento virológico da qualidade da água potável;
- avaliação e comparação dos métodos para concentração dos vírus de água e águas residuárias;
- investigação de vírus em água do mar e superficiais;
- investigação de vírus em lodos de processos de tratamento de águas de esgoto;
- investigação de vírus presentes em águas de esgoto como instrumento de vigilância epidemiológica em relação à circulação dos poliovírus;

- ensinamento da virologia ambiental em vários cursos de microbiologia e engenharia sanitária.

A presença de Enterovírus no meio ambiente tem sido avaliado em vários estudos desenvolvidos na CETESB - Brasil. Um extensivo programa de monitoramento de água tratada e águas superficiais de nove estações de tratamento de água da Grande São Paulo foi realizado durante 10 anos (1976-1986). Das 383 amostras de água bruta de 40 litros cada analisadas, 14,9% revelaram a presença de vírus. De um total de 366 vírus isolados 195 foram poliovírus (53,3%), 79 echovírus (21,6%) e 30 foram coxsackievírus (8,2%). Das 975 amostras de água tratada analisadas, somente 3 foram positivas para vírus, foram isolados poliovírus tipo 2 e Coxsackie A 16. As bactérias do grupo coliforme não foram detectadas nessas 3 amostras.

Em outros estudos, 63 amostras de água de esgoto coletadas em 5 diferentes estações de tratamento e em 2 hospitais, foram isolados vírus em concentrações de até 449 partículas virais por litro. Dos 600 vírus isolados, 410 foram poliovírus (tipos 1, 2 e 3), 152 foram vírus coxsackie e 38 foram echovírus.

Em uma investigação com águas recreacionais da Baía de Santos, no Litoral de São Paulo, de 5 locais do estudo, em 3 foram detectados vírus, entre esses: poliovírus tipo 1 e 2 e echovírus tipo 24.

Atualmente está sendo desenvolvido em nosso laboratório na CETESB um projeto para pesquisa de poliovírus em amostras ambientais como instrumento de vigilância epidemiológica da poliomielite com o objetivo de monitorar a presença de poliovírus em águas de esgotos com a finalidade de se determinar a circulação de poliovírus selvagem na comunidade, na tentativa de fornecer subsídios para atender ao Programa Ampliado de Imunização para Erradicação da Poliomielite, da OPAS.

Nos países onde se aplica a vacina Sabin é necessário desenvolver estudos para verificar se os poliovírus eliminados continuam demonstrando as mesmas propriedades dos vírus atenuados da vacina oral, como também, torna-se importante determinar a extensão da circulação dos poliovírus que podem causar a poliomielite, ou então, determinar a sua eliminação da comunidade.

Uma das maneiras de serem obtidas essas informações é através da pesquisa de poliovírus em águas de esgoto, antes e após os programas de vacinação oral de Sabin.

Uma vez que os vírus isolados de uma amostra de fezes representam a população viral entérica de um indivíduo, os vírus isolados de amostras de águas de esgoto representam a população viral de uma comunidade. Assim, um trabalho de pesquisa virológica sistemática de águas de esgoto poderá fornecer dados valiosos sobre os vírus entéricos prevalentes e em circulação em uma comunidade, servindo portanto, como instrumento de vigilância epidemiológica.

Através da análise de amostras ambientais, é possível detectar se os poliovírus selvagem está presente em comunidades que não apresentam casos de poliomielite. Também essas amostragens poderiam fornecer melhores subsídios as áreas alvos que requerem reforços de imunização.

A problemática dessas pesquisas está associada a necessidade da seleção de metodologias apropriadas para a concentração, isolamento e identificação dos vírus das amostras de água de esgoto, como também, a utilização de testes sensíveis específicos para diferenciar os poliovírus naturais (selvagem) dos vacinais.

Durante os últimos anos, os poliovírus tem sido evidenciados em amostras ambientais, através da utilização de métodos de concentração e técnicas com culturas de tecidos. No entanto, métodos cada vez mais promissores vem sendo avaliados sistematicamente.

Nesse sentido, a utilização da "polymerase chain reaction" (PCR), em combinação com os métodos tradicionais de concentração de vírus, poderá se constituir em um novo e eficaz instrumento para avaliar a circulação do poliovírus selvagem no meio ambiente.

Podemos concluir que:

1. Existem mais de 100 tipos de vírus entéricos, todos considerados patogênicos para o homem e que podem ser veiculados pelas águas de esgoto.
2. Tem sido demonstrado que as bactérias normalmente utilizadas para avaliar qualidade sanitária da água podem ser menos resistentes que os vírus a fatores ambientais e aos processos de tratamento de águas e águas de esgoto.

3. A injeção de uma única partícula viral pode ser capaz de estabelecer uma infecção em indivíduos susceptíveis.
4. Em várias ocasiões foram relatados surtos de hepatite A e gastroenterites de origem não bacteriana relacionados com a veiculação hídrica.
5. Uma variedade de métodos de concentração de vírus entéricos estão sendo propostos, entretanto, nenhum desses métodos demonstrou ser o ideal para os diversos tipos de águas e todos tipos de vírus.

BIOENSAIOS MICROBIANOS UTILIZADOS NO CONTROLE DE CONTAMINANTES TÓXICOS AMBIENTAIS

Devido à crescente industrialização e uso abusivo de grande número de compostos químicos, problemas ecológicos e toxicológicos decorrentes do lançamento de contaminantes tóxicos no meio ambiente, vêm sendo enfrentados pela maioria dos países na atualidade.

Ignora-se o número exato de substâncias químicas ou misturas complexas as quais o homem está exposto, entretanto acredita-se que sejam na ordem de milhares. Em levantamento realizado nos Estados Unidos em 1984 estimou-se que a sociedade moderna utiliza ao redor de 70.000 diferentes substâncias químicas sintéticas, sendo que a cada ano são introduzidos no mercado aproximadamente de 700 a 3.000 novos produtos químicos.

Por outro lado a crescente conscientização pública da necessidade do controle da poluição ambiental, tem levado ao desenvolvimento de eficientes métodos analíticos de diagnóstico e ao estabelecimento de programas de controle da poluição ambiental, visando a manutenção da integridade dos ecossistemas e a proteção da saúde do homem.

Métodos sofisticados de análises químicas permitem identificar e quantificar grande número de compostos químicos, entretanto, devido a complexidade e variedade de substâncias químicas presentes nas amostras ambientais, aliado ao custo elevado dessas análises, existe atualmente certa tendência em se adotar a utilização de bioensaios biológicos na triagem e identificação desses compostos tóxicos e na localização de áreas de maior criticidade.

Estes bioensaios como instrumento alternativo ou complementar às tradicionais análises químicas, podem auxiliar significativamente na avaliação dos efeitos à saúde (toxicidade humana e animal) e dos efeitos ecológicos de milhares de substâncias químicas que são introduzidas por várias vias no meio ambiente.

TESTE DE AMES - ENSAIO DE MUTAÇÃO GÊNICA REVERSA UTILIZANDO-SE Salmonella typhimurium (Salmonella/mammalian microsome assays)

Dêfinição

Mutagenicidade é a propriedade que determinados agentes químicos, físicos ou biológicos têm de causar modificações genéticas nos organismos.

Aplicações

1. No controle e avaliação de processos de tratamento de água de a bastecimento público em relação à:
 - remoção de compostos mutagênicos presentes em águas de mananciais que abastecem as estações de tratamento;
 - detecção da possível adição de substâncias mutagênicas durante os processos de tratamento;
 - detecção da presença de substâncias mutagênicas na água de consumo.
2. Na avaliação da eficiência dos processos de tratamento de efluentes líquidos ou resíduos sólidos industriais quanto à remoção ou presença de compostos mutagênicos.
3. Na localização de fontes potenciais de compostos mutagênicos no ar, solo, água e alimentos em áreas industrializadas, agrícolas e urbanas, visando o controle dos referidos poluentes.
4. Nos estudos de impacto ambiental, através da localização das fontes poluidoras com possível atividade mutagênica.
5. Na avaliação da mutagenicidade de:
 - compostos químicos puros
 - corantes e aditivos alimentares
 - agrotóxicos e pesticidas
 - medicamentos e materiais utilizados em biomedicina

- produtos naturais
- fluidos corpóreos (urina, sangue ou fezes de indivíduos expostos)
- produtos absorventes descartáveis para uso externo ou artigos destinados ao asseio corporal.

BIOENSAIO DE TOXICIDADE AGUDA UTILIZANDO-SE O SISTEMA MICROTOX E
Spirillum volutans

Definição

Toxicidade é a propriedade de um agente tóxico de causar efeitos adversos a organismos vivos.

Aplicações

1. No monitoramento da toxicidade de efluentes industriais, resíduos sólidos e águas marinhas em caso de derramamento de produtos perigosos.
2. No monitoramento de substâncias tóxicas em estações de tratamento de água, indústrias de alimentos e cervejarias.
3. No monitoramento de toxicidade de águas residuárias, a serem submetidas a tratamento biológico.
4. No monitoramento de águas subterrâneas quanto a possível presença de contaminantes tóxicos.
5. Triagem de novos compostos químicos em relação à sua toxicidade.
6. Estudos relativos a sinergismo e antagonismo de misturas de substâncias tóxicas.
7. Avaliação da toxicidade de materiais usados em biomedicina.
8. Avaliação de toxicidade de lixiviados e resíduos sólidos.
9. Avaliação rápida da toxicidade de dispersantes químicos e o grau de contaminação no local de dispersão.

FONTES

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Microbiological examination of water. In: Standard methods for the examination of water and wastewater. 17 ed., Washington. APWA, AWWA, WPCF, 1989.
2. CETESB. Microbiologia Ambiental. Apostila. 149 pg, 1989.
3. CETESB. Análises Bacteriológicas da Água. Apostila. 173 pg, 1991.
4. MARQUES, E. Levantamento do número e dos tipos de enterovírus em diferentes águas de esgoto da capital de São Paulo. Tese de Mestrado apresentado no Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, 1987.
5. MARQUES, E. Utilização de análises virológicas de águas de esgoto no acompanhamento de programas de vacinação contra a polio_mielite para avaliar a circulação de poliovírus selvagem no meio ambiente. Tese de Doutorado apresentado no Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, 1990.
6. MOITTA, F.R. e CUDO, K.J. Aspectos gerais da qualidade da água no Brasil. Brasília, OPS, 1991, 90 p.

Data aquis.	24 / 0 / 93
Indic.:	
Livraria:	
Preço ... Cr\$	
Data Tomba:	24 / 0 / 93