

Aula 3

QUÍMICA DA ÁGUA - PARTE II

META

- Apresentar as variáveis físicas de qualidade da água;
- Apresentar as variáveis químicas de qualidade da água;
- Apresentar as variáveis hidrobiológicas de qualidade da água;
- Apresentar as variáveis microbiológicas de qualidade da água;
- Apresentar as variáveis toxicológicas de qualidade da água.

OBJETIVOS

- Ao final desta aula, o aluno deverá:
 - Definir as variáveis físicas de qualidade da água;
 - Entender as variáveis químicas de qualidade da água;
 - Compreender as variáveis hidrobiológicas de qualidade da água;
 - Entender as variáveis microbiológicas de qualidade da água;
 - Conhecer as variáveis toxicológicas de qualidade da água.

PRÉ-REQUISITOS

Oitenta créditos cursados.

Carlos Alexandre Borges Garcia
Elisangela de Andrade Passos

INTRODUÇÃO

Na aula anterior foi definido o ambiente hídrico e o ciclo da água. As propriedades da água e seus usos diversos foram também apresentados. A amostragem e plano de amostragem foram ainda abordados. Por fim, os aspectos legais referentes à qualidade da água foram apresentados a partir da Portaria do MS No 2.914 e da Resolução CONAMA No 357.

Nesta aula serão apresentadas as variáveis físicas, químicas, hidrobiológicas, microbiológicas e toxicológicas de qualidade da água. Ao final desta aula, você deverá compreender as diferenças entre essas variáveis e a importância de cada uma.

VARIÁVEIS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

A água encontrada na natureza possui uma série de impurezas que definem suas propriedades físicas (cor, odor, sabor), químicas (constituintes orgânicos e inorgânicos) e biológicas (biota – fauna e flora). O processo de avaliação da qualidade da água corresponde a um conjunto de medidas físicas, químicas e biológicas, diretamente relacionadas com a proposta de uso da água, ou seja, os parâmetros a serem medidos para avaliação da qualidade serão escolhidos considerando o uso a ser dada a água.

Neste texto abordaremos de forma sucinta as variáveis de qualidade físicas, químicas, hidrobiológicas, microbiológicas e toxicológicas.

VARIÁVEIS FÍSICAS

As variáveis de qualidade físicas são coloração da água, série de resíduos (filtrável, não filtrável, fixo e volátil), temperatura da água e do ar e turbidez.

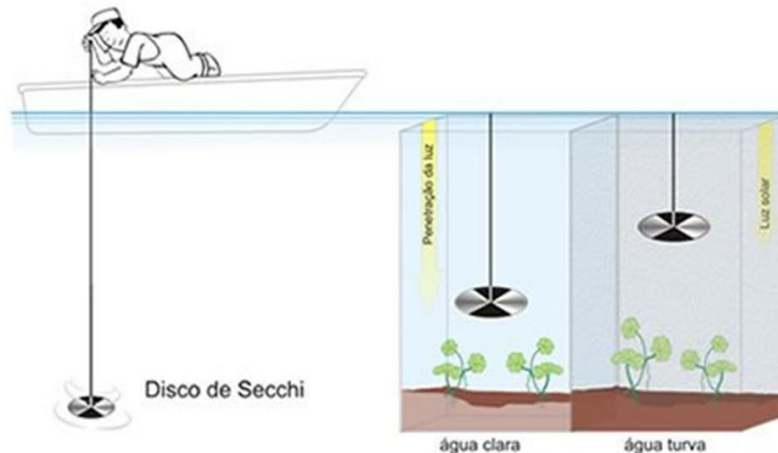
A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico (húmico e fúlvico) e inorgânico (óxidos de ferro e manganês). Os esgotos sanitários apresentam, predominantemente, matéria orgânica em estado coloidal, além de diversos efluentes industriais, tais como efluentes de curtumes, de indústrias têxteis, de celulose e papel, da madeira, etc. O maior problema de cor na água, em geral, é o estético, já que causa um efeito repulsivo aos consumidores.

Os sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. As operações de secagem, calcinação e filtração definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis). Os métodos empregados para a determinação de sólidos são gravimétricos, utilizando-se balança analítica ou de precisão.

Os corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. Sendo assim, variações de temperatura é parte do regime climático normal. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. A elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais e usinas termoeletricas.

A transparência pode ser medida facilmente no campo utilizando-se o disco de Secchi. Este consiste em um disco circular branco ou com setores brancos e pretos e um cabo graduado, que é mergulhado na água até a profundidade em que não seja mais possível visualizar o disco. Essa profundidade a qual o disco desaparece, e logo reaparece, é a profundidade de transparência. A partir da medida do disco de Secchi, é possível estimar a profundidade de penetração vertical da luz solar na coluna d'água.

MEDIÇÃO DA TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA COM DISCO DE SECCHI



Medição da transparência da água com disco de Secchi.

Fonte: www.cmbconsultoria.com.br

Acessado em 03/01/2012

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, etc.

VARIÁVEIS QUÍMICAS

As variáveis de qualidade químicas são oxigênio dissolvido, metais (alumínio, bário, cádmio, cobre, cromo total, ferro total, manganês, mercúrio, níquel, potássio, sódio, e zinco), pH, condutividade específica, fluoreto, cloreto, carbono

orgânico dissolvido e absorvância no ultravioleta, demanda bioquímica de oxigênio ($\text{DBO}_{5,20}$), demanda química de oxigênio (DQO), fenóis, série de nitrogênio (Kjeldahl, amoniacal, nitrato e nitrito), fósforo total, ortofosfato solúvel, série de enxofre (sulfeto e sulfato), dureza, surfactantes, óleos e graxas, agrotóxicos, hidrocarbonetos aromáticos polinucleares (HAP), potencial de formação de trihalometanos e dureza.

A determinação de O_2 é parte fundamental da avaliação da qualidade da água, pois o oxigênio está envolvido ou influencia quase todos os processos químicos e biológicos no corpo d'água. Concentração abaixo de 5 mg L^{-1} afeta as comunidades biológicas e abaixo de 2 mg L^{-1} pode levar a morte de muitos peixes. A medida de O_2 pode ser usada para indicar o grau de poluição por matéria orgânica. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água natural manter a vida aquática.

Os metais alumínio, bário, cádmio, cobre, cromo total, ferro total, manganês, mercúrio, níquel, potássio, sódio, e zinco podem ser determinados por técnicas espectroscópicas (absorção ou emissão atômica). Alguns desses elementos são essenciais (ex. Cu, Zn, Fe) enquanto que outros são não essenciais (ex. Cd, Pb, Hg). Na aula 09 este tópico será melhor abordado.

O pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo. Este influencia diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, devido aos efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Além disso, contribui para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados. Pode, ainda, exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. Os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9.

A condutividade é uma expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água, e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a $100 \mu \text{ S cm}^{-1}$ indicam ambientes impactados.

As descargas de esgotos sanitários nas águas superficiais são fontes importantes de cloreto. Isto porque cada pessoa expele através da urina cerca 6 g de cloreto por dia, o que faz com que os esgotos apresentem concentrações de cloreto que ultrapassam a 15 mg L^{-1} . Diversos são os efluentes industriais que apresentam concentrações de cloreto elevadas como os da indústria do petróleo, algumas indústrias farmacêuticas, curtumes, etc. Nas regiões costeiras são encontradas águas com níveis altos de cloreto. Nas águas tratadas, a adição de cloro puro ou em solução leva a uma elevação do nível de cloreto, resultante das reações de dissociação do cloro na água.

O fluoreto livre, ou seja, disponível biologicamente, é encontrado na natureza junto com outros minerais ou componentes químicos e água. Traços de fluoreto são normalmente encontrados em águas naturais e concentrações elevadas geralmente estão associadas com fontes subterrâneas.

Em locais onde existem minerais ricos em flúor, tais como próximos a montanhas altas ou áreas com depósitos geológicos de origem marinha, concentrações de até 10 mg L^{-1} ou mais são encontradas. A recomendação é a ingestão de $1,5 \text{ mg dia}^{-1}$ de fluoreto, o que para um consumo de água de 1,2 a 1,6 litros por dia, resulta em concentrações da ordem de $1,0 \text{ mg L}^{-1}$. A Portaria N° 518 estabelece um valor máximo permitido para fluoreto de $1,5 \text{ mg L}^{-1}$ na água potável.

O carbono orgânico dissolvido e absorvância no ultravioleta não estão sujeitos à legislação, mas é importante que sejam rotineiramente avaliados durante um determinado período, para que seja possível obter-se uma correlação entre estes parâmetros com a concentração de compostos precursores de trihalometanos. Isto poderá facilitar a detecção de possíveis alterações na qualidade da água, com relação à presença desse tipo de compostos.

A demanda bioquímica de oxigênio ($\text{DBO}_{5,20}$) de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A $\text{DBO}_{5,20}$ é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é freqüentemente usado e referido como $\text{DBO}_{5,20}$.

A demanda química de oxigênio (DQO) é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico (ex. dicromato). Os valores da DQO normalmente são maiores que os da $\text{DBO}_{5,20}$, sendo o teste realizado num prazo menor. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial.

Os fenóis e seus derivados aparecem nas águas naturais através das descargas de efluentes industriais. Indústrias de processamento da borracha, de colas e adesivos, de resinas impregnantes, de componentes elétricos (plásticos) e as siderúrgicas, entre outras, são responsáveis pela presença de fenóis nas águas naturais.

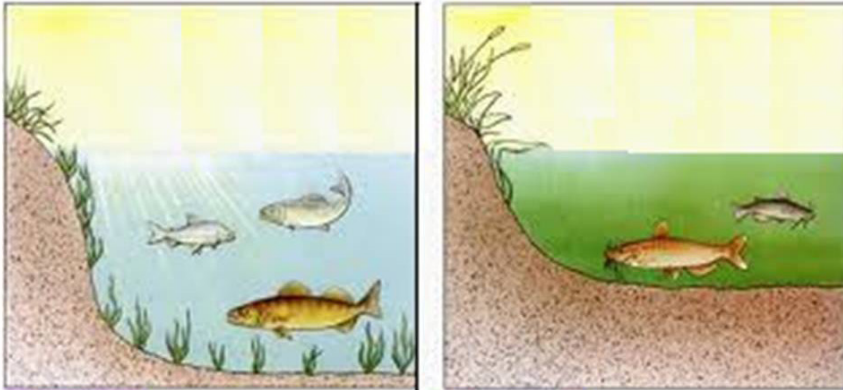
Analiticamente, isto é, de acordo com a metodologia analítica recomendada, detergentes ou surfactantes são definidos como compostos que reagem com o azul de metileno sob certas condições especificadas. Estes compostos são designados “substâncias ativas ao azul de metileno” (MBAS – Metilene Blue Active Substances) e suas concentrações são relativas ao sulfonato de alquil benzeno linear (LAS), que é utilizado como padrão na análise.

Óleos e graxas, de acordo com o procedimento analítico empregado, consiste no conjunto de substâncias que em determinado solvente consegue extrair da amostra e que não se volatiliza durante a evaporação do solvente a 100°C . Estas substâncias, ditas solúveis em n-hexano, compreendem

ácidos graxos, gorduras animais, sabões, graxas, óleos vegetais, ceras, óleos minerais, etc. Este parâmetro costuma ser identificado também por material solúvel em hexano (MSH).

As principais fontes de nitrogênio para águas naturais são esgotos sanitários, efluentes industriais, matadouros, frigoríficos, curtumes, drenagem de áreas agrícolas e solos e fertilizados. O nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. As duas primeiras chamam-se formas reduzidas e as duas últimas, formas oxidadas. Pode se associar a idade da poluição com a relação entre as formas de nitrogênio. Ou seja, se for coletada uma amostra de água de um rio poluído e as análises demonstrarem predominância das formas reduzidas significa que o foco de poluição se encontra próximo. Se prevalecer nitrito e nitrato, ao contrário, significa que as descargas de esgotos se encontram distantes. A amônia ocorre naturalmente na água como produto da degradação da matéria orgânica nitrogenada. Nos efluentes de esgotos sanitários predomina o nitrogênio orgânico e o nitrogênio amoniacal. Por essas características, o nitrogênio amoniacal é um útil indicador de poluição orgânica por despejos domésticos. O nitrato é a forma comum de nitrogênio combinado em águas naturais. O nitrito é rapidamente oxidado a nitrato; A concentração de nitrito na água é normalmente baixa ($< 0,001 \text{ mg L}^{-1}$). Elevada concentração de nitrito, geralmente está associada à qualidade microbiana insatisfatória da água.

O fósforo aparece em águas naturais devido principalmente às descargas de esgotos sanitários. Nestes, os detergentes superfosfatados empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte, além da própria matéria fecal, que é rica em proteínas. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais. Um dos problemas enfrentados com o descarte de efluentes nos corpos d'água é a eutrofização (Figura a seguir). O processo de eutrofização consiste no excesso de nutrientes, sobretudo os nitrogenados e fosforados, nas águas superficiais, o que promove um elevado crescimento de algas e outras espécies vegetais aquáticas. A morte e o apodrecimento desta flora aquática provocam um grande consumo do oxigênio dissolvido na água, levando à mortandade de peixes por asfixia.



Processo de eutrofização dos corpo d'água.

Fonte: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONT1.html>
Acessado em 03/01/2012

O sulfeto de hidrogênio (H_2S) é um composto liberado em vários processos industriais, tais como o de produção de celulose e papel, curtumes, petroquímicas e cervejarias. Ele é altamente tóxico para a vida aquática, mesmo em baixas concentrações. Também o é para a vida humana, podendo causar até a morte. Além disso, suas propriedades corrosivas quando em contato com metais e seu forte odor o tornam um subproduto indesejável. O sulfato é um dos íons mais abundantes na natureza. Em águas naturais, a fonte de sulfato ocorre através da dissolução de solos e rochas e pela oxidação de sulfeto. As principais fontes antropogênicas de sulfato nas águas superficiais são as descargas de esgotos domésticos e efluentes industriais. Nas águas tratadas é proveniente do uso de coagulantes. É importante o controle do sulfato na água tratada, pois a sua ingestão provoca efeito laxativo.

Os pesticidas podem ser constituídos por substâncias inorgânicas, como enxofre, mercúrio, flúor, etc. Como esses pesticidas possuem toxicidade muito elevada, foram substituídos pelos pesticidas orgânicos sintéticos, classificados em clorados ou organoclorados, piretrinas, fosforados, clorofosforados e carbamatos. Pesticidas clorados como o DDT, BHC, Aldrin, Lindano, etc apresentam efeito residual longo. A maioria dos compostos são hidrofóbicos, mas apresentam alta solubilidade em hidrocarbonetos e gorduras. Na aula 10 este tópico será melhor abordado.

Os hidrocarbonetos aromáticos polinucleares são uma classe de compostos orgânicos semi-voláteis, formados por anéis benzênicos ligados de forma linear, angular ou agrupados, contendo na sua estrutura somente carbono e hidrogênio. Dos hidrocarbonetos aromáticos polinucleares, dezesseis são indicados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos como sendo poluentes prioritários, que têm sido cuidadosamente estudados devido à sua toxicidade, persistência e predominância no meio ambiente. Na aula 10 este tópico será melhor abordado.

Atualmente, há a preocupação sobre a formação de compostos organoclorados leves (ex. clorofórmio) durante o processo de cloração, chamados

trihalometanos (THMs). Dessa forma, torna-se necessária uma avaliação do manancial em relação à quantidade de precursores destes compostos. A utilização do potencial de formação de trihalometanos como um parâmetro não específico da medida de precursores de THMs, pode ser usada para comparar a qualidade de vários mananciais de água bruta com potencial para abastecimento, com a possibilidade de produção de concentrações elevadas de THMs em água tratada durante os processos de tratamento e na distribuição.

A dureza na água está relacionada à quantidade de cálcio e magnésio existente na mesma. Quando em contato com sabão, a água dura não faz espuma, pois os íons Ca^{2+} e Mg^{2+} reagem com o sabão e formam um precipitado. O tratamento da água dura para a retirada de Ca^{2+} e Mg^{2+} é conhecido por abrandamento ou amolecimento e consiste em fazer a água atravessar uma resina que captura os íons Ca^{2+} e Mg^{2+} , substituindo-os por íons não prejudiciais ao homem, tais como o Na^+ e o H^+ . Esse procedimento é chamado de método da troca iônica.

VARIÁVEIS HIDROBIOLÓGICAS

As variáveis de qualidade hidrobiológicas são clorofila a, fitoplâncton, zooplâncton e bentos.

A clorofila é um dos pigmentos, além dos carotenóides e ficobilinas, responsáveis pelo processo fotossintético. A clorofila a é a mais comum das clorofilas (a, b, c, e d) e representa, aproximadamente, de 1 a 2 % do peso seco do material orgânico em todas as algas planctônicas e é, por isso, um indicador da biomassa algal. Assim a clorofila a é considerada a principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos.

A comunidade fitoplanctônica pode ser utilizada como indicadora da qualidade da água, principalmente em reservatórios, e, a análise da sua estrutura permite avaliar alguns efeitos decorrentes alterações ambientais. Esta comunidade é a base da cadeia alimentar e, portanto, a produtividade dos elos seguintes depende da sua biomassa. A presença de algumas espécies em altas densidades pode comprometer a qualidade das águas, causando restrições ao seu tratamento e distribuição. Atenção especial é dada ao grupo das cianofíceas, também denominadas cianobactérias, que possui espécies potencialmente tóxicas. A ocorrência destas algas tem sido relacionada a eventos de mortandade de animais e com danos à saúde humana.

A comunidade zooplanctônica é formada por animais microscópicos que vivem em suspensão, tais como protozoários, rotíferos, cladóceros e cópodes os grupos dominantes no ambiente de água doce. São importantes na manutenção do equilíbrio do ambiente aquático, podendo atuar como reguladores da comunidade fitoplanctônica (utilizando-a como alimento) e na reciclagem de nutrientes, além de servirem de alimento para diversas espécies de peixes. O zooplâncton vem sendo avaliado como indicador da

qualidade da água de lagos e reservatórios em diversos países e, apesar de existirem algumas propostas de índices para esta comunidade, a maioria deles não é diretamente aplicável nos ambientes aquáticos tropicais, onde as espécies exibem diferentes sensibilidades e ocorrência.

A comunidade bentônica corresponde ao conjunto de organismos que vivem todo ou parte de seu ciclo de vida no substrato de fundo de ambientes aquáticos, como pode ser visto na Figura abaixo. Os macroinvertebrados têm sido sistematicamente utilizados em redes de biomonitoramento em vários países, porque ocorrem em todo tipo de ecossistema aquático. Estes exibem ampla variedade de tolerâncias a vários graus e tipos de poluição. Têm baixa mortalidade e estão continuamente sujeitos às alterações de qualidade do ambiente aquático, inserindo o componente temporal ao diagnóstico. Como monitores contínuos, possibilitam a avaliação a longo prazo dos efeitos de descargas regulares, intermitentes e difusas, de concentrações variáveis de poluentes, de poluição simples ou múltipla e de efeitos sinérgicos e antagônicos de contaminantes.



Exemplo de uma comunidade bentônica.

Fonte: http://www.jornaljovem.com.br/edicao17/antartida_pesquisas_bentos.php
Acessado em 03/01/2012

VARIÁVEIS MICROBIOLÓGICAS

As variáveis de qualidade microbiológicas são coliformes termotolerantes, *cryptosporidium sp* e *Giardia sp*.

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Ervenia* e *Enterobactéria*. As bactérias coliformes termotolerantes reproduzem-se

ativamente a 44,5°C. O uso dessas bactérias para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o uso da bactéria coliforme “total”, porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, desintéria bacilar e cólera.

As doenças parasitárias representam uma parcela significativa de casos de morbidade e mortalidade e, a *Giardia lamblia* e *Cryptosporidium parvum* estão entre os protozoários capazes de causar diarreias graves tanto em indivíduos imunocompetentes quanto imunodeficientes. A partir da década de 80, a preocupação com estes protozoários aumentou principalmente em relação aos casos de criptosporidiose. Dentre os vários modos de transmissão destas duas protozooses, a veiculação hídrica tem sido considerada a mais importante, sendo implicada na ocorrência de mais de 100 surtos de gastroenterite por *Giardia* e *Cryptosporidium*, de acordo com relatos nos Estados Unidos, Canadá e países da Europa nos últimos 25 anos.

VARIÁVEIS TOXICOLÓGICAS

As variáveis de qualidade toxicológicas são ensaio de toxicidade aguda com a bactéria luminescente – *V. fischeri* (Sistema Microtox), ensaio de toxicidade aguda/crônica com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*, ensaio de toxicidade aguda/crônica com o anfípodo *Hyaella azteca* e ensaio de genotoxicidade.

Os ensaios de toxicidade aguda com a bactéria luminescente consistem na determinação de efeitos tóxicos causados por um ou por uma mistura de agentes químicos, sendo tais efeitos detectados por respostas fisiológicas de organismos aquáticos. Portanto, os ensaios ecotoxicológicos expressam os efeitos adversos, a organismos aquáticos, resultantes da interação das substâncias presentes na amostra analisada. O sistema microtox é comercializado e pode ser adquirido para execução dos testes citados (Figura ao lado).

O ensaio de toxicidade aguda/crônica com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia* é utilizado para avaliar a ocorrência de efeitos tóxicos, agudos ou crônicos, em corpos d'água para os quais está prevista a preservação da vida aquática. O resultado do ensaio é expresso como agudo (quando ocorre



Teste Microtox. Fonte: <http://www.drugtesting.net.au>
Acessado em 03/01/2012

letalidade de número significativo de organismos, dentro do período de 48 horas) ou crônico (quando ocorre inibição na reprodução dos organismos, dentro do período de sete dias). A amostra é considerada não tóxica caso não haja detecção de qualquer dos efeitos tóxicos.

O ensaio de toxicidade aguda/crônica com o anfípodo *Hyaella azteca* é utilizado para avaliar a ocorrência de efeitos tóxicos, agudos ou crônicos, em sedimentos coletados em recursos hídricos para os quais está prevista a preservação da vida aquática. O resultado do ensaio é expresso como agudo (quando ocorre letalidade de número significativo de organismos, dentro do período de 10 dias) ou crônico (quando ocorre inibição do crescimento de um número significativo de organismos, dentro do período de 10 dias). A amostra é considerada não tóxica caso não haja detecção de qualquer dos efeitos tóxicos.

Os ensaios de genotoxicidade medem a capacidade de um composto ou mistura de causar dano ao material genético. Danos genéticos não reparados geram mutações nos organismos expostos as quais podem causar doenças como câncer, anemia, distúrbios cardiovasculares e neurocomportamentais, além de doenças hereditárias.

LEIA MAIS

O artigo intitulado “Caracterização da qualidade da água do açude Buri–Frei Paulo/SE” e é sugestão de leitura para melhorar a compreensão do tema variáveis de qualidade da água. Este está disponível na plataforma. Em seguida, faça um resumo sucinto das principais idéias do texto

CONCLUSÃO

Nesta sessão foram apresentadas a definição e importância das variáveis físicas, químicas, hidrobiológicas, microbiológicas e toxicológicas de qualidade da água. Os parâmetros medidos para avaliação da qualidade são escolhidos considerando o uso a ser dada a água.



RESUMO

O processo de avaliação da qualidade da água corresponde a um conjunto de medidas físicas, químicas e biológicas, diretamente relacionadas com a proposta de uso da água. As variáveis de qualidade da água são físicas, químicas, hidrobiológicas, microbiológicas e toxicológicas. As variáveis de qualidade físicas são coloração da água, série de resíduos (filtrável, não filtrável, fixo e volátil), temperatura da água e do ar e turbidez. As variáveis de qualidade hidrobiológicas são clorofila a, fitoplâncton, zooplâncton e bentos. As variáveis de qualidade microbiológicas são coliformes termotolerantes, *cryptosporidium sp* e *giardia sp*. As variáveis de qualidade toxicológicas são ensaio de toxicidade aguda com a bactéria luminescente – *v. fischeri* (sistema microtox), ensaio de toxicidade aguda/crônica com o microcrustáceo *ceriodaphnia dubia*, ensaio de toxicidade aguda/crônica com o anfípodo *hyalella azteca* e ensaio de genotoxicidade.



ATIVIDADES

No monitoramento da qualidade da água são avaliados o máximo possível de variáveis. Conteúdo sobre esse tema.

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

Monitoramento significa a avaliação e o acompanhamento de uma dada situação, a partir de dados medidos por instrumentos. Muitas vezes inicia-se a prática da coleta de dados sem que se saiba para que, onde e como esses dados serão utilizados. Deve ser lembrado que o número de dados a serem coletados pode ser bastante grande, devido ao expressivo número de poluentes em contato com o meio ambiente, levando a um custo significativo a operação de uma rede de monitoramento da qualidade da água.

O sistema de monitoramento cujo objetivo é o de fiscalizar obediência as padrões de qualidade de água estabelecidos por lei devem ter como característica básica a localização das estações de amostragem em pontos estratégicos, onde a probabilidade de violação do padrão é maior. Os pontos de coleta de água em uma rede de monitoramento são estabelecidos principalmente para verificar o impacto que as fontes de poluição apresentam em relação à água. Por isto, é normal a escolha de um ponto branco, isto é, um local que não sofreu impacto de atividades humanas.



AUTO-AVALIAÇÃO

Consigo definir as variáveis físicas de qualidade da água?
Sou capaz de entender as variáveis químicas de qualidade da água?
Consigo compreender as variáveis hidrobiológicas de qualidade da água?
Sou capaz de entender as variáveis microbiológicas de qualidade da água?
Sinto-me capaz de conhecer as variáveis toxicológicas de qualidade da água?



PRÓXIMA AULA

Na próxima aula iremos abordar acerca da Química da Atmosfera – Parte I

REFERÊNCIAS

- BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2ª ed. Porto Alegre, Bookman, 2002.
- ROCHA, J.C.; ROSA, A.H.; CARDOSO, A.A. **Introdução à Química Ambiental**. 1ª ed. Porto Alegre, Bookman, 2004.
- MANAHAN, S.E., **Fundamentals of Environmental Chemistry**, 2ª ed. Florida: Lewis Publishers, 2001.
- CETESB, **Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**. Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo, 2003 / CETESB. – São Paulo : CETESB, 2004.
- CHAPMAN, D. (ed). **Water Quality Assessments**. Chapman & Hall, 1992.
- P. R. BARRETO, C. A. B. GARCIA. **Caracterização da qualidade da água do açude Buri–Frei Paulo/SE**. Scientia Plena, 6, 097201, 2010.

