

Aula 2

QUÍMICA DA ÁGUA - PARTE I

META

- Apresentar o ambiente hídrico;
- Apresentar o ciclo da água;
- Apresentar as propriedades da água;
- Apresentar principais usos da água;
- Apresentar amostragem de água e plano de amostragem;
- Apresentar a água para consumo humano;
- Apresentar a Portaria do MS No 2.914;
- Apresentar a Resolução CONAMA No 357.

OBJETIVOS

- Ao final desta aula, o aluno deverá:
 - Definir o ambiente hídrico;
 - Entender o ciclo da água;
 - Compreender as propriedades da água;
 - Entender principais usos da água;
- Compreender a amostragem de água e plano de amostragem;
- Definir a água para consumo humano;
- Conhecer a Portaria do MS No 2.914;
- Conhecer a Resolução CONAMA No 357.

PRÉ-REQUISITOS

Oitenta créditos cursados.

Carlos Alexandre Borges Garcia
Elisangela de Andrade Passos

INTRODUÇÃO

Na aula anterior foi definido o conceito de Química Ambiental, diferenciado os conceitos entre a Química Ambiental e o monitoramento ambiental. A especificação química e interdisciplinaridade da Química Ambiental foram também apresentadas.

Nesta aula será definido o ambiente hídrico e apresentado o ciclo da água, suas propriedades e usos diversos. Ainda serão apresentados a amostragem, plano de amostragem e os aspectos legais referentes à qualidade da água.

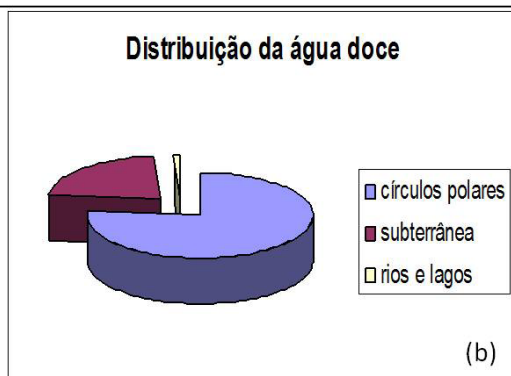
Ao final desta aula, você deverá saber definir o ambiente hídrico e entender o ciclo da água. As propriedades da água e seus usos diversos foram apresentados. Por fim, será apresentado a Portaria do MS No 2.914 e a Resolução CONAMA No 357.

O AMBIENTE HÍDRICO

A água é o componente mais importante para a sobrevivência da vida no planeta. Podemos sobreviver por várias semanas sem alimento, mas sem água viveremos apenas alguns dias. A grande quantidade de água presente na Terra a faz única no sistema solar e provavelmente o único planeta capaz de suportar formas elevadas de vida. Se algum dia for descoberto vida fora do sistema solar, deverá ser num outro planeta aquático semelhante a Terra.

A água cobre cerca de 70 % da superfície da Terra. De acordo com a Figura 1a, mais de 97% da água do planeta são águas salgadas e estão nos

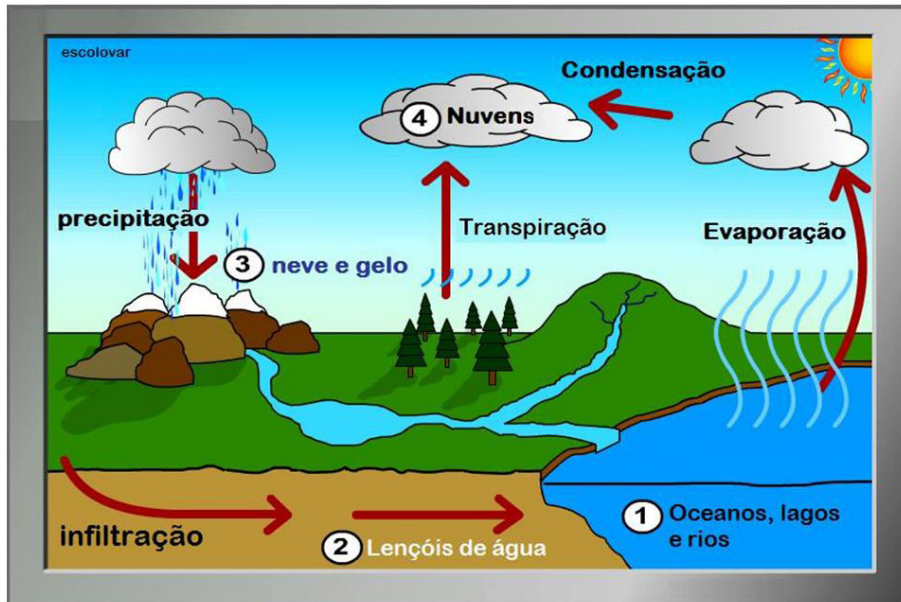
oceanos e mares. Não serve nem para uso industrial. A água doce representa apenas 3 % da água total. Cerca de 67 % da água doce estão congeladas nos círculos polares, os quais cobrem 10 % da superfície da Terra, e somente 1% é água doce disponível diretamente para o consumo humano, apresentam-se na forma de água superficial nos lagos e rios, de extração mais fácil. Os 32% restantes correspondem a águas subterrâneas (Figura 1b). O Brasil detém 8 % do potencial de água potável do mundo, sendo que 80 % estão concentrados na Amazônia e 20 % no restante do país.



Distribuição das águas na Terra

CICLO DA ÁGUA

A reposição natural da água no planeta é constante em virtude de um ciclo dinâmico que envolve as várias mudanças de estado físico da água. Logo, existe uma permanente circulação da água na Terra. Este processo é chamado de Ciclo Hidrológico.



Representação do Ciclo Hidrológico.

Fonte: <http://ciclodaaguadombosco.blogspot.com/> Acessado em 03/01/2012

Observando a Figura acima notamos que a origem do ciclo da água é a energia solar que atinge a superfície da Terra e faz a água evaporar (passar do estado líquido para gasoso) e entrar na atmosfera. Na atmosfera o vapor d'água é arrastado pelo vento e termina condensando (passagem do estado gasoso para líquido ou sólido) como resultado do resfriamento, retornando à superfície da Terra como precipitação. Então o ciclo hidrológico inclui evaporação, condensação e precipitação.

A água é transferida da superfície (lagos, rios, oceanos etc.) para a atmosfera através da evaporação. Da água evaporada, 80 % vêm dos oceanos e os 20 % restante, das águas interiores e da vegetação (transpiração). A condensação geralmente ocorre na atmosfera, quando o ar quente esfria e perde a capacidade de manter a água no estado de vapor. O excesso de vapor d'água condensa formando as nuvens. O mecanismo de transporte da água da atmosfera para a superfície da Terra é chamado precipitação.

Existem vários tipos de precipitação: granizo, neve, geada, mas a forma mais comum no Brasil é a chuva. A quantidade de precipitação varia de local para local, e no mesmo local pode variar de ano para ano. Por exemplo, na

região costeira de Sergipe, a média anual de chuva varia de 1000 a 1400 mm, enquanto no semi-árido sergipano, a chuva anual é cerca de 400 a 700 mm.

A água dos rios tem como destino final os mares e, assim, fechando o ciclo das águas. Da água evaporada, somente 76 % das chuvas e neve caem nos oceanos. Isto significa que existe uma transferência líquida da água dos oceanos para a Terra, fazendo com que a precipitação na Terra seja 43 % mais que a evaporação. A água extra adicionada a Terra, eventualmente retorna aos oceanos via superfície, pela drenagem dos rios ou diretamente das fontes de água subterrâneas. O volume total da água permanece constante no planeta, sendo estimado em torno de 1,5 bilhões de quilômetros cúbicos.

PROPRIEDADES DA ÁGUA

Á água é um meio excelente para controlar variações de temperatura e transferência de calor, por causa da elevada quantidade de energia envolvida nos processos. Estas e mais algumas das propriedades da água estão listadas na Figura.

Propriedades	Efeitos e importância
Excelente solvente	Transporta nutriente e outros produtos, possibilitando processos biológicos em meio aquoso.
Maior constante dielétrica do que qualquer líquido comum	Alta solubilidade de substâncias iônicas e suas ionizações em solução.
Maior tensão superficial do que qualquer outro líquido	Controla toda fisiologia aquática, governa os fenômenos do fundo até a superfície.
Transparente ao visível e a maior fração do comprimento de onda da luz ultravioleta	Incolor, permitindo que a luz requerida para a fotossíntese alcance profundidades consideráveis nos corpos d'água.
Densidade máxima como líquido a 4°C	O gelo flutua; circulação vertical restringida nas diversas camadas dos corpos d'água
Mais elevado calor de evaporação	Determina a transferência de calor e de moléculas entre a atmosfera e os corpos d'água
Maior calor latente de fusão do que qualquer outro líquido, exceto a amônia	A temperatura é estabilizada no ponto de congelamento da água
Maior capacidade calorífica do que qualquer outro líquido, exceto a amônia	Estabilização da temperatura de organismos e regiões geográficas

Propriedades da água.

Fonte: http://www.ateneusantista.com.br/Cursos%20Tecnicos/Meio%20Ambiente/Material%20para%20Download/QuimAmbiental_Teo.pdf

Acessado em 03/01/2012

A ÁGUA NATURAL

Não existe água pura na natureza, isto porque mal a chuva começa a atravessar a atmosfera, uma série de gases como oxigênio, nitrogênio, dióxido de carbono e óxidos de enxofre e nitrogênio são dissolvidos na água e, logo depois de tocar o solo e escoar sobre ele, inicia-se um processo de dissolução e arraste, transportando uma série de sais e partículas para os rios e oceanos.

Dessa forma, a composição da água da chuva varia com a localização geográfica, com as condições meteorológicas e com a presença de poluentes na atmosfera. Na região costeira, a água da chuva apresenta elementos como sódio, potássio, magnésio, cloreto e sulfato, em concentrações proporcionais às encontradas na água do mar.

A água subterrânea compreende toda a água existente embaixo da Terra, acumulada nos espaços vazios das formações geológicas. Em geral é originária de algum tipo de precipitação atmosférica, diretamente pela infiltração da chuva e indiretamente a partir de rios, lagos ou canais. A água subterrânea normalmente não é estática, mas flui através da rocha. A facilidade com que ela pode fluir depende do tamanho dos poros e como eles estão interconectados na rocha. Os materiais que permitem a água passar através deles com facilidade são ditos ser permeáveis e aqueles que não permitem ou permitem com dificuldade são chamados de impermeáveis. Aquíferos são camadas de rochas porosas capazes de acumular água e bastantes permeáveis, permitindo que a água flua em quantidade economicamente explorável.

PRINCIPAIS USOS DA ÁGUA

O crescimento populacional e a industrialização provocaram um aumento quantitativo na utilização de água doce, como também aumentaram as exigências em termos de água de melhor qualidade.

Dos principais usos da água destacam-se sua utilização na higiene pessoal, na agricultura (irrigação e dessedentação de animais), na navegação para transporte de bens, nos processos químicos industriais, na refrigeração de plantas industriais, na geração de energia e recreação (banho e pesca). As atividades de maior demanda em termos quantitativos, irrigação e refrigeração industrial, requerem o mínimo em relação à qualidade.

A qualidade desejável de uma água vai depender do uso a que se destina, ou seja, as exigências em relação ao grau de pureza variam em função de onde ou para que a água seja utilizada. O abastecimento doméstico e a industrialização de produtos manufaturados especiais demandam água de melhor qualidade, mas o consumo nestas atividades ainda é relativamente moderado. Paralelamente a estes usos, a água desde muito tempo, tem sido utilizada como o meio mais adequado para limpeza, disposição, transporte e descarga de despejos de origem doméstica e industrial.

LEIA MAIS

O artigo intitulado “Água do planeta Terra” e é sugestão de leitura para melhorar a compreensão do tema Água. Este está disponível na plataforma. Em seguida, faça um resumo sucinto das principais idéias do texto.

AMOSTRAGEM E PLANO DE AMOSTRAGEM

A amostragem consiste no processo de coletar uma pequena porção representativa do todo e amostra é parte que representa o todo. Esta deve ter a mesma composição do material do qual ela foi tomada para que possa ser considerada representativa. A amostragem é uma etapa “muito” importante do processo analítico. Todas as etapas do processo de amostragem são importantes e podem influenciar significativamente em todo processo analítico. Uma coleta errada pode influenciar a confiabilidade e o resultado da análise. Antes de qualquer coleta de material é preciso fazer um planejamento, ou seja, um plano de amostragem.

Um plano de amostragem consiste em algumas etapas. São elas: objetivos da amostragem, levantamento de informações para a coleta, infra-estrutura requerida, cuidados para amostragem, técnicas de coleta e preservação, coleta das amostras e pré-tratamentos (preparo da amostra).

Objetivos da amostragem: esta etapa consiste em caracterizar um “universo” ou parte de um “universo”. Com intuito de obter uma amostra representativa em número suficiente para atingir os objetivos. Mas é preciso reduzir a pequenos volumes para serem tratados em laboratório.

Levantamento de informações para a coleta: nesta etapa é preciso definir claramente os objetivos e selecionar os parâmetros e os locais da amostragem. Além disso, definir o número, frequência e duração da amostragem e determinar técnicas de coleta e amostragem.

Infra-estrutura requerida: esta etapa consiste em estabelecer qual o transporte será utilizados (veículos, barcos, motos, carrinho de amostra) e como as amostras serão armazenadas (armários, geladeiras). É preciso separar os materiais de apoio que serão utilizados como medidores de campo, preservantes e fichas de coleta. E verificar qual a capacidade do laboratório, os recursos humanos e financeiros.

Cuidados para amostragem: nesta etapa estão incluídos os cuidados necessários para uma boa amostragem. É preciso não incluir partículas grandes, detritos, folhas, sujeiras ou material acidental. A coleta deve ser feita contra a corrente e com isso minimiza a contaminação. O volume coletado deve ser suficiente para realizar pelo menos duas análises do parâmetro, ou seja, devemos trazer amostra suficiente para mais uma replicata. Devemos realizar todos os testes de campo em amostras separadas das enviadas ao laboratório. Os frascos usados na coleta do material deve ser os recomendados nos protocolos e devemos fazer registro de todas as informações relevantes de campo, preenchendo uma ficha de coleta.

Técnicas de coleta e preservação: a preservação da amostra garante que esta será a mesma na chegada ao laboratório. Alguns preservantes podem ser adicionados no campo, com objetivo de estabilizar as espécies químicas por períodos mais longos de tempo. Outra forma de preservação é refrigerar a

amostra. Esta técnica não mantém completamente a integridade para todos os parâmetros, mas diminui drasticamente as alterações químicas e biológicas da amostra. O congelamento pode também ser empregado, principalmente para análises microbiológicas.

Coleta das amostras: a coleta de amostra consiste no ato coletar. Dependendo do tipo de amostra você irá escolher o coletor e frasco de armazenamento mais adequado. Aqui nesta etapa você deverá empregar todos os conhecimentos adquiridos nas etapas anteriores.

Pré-tratamentos (preparo da amostra): esta etapa é a mais dispendiosa, já que se gasta o maior tempo do processo analítico. Muitas vezes precisamos fazer um tratamento no campo como, por exemplo, uma filtração.

AMOSTRAGEM DE ÁGUA

A amostragem de água não diferente de outros materiais é uma etapa muito importante do processo analítico. Esta pode influenciar significativamente em todo processo analítico, já que uma coleta errada pode influenciar a confiabilidade e o resultado da análise. Antes de qualquer coleta de material é preciso fazer um planejamento, ou seja, um plano de amostragem.

Na coleta de água é preciso fazer a seleção do local a ser amostrado e isso dependerá do objetivo do estudo. Amostragem é feita com equipamentos chamados de amostradores. O amostrador mais adequado para a coleta de água é a garrafa de Van Dorn (Figura). Uma coleta mais simples pode ser feita com baldes ou mesmo garrafas de plásticos, previamente descontaminados.



Amostrador de água.

Fonte: http://www.digilaboratorio.com.br/detail_produto.php?codprod=244

Acessado em 03/01/2012

Após a coleta o material deve ser armazenado em frasco adequado. Estes podem ser de vidro ou plástico, escuros (âmbar) ou transparentes, limpos com ácido ou base ou até mesmo esterilizados. Em caso da determinação de oxigênio dissolvido deve ser utilizado frasco de vidro borossilicato com tampa esmerilhada e estreita (pontaguda), com selo d'água. A preservação da amostra dependerá do parâmetro a ser analisado, como pode ser visto na Figura.

Técnica	Efeito na amostra	Tipo de amostra
Adição de HNO ₃	Mantém o metal em solução; previne a hidrólise e precipitação	Amostras contendo metais
H ₂ SO ₄	Bactericida	Amostras biodegradáveis, contendo matéria orgânica, óleos, graxas
Hidróxido de Sódio	Formação de sais de sódio com ácidos voláteis	Amostras contendo ácidos Voláteis ou cianetos
Cloreto de Mercúrio	Bactericida	Amostras contendo nitrogênio, fósforo ou compostos orgânicos biodegradáveis
Resfriamento a 4° C	Inibição da atividade de bactérias; retenção de compostos voláteis	Amostras contendo microorganismos, acidez, alcalinidade, DBO, matéria orgânica, P, N, cor, odor

Recomendações de preservação de amostra de água

Fonte: http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_28/agua2.html

Acessado em 03/01/2012

Os pontos de coleta devem ser detalhadamente descritos na ficha de coleta, incluindo suas coordenadas; condições hidrológicas e geológicas; topografia; condições meteorológicas no dia da coleta e nas últimas vinte e quatro horas ou quarenta e oito horas, utilização da água (abastecimento público, recreação, dessedentação de animais, irrigação etc.). Após a coleta das amostras, as mesmas devem ser perfeitamente acondicionadas, para evitar quebras e contaminação, e transportadas ao laboratório, no tempo necessário para que sua análise ocorra dentro do prazo de validade da preservação.

No campo são necessárias algumas determinações como pH, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade, salinidade, transparência, etc. Sempre que necessário, durante a coleta devem ser realizadas as determinações do pH e da temperatura. As determinações de campo devem ser realizadas em recipientes separados daqueles que serão enviados ao laboratório, evitando-se assim possíveis contaminações. Para a determinação do pH, quando possível, deve ser usado um pHmetro portátil, caso isso não seja possível poderá ser utilizado papel de pH de boa qualidade. A de-

terminação da temperatura deve seguir o mesmo padrão, quando na falta de um termômetro digital portátil com certificado de calibração, poderá ser utilizado termômetro calibrado com escala entre 0oC e 50oC. Além das determinações já citadas se possível podem ainda serem realizadas as seguintes análises: turbidez; condutividade e oxigênio dissolvido.

O intervalo de tempo entre a coleta das amostras e a realização das análises pode comprometer sobremaneira sua composição inicial, especialmente quando se faz necessário à avaliação da concentração de substâncias que se encontram em pequenas quantidades (micronutrientes e metais pesados), ou no caso de amostras biológicas, quando se necessita manter a integridade dos organismos. Logo, o tempo e a condição de armazenamento irão depender do parâmetro a ser analisado, como pode ser visto na Figura.

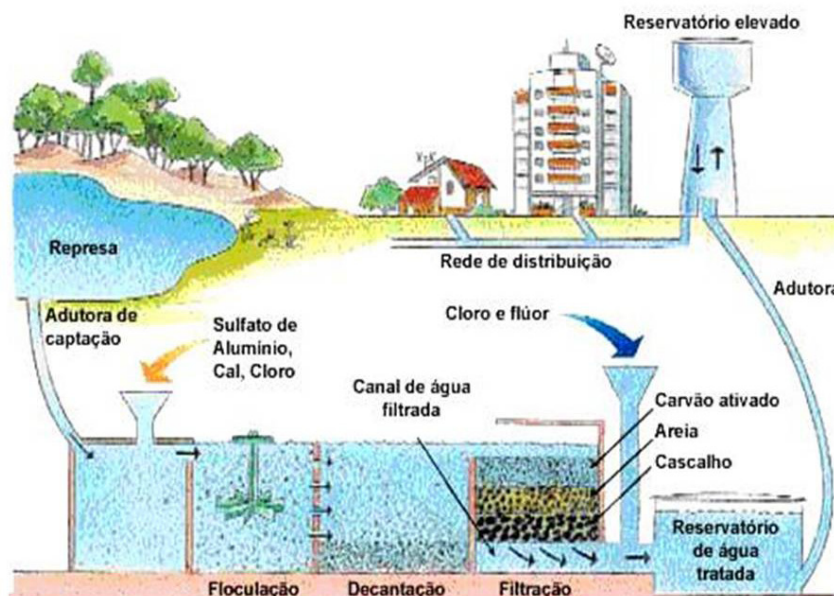
composto	frasco	preservação	Tempo de espera
metais dissolvidos	Polietileno c/ tampa de polipropileno ou vidro	200 mL de água filtrada no local e acidificada c/ HNO_3 (pH <2)	6 meses
crômio	Polietileno c/ tampa de polipropileno ou vidro	200 mL de água c/ resfriamento a 4°C	24 h
fluoreto cloreto brometo	Plástico ou vidro	nenhum requerido -- 300 mL de água - 200 mL	28 dias
nitrato	Plástico ou vidro	200 mL de água c/ adição de H_2SO_4 (pH < 2) e resfriamento a 4°C	28 dias
sulfatos	Plástico ou vidro	50 mL de água c/ resfriamento a 4°C	28 dias

Recomendações das condições do frasco de amostragem, tempo de espera e tipos de contaminantes para água. P = plástico, G = vidro, PTFE = politetrafluoretileno, R = refrigeração, F = congelamento.

ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

A água que apresenta uma qualidade adequada para o consumo humano é chamada de água potável. Para isso, um conjunto de procedimentos físicos e químicos é aplicado para que a água adquira condições adequadas para o consumo. O processo de tratamento de água a livra de qualquer tipo de contaminação, evitando a transmissão de doenças.

Em uma estação de tratamento de água, o processo ocorre em etapas (Figura 7). Eles quase nunca são utilizados isoladamente, sendo muito freqüente a associação de vários processos como coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção do pH.



Representação esquemática de uma estação de tratamento de água.
Fonte: http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_28/agua2.html
Acessado em 03/01/2012

sulfato de alumínio. Esta substância serve para aglomerar (juntar) partículas sólidas que se encontram na água como, por exemplo, a argila. A floculação ocorre em tanques de concreto com a água em movimento, as partículas sólidas se aglutinam em flocos maiores. Já a decantação ocorre em outros tanques, por ação da gravidade, os flocos com as impurezas e partículas ficam depositados no fundo dos tanques, separando-se da água. Na filtração, a água passa por filtros formados por carvão, areia e pedras de diversos tamanhos. Nesta etapa, as impurezas de tamanho pequeno ficam retidas no filtro. A desinfecção é a aplicação de cloro ou ozônio na água para eliminar microorganismos causadores de doenças. A fluoretação é quando é aplicado flúor na água para prevenir a formação de cárie dentária em crianças. Já na correção de pH é aplicada na água uma certa quantidade de cal hidratada ou carbonato de sódio. Esse procedimento serve para corrigir o pH da água e preservar a rede de encanamentos de distribuição.

ASPECTOS LEGAIS: LEGISLAÇÃO E PADRÕES PARA ÁGUAS

As normas e os padrões de potabilidade são definidos pelo Ministério da Saúde (MS) para a certificação de que a água não apresenta nenhum risco para a saúde humana. Esses padrões representam em geral os valores máximos permitidos (VMP) de concentração de uma série de substâncias e componentes presentes na água destinada ao consumo humano.

É importante ressaltar que os padrões não se restringem às substâncias que podem causar danos à saúde, eles incluem também as substâncias que alteram o aspecto e o gosto da água, ou causar algum tipo de odor.

A norma atual em vigor é a Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, que substituiu a Portaria Nº 518, de 25 de março de 2004. Esta portaria dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

A Portaria no Art. 5º define água para consumo humano como sendo água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem. Além disso, define que a água potável deve atender ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde. O padrão de potabilidade refere-se ao conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano.

LEIA MAIS

A Portaria do MS No 2.914, de 12 de dezembro de 2011, é sugestão de leitura para melhorar a compreensão do tema aspectos legais para água potável. Esta está disponível na plataforma. Em seguida, faça um resumo sucinto das principais idéias do texto.

No Brasil o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da resolução Nº 357, de 17 de março de 2005, estabelece os padrões de qualidade de corpos aquáticos, bem como os lançamentos de efluentes. As águas residuais, após tratamento, devem atender aos limites máximos e mínimos estabelecidos pela referida resolução, e os corpos d'água receptores não devem ter sua qualidade alterada. O padrão de lançamento de efluentes pode ser excedido desde que os padrões de qualidade dos corpos d'água sejam mantidos e desde que haja autorização do órgão fiscalizador, resultante de estudos de impacto ambiental. A origem da água residual a ser tratada pode ser doméstica, industrial ou uma mistura de ambas. O nível

de tratamento desejado ou exigido por lei depende das características do próprio esgoto e do padrão de lançamento ou mesmo se a água residual tratada for reutilizada. De um modo geral o que se deseja remover das águas residuais é matéria orgânica, sólidos em suspensão, compostos tóxicos, recalcitrantes, nutrientes (nitrogênio e fósforo) e organismos patogênicos.

LEIA MAIS

A Resolução CONAMA No 357, de 17 de março de 2005, é sugestão de leitura para melhorar a compreensão do tema aspectos legais para água. Esta está disponível na plataforma. Em seguida, faça um resumo sucinto das principais idéias do texto.

CONCLUSÃO

Nesta sessão foram apresentados 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 apresentado a partir da Portaria do MS No 2.914 e da Resolução CONAMA No 357.



RESUMO

A água cobre cerca de 70 % da superfície da Terra. A água doce representa apenas 3 % da água total, e somente 1 % é água doce disponível diretamente para o consumo humano. A reposição natural da água no planeta é constante em virtude do Ciclo Hidrológico. Os principais usos da água são: utilização na higiene pessoal, na agricultura (irrigação e dessedentação de animais), na navegação para transporte de bens, nos processos químicos industriais, na refrigeração de plantas industriais, na geração de energia e recreação (banho e pesca). A amostragem consiste no processo de coletar uma pequena porção representativa do todo. Um plano de amostragem consiste nas seguintes etapas: objetivos da amostragem, levantamento de informações para a coleta, infra-estrutura requerida, cuidados para amostragem, técnicas de coleta e preservação, coleta das amostras e pré-tratamentos (preparo da amostra). Na coleta de água é preciso fazer a seleção do local a ser amostrado, usando o amostrador e material adequado. No campo são necessárias algumas

determinações como pH, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade, salinidade, transparência, etc. A água que apresenta uma qualidade adequada para o consumo humano é chamada de água potável. Na estação de tratamento de água ocorrem os seguintes processos: coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção do pH. A Portaria N° 2.914 dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. A resolução CONAMA n° 357 estabelece os padrões de qualidade de corpos aquáticos, bem como os lançamentos de efluentes.



Recentemente a Portaria 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde foi substituída pela Portaria N° 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Comente essa afirmação.

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

A Portaria do MS N° 2.914 (2011) substituiu a Portaria N° 518 (2004). Esta portaria dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Estas portarias são dinâmicas, logo mudam de tempos em tempos. Isso ocorre com a parceria das instituições de pesquisa e órgão ambientais que estão constantemente fazendo pesquisa e verificando que os valores máximos permitidos podem ser diminuídos e alguns parâmetros podem ser acrescentados.



AUTO-AVALIAÇÃO

- Consigo definir o ambiente hídrico?
- Sou capaz de entender o ciclo da água?
- Consigo compreender as propriedades da água?
- Sinto-me capaz de entender principais usos da água?
- Consigo compreender a amostragem de água e plano de amostragem?
- Sou capaz de definir a água para consumo humano?
- Sinto-me capaz de conhecer a Portaria do MS No 2.914?
- Sou capaz de conhecer a Resolução CONAMA No 357?



PRÓXIMA AULA

Na próxima aula iremos abordar acerca da Química da água – Parte II

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.
- GRASSI, M.T. **Água do planeta Terra**. Química Nova na Escola, Cadernos temáticos, 2001.
- CHAPMAN, D. (ed) . **Water Quality Assessments**. Chapman & Hall, 1992.
- LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. Editora Átomo, 2005.
- Portaria do MS No 2.914
- Resolução CONAMA No 357