

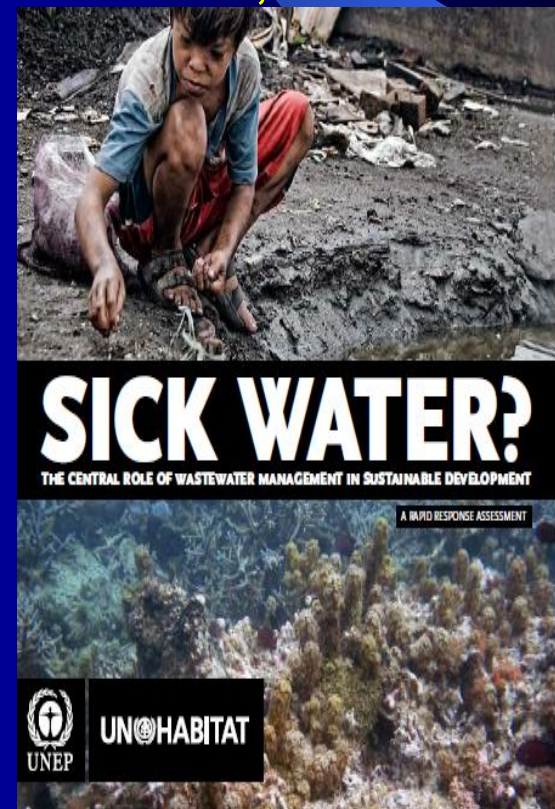
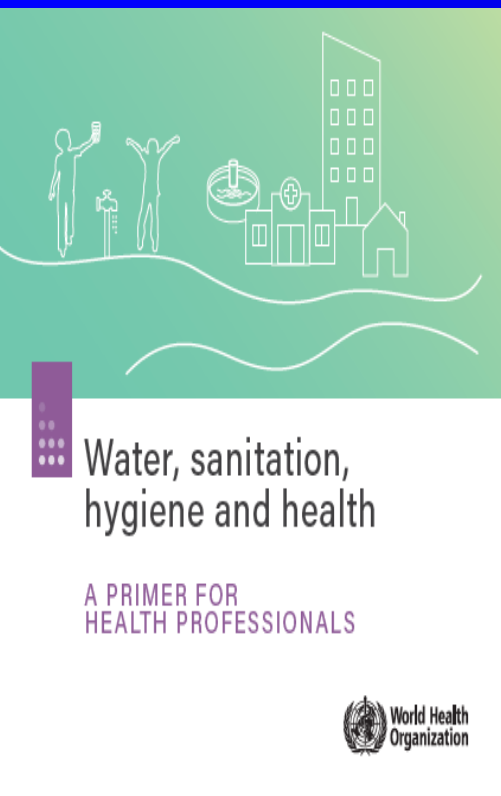
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul
Bacharelado em Gestão Ambiental
BIOINDICADORES AMBIENTAIS
Sessão 5

Professor Antônio Ruas

- 1. Créditos: 30
- 2. Carga horária semanal: 2
- 3. Semestre: 1º
- 4. Bioindicadores da qualidade da água - I.
- 5. Tarefa em grupo unificada das partes I e II.
- Considerando a complexidade do monitoramento da qualidade das águas de consumo e atividades humanas, elabore uma possibilidade de biomonitoramento, escolhendo entre mananciais e água potável.

•1.Introdução

- A relação da qualidade da água no Planeta e a Saúde é muito forte.
- Para esta aula, usaremos principalmente as referências internacionais que seguem e que estão disponíveis no site do professor: 1.1 Água, saneamento, higiene e saúde. Organização Mundial de Saúde, 2019; 1.2 Água doente? UNEP, 2010.



•1.Introdução

- Os ecossistemas têm sofrido influência antropogênica direta e/ou indireta, o que inclui a contaminação dos ambientes aquáticos, desmatamentos, contaminação de lençol freático e introdução de espécies exóticas. Resultam problemas para a saúde em geral e a eliminação ou diminuição da diversidade dos habitats.
- A água cobre 71% de nosso planeta.
- De todo este volume hídrico estima-se que apenas 0,003% é de água doce disponível para as necessidades humanas.
- Para entender: a água se encontra em quase todos os locais da Terra: 97% dela se localiza em mares e oceanos e é salgada. Os 3% restantes são água doce.

-

•1.Introdução

- A água doce em nosso planeta se distribui de forma bastante irregular.
- Da fração de água doce, 99,9% corresponde à água que está presa, não podendo ser facilmente utilizada. Corresponde ao gelo da Antártica e outras geleiras, ou às águas subterrâneas de difícil acesso.
- Portanto, apenas 0,003% do total de água no planeta encontra-se disponível para as necessidades humanas.
- Questão para debate: as alternativas de utilização das águas subterrâneas e a dessalinização são viáveis?

•1.Introdução

- O grande ecossistema aquático está representado por águas de superfície: mares, calotas polares, rios, lagos e mesmo águas subterrâneas.
- Por outro lado, aproximadamente 25% da população não dispõem de água ou a consomem sem padrões mínimos de potabilidade, sendo, essa uma das mais importantes causas de doenças e mortalidade.
- Grande parte do despejo de resíduos danosos na água acontece nos países em desenvolvimento, que lançam 90 por cento da água de esgoto sem tratamento.

•2.Água e Saúde.

- Segundo o relatório da OMS, 1,9 milhões de mortes anuais decorrem da baixa qualidade da água, saneamento e higiene. A faixa etária de menores de 5 anos é a mais atingida e as diarreias, diretamente vinculadas à água contaminada são as doenças mais impactantes.
- A água será mencionada como poluída se contiver elementos ou compostos potencialmente danosos à vida ou à integridade dos ecossistemas. O termo contaminação refere-se à presença de organismos patógenos na água, como os coliformes fecais, vírus, protozoários e vermes. Também refere-se à presença de elementos ou compostos químicos em níveis tóxicos como o arsênio, mercúrio, chumbo, cobre e nitratos.

•3. Fatores da poluição e contaminação aquática.

- Os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa por atividades como:
 - -Mineração; construção de barragens e represas; canalização ou desvios do curso natural de rios;
 - - Lançamento de efluentes domésticos (esgotos) e industriais não tratados;
 - - Desmatamento e uso inadequado do solo em regiões ripárias e planícies de inundação;
 - - Sobrepesca e seus resíduos e introdução de espécies exóticas.
- Estas atividades têm diferentes efeitos sobre os ecossistemas, como a queda da qualidade da água, perda de biodiversidade em função da desestruturação do ambiente físico, químico e alteração da dinâmica natural das comunidades biológicas.

•4. Principais substâncias poluentes.

- Os poluentes são principalmente:
 - a) orgânicos: biodegradáveis, provenientes da agricultura (adubos, restos de seres vivos) e das atividades domésticas (papel, excrementos, sabões). Se acumulados em excesso produzem a eutrofização das águas.
 - b) químicos: resíduos tóxicos perigosos, como os pesticidas do tipo DDT (chamados organoclorados) que tendem a se acumular no corpo dos seres vivos. Também inclui os metais pesados (chumbo, mercúrio) utilizados em certos processos industriais, também cumulativos nos organismos.

•5. Principais contaminantes biológicos

- Os contaminantes biológicos são micro e macrorganismos estranhos ao equilíbrio do meio aquático, ou patógenos aos seres humanos em gradações variadas. São principalmente:
 - a) Vírus: Hepatite A;
 - b) Bactérias: coliformes fecais, vibrião colérico, leptospiras, etc.
 - c) Protozoários: giárdias, amebas, balantídios, criptosporídios, etc.
 - d) Vermes: esquistossomos, nematódeos como o *Ascaris*, tênias, etc.
 - e) Organismos invasores: mexilhão dourado, etc.

•6. Fontes poluentes.

- O Mediterrâneo, o mar do Norte, o Canal da Mancha e os mares do Japão são alguns dos mais contaminados do mundo.
- Os agentes contaminadores que trazem maior risco ao ecossistema marinho são:
 - a) os acidentes com barcos petroleiros que provocam grandes desastres ecológicos, poluindo a água do mar;
 - b) o petróleo, como consequência dos acidentes, descuidos ou ações voluntárias;
 - c) os produtos químicos procedentes do continente, que chegam ao mar por meio da chuva e dos rios ou das águas residuais.
- A poluição tornou 70% das águas de rios, lagos e lagoas do Brasil impróprias para o consumo (ONG Defensoria da Água, CNBB).

•7. Monitoramento da qualidade da água.

- Tradicionalmente, o monitoramento e avaliação episódica da qualidade da água nos ecossistemas tem sido realizada através da medição de alterações nas concentrações de variáveis físicas e químicas, complementadas pelas concentrações de coliformes fecais e, mais recentemente, de células ou toxinas de cianobactérias.
- Desta forma, a parte biológica restringe-se geralmente às avaliações microbiológicas sobre a presença ou densidade/concentração de coliformes totais, fecais e de cianobactérias.
- No conjunto, estes indicadores físicos, químicos e microbiológicos enquadram as fontes utilizáveis para consumo em potáveis ou não potáveis.

•7. Monitoramento da qualidade da água.

- Da mesma forma, exceto pela presença de cianobactérias, também classificam os mananciais superficiais e subterrâneos em classes de qualidade da água, bem como o seu uso permitido, o que pode ser observado na Resolução Conama N° 357 de 17 de março de 2005.



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA

RESOLUÇÃO N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

•8. Qualidade da água e bioindicadores de reação e acumulação. O uso de biomonitores.

- Há deficiências nos métodos tradicionais de monitoramento de qualidade da água, como a descontinuidade temporal e espacial das amostragens.
- As avaliações baseadas nas variáveis físicas e químicas fornece somente uma fotografia momentânea do que pode ser uma situação altamente dinâmica
- Há um alto custo tecnológico para os testes padronizados.
- Há a necessidade de se buscar alternativas complementares para o controle de condições da água em geral e para uso humano.

•8. Qualidade da água e bioindicadores de reação e acumulação. O uso de biomonitores.

- Desde o século passado, iniciou-se o processo de utilização de organismos vivos, como método auxiliar de detecção de alterações perigosas da qualidade do ambiente, em processos de monitoramento.

•8. Qualidade da água e bioindicadores de reação e acumulação. O uso de biomonitores.

- Um monitoramento biológico da água é possível, desde que haja protocolos de avaliação. A aplicação destes protocolos ainda é incipiente. A matéria ainda é muito mais explorada como pesquisa.
- A possibilidade mais simples baseia-se na presença de bioindicadores de água limpa.
- A limitação da presença simples dos bioindicadores de água limpa levou a inúmeras tentativas de estabelecer-se índices ecológicos ou biológicos. Estes refletem a presença e a abundância dos bioindicadores aquáticos e a biodiversidade no ambiente aquático e podem ser padronizados. Neste caso a avaliação é ecológica.

-

•8. Qualidade da água e bioindicadores de reação e acumulação. O uso de biomonitores.

- Outra possibilidade em grande desenvolvimento baseia-se na ecotoxicologia. Neste caso utiliza-se organismos-teste, mantidos em laboratório, como bioindicadores de reação ou acumulação. Amostras de água são levadas ao laboratório e analisadas desta forma. Indicadores como mortalidade padronizada são usados.
- Os organismos-teste servem também para indicar o potencial deletério à saúde humana da água poluída ou contaminada e nós trataremos desta possibilidade em aula posterior.
- Um aspecto de custos importante é que o monitoramento biológico, qualquer que seja, necessariamente inicia-se com o monitoramento físico-químico, podendo substituí-lo parcial ou completamente.

•9. Classificação e Qualidade das Águas

- A quantidade de água doce produzida pelo seu ciclo natural é hoje basicamente a mesma que em 1950 e que deverá permanecer inalterada até 2050.
- O reabastecimento natural dos mananciais hídricos superficiais (rios, lagos, lagoas, mares e oceanos), bem como também os subterrâneos é muito importante para o ciclo de vida do planeta.
- O comprometimento destes devido aos processos de degradação reflete diretamente sobre vida de todas as espécies.
-

•9. Classificação e Qualidade das Águas

- Os rios são coletores naturais das paisagens, refletindo o uso e ocupação do solo de sua respectiva bacia de drenagem.
- Os principais processos degradadores observados em função das atividades humanas nas bacias de drenagem são o assoreamento e homogeneização do leito de rios e córregos, diminuição da diversidade de habitats e microhabitats e eutrofização artificial (enriquecimento por aumento nas concentrações de fósforo e nitrogênio)

•9. Classificação e Qualidade das Águas

- A partir das redes de drenagem é que se compõem as grades bacias hídricas, estas formadas então por diferentes cursos de água, que se distribuem a partir de uma ordem de classificação, ou seja, principais e secundários.
- O critério de bacia hidrográfica é usado porque constitui um sistema natural bem delimitado no espaço, composto por um conjunto de terras topograficamente drenadas por um curso d'água e seus afluentes, onde as interações, pelo menos físicas, são integradas e, assim, mais facilmente interpretadas.
- Esta unidade territorial é onde os fenômenos e interações podem ser interpretados.

•

•9. Classificação e Qualidade das Águas

- Estudos sobre as bacias hídricas mostram que diversos fatores estão relacionados às várias formas de comprometimento da qualidade da água, justamente por este mecanismo natural, se estabelecer através de um sistema de rede. Dessa forma uma porção desse sistema, comprometida por agentes poluentes, pode refletir sobre o todo.

- Essa situação é particularmente notada nas áreas com elevadas densidades populacionais, especialmente em áreas urbanizadas, onde os cursos d'água são modificados, recebendo esgotos industriais e domésticos “in natura”, além de sedimentos e lixo. Assim, os ecossistemas aquáticos urbanos vêm perdendo suas características naturais e sua diversidade biológica.

-

•9. Classificação e Qualidade das Águas

- As principais fontes poluidoras das águas superficiais e também os aquíferos subterrâneos são: pesticidas agrícolas, esgotos domésticos, dejetos industriais e depósitos de lixo a céu aberto.
- Diferentes fontes geradoras de dejetos poluidores lançam diariamente enormes quantidades de resíduos contaminantes para dentro dos cursos d'água.
- Diversos estudos realizados apontam para o grande comprometimento da qualidade das águas superficiais e potáveis.
- A água disponível para consumo ou atividades humanas precisa ser classificada quanto à qualidade, o que indica a sua adequação. Esta classificação geralmente está respaldada em leis ambientais.

•9. Classificação e Qualidade das Águas

- A classificação das águas em mananciais de água doce, salobra e salina e categorias é essencial à defesa da qualidade e à indicação dos usos possíveis.
- Este enquadramento inicial dos corpos de água baseia-se não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender as necessidades da comunidade.
- O monitoramento da qualidade da água de consumo e dos mananciais é fundamental para a vida e integridade ecológica do planeta.

-

•9. Classificação e Qualidade das Águas

- Conhecer estas categorias de qualidade de água é necessário, para entendermos a importância do biomonitoramento aquático como alternativa para o controle de qualidade das águas.
- A categorização dos mananciais, segundo a qualidade da água pode ser observada em detalhes da classificação na Resolução Conama N° 357, 2005. Esta resolução está disponível no site do professor.
- A categorização indica classes: Especial, I, II, III, IV, para as quais há claramente a possibilidade de consumo com tratamentos simplificados ou avançados e o veto ao consumo de qualquer forma na Classe IV devido à poluição muito elevada.

•9. Classificação e Qualidade das águas.

- O quadro abaixo, indica parâmetros fundamentais para o enquadramento em classes na Resolução 357/ 2005.

Preservação da vida aquática	Abastecimento doméstico	Recreação de contato Primário
<ul style="list-style-type: none">• Oxigênio dissolvido• PH• Estado trófico• Algas• Nutrientes• Turbidez• Substâncias tóxicas (metais, agrotóxicos)	<ul style="list-style-type: none">• Turbidez• DBO• PH• Algas• Nutrientes• Salinidade• Substâncias tóxicas• Coliformes fecais	<ul style="list-style-type: none">• Coliformes fecais• Algas• Óleos e graxas

Quadro1 – Parâmetros de qualidade para usos
(Lei 9.984/2000 – ANA/ M.M.A)

•10. Mas o que é água potável? As características da potabilidade.

- A água potável é toda aquela que pode ser consumida pelos seres humanos sem oferecer riscos a sua saúde e ao seu bem-estar.
- É toda a água que se encontra dentro dos padrões de consumo humano, estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde e demais órgãos de saúde de cada país.
- A seguir começamos a decifrar a potabilidade da água, a partir das legislações sobre o tema, com a Portaria 518/2004.

•10. Mas o que é água potável? As características da potabilidade.

PARÂMETRO	VMP ⁽¹⁾
Água para consumo humano ⁽²⁾	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	Ausência em 100ml
Água na saída do tratamento	
Coliformes totais	Ausência em 100ml
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	Ausência em 100ml
Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100ml em 95% das amostras examinadas no mês; Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100ml

Quadro 2 – Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano
Fonte: Ministério da Saúde Portaria nº 518/2004

- Quadro . Portaria 518/2004.
- Fonte: Internet.
- NOTAS:
 - (1) Valor Máximo Permitido.
 - (2) Água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras.
 - (3) A detecção de *Escherichia coli* deve ser preferencialmente adotada.

• 11. Legislação sobre a água potável.

- O MS implantou as portarias 518/2004 (revisão da GM nº 36/1990) e a última portaria 2914/2011 que norteiam as questões sobre a qualidade da água. Representam um avanço conceitual e metodológico por:
 - a) incorporar o conhecimento científico mais recente;
 - b) assumir um caráter efetivo e simultâneo de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, em consonância com a nova estrutura de vigilância ambiental e com princípio de descentralização previsto no Sistema Único de Saúde (SUS);
 - c) induzir a atuação harmônica e integrada entre os responsáveis pelo controle e pela vigilância da qualidade da água, sempre sob a perspectiva da avaliação de riscos à saúde humana;
 - d) preencher lacunas de atribuição de competência e responsabilidades perante a legislação e o público consumidor.

- 11. Legislação sobre a água potável.
- Assim o princípio norteador da revisão foi o de que a legislação deveria constituir um instrumento efetivo de proteção a saúde, a partir das seguintes premissas:
 - a) universalidade de aplicação;
 - b) funcionalidade;
 - c) atualidade;
 - d) aceitação;
 - e) aplicabilidade;
 - f) equidade.

- 11. Legislação sobre a água potável.
- No RS temos como órgãos responsáveis pela água potável
- O DMAE em Porto Alegre e a CORSAN no Estado são responsáveis por todas fases de controle da água, antes de chegar aos consumidores.
- A água passa por um processo de tratamento, cuja fase inicial é a captação.
- Em Porto Alegre isso é feito em dois mananciais: Lago Guaíba, de onde vêm 96,4% da água bruta e represa da Lomba do Sabão, que entra com 3,6% da água captada. Toda água desses dois mananciais são periodicamente analisadas para verificação da qualidade para consumo da população.

-

- 11. Legislação sobre a água potável.

- A água captada passa pelas Estações de Tratamento de Água (ETAs), seguindo as etapas do processo. O DMAE possui 8 (oito) ETAs, que produzem cerca de 5,4 mil litros de água por segundo.
- Cada ETA apresenta características diferenciadas, mas o tratamento segue basicamente estas etapas:

- a) captação;
- b) floculação;
- c) decantação;
- d) filtração;
- e) cloração;
- f) alcalinização;
- g) fluoretação;
- h) distribuição.