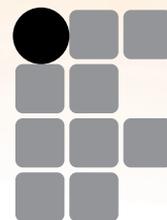




Biologia da Conservação em Ambientes Aquáticos

Cesar A. da Silva

Eliandra Maria Zandoná Alberguini



**INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ**
Educação à Distância

**Curitiba-PR
2011**

Presidência da República Federativa do Brasil

Ministério da Educação

Secretaria de Educação a Distância

© INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA – PARANÁ –
EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

Este Caderno foi elaborado pelo Instituto Federal do Paraná para o Sistema Escola
Técnica Aberta do Brasil – e-Tec Brasil.

Prof. Irineu Mario Colombo
Reitor

Profª. Mara Chistina Vilas Boas
Chefe de Gabinete

Prof. Ezequiel Westphal
Pró-Reitoria de Ensino - PROENS

Prof. Gilmar José Ferreira dos Santos
Pró-Reitoria de Administração - PROAD

Prof. Paulo Tetuo Yamamoto
**Pró-Reitoria de Extensão, Pesquisa e Inovação -
PROEPI**

Profª. Neide Alves
**Pró-Reitoria de Gestão de Pessoas e Assuntos
Estudantis - PROGEPE**

Prof. Carlos Alberto de Ávila
**Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento
Institucional - PROPLADI**

Prof. José Carlos Ciccarino
Diretor Geral de Educação a Distância

Prof. Ricardo Herrera
**Diretor Administrativo e Financeiro de
Educação a Distância**

Profª Mércia Freire Rocha Cordeiro Machado
Diretora de Ensino de Educação a Distância

Profª Cristina Maria Ayroza
**Coordenadora Pedagógica de Educação a
Distância**

Prof. Otávio Bezerra Sampaio
Profª. Marisela Garcia Hernández
Profª. Adnilra Selma Moreira da Silva Sandeski
Prof. Helton Pacheco
Coordenadores do Curso

Izabel Regina Bastos
Patrícia Machado
Assistência Pedagógica

Profª Ester dos Santos Oliveira
Prof. Jaime Machado Valente dos Santos
Profª Linda Abou Rejeili de Marchi
Revisão Editorial

Profª. Rosângela de Oliveira
Análise Didática Metodológica - PROEJA

Goretti Carlos
Diagramação

e-Tec/MEC
Projeto Gráfico

Catálogo na fonte pela Biblioteca do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia - Paraná



Apresentação e-Tec Brasil

Prezado estudante,

Bem-vindo ao e-Tec Brasil!

Você faz parte de uma rede nacional pública de ensino, a Escola Técnica Aberta do Brasil, instituída pelo Decreto nº 6.301, de 12 de dezembro 2007, com o objetivo de democratizar o acesso ao ensino técnico público, na modalidade a distância. O programa é resultado de uma parceria entre o Ministério da Educação, por meio das Secretarias de Educação a Distância (SEED) e de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC), as universidades e escolas técnicas estaduais e federais.

A educação a distância no nosso país, de dimensões continentais e grande diversidade regional e cultural, longe de distanciar, aproxima as pessoas ao garantir acesso à educação de qualidade, e promover o fortalecimento da formação de jovens moradores de regiões distantes, geograficamente ou economicamente, dos grandes centros.

O e-Tec Brasil leva os cursos técnicos a locais distantes das instituições de ensino e para a periferia das grandes cidades, incentivando os jovens a concluir o ensino médio. Os cursos são ofertados pelas instituições públicas de ensino e o atendimento ao estudante é realizado em escolas-polo integrantes das redes públicas municipais e estaduais.

O Ministério da Educação, as instituições públicas de ensino técnico, seus servidores técnicos e professores acreditam que uma educação profissional qualificada – integradora do ensino médio e educação técnica, – é capaz de promover o cidadão com capacidades para produzir, mas também com autonomia diante das diferentes dimensões da realidade: cultural, social, familiar, esportiva, política e ética.

Nós acreditamos em você!

Desejamos sucesso na sua formação profissional!

Ministério da Educação
Janeiro de 2010

Nosso contato
etecbrasil@mec.gov.br

Indicação de ícones

Os ícones são elementos gráficos utilizados para ampliar as formas de linguagem e facilitar a organização e a leitura hipertextual.



Atenção: indica pontos de maior relevância no texto.



Saiba mais: oferece novas informações que enriquecem o assunto ou “curiosidades” e notícias recentes relacionadas ao tema estudado.



Glossário: indica a definição de um termo, palavra ou expressão utilizada no texto.



Mídias integradas: sempre que se desejar que os estudantes desenvolvam atividades empregando diferentes mídias: vídeos, filmes, jornais, ambiente AVEA e outras.



Atividades de aprendizagem: apresenta atividades em diferentes níveis de aprendizagem para que o estudante possa realizá-las e conferir o seu domínio do tema estudado.

Sumário

Palavra dos professores-autores	11
Aula 1 – Características dos Ambientes Tropicais	13
1.2 Características de Ambientes Tropicais.....	13
Aula 2 – Adaptações aos Ambientes Aquáticos	17
2.1 O Ambiente Aquático	17
2.2 O que são Peixes?.....	17
2.3 Adaptações ao Ambiente Aquático.....	18
Aula 3 – Ecologia trófica em peixes	21
3.1 Cadeia Alimentar.....	21
3.2 Teia Alimentar.....	22
Aula 4 – Limnologia: definição e objetivos	25
4.1 Limnologia: Estudo da água.....	25
4.2 Limnologia Física (Propriedades físicas da água).....	25
4.3 Limnologia química (Aspectos químicos da água).....	26
4.4 Limnologia Biológica.....	27
Aula 5 – A Colonização de Ambientes Aquáticos	29
5.1 Ambientes Marinhos.....	29
5.2 Ervas marinhas.....	30
5.3 Invertebrados marinhos.....	30
5.4 A Biota de Água doce.....	31
5.5 Invertebrados bentônicos.....	31
Aula 6 – As Comunidades de Ecossistemas Aquáticos Continentais	33
6.1 Os Ecossistemas Continentais.....	33
Aula 7 – O fluxo de energia nos ecossistemas aquáticos	37
7.1 O Fluxo Alimentar.....	37

Aula 8 – Importância de Estuários e Lagoas Costeiras	41
8.1 Estuários.....	41
8.2 Pesca no estuário.....	42
8.3 Estuários Tropicais: Mangues.....	42
8.4 Lagoas costeiras, o que são?.....	42
Aula 9 – Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos	45
9.1 Os Planos de Recursos Hídricos	45
9.2 Plano Nacional de Recursos Hídricos - PNRH.....	45
9.3 O Ciclo da Água ou Ciclo Hidrológico	46
9.4 Bacia Hidrográfica.....	46
Aula 10 – Comunidade Perifítica: Importância Ecológica	49
10.1 Perifíton.....	49
10.2 Importância Ecológica.....	50
10.3 Como se forma o perifíton?.....	50
Aula 11 – Bactérias nos Ecossistemas Aquáticos	53
11.1 Mas afinal, o que é uma bactéria?.....	53
11.2 As Bactérias No Ambiente Aquático.....	54
11.3 Importância das Bactérias no Ambiente Aquático.....	54
Aula 12 – As Interações das Espécies sobre o Ecossistema	57
12.1 Os Engenheiros do Ecossistema.....	57
Aula 13 – Resistência e Resiliência dos rios temporários	61
13.1 Rios Perenes versus Rios Intermitentes.....	61
13.2 O que é Resiliência?.....	62
Aula 14 – Ecotoxicologia	65
14.1 O que é Ecotoxicologia?.....	65
14.2 Cianobactérias e Eutrofização.....	65
14.3 Cianotoxinas e Bioacumulação.....	67
Aula 15 – Poluição hídrica continental	69
15.1 Poluição.....	69
15.2 Principais Poluentes de Ecossistema de Água Doce.....	70
Aula 16 – Poluição hídrica marinha	73
16.1 O que é o petróleo?.....	73
16.2 A fração Solúvel do Petróleo.....	74

Aula 17 – Acidentes ambientais em recursos hídricos	77
17.1 O que é um acidente ambiental?.....	77
17.2 Causas de um acidente ambiental.....	78
17.3 Conseqüências de um acidente ambiental	78
Aula 18 – Os disruptores endócrinos: os hormônios ambientais	81
18.1 O Sistema Endócrino.....	81
18.2 Os Disruptores Endócrinos.....	81
18.3 Principais Substâncias Tidas como Hormônios Ambientais.....	82
Aula 19 – Monitoramento e biomonitoramento de recursos hídricos	85
19.1 Monitoramento Ambiental.....	85
19.2 Biomonitoramento.....	86
Aula 20 – Processos de depuração dos recursos hídricos	89
20.1 O que é depuração?.....	89
20.2 Autodepuração de Recursos Hídricos.....	90
Referências	93
Atividades autoinstrutivas	99
Currículo dos professores-autores	113

Palavra dos professores-autores

A biologia enquanto ciência ambiental tem uma importância crucial no entendimento dos diversos fenômenos naturais que regem a vida dos seres vivos.

O ambiente aquático nas últimas décadas tem se tornando o destino final dos mais diversos tipos de substâncias químicas, oriundas de processos industriais, comerciais e residenciais.

Os impactos advindos da sociedade humana têm levado a uma crise ambiental aos ecossistemas aquáticos sem precedentes, com adversidades sobre a qualidade da água e conseqüentemente à saúde pública devido à transferência via cadeia e teias tróficas.

O conhecimento da estrutura dos ecossistemas aquáticos somado às informações sobre os mecanismos de ação dos poluentes nos organismos alvos, tem sido de grande valia na preservação e conservação desses ambientes.

É nesta perspectiva que a presente disciplina se integra, trazendo a você aluno elementos que possam ser usados na correta utilização dos recursos hídricos, indispensáveis à sustentabilidade econômica e ecológica.

Bom Trabalho!

Prof. Cesar A. da Silva

Profª Eliandra Maria Zandoná Alberguini

Aula 1 – Características dos Ambientes Tropicais

Nesta primeira aula conheceremos os principais biomas dando ênfase às principais características dos ambientes Tropicais que correspondem a 38% da superfície da Terra e a sua localização, tendo em vista a importância de entendermos os mecanismos envolvidos em cada um deles, inclusive em nosso dia-a-dia.

Cada bioma terrestre caracteriza-se pelo tipo vegetal dominante: árvores, ervas altas, formações abertas, etc., enquanto os biomas oceânicos caracterizam-se pela sua fauna principal (peixes, em particular).

Mas, o que é um bioma?

O bioma é um tipo grande de comunidade ecológica, ou seja, conjunto de diferentes espécies animais e vegetais vivendo em equilíbrio (Ricklefs 2003).

A classificação dos biomas é baseada em padrões globais que podem ser representados em um mapa mundial. São eles: floresta pluvial tropical, savana, campo temperado, deserto, floresta temperada decídua, floresta setentrional ou boreal de coníferas (taiga) e tundra.

1.2 Características de Ambientes Tropicais

- Quentes o ano inteiro.
- Duas estações bem definidas: inverno ameno e seco / verão quente e chuvoso.
- Baixa amplitude térmica e dias curtos.
- A floresta Pluvial Tropical representa o pico de diversidade biológica. É o Bioma mais produtivo da Terra (resultado da coincidência entre a alta radiação solar recebida durante o ano e a chuva regular abundante).
- Solo pobre em nutrientes.

Algumas condições prevalecem em três regiões importantes nos trópicos:

- **Primeiro:** as bacias do Amazonas e do Orinoco da América do Sul, com áreas adicionais na América Central e ao longo da costa Atlântica do Brasil (Fig. 1.2), constituem a floresta pluvial americana.
- **Segundo:** a área do extremo sul da África oeste que se estende em direção a leste através da bacia do Rio Congo constitui a floresta pluvial africana.
- **Terceiro:** a floresta pluvial indomalásia cobre parte do sudeste da Ásia (Vietnã, Tailândia e Península Malásia), as ilhas entre a Ásia e a Austrália, incluindo as Filipinas, Bornéu e Nova Guiné e a costa de Queensland na Austrália.



Figura 1.1: Biomas brasileiros.

Fonte: <http://upload.wikimedia.org>

Resumo

Os biomas são distinguidos pelas diferenças gerais da natureza de suas comunidades, não pelas espécies que estão presentes. A floresta tropical é uma comunidade diversa sustentada por um solo pobre em nutrientes. A floresta Pluvial Tropical representa o pico de diversidade biológica.

Atividades de aprendizagem



1. Todos os biomas citados nesta aula são muito importantes para o equilíbrio do planeta, porém nos detivemos somente nas características dos ambientes Tropicais. Pesquise e faça um resumo das principais características de todos os outros biomas apresentados em aula.

2. Utilizando os dados coletados na pesquisa para responder a questão anterior, compare os biomas Tropical e Tundra quanto à vegetação.

Aula 2 – Adaptações aos Ambientes Aquáticos

Nesta aula conheceremos as adaptações a um determinado ambiente, o aquático. Em especial observaremos as adaptações dos peixes a esse ambiente, entendendo como eles se locomovem e até como eles buscam seu alimento.

A maioria dos organismos evoluiu em resposta a seus ambientes, incluindo a avaliação das condições e recursos ambientais.

A hidrosfera é uma das divisões da biosfera. Incluem-se na hidrosfera todos os organismos vivos que habitam na água ou dependem dela e também todos os habitats aquáticos.

2.1 O Ambiente Aquático

Em praticamente todos os ambientes aquáticos existentes possibilitam o surgimento e o desenvolvimento de seres vivos. Quando observamos um lago, por exemplo, percebemos que ali podemos encontrar seres vivos visíveis a olho nu, como também seres muito menores que serão vistos somente com ajuda de lupas ou até de microscópios.

O grande número e variedade dos ambientes, **leníticos** ou **lêntico** e **lóticos**, de modo geral facilita estabelecer certos padrões de considerável validade regional, que permitem agrupar os corpos d'água conforme algumas características **limnológicas**, nela incluindo sua capacidade de prover a produção íctica, ou seja, de peixes.

A composição química e física do ambiente aquático é a variável para onde se devem voltar as atenções quando se pretende estudar um corpo de água que deve servir de suporte para uma piscicultura experimental, por exemplo.

2.2. O que são Peixes?

São animais aquáticos, com esqueleto ósseo ou cartilaginoso, com nadadeiras no lugar dos membros e que respiram através de brânquias. Vivem em todos os meios aquáticos, desde o mar até rios e lagos (INFIESTA, 2007).

A-Z

Limnológicas

Relativo a Limnico (Ecossistema): conjunto das águas continentais, subdividido em ecossistemas lêntico (lagos, charcos, pântanos) e lótico (rios, ribeiros, torrentes).

Lêntico

Ecossistema onde a renovação das águas é muito lento.

Lótico

Ecossistema onde a renovação das águas é muito rápido.

A grande resistência oferecida pela água é superada pelo formato apresentado pelos peixes, que geralmente é alongado, conforme já foi estudado e pode ser observado no material de Biologia III.

São na maioria ovíparos, com fecundação externa: os machos lançam o líquido seminal sobre a desova das fêmeas, no meio aquático. Após rápido desenvolvimento, os embriões rompem o invólucro gelatinoso que os envolvia, sendo chamados de alevinos, por serem a forma juvenil ou larva. Existem espécies vivíparas, de fecundação interna, como o tubarão.

Peixes que apresentam esqueleto cartilaginoso constituem o grupo dos Condríctios e os que apresentam esqueleto ósseo pertencem ao grupo dos Osteíctios.

2.3 Adaptações ao Ambiente Aquático

As brânquias são órgãos muito eficientes na absorção do oxigênio dissolvido na água. Elas têm muitas lâminas bem finas, ricas em capilares sanguíneos. As brânquias dos peixes ósseos são protegidas sob placas chamadas de opérculos. A maioria dos peixes marinhos ou de água doce exige elevadas taxas de oxigênio contidas na água.

Para viverem no meio aquático os membros dos peixes tomaram as formas especiais que denominamos nadadeiras. Elas dão a força de impulsão, o direcionamento e a estabilidade do corpo no deslocamento.

Ao longo dos dois lados do corpo existe a linha lateral, que detecta a direção e a velocidade das correntes aquáticas, a pressão da água e até as ondas sonoras.

Com exceção de algumas espécies que vivem no fundo da água, os peixes com esqueleto ósseo possuem uma bexiga natatória de volume variável, que ajuda na flutuação e permite manter o equilíbrio em diferentes profundidades sem muito esforço muscular (Fig.2.1)

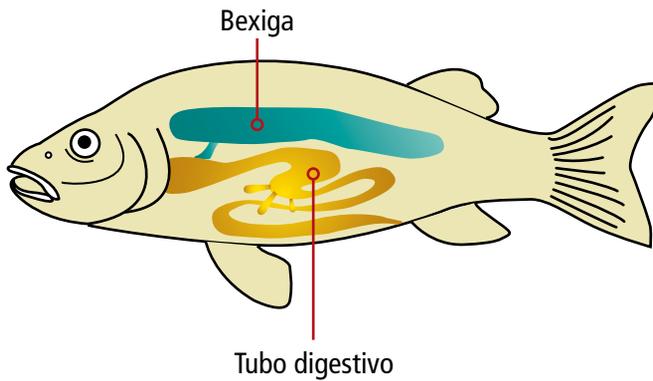


Figura 2.1: Bexiga natatória dos peixes.

Fonte: <http://www.google.com.br>



Por que há restrições à pesca durante a piracema? Pesquise ainda no endereço fornecido a seguir, sobre a piracema, o que é e qual a sua importância na reprodução dos peixes e o que podemos perceber no dia-a-dia como resultado desse fenômeno. <http://www.ibama.gov.br/pesca-amadora/piracema/>

Resumo

Nesta aula verificou-se a importância do ambiente aquático e as adaptações presentes nos peixes para sobreviverem neste ambiente, tais como: nadadeiras, brânquias, bexiga natatória, linha lateral e escamas.

Atividades de Aprendizagem.



1. Pesquise sobre outros animais aquáticos, além dos peixes estudados nesta aula.

2. Cite as adaptações presentes nos animais aquáticos que você citou na questão anterior.

Aula 3 – Ecologia trófica em peixes

Nesta aula vamos distinguir Cadeia Alimentar de Teia Alimentar e verificar o grau de energia contido em cada uma delas. Dessa forma entenderemos a função da alimentação e principalmente de comer plantas e grãos, que contêm uma grande quantidade de energia às vezes maior do que a contida em outros alimentos.

3.1 Cadeia Alimentar

A cadeia alimentar na água origina-se com a produção primária a partir dos nutrientes, sais minerais e CO_2 nela existente, utilizados na fotossíntese pelo fitoplâncton a partir da energia luminosa.

Todos os animais se alimentam com matéria orgânica viva ou morta. Uns comem somente plantas, outros comem insetos, mas os insetos comem plantas. Dessa forma aparece uma cadeia alimentar que tem tantos níveis quanto são os grupos de organismos envolvidos (Fig. 3.1)

Exemplo de cadeia alimentar: Os peixes herbívoros ou algófagos têm dois níveis em sua cadeia de alimentação.

Os peixes consomem **zooplâncton** que consomem **fitoplâncton**: Portanto três níveis.



Figura 3.1: Cadeia Alimentar aquática.

Fonte: <http://www.google.com.br>

A-Z

Fitoplâncton

O fitoplâncton é formado por microalgas ou bactérias (cianobactérias ou "algas azuis") que se encontram na coluna de água. Os organismos do fitoplâncton são a base da teia alimentar aquática, servindo de alimento ao zooplâncton, ictioplâncton e outros organismos.

Zooplâncton

Conjunto dos organismos aquáticos que não têm capacidade fotossintética (heterotróficos ou heterótrofos) e que vivem dispersos na coluna de água, são, em grande parte, arrastados pelas correntes oceânicas ou pelas águas de um rio.

3.2 Teia Alimentar

Na natureza, alguns seres podem ocupar vários papéis em diferentes cadeias alimentares. Quando comemos uma manga, por exemplo, ocupamos o papel de consumidores primários. Já ao comer um bife, somos consumidores secundários, pois o boi, que come o capim, é consumidor primário.

Muitos outros animais também têm alimentação variada. Um organismo pode se alimentar de diferentes seres vivos, além de servir de alimento para diversos outros.

As cadeias alimentares se cruzam na natureza, formando o que chamamos de **Teia Alimentar** (Fig.3.2).

Exemplo de teia alimentar: Os peixes maiores consomem peixes menores que consomem fitoplâncton. Os peixes também podem servir de alimento para aves marinhas que podem também incluir algas em sua dieta.

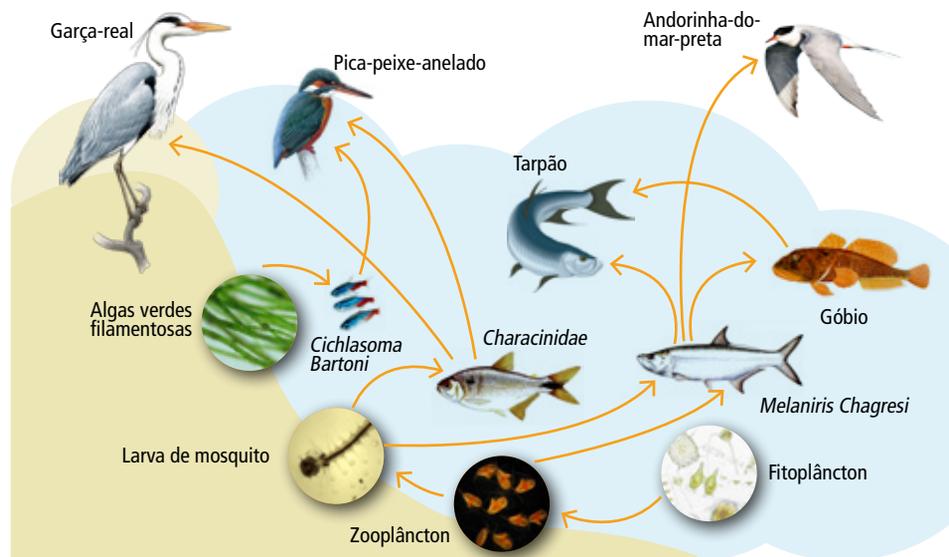


Fig.3.2: Teia Alimentar aquática.

Fonte: www.prof2000.pt

A perda de energia, ao longo da cadeia alimentar, cresce consideravelmente a cada mudança de nível e são decorrentes do consumo de energia para se processar a digestão, absorção, excreção e na manutenção da vida (FURTA-DO, 1995).

Os peixes lodófagos (aqueles que se alimentam da matéria orgânica ou organismos do lodo), são recuperadores de energia, pois aproveitam as matérias orgânicas descartadas nos diversos níveis da cadeia alimentar.

Para Valenti (2000), as proporções entre os fluxos energéticos em pontos diferentes da cadeia trófica são quantificadas. Deve-se observar a eficiência energética de sua assimilação - menor em cada nível trófico mais elevado - para o crescimento e desenvolvimento, para respiração, para o armazenamento e os diversos prejuízos energéticos resultantes das condições de estresse.

Resumo

Nesta aula relembremos alguns conceitos básicos sobre:

- **Cadeia alimentar:** é uma sequência de seres vivos que dependem uns dos outros para se alimentar.
- **Teia Alimentar:** é um conjunto de cadeias alimentares conectadas, geralmente representado como um diagrama das relações entre os diversos organismos de um ecossistema.
- Na mudança de um nível trófico para o outro, há uma perda de energia decorrente da digestão, excreção e da manutenção da vida. Na próxima aula abordaremos a limnologia.

Atividades de Aprendizagem

1. As aves da margem podem alimentar-se de lambaris. Que tipo (ou que tipos) de consumidor(es) elas serão nesse caso?

2. Em uma prova de ciências, uma aluna classificou os decompositores como consumidores. Você concorda? Justifique.

Aula 4 – Limnologia: definição e objetivos

O objetivo desta aula é entender os conceitos sobre a Limnologia e suas características. Observaremos a importância de estudar a água justificando o surgimento da Limnologia. A água que é fonte de vida, que transporta barcos carregados de mantimentos ou de pessoas, que permite o desenvolvimento de peixes que servirão de alimento e fonte de renda para muitas famílias, enfim tudo o que ela pode nos oferecer.

4.1 Limnologia: Estudo da água

A Limnologia tem sido definida de várias maneiras. Originalmente limitada ao estudo ecológico de águas estagnadas, como lagos e brejos, hoje ela abrange a ecologia de todas as águas continentais. Seus estudos incluem águas subterrâneas, poços, fontes, nascentes, riachos, rios, lagoas, lagos, brejos, águas temporárias, etc.(FURTADO, 1995)

A finalidade é estudar a correlação e a dependência entre os organismos habitantes dessas águas e seu ambiente, levando em conta todos os fatores que de uma forma ou de outra exercem influência sobre a qualidade, quantidade, **periodicidade** e sucessão dos organismos do **biótopo**.

4.2 Limnologia Física (Propriedades físicas da água)

A água possui numerosas propriedades físicas em particular:

- a) **Temperatura:** todas as atividades fisiológicas dos peixes estão intimamente ligadas à temperatura da água.
- b) **Cor:** a água pura é isenta de partículas em suspensão e reflete uma cor azul. Essa cor é o resultado da refração da luz pelas moléculas de água.
- c) **Transparência:** a luz solar é fonte de energia essencial para os vegetais clorofilados (algas), que produzem substâncias orgânicas, através do processo chamado fotossíntese. Por isso, a transparência é um fator muito importante em atividades como a piscicultura.

A-Z

Biótopo

Local onde vive habitualmente uma dada espécie animal ou vegetal.

Periodicidade

Que se repete com intervalos regulares.

A transparência pode ser medida através de um aparelho simples chamado: Disco de Secchi (Fig. 4.1).

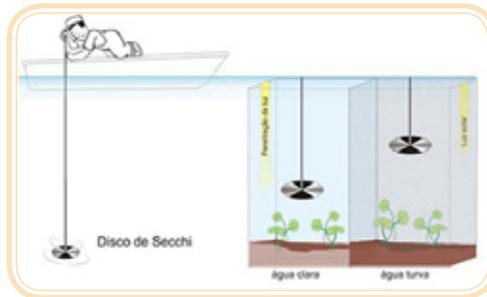


Figura 4.1: Disco de Secchi.

Fonte: <http://www.cmbconsultoria.com.br>

d) Tensão superficial: A força de coesão (força de atração exercida entre as moléculas de uma substância) das moléculas é maior na superfície que no interior, formando uma finíssima película capaz de permitir que vários organismos aquáticos se locomovam sobre ela (Fig. 4.2).



Figura 4.2: Tensão superficial.

Fonte: <http://www.cq.ufam.edu.br/moleculas/agua/agua.html>

4.3 Limnologia química (Aspectos químicos da água)

A água é o solvente universal encontrado na natureza. Ela dissolve sais minerais, matéria orgânica, gases como O_2 , CO_2 , N_2 , CH_4 , H_2S entre outros.

- a) O_2 : sem o oxigênio dissolvido (O.D.) na água os peixes e todos os outros organismos aquáticos não podem sobreviver.
- b) CO_2 : utilizado na produção fotossintética

- c) **N₂**: é utilizado por algumas algas que têm a capacidade de fixar o nitrogênio e empregá-lo na estrutura das proteínas.
- d) **CH₄ – metano**: origina-se da decomposição anaeróbica de restos de animais e vegetais e indica condições impróprias à vida no meio aquático.
- e) **H₂S - Gás sulfídrico**: geralmente indica acentuada redução na produção orgânica do meio. Elevados teores desse gás na água indicam poluição hídrica por excesso de matéria orgânica.

4.4. Limnologia Biológica

A limnologia biológica é formada basicamente por:

- a) **Bactérias**
- b) **Plâncton**: Fitoplâncton e zooplâncton

Resumo

A Limnologia é o estudo da Água. Existe a Limnologia Física que se refere aos aspectos gerais da água, como temperatura, cor, tensão superficial, entre outros; a Limnologia Química, devido aos compostos químicos presentes na água, e a Limnologia Biológica devido aos organismos existentes. Na próxima aula abordaremos a colonização dos ambientes aquáticos.

Atividades de Aprendizagem

1. Explique a relação entre solvente universal e Limnologia.

2. Existem fatores que de uma forma ou de outra exercem influência sobre a qualidade, quantidade, periodicidade e sucessão dos organismos do biótopo. Que fatores são esses?

Aula 5 – A Colonização de Ambientes Aquáticos

Nesta aula estudaremos as características importantes de alguns ambientes aquáticos, entre eles o ambiente marinho e ambiente de água doce, aprendendo identificá-los também conforme os seres que ali vivem. Verificaremos em especial as adaptações dos peixes ao ambiente aquático.

As características dominantes dos ambientes aquáticos resultam das propriedades físicas da água. O oxigênio, por exemplo, é um recurso essencial para vegetais e animais e diminui rapidamente com o aumento de temperatura difundindo-se lentamente na água, gerando limitações à vida neste ambiente.

5.1 Ambientes Marinhos

Para FUTEMA (2000), o ambiente marinho apresenta as seguintes características:

Mar: São as águas salgadas que banham os continentes. Essas águas podem receber diretamente a influência terrestre, que modifica a composição das substâncias nela dissolvidas, altera as propriedades e os seus movimentos.

Oceano: São as águas salgadas mais afastadas da costa e, portanto, não influenciadas diretamente pela terra, mantendo as suas propriedades e a concentração das substâncias nelas dissolvidas.

As estratégias de sobrevivência são variadas e inúmeras as adaptações dos organismos marinhos, particularmente daqueles que vivem na fronteira entre terra e água. A resistência às mudanças de salinidade e temperatura e o poder adesivo de organismos marinhos que habitam o litoral exposto às ondas, são exemplos marcantes dessas adaptações.

Nos ambientes marinhos, quase todas as características físicas e químicas da água dependem da salinidade (da quantidade de sais dissolvidos). Tanto a salinidade como o teor de oxigênio podem ser considerados uniformes, exceto em locais com características particulares, como estuários e manguezais (Fig. 5.1) (FUTEMA, 2000).

A maioria dos filos animais (Reino Metazoa ou Animalia) tem representantes no mar, dentre os quais se destacam os equinodermos, que são exclusivamente marinhos, as esponjas, os cnidários, os moluscos, os anelídeos (poliquetos) e os artrópodes (crustáceos), predominantemente marinhos. Também estão representadas cianobactérias (Reino Eubacteria) as algas verdes, marrons e vermelhas, diatomáceas e protozoários (Protoctista), assim como alguns representantes dos Reinos Fungi e Plantae (BEGON, 2006).

Relembrando alguns conceitos:

- **Bentônicos:** organismos que vivem no fundo do mar, independente da profundidade.
- **Necton:** nadadores como peixes e lulas
- **Plâncton:** aqueles com fraca ou nula movimentação, sendo arrastados pelos ventos e correntes.



Figura. 5.1: Exemplos de animais aquáticos.

Fonte: www.sobiologia.com.br

5.2 Ervas marinhas

As ervas marinhas são plantas que produzem flor adaptadas à vida na água do mar. Estas plantas encontram-se em muitas praias. Têm um importante papel nos ecossistemas costeiros, não só pela sua produtividade, mas também por servirem de refúgio a muitos animais bentônicos.

5.3 Invertebrados marinhos

Esse grupo é muito grande. Eles podem ser encontrados nos mais diversos ambientes (aquáticos ou terrestres) e podem ser parasitas de plantas ou de outros animais. Os principais filos de invertebrados são: poríferos, celenterados, platelmintos, nematódeos, anelídeos, artrópodes, moluscos e equinodermes e todos estes filos possuem representantes no mar.

5.4 A Biota de Água doce.

As principais divisões das plantas e muitos dos principais animais estão representados por um ou mais gêneros nas comunidades de água doce. Tendo como produtores as algas e as **espermatófitas** aquáticas. Entre os consumidores, há quatro grupos em geral: moluscos, insetos aquáticos, crustáceos e peixes (ODUM, 2001).

Os peixes de água doce têm de eliminar grande quantidade de água na urina e com isso perdem sais importantes. Essa perda salina é compensada pela absorção ativa de sais através do epitélio que reveste as brânquias - **osmorregulação** (Fig. 5.2).

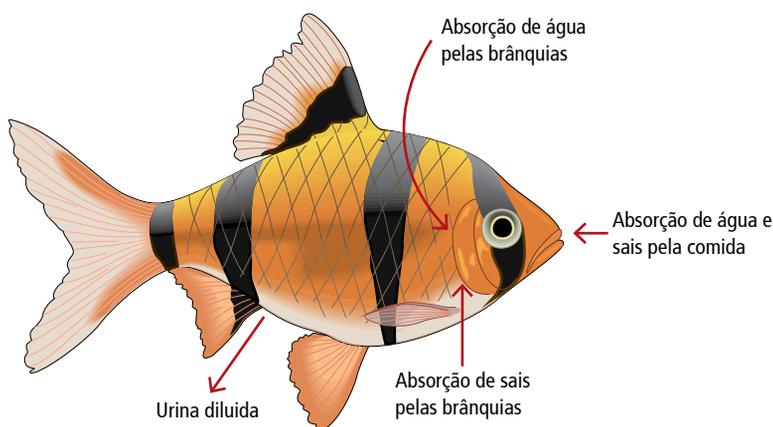


Figura 5.2: Osmorregulação realizada em peixe de água doce.

Fonte: www.sobiologia.com.br

5.5 Invertebrados bentônicos

Os invertebrados bentônicos são grupos de organismos que habitam diferentes tipos de substratos de habitats aquáticos. Estes podem ser compostos de fragmentos de vegetais, sedimentos diversos, macrófitas, algas filamentosas, entre outros. Dentre os diversos grupos existentes, podemos destacar os moluscos, insetos, nematódeos e os oligoquetos.

Resumo

Nesta aula estudamos características de alguns ambientes aquáticos. Ambiente marinho: Mar (água que banha o continente) e Oceano (água salgada mais afastada da costa). A resistência às mudanças de salinidade e temperatura e o poder adesivo de organismos marinhos que habitam o litoral exposto às ondas, são exemplos marcantes dessas adaptações. Ambiente dulcícola: Produtores: as algas e as espermatófitas aquáticas.

A-Z

Espermatófitas

As espermatófitas são plantas vasculares produtoras de sementes.

Osmorregulação

Controle das concentrações de sais nos tecidos ou células vivas a fim de manter as condições adequadas à atividade metabólica.



Atividades de Aprendizagem

1. Quais as principais diferenças entre organismos aquáticos de água doce e água salgada?

2. Quais as características presentes no ambiente aquático que permitem a vida neste ambiente?

Aula 6 – As Comunidades de Ecosistemas Aquáticos Continentais

Nesta aula entenderemos alguns conceitos básicos sobre as comunidades de Ecosistemas Aquáticos Continentais como os rios, lagos, lagoas, geleiras e reservatórios hídricos subterrâneos. Identificaremos ainda a importância dessas comunidades na natureza.

6.1 Os Ecosistemas Continentais

Para RICKLEFS (2001), os sistemas aquáticos não são classificados como biomas porque não possuem o equivalente à vegetação terrestre.

Os ecossistemas aquáticos continentais são os rios, lagos, lagoas e geleiras; assim como os recursos hídricos subterrâneos que são os lençóis freáticos e reservatórios subterrâneos, como por exemplo, o Aquífero Guarani existente na América do Sul; e também os ecossistemas marítimos e costeiros, como manguezais e restingas, nas áreas costeiras de mares e oceanos.

Algumas definições:

- **Rios:** a vegetação que margeia um rio tem fortes influências sobre a disponibilidade de recursos para seus habitantes. A transformação de florestas em áreas agrícolas podem ter efeitos de longo alcance.
- **Lagos:** Os lagos ricos em nutrientes podem sustentar uma flora rica em fitoplâncton microscópico flutuante, junto com uma diversidade de espécies de peixes e invertebrados.
- **Mangues:** A formação vegetal do mangue (plantas e arbustos) possui raízes externas (aéreas) (Fig.6.1A). Como o solo do mangue é pobre em oxigênio, este é obtido pelas plantas fora do solo. O cheiro do mangue é bem característico, em função da presença de áreas salobras (com presença de sal). Animal predominante é o caranguejo, que busca ali o seu alimento.



Figura 6.1: Típica vegetação de mangue.

Fonte: <http://www.panoramio.com/photo/28998634>

- **Geleiras:** São imensos rios de gelo que se formam em áreas em que o volume de neve que cai a cada inverno é maior do que o que derrete a cada verão (Ciência, 2011).
- **Reservatórios subterrâneos de água:** O mais precioso bem da humanidade encontrou nos subterrâneos do Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai o seu maior reservatório. O Aquífero Guarani é a principal reserva subterrânea de água doce da América do Sul e um dos maiores sistemas aquíferos do mundo, ocupando uma área total de 1,2 milhão de km² na Bacia do Paraná e parte da Bacia do Chaco - Paraná (Aquífero, 2011).
- **Restinga:** "Entende-se por vegetação de restinga o conjunto das comunidades vegetais, fisionomicamente distintas, sob influência marinha e fluvio-marinha. Essas comunidades, distribuídas em mosaico, ocorrem em áreas de grande diversidade ecológica sendo consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do solo que do clima." (CO-NAMA, Resolução 07 de 23 de julho de 1996) (Fig.6.2).



Figura 6.2: Vegetação Restinga.

Fonte: <http://eyesnature.wordpress.com/zen-linear-films®-catalogue/>

Resumo

Nesta aula estudamos os ecossistemas aquáticos continentais: rios, lagos, lagoas e geleiras; assim como os recursos hídricos subterrâneos e também os ecossistemas marítimos e costeiros, como manguezais e restingas, nas áreas costeiras de mares e oceanos. Vimos também as águas subterrâneas em especial o Aquífero Guarani.

Atividades de Aprendizagem

1. Quais são os países beneficiados com a enorme riqueza fornecida pelo Aquífero Guarani?

2. Qual a importância desse reservatório de água (Aquífero Guarani) para o Brasil?



Sugestão de filme: **Sed - Invasión Gota a Gota** (Mausi Martinez, 2004). Este filme ganhou o prêmio de melhor documentário no Festival de Toronto (Canadá) e aborda o tema Aquífero Guarani. É uma oportunidade de conhecer mais sobre este assunto tão importante que é: Reserva de água doce- Aquífero Guarani.



Aula 7 – O fluxo de energia nos ecossistemas aquáticos

Nesta aula aprofundaremos um pouco mais sobre o fluxo de energia nos ecossistemas aquáticos, bem como os componentes de uma cadeia alimentar. Veremos ainda porque as plantas são tão importantes para os outros seres vivos. Entenderemos a função indispensável dos decompositores na natureza, conforme já foi estudado na disciplina de Biologia I.

7.1 O Fluxo Alimentar

Os ecossistemas possuem uma constante passagem de matéria e energia de um nível para outro até chegar aos decompositores, os quais reciclam parte da matéria total utilizada neste fluxo.

Este processo é iniciado com os produtores e termina com os decompositores, recebendo o nome de Cadeia Alimentar.

Os componentes de todas as cadeias de uma forma geral podem ser enquadrados dentro das seguintes categorias:

- **Produtores** – são todos os seres que fabricam o seu próprio alimento, através da fotossíntese.
- **Consumidores** – são aqueles que obtêm sua energia e alimentos comendo plantas ou outros animais, pois não realizam fotossíntese.
- **Decompositores** – são muito importantes para o ciclo de todos os nutrientes na natureza. A maioria formada por seres microscópicos como fungos e bactérias que resultam na decomposição da matéria orgânica. Essa matéria orgânica decomposta volta para a natureza recomeçando o ciclo.

Para um ambiente aquático, podemos exemplificar com a seguinte cadeia.

algas → caramujos → peixes → carnívoros → aves aquáticas → decompositores

Respectivamente

**produtores → consumidores primários → consumidores secundários
→ consumidores terciários → consumidores quartenários →
decompositores**

Para Begon (2006), quando focalizamos os processos que governam os fluxos de energia e matéria entre comunidades e dentro delas, estamos mais preocupados com os modos pelos quais as áreas de terra e água recebem e processam a radiação incidente. A tendência relacionada à latitude sugere que a radiação (um recurso) e a temperatura (uma condição) podem ser fatores limitantes da produtividade.

Os sistemas mais produtivos são encontrados entre os banhados e pântanos, estuários, bancos de algas e recifes.

Nos estuários, os invertebrados como pequenos caranguejos, camarões, nematódeos, anelídeos poliquetos, pequenos bivalves e até larvas de insetos ingerem grande quantidade de detritos das plantas vasculares com populações microbianas que passam por seus tubos digestivos, resultando em repetida remoção e novo crescimento dessas populações e são, por sua vez, o alimento principal de vertebrados como peixes, aves, etc. Os estuários são de grande importância para as aves marinhas tanto residentes quanto migratórias (Fig. 7.1) (ODUM, 2001).



Figura 7.1: Aves em Estuários.

Fonte: <http://florbytesemmemoria.blogs.sapo.pt/239477.html>

Resumo

Nesta aula estudamos que os ecossistemas possuem uma constante passagem de matéria e energia de um nível para outro até chegar aos decompositores, denominando-se Cadeia Alimentar. Os componentes de todas as cadeias de uma forma geral podem ser enquadrados dentro das seguintes categorias: Produtores, consumidores e decompositores.

Atividades de Aprendizagem



1. Sabe-se que os decompositores são indispensáveis a natureza. Explique a função dos decompositores para a natureza.

2. Sabemos que os produtores são a base de toda cadeia alimentar. O que aconteceria se o Sol desaparecesse?

Aula 8 – Importância de Estuários e Lagoas Costeiras

O objetivo desta aula é avaliar a importância dos estuários e lagoas costeiras que possuem alta diversidade biológica, ou seja, os diferentes tipos de seres vivos que encontram neste ambiente um lugar adequado para viver.

8.1 Estuários

São ambientes muito especiais que ocorrem ao longo da costa em lugares onde os rios deságuam no mar, havendo interação de águas marinhas e continentais. A ação das marés promove a circulação dos nutrientes e alimentos além da remoção dos produtos inaproveitáveis do metabolismo dos organismos.

Estes fatores, somados à presença de plantas fixas (algas marinhas, capim de imersão intermitente) que retêm os nutrientes provenientes do ambiente terrestre, de algas microscópicas (fitoplâncton) e da microflora bentônica, formando um verdadeiro tapete fotossintetizante e contribuindo para a formação de um dos ambientes mais produtivos e férteis do mundo. Os estuários estão sujeitos a surtos chamados marés vermelhas (ODUM, 2001)

Tipos e origens dos estuários:

Tipos:

1. Vales fluviais submersos
2. Estuários tipo fiorde
3. Estuários formados por barragens naturais
4. Estuários tipo delta fluvial

Origem: processos tectônicos e glaciações. Rios que criaram seus próprios estuários, depositando sedimentos nas desembocaduras.

8.2. Pesca no estuário

A abundância de peixes e crustáceos nos estuários é o resultado do fornecimento de alimentos e de proteção para os jovens.

Muitos pássaros procuram estas áreas para alimentar-se de moluscos, poliquetas e gramíneas. Ex.: garças, socós, massaricos.

8.3 Estuários Tropicais: Mangues

Também conhecidos como florestas de mangue ou simplesmente mangues, espalham-se pela zona tropical de todo mundo, numa área aproximada de 20 milhões de hectares. No Brasil, existem cerca de 25 Km² distribuídos por toda faixa litorânea, desde o Amapá até Santa Catarina. Graças à reduzida presença de seres decompositores, a maior parte dos nutrientes não é aproveitada, sendo enviada para o mar e outros sistemas (NEIMAN, 1989).

Em climas quentes as vegetações típicas de climas temperados, as gramíneas, são substituídas pela vegetação do mangue, que é constituída de árvores de porte relativamente pequeno.

8.4 Lagoas costeiras, o que são?

Para POMPEO (2004), lagoas costeiras são muito abundantes e variam desde pequenas depressões, preenchidas com água da chuva e/ou do mar, de caráter temporário, até corpos d'água de grandes extensões (Fig.8.4.).



Os lagos e lagoas de água doce do mundo contêm cerca de 100 vezes mais água que os rios. Você sabia?

Adquira mais informações sobre a vida nos lagos no endereço eletrônico a seguir.

<http://www.dsr.inpe.br/projetofurnas/doc/lagoa.pdf>



Figura 8.1: Lagoa Costeira.

Fonte: <http://www.google.com.br/lagoacosteira>

Resumo

Nesta aula estudamos as características de estuários e de lagoas:

- **Estuários:** São ambientes muito especiais que ocorrem ao longo da costa em lugares onde os rios deságuam no mar, havendo interação de águas marinhas e continentais.
- **Lagoas:** variam desde pequenas depressões, preenchidas com água da chuva e/ou do mar, de caráter temporário, até corpos d'água de grandes extensões

Atividades de Aprendizagem

1. Pesquise na internet a diferença entre lagoa e lago.

2. Faça uma pesquisa na internet sobre o que é Maré Vermelha e suas consequências.

Aula 9 – Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos

Nesta aula estudaremos a importância da água na vida do planeta, bem como sua distribuição. Ainda veremos a definição de bacia hidrográfica, como o planeta Terra abriga um complexo sistema de organismos vivos no qual a água é o elemento fundamental e insubstituível.

Sem a água simplesmente não haveria nenhuma forma de vida. E apesar de 70% da superfície de nosso planeta ser recoberta por água, apenas 2,5% desta quantidade é água doce, ou seja, passível de consumo. Pesquisas apontam que, se continuarmos com o ritmo atual de crescimento demográfico e não estabelecermos um consumo sustentável de água, em 2050 o consumo humano pode chegar a 90%, restando apenas 10% para os outros seres vivos do planeta.

Medidas simples, como não jogar óleo na pia para não contaminar a água ajudam muito, economizar na hora de acionar a descarga no vaso sanitário, fechar a torneira enquanto escovar os dentes são exemplos de como podemos economizar água e ajudar o Planeta (Escola Interativa, 2011).

9.1 Os Planos de Recursos Hídricos

O Plano Nacional de Recursos Hídricos e os Planos Estaduais são instrumentos estratégicos que estabelecem diretrizes gerais sobre os recursos hídricos no país e nos estados e por esse motivo têm que ser elaborados de forma participativa, para que possam refletir os anseios, necessidades e metas das populações das regiões e bacias hidrográficas (Rede das Águas, 2011).

9.2 Plano Nacional de Recursos Hídricos - PNRH

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) foi estabelecido pela Lei nº 9.433/97 e tem como objetivos:

- Orientar as decisões de governo e das instituições que compõem o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos;

- Propor a implementação de programas nacionais e regionais;
- Promover a harmonização e adequação de políticas públicas para buscar o equilíbrio entre a oferta e a demanda de água, de forma a assegurar as disponibilidades hídricas em quantidade e qualidade para o uso racional e sustentável.

O Brasil é um país privilegiado em termos de disponibilidade hídrica, porém a distribuição dessa disponibilidade se apresenta de forma muito variada nas diferentes regiões.



Para Saber Mais Sobre o PNRH,
Acesse: <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=161&idConteudo=9513>

O acesso à água é um direito humano fundamental. Toda pessoa deve ter água potável em quantidade suficiente, conforme previsto na legislação brasileira e na Agenda 21. Cuidar da água é uma questão de sobrevivência e depende da decisão e da ação de cada indivíduo, comunidade e da sociedade em geral.

9.3 O Ciclo da Água ou Ciclo Hidrológico

A dinâmica da água no nosso planeta acompanha aquilo que chamamos de ciclo hidrológico ou ciclo da água. Esse ciclo caracteriza-se pelo movimento constante da água e por sua passagem por diferentes estados físicos.

Resumidamente, podemos dizer que a água dos rios, lagos, oceanos, vegetação, animais e do solo evapora. O vapor de água se move na atmosfera, podendo vir a se concentrar na forma de nuvens. A água das nuvens se precipita retornando aos oceanos, rios e ao solo.

9.4 Bacia Hidrográfica

Bacia hidrográfica é uma área da superfície terrestre, delimitada pelos pontos mais altos do relevo, na qual a água proveniente das chuvas escorre para os pontos mais baixos do relevo, formando um curso de água denominado de rio ou então um lago. É a unidade básica dos Planos de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Nas bacias hidrográficas existem as entradas e as saídas de água. A chuva (precipitação) e o fluxo de água subterrânea são as entradas. As saídas ocorrem através do escoamento para regiões mais baixas (Fig. 9.5).



Figura 9.1: Exemplo de Bacia Hidrográfica.

Fonte: <http://www.panoramio.com/photo/21789660>

Resumo

Nesta aula estudamos a importância da água para os seres vivos e para a natureza. Sua distribuição no planeta, o ciclo hidrológico e bacia hidrográfica que é uma área da superfície terrestre delimitada pelo relevo do terreno, e constitui a base do gerenciamento dos recursos hídricos.

Atividades de Aprendizagem

1. Faça uma pesquisa sobre as doenças transmitidas pela água de má qualidade.

2. Defina Bacia hidrográfica.



Sobre Gerenciamento de Recursos Hídricos, você poderá acessar os endereços abaixo e conhecer seus direitos sobre este bem tão precioso, a Água.

Rede das águas: www.rededasaguas.org.br

Agência Nacional de Águas: <http://www.ana.gov.br/>



Aula 10 – Comunidade Perifítica: Importância Ecológica

No ecossistema aquático existe uma complexa comunidade de microrganismos. Nesta aula abordaremos o Perifiton que se constitui em uma importante base alimentar para as cadeias tróficas e seu entendimento é essencial para uma produção pesqueira equilibrada.

10.1 Perifíton

Também conhecido como limo. Constitui-se de um conjunto de microrganismos tais como fungos, algas, etc. (Fig. 10.1) e que vivem associados a um substrato.

Esse substrato pode ser vivo tal como as plantas aquáticas, ou morto como pedras ou conchas.

Destacam-se as algas, que produzem fotossíntese e geralmente são encontradas próximas às margens.



Bulbochaete sp.



Chaetophora sp.



Haspalosiphon sp.



Oedogonium sp.

Figura 10.1: Exemplo de comunidade perifítica.

Fonte: <http://sistemas.vitoria.es.gov.br>

10.2 Importância Ecológica

A presença das algas, que é um produtor primário, além dos demais microrganismos, constitui uma importante base alimentar para as cadeias tróficas aquáticas.

Segundo Moschini-Carlos (1999), o perifíton é rico em proteínas, vitaminas e minerais e se constitui em um importante alimento para muitos organismos aquáticos, especialmente, para alguns peixes de importância econômica, como o *Phalloceros reticulatus magdalenae*, que raspa as superfícies das plantas onde o perifíton cresce. Outros peixes como tainha (*Mugil* sp.), tilápia (*Oreochromis* sp.) e acará (*Geophagus* sp.) (Fig. 10.2) também se alimentam do perifíton aderido a substratos, inclusive os artificiais. O perifíton serve ainda como alimento para vários grupos de insetos.



Figura 10.2: Exemplo de espécie que se alimenta da comunidade perifítica: Acará (*Geophagus brasiliensis*).

Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Geophagus_brasiliensis_c01.jpg

A-Z

Bioindicador

Determinado organismo que é utilizado na avaliação da qualidade do meio ambiente.

Outro aspecto muito importante sobre o perifíton é que ele pode ser utilizado como **bioindicador** de qualidade ambiental.

As algas perifíticas são capazes de acumular diversos tipos de substâncias tais como metais pesados, agrotóxicos e produtos químicos diversos. Devido a isso, alguns pesquisadores sugerem o uso do perifíton no pré-tratamento da água e de efluentes industriais (Moschini-Carlos, 1999).

10.3 Como se forma o perifíton?

Um substrato qualquer como uma rocha tem inicialmente aderido à sua superfície bactérias que o colonizam em um curto intervalo de tempo. Vale ressaltar que no ecossistema aquático existem muitas espécies de bactérias

e, portanto, a água natural não é considerada por si só potável.

Em seguida, as algas aderem-se na **bioderme** perifítica e favorece o aparecimento de diversas espécies de protozoários. Já nos estágios finais de sucessão ecológica pode-se observar macroinvertebrados (ORLANDI E BARBIERI, 1983 apud MOSCHINI-CARLOS, 1999), formando assim um microecossistema, onde as algas se encontram em maior densidade quando comparado aos outros organismos e constituindo-se na base desta cadeia trófica.

A-Z

Bioderme

Ou biofilme, é uma camada constituída por microrganismos que se forma na superfície de um substrato.

Resumo

Nesta aula estudamos que o perífiton é formado por uma comunidade de microrganismos que se aderem a um substrato, sendo as algas a base da cadeia trófica, e que a avaliação dos mesmos pode retratar a qualidade ambiental do ecossistema. Na próxima aula abordaremos o papel ecológico das bactérias no ecossistema aquático.

Atividades de Aprendizagem



1. Pesquise na internet e responda: Qual a diferença entre líquens e limo?

2. Explique por que o perífiton pode ser considerado um indicador biológico da qualidade ambiental do ecossistema aquático.

Aula 11 – Bactérias nos Ecossistemas Aquáticos

As bactérias têm uma importante função ecológica nos ecossistemas aquáticos. Por fazer parte da cadeia trófica, as bactérias representam uma teia alimentar complexa e vital para a sobrevivência das espécies. O objetivo desta aula é elucidar a função ecológica das bactérias na água.

11.1 Mas afinal, o que é uma bactéria?



Figura 11.1: Exemplo de bactéria.

Fonte: <http://www.infoescola.com/reino-monera/estrutura-celular-das-bacterias/>

Temos sempre a impressão que uma bactéria é sempre prejudicial à saúde, no entanto, elas são de grande importância aos ecossistemas aquáticos.

A bactéria é um organismo unicelular **procarionte** (Fig. 11.1) que pode viver isolado ou em grupo formando colônias e está datado como um dos organismos mais antigos do planeta, em torno de 3,8 bilhões de anos e ainda é considerado o mais bem sucedido organismo em relação ao número de indivíduos, habitando praticamente todos os ecossistemas conhecidos (STERRER, 1997 apud THOMAZ, 1999).

Em outras disciplinas do curso nós já discutimos um pouco sobre as bactérias, mas agora vamos observá-las sobre outra ótica: a ecológica.

A-Z

Procariontes

Organismos unicelulares que não apresentam material genético delimitado por membrana.

11.2 As Bactérias no Ambiente Aquático

As bactérias estão entre os menores organismos que existem no ambiente aquático, medindo entre 0,2 a 0,5 μm , mas podem atingir valores maiores quando estão aderidas em substratos.

Na água, o tempo de duplicação de uma bactéria varia de 15 min a 2 horas e em ambiente rico em **compostos húmicos**, a quantidade de bactérias pode chegar a 100 bilhões de células por mililitro (10¹⁰/mL) (TOMAZ, 1999).

11.3 Importância das Bactérias no Ambiente Aquático

As bactérias e fungos estão relacionados com a decomposição da matéria orgânica, liberando diversos compostos químicos para a água, como o íon amônio (NH_4^+) devido à biodegradação de aminoácidos.

No entanto, segundo Thomaz (1999), outro enfoque que merece destaque são as teias alimentares no ecossistema aquático.

Neste caso, as bactérias atuam na transformação do Carbono Orgânico Dissolvido (COD) em frações particuladas, disponibilizando o carbono para outros organismos heterotróficos, formando assim o chamado elo microbiano das teias tróficas.

O elo microbiano é responsável pela transferência do carbono nas teias alimentares, conforme modelo proposto por Thomaz (1999):

COD → BACTÉRIAS → **Nanoflagelados heterotróficos** → **Ciliados fagotróficos** → **Copépodos** → Peixes de pequeno porte → Grandes predadores

Lembrando que os produtores primários fixam o carbono e parte deste é liberado à água em forma de COD.

Em áreas alagadas a participação das bactérias é vital, pois normalmente esses ecossistemas são colonizados por macrófitas e algas bênticas (aderidas ao fundo) que contribuem com grande quantidade de detritos que são prontamente degradados pela ação das bactérias (THOMAZ, 1999).

Além do Carbono, as bactérias também são importantes na ciclagem do fósforo, elemento indispensável aos produtores primários do ecossistema aquático.

A-Z

Compostos húmicos
Produtos oriundos da decomposição da matéria orgânica.

A-Z

Nanoflagelados heterotróficos e ciliados fagotróficos
Protozoários planctônicos
Copépodos
Microcrustáceos.

Resumo

Nesta aula verificamos que as bactérias são importantes na disponibilização de carbono para os demais membros da cadeia trófica aquática, formando um elo. Na próxima aula abordaremos os modificadores de ambiente: Os engenheiros do ecossistema.



Para Saber Mais Sobre Bactérias,
Acesse:
http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/trabalhos_pos2003/const_microorg/bacterias.htm

Atividades de Aprendizagem

1. Cite a importância das bactérias nos ecossistemas aquáticos.



2. O que é um elo alimentar?

Aula 12 – As Interações das Espécies sobre o Ecossistema

Em qualquer ecossistema, a interação das espécies é vital para a manutenção da vida e do equilíbrio ecológico. O objetivo desta aula é estudar como é realizada essa interação no ecossistema aquático.

12.1 Os Engenheiros do Ecossistema

Quando pensamos em interações, logo nos lembramos da **predação** e da **competição** por recursos naturais entre as espécies.

Mas existem alguns organismos que continuamente modificam o ambiente em que vivem. Tais espécies podem alterar a disponibilidade de recursos para os demais membros da comunidade, influenciando o ecossistema como um todo.

A perturbação biológica dos sedimentos em riachos, por exemplo, por peixes ou camarões, alteram a distribuição da estrutura das comunidades que habitam esses locais (UIEDA, 1999).

A engenharia do ecossistema consiste na criação, modificação e manutenção de habitats por organismos (GUTIÉRREZ et al., 2003).

Um exemplo de engenheiro de ecossistema é o castor (*Castor fiber* e *Castor canadensis*) (Fig. 12.1). Este animal transforma árvores vivas em árvores mortas ao cortá-las e utilizá-las para represar cursos de água. Com isso ele cria pequenos lagos em ambientes lóticos, alterando a distribuição e abundância de muitos organismos diferentes, incluindo pássaros, répteis, anfíbios, plantas, insetos, além de aumentar a biodiversidade na escala da paisagem (HAEMIG, 2011).

A-Z

Predação

Interação entre espécies na qual uma delas se beneficia se alimentando de outra.

Competição

É uma relação ecológica onde indivíduos da mesma espécie, ou de outras, disputam recursos naturais.



Leia o artigo on-line sobre interações entre as espécies para aprofundar seus conhecimentos:
<http://webpages.fc.ul.pt/~mcgomes/aulas/biopop/Mod4/Predacao.pdf>



Figura 12.1: Castor, exemplo de engenheiro de ecossistema.

Fonte: <http://www.nps.gov/prwi/naturescience/images/PRWI-B-05-beaver-mbb-5327-P.jpg>

Ao criar, modificar e manter habitats, os engenheiros do ecossistema perturbam o ambiente natural, o que geralmente causa o aumento da abundância de algumas espécies e a redução de outras (HAEMIG, 2011).

Em ambiente aquático, os engenheiros do ecossistema podem influenciar na estrutura do habitat e na distribuição dos recursos. Um exemplo disso são as espécies de peixes detritívoras, como o *Prochilodus mariae* (Fig. 12.1B), que podem reduzir a quantidade de sedimento depositada sobre o substrato rochoso e, com isso, perturbar a qualidade do habitat, podendo simultaneamente limitar algumas espécies que se desenvolvem em ambientes ricos em sedimentos e facilitar outras que dependem de um substrato rochoso livre de sedimento fino (UIEDA, 1999).

A perturbação biológica dos sedimentos ao processá-lo pode influenciar nos padrões de abundância e distribuição de outras espécies, como algas e invertebrados de uma determinada região.



Figura 12.2: Prochilodus, um engenheiro do ecossistema aquático.

Fonte: <http://fishoncomputer.wordpress.com/category/flooded-amazon/>

Resumo

Nesta aula verificamos que algumas espécies podem modificar o ambiente e alterar a disponibilidade de recursos e em ecossistemas aquáticos a perturbação biológica dos sedimentos pode influenciar nos padrões de abundância e distribuição de outras espécies, como algas e invertebrados de uma determinada região. Na próxima aula abordaremos os rios temporários.

Atividades de Aprendizagem

1. Observe na região onde você vive algum tipo de engenheiro do ecossistema e que tipo de modificações ele provoca no ambiente.



2. Qual a importância ecológica dos engenheiros do ecossistema.

Aula 13 – Resistência e Resiliência dos rios temporários

No Brasil, especialmente na região semi-árida, é comum encontrarmos recursos hídricos que se comportam de maneira peculiar quando comparados a outros corpos d'água, por apresentarem a característica de temporariedade ou intermitentes. O objetivo desta aula é analisar as principais características e diferenças dos rios temporários.

13.1 Rios Perenes versus Rios Intermitentes

Entende-se por rios perenes aqueles que jamais secam e são a maioria dos que existem no território brasileiro, são os chamados rios permanentes.

Por outro lado, existem corpos d'água que secam em determinados períodos em que o regime de chuvas é praticamente ausente e voltam a correr em períodos de alta precipitação, são chamados de rios efêmeros, temporários ou intermitentes.

Segundo Maltchik (1999), aproximadamente 10% território brasileiro está classificado como região semi-árida (Fig. 13.1A), onde vivem cerca de 23 milhões de pessoas e, por isso, os rios intermitentes são ecossistemas fundamentais para as estratégias de sobrevivência da população humana.

Os cursos d'água dessa região estão assentados sobre solos rasos e pouco permeáveis, os litólicos e, portanto, não passíveis de armazenamento de água (Fig. 13.1 B). Além disso, a vegetação caatinga existente não proporciona um manto protetor ao solo, aumentando ainda mais a perda de água (Maltchik, 1999).

O fato desses rios sofrerem duas grandes perturbações sazonais: seca e cheia, faz com que haja importantes variações das características de seus substratos, nas concentrações de nutrientes, nas comunidades do perifíton, invertebrados, macrófitas e peixes (Maltchik, 1999).



Figura 13.1: Região semi-árida brasileira.
Fonte: <http://perlbal.hi-pi.com>



Figura 13.2: Leito de um rio temporário em época de seca.
Fonte: <http://2.bp.blogspot.com>

13.2 O que é Resiliência?

Entende-se por **resiliência** a capacidade do ecossistema de absorver, ou suportar, as perturbações ambientais sem mudar seu estado ecológico, isto é, restabelecer seu equilíbrio após um distúrbio.

Difere de **resistência** que é a capacidade do ecossistema em manter sua estrutura ecológica logo após uma perturbação.

Como exemplo, pode-se citar algumas vegetações que têm alta tolerância (resistência) ao fogo e demoram a queimar devido a adaptações como epiderme espessa, mas quando queimam demoram a se recuperar (baixa resiliência) (ODUM, 2007).

No caso de cheias e secas, as propriedades de resistência e resiliência são importantes porque quanto maior for o tempo necessário para retornar às condições iniciais, maiores serão os efeitos destes distúrbios no ecossistema, como por exemplo, as mudanças de concentrações de nutrientes. Uma mudança brusca na relação Nitrogênio/Fósforo pode levar algumas espécies de algas perifíticas e plantas aquáticas à extinção, provocando um desequilíbrio na cadeia alimentar, devido a serem produtores primários.

A-Z

Macroinvertebrados

Organismos sem vértebras que vivem, normalmente, associados aos substratos de fundo, como os insetos.

Alguns organismos, como os **macroinvertebrados**, que vivem em rios intermitentes do semi-árido, chegam a ter sua população quase extinta durante a cheia, por outro lado, possuem alta resiliência e retornam às condições normais assim que a cheia acaba. Por outro lado, os peixes possuem baixa diversidade nestes ambientes, com algumas espécies dominantes em poças em épocas de seca e outras em épocas de chuva, evidenciando que a resistência de algumas espécies se sobressai a outras em determinadas perturbações ambientais (Maltchik, 1999).

Resumo

Nesta aula abordamos duas características ecológicas muito importantes para a avaliação da biodiversidade: a resistência e a resiliência. Abordamos também que na região semi-árida do Brasil ocorrem os rios temporários e que a biota que neles habitam sofre graves perturbações ambientais provocadas por época de cheia e de seca.



Para Saber Mais Sobre o Semi-Árido brasileiro, Acesse: <http://www.semiarido.org.br/>

Atividades de Aprendizagem

1. Explique a importância dos rios temporários para a biodiversidade.



2. Diferencie Resistência de Resiliência.

Aula 14 – Ecotoxicologia

Com a revolução industrial ocorrida no séc. XVIII, muitas alterações adversas ou impactos sobre o meio ambiente foram realizados devido às atividades humanas. Tais impactos colocam em risco a saúde animal e a água, como um elemento ambiental importante para a sobrevivência das espécies, acabou se tornando uma forma de receptáculo natural dos poluentes e você, como profissional da área, deparará com muitas dessas substâncias na água. Esta aula tem como objetivo a elucidação dos conceitos da ecotoxicologia e os principais efeitos ecológicos devido ao fenômeno da eutrofização.

14.1 O que é Ecotoxicologia?

A ecotoxicologia pode ser entendida como uma ciência multidisciplinar que estuda os efeitos que as substâncias químicas podem provocar nos organismos de maneira isolada, na população desses organismos, na comunidade e no ecossistema como um todo.

Difere da toxicologia clássica porque enquanto esta avalia os efeitos das substâncias pensando no homem como o alvo, uma visão cartesiana ou reducionista das coisas, a ecotoxicologia procura entender a ação destes produtos na cadeia trófica e no ecossistema, inserindo o homem na natureza, ou seja, uma visão holística.

14.2 Cianobactérias e Eutrofização

As cianobactérias são organismos microscópicos que possuem características tanto de bactérias quanto de algas. São seres procariontes, ou seja, não apresentam núcleo celular delimitado por membrana e a sua parede celular é semelhante à das bactérias. Por outro lado, assim como as algas, contêm clorofila-a, realizam fotossíntese e liberam oxigênio.

São também conhecidas como algas azuis. São microrganismos aeróbios **fotoautotróficos**, isto é, fotossintetizantes, cujas atividades metabólicas requerem somente água, dióxido de carbono, substâncias inorgânicas e luz. O seu sistema fotossintético é semelhante ao das algas (vegetais eucariontes)

e, do mesmo modo, apresentam pigmentos que absorvem a energia solar para realização da fotossíntese (AZEVEDO et al., 1994; GRAHAM e WILCOX, 2000).

Estas "algas-bactérias", sob determinadas condições, podem proliferar-se de maneira excessiva, originando as denominadas florações ou *blooms*.

São encontrados em água doce e salgada e coexistem com os demais organismos aquáticos, sendo consideradas a base da cadeia trófica desses ambientes. No entanto, quando ocorre a **eutrofização** as cianobactérias se reproduzem rapidamente, dominando o ambiente por completo (Fig. 14.1) e desequilibrando o ecossistema e levando os animais, em alguns casos, à morte.

Contudo, o que é eutrofização?

Eutrofização é a entrada de nutrientes no ecossistema aquático devido às atividades antrópicas, como o uso de fertilizantes e, especialmente, esgoto não tratado, rico em matéria orgânica e fósforo, que é um elemento vital para reprodução das cianobactérias.



Figura 14.1: Eutrofização: observe as manchas esverdeadas na água, elas indicam a proliferação de cianobactérias.

Fonte: <http://ramonlamar.blogspot.com>

14.3 Cianotoxinas e Bioacumulação

Algumas espécies de cianobactérias podem produzir toxinas. No Brasil, diversos reservatórios de abastecimento público têm tido sua qualidade ambiental comprometida devido a florações de cianobactérias produtoras de cianotoxinas e, em alguns casos, permanentes, como ocorre na região sul do país (CLEMENTE et al., 2010; YUNES et al., 2003).

Os efeitos da exposição humana às cianotoxinas através da ingestão da água são pouco conhecidos. Mesmo assim, o Brasil é um dos poucos países que possuem uma lei federal a respeito: a Portaria MS 518 de 2004 – do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), que obriga a detecção das cianobactérias e das cianotoxinas na água destinada ao abastecimento público. A lei prevê uma investigação semanal de cianotoxinas na saída do tratamento sempre que o número de cianobactérias na água do manancial exceder a 20.000 células/mL.

As cianotoxinas são divididas de acordo com os seus mecanismos de ação em três grupos: Neurotoxinas, Hepatotoxinas e Dermatotoxinas.

As neurotoxinas, como as Saxitoxinas, são substâncias que agem diretamente nos neurônios e podem causar morte por parada respiratória ou cardíaca. Nos peixes, inibem sua capacidade de se alimentar e pode matá-los, dependendo da concentração na água.

As hepatotoxinas são substâncias que agem no fígado e, dependendo da concentração, podem provocar hemorragias e levar o indivíduo à morte, enquanto as dermatotoxinas provocam lesões na pele e tecido conjuntivo.

Uma das principais características das cianotoxinas está na sua capacidade de **bioacumulação**. Os peixes e organismos filtradores como as ostras, podem bioacumular essas substâncias em seus tecidos e, mais tarde, transferi-las para o homem através da cadeia alimentar.

Resumo

As cianobactérias ou algas azuis são organismos autotróficos que produzem fotossíntese e algumas espécies são produtoras de toxinas, como as neurotoxinas, hepatotoxinas e dermatotoxinas e podem se bioacumular nos tecidos dos organismos aquáticos e atingir o homem devido à cadeia trófica.



Assista ao vídeo sobre a proibição de pesca no Rio São Francisco devido à presença de cianobactérias: <http://www.youtube.com/watch?v=hgsNZeJcJ7k>

A-Z

Bioacumulação

É a absorção de substâncias químicas em tecidos e/ou órgãos de indivíduos, mantendo-se acumulados nesses e podendo ser liberadas em situações de estresse.



Atividades de Aprendizagem

1. A Visão Cartesiana coloca o homem no centro de tudo, não o considerando como parte integrante dos ecossistemas. Em sua opinião, como o homem pode ser inserido na natureza para atingirmos a preservação ambiental dos ecossistemas aquáticos?

2. Observe a cor da água dos recursos hídricos onde você mora. Se a água apresenta coloração esverdeada existe forte indício de que ela recebe esgoto.

Aula 15 – Poluição hídrica continental

Na aula passada vimos que os recursos hídricos, de forma geral, têm sofrido diversas agressões ambientais pelas atividades humanas, causando impactos ao ecossistema aquático. Cada uma dessas atividades gera poluentes característicos que têm uma determinada implicação na qualidade do corpo receptor. Nesta aula teremos como objetivo estudar os poluentes e os efeitos que eles podem causar na biota que vive em ecossistemas de água doce.

15.1 Poluição

Antes de iniciarmos nosso estudo sobre as alterações da qualidade da água devido aos poluentes, uma pergunta precisa ser respondida:

Afinal, o que é Poluição?

Poluição pode ser definida como a presença de determinada substância em lugar errado e em concentração que cause danos aos organismos. Por exemplo, a salinidade da água do mar é alta, porém, é localizada nesse ambiente, assim os organismos estão adaptados a essas concentrações de sais. No entanto, imagine se um caminhão que carrega sal de cozinha tombar, e dez toneladas de sal forem parar em um pequeno reservatório de água doce?! Evidentemente os organismos aquáticos deste ecossistema sofrerão as conseqüências, pois não estão adaptados para uma variação de salinidade tão elevada. Da mesma forma ocorre com diversos tipos de substâncias químicas, isto é, qualquer produto que esteja em concentração e lugar não apropriados pode causar poluição e impactos ambientais.

A poluição pode ter origem química, física ou biológica, sendo que em geral a adição de um tipo destes poluentes altera também as outras características da água (PEREIRA, 2011).

Existem basicamente dois tipos de poluição: a **Pontual** e a **Difusa**.

A poluição pontual está relacionada ao lançamento de determinada substância diretamente no corpo receptor como, por exemplo, as descargas de efluentes de tratamento de esgoto doméstico. Já na poluição difusa o lançamento é indireto, isto é, não é possível determinar a origem do lançamento

como, por exemplo, as enxurradas que correm de um campo agrícola contendo agrotóxicos e contaminando os rios.

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA é quem edita os padrões de lançamento de diversos tipos de substâncias nos corpos receptores devido às atividades antrópicas.



Para Saber Mais Sobre os limites toleráveis de lançamento de efluentes acesse:

www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf

A Resolução CONAMA Nº 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.



Os poluentes ainda podem ser classificados em biodegradáveis e persistentes.

Os biodegradáveis são aqueles que podem ser decompostos através de microrganismos, como a matéria orgânica existente em esgotos. Já os persistentes, ou refratários, são substâncias que permanecem no meio ambiente por um longo período de tempo, provocando contaminação nos organismos como, por exemplo, o diclodifeniltricloroetano (DDT).

15.2 Principais Poluentes de Ecossistema de Água Doce

Agrotóxicos: Dentre as substâncias utilizadas na agricultura, os agrotóxicos constituem um sério risco à saúde humana, à flora e à fauna de um modo geral. Quando os agrotóxicos encontram os corpos d'água eles podem se difundir nesse ambiente e os organismos aquáticos serem expostos através do **tegumento** ou **brânquias**, absorvendo-os e, em alguns casos, bioacumulando e os transferindo através da cadeia trófica.

Fertilizantes: Constituem um fator importante na eutrofização dos recursos hídricos, pois podem ser carregados às águas e promover florações de cianobactérias.

Esgoto Doméstico: possui constituição variada de diversos elementos. Rico em matéria orgânica, fósforo e outras substâncias. Ao encontrar os corpos d'água provoca a eutrofização do ecossistema.

Metais pesados: Devido aos processos industriais. Muitos metais como o cromo e mercúrio podem causar câncer em humanos quando expostos a

A-Z

Tegumento

é a parte externa do animal, como a pele, penas, etc.

Brânquias

são os órgãos de respiração dos organismos aquáticos.

estes, causando diversos danos aos organismos aquáticos e, assim como os agrotóxicos, podem se bioacumular e serem transferidos pela cadeia alimentar.

Curtume: na indústria de beneficiamento do couro, os principais poluentes são o cromo utilizado durante o curtimento e a borra de tinta residual da fase de tingimento (PEREIRA, 2011).

Além dessas substâncias os derivados de petróleo, como o óleo diesel, a gasolina e outros, podem causar sérias injúrias à biota aquática, como veremos na próxima aula.

Muitos poluentes podem interferir no sistema antioxidante dos organismos aquáticos. Tal sistema evita a formação de radicais livres que são capazes de reagir com moléculas do DNA e provocar mutações genéticas (SILVA et al., 2010).

Resumo

Nesta aula vimos que a poluição hídrica é oriunda das atividades antrópicas e que o CONAMA edita resoluções estabelecendo os limites aceitáveis para diversas substâncias capazes de provocar danos aos organismos aquáticos e que os agrotóxicos, metais pesados e esgoto doméstico, são os principais poluentes dos ecossistemas de água doce.

Atividades de Aprendizagem

1. Cite as principais fontes de poluentes que existem na região onde você mora.



2. Cite os principais tipos de poluentes que podem ser encontrados na sua região.

3. Discuta com seus colegas: O que pode ser feito para impedir a contaminação dos organismos aquáticos devido às atividades antrópicas?

Anotações

Aula 16 – Poluição hídrica marinha

Vimos na aula anterior que a poluição dos recursos hídricos continentais, ou seja, de água doce, está relacionada às atividades humanas, sejam domésticas, comerciais ou industriais. Mas e a poluição no ambiente marinho? É o que abordaremos nesta aula: a poluição hídrica marinha.

A produção pesqueira no país está relacionada especialmente ao ambiente marinho, destacando a sardinha, o camarão e a lagosta, além de outras diversas espécies de interesse comercial.

O desenvolvimento econômico, a qualquer custo, ocorrido no séc. XX provocou alterações ambientais importantes na costa brasileira e, em muitos casos, sem nenhuma preocupação ambiental.

Uma das atividades que merece destaque é a extração de petróleo. O petróleo, que é um dos insumos mais utilizados pelo homem, pode liberar diversas substâncias poluentes, podendo contaminar o meio ambiente durante a sua extração, transporte, armazenamento, refino e na queima para a produção de energia.

16.1 O que é o petróleo?

O petróleo tem se tornado um dos principais contaminantes de vários ecossistemas, especialmente do ambiente aquático, onde cerca de 3,2 milhões de toneladas contaminam o ambiente marinho todos os anos (PEDROZO et al. 2002).

A composição química e a natureza física do petróleo podem variar significativamente, sendo constituído, geralmente, por uma mistura complexa de hidrocarbonetos e de pequenas quantidades de compostos orgânicos contendo enxofre, nitrogênio e oxigênio, assim como baixas concentrações de compostos organometálicos, contendo principalmente níquel e vanádio (SILVA et al., 2010).

Atualmente, já foram identificados mais de 270 tipos de hidrocarbonetos na composição dos diferentes derivados do petróleo (PEDROZO et al., 2002).

De forma geral, encontram-se três principais grupos de hidrocarbonetos no petróleo: parafínicos, naftênicos e aromáticos. Destes, destacam-se os hidrocarbonetos aromáticos (Fig. 16.1), sobretudo, os policíclicos aromáticos (HPAs), devido ao seu potencial tóxico. Segundo Neff (1978), 75% dos constituintes do petróleo são os hidrocarbonetos de cadeias longas e curtas, sendo que os de cadeia curta apresentam maior volatilidade, porém, maior potencial tóxico aos organismos.

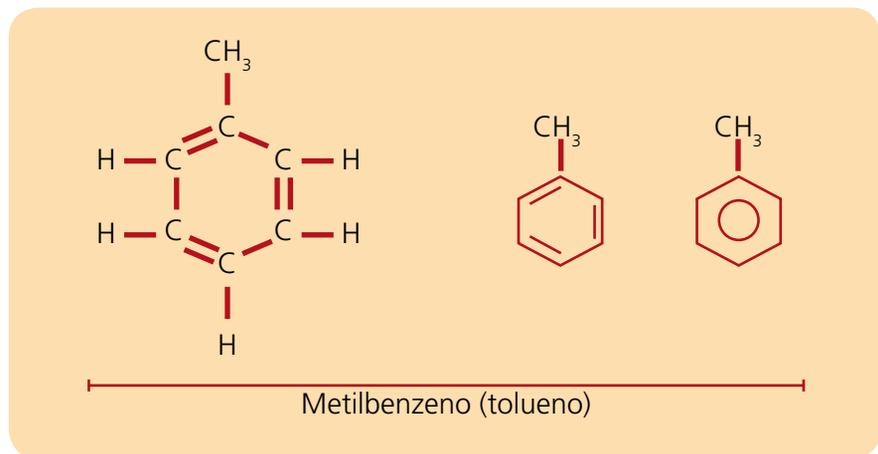


Figura 16.1: Estrutura de um Hidrocarboneto Aromático.

Fonte: <http://www.iped.com.br>

16.2 A fração Solúvel do Petróleo

Muitos acidentes com derramamento de petróleo têm ocorrido por todo o mundo. O petróleo, uma vez liberado na água, espalha-se quase que imediatamente. Os componentes polares e de baixo peso molecular solubilizam-se e são **lixiviados** para fora da mancha de óleo; os componentes voláteis presentes na superfície da água sofrem evaporação, ao mesmo tempo em que o óleo derramado se emulsifica na água e parte dele se solubiliza formando a fração solúvel do petróleo em água (ATSDR, 2011).

A fração solúvel é uma mistura complexa de HPAs, fenóis e compostos heterocíclicos contendo nitrogênio e enxofre (Neff 1978, ATSDR, 2011). Segundo USEPA (1995), os peixes podem se expor ao óleo derramado por diferentes vias: pelo contato direto com a contaminação de suas brânquias ou pela ingestão de alimento contaminado. Os peixes expostos ao petróleo podem apresentar alterações cardíacas, respiratórias, **hepatomegalia**, redução no crescimento, diversas alterações bioquímicas, celulares, em tecidos (Fig. 16.2), reprodutivas e comportamentais, e a exposição crônica a alguns

A-Z

Lixiviação

É a infiltração de uma substância líquida através de um meio sólido poroso, como o solo.

Hepatomegalia

Aumento do tamanho do fígado.

componentes do petróleo pode provocar anomalias genéticas e carcinoma em organismos aquáticos (Neff, 1978; USEPA, 1995; Pedrozo et al. 2002).



Para Saber Mais Sobre Petróleo, acesse:
<http://www.petrobras.com.br/pt/energia-e-tecnologia/fontes-de-energia/petroleo/>

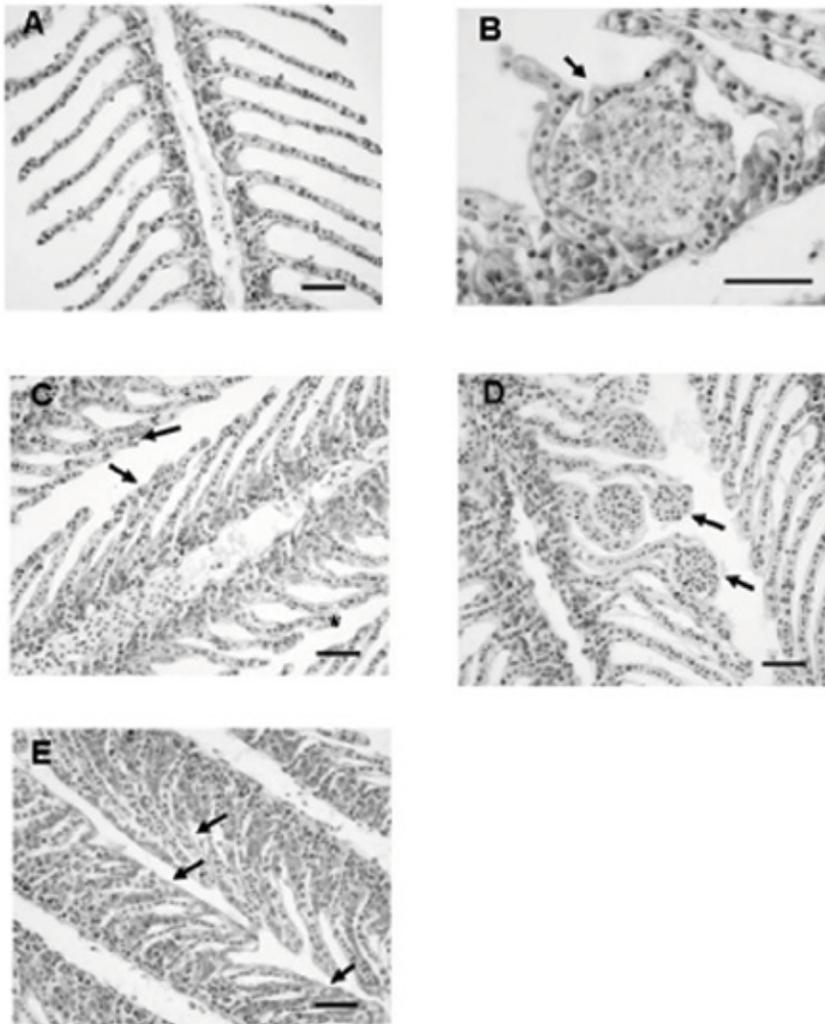


Figura 16.2: Alterações em brânquias de peixe expostos a fração solúvel de petróleo. A: Brânquias sem alterações. B: Necrose (seta). C: Hipertrofia das células epiteliais(*), fusão apical (seta). D: Aneurisma (seta). E: Fusão lamelar (seta). Barra: 50 μm.

Fonte: SILVA et al., 2010.

Resumo

Nesta aula abordamos a definição de petróleo e os perigos deste produto quando derramado no ambiente marinho, e os principais efeitos da sua fração solúvel sobre os organismos aquáticos, em especial sobre a produção pesqueira. Na próxima aula estudaremos os acidentes ambientais nos recursos hídricos.

A-Z

Aneurisma

Dilatação de vasos sanguíneos.

Lamela

Finos filamentos que constituem as brânquias.

Fusão apical

Fusão superior das lamelas.



Atividades de Aprendizagem

1. Descreva os principais efeitos da fração solúvel de petróleo nos organismos aquáticos.

2. De que é formado o petróleo?

Anotações

Aula 17 – Acidentes ambientais em recursos hídricos

Nas aulas anteriores vimos que a poluição, devido às atividades humanas, tem causado diversos impactos negativos à biota aquática de forma crônica, porém, em diversas situações os recursos hídricos sofrem outra agressão muitas vezes danosa e com consequências para as gerações futuras dos organismos: os acidentes ambientais. Esta aula tem como objetivo avaliar as consequências dos acidentes com substâncias aquáticas sobre aos organismos aquáticos.

17.1 O que é um acidente ambiental?

Entende-se por **acidente** qualquer acontecimento não previsto e indesejado que pode causar danos às pessoas, estruturas construídas pelo homem, à biota, etc.

Um acidente ambiental é um evento inesperado como, por exemplo, derramamento de substâncias químicas devido ao transporte, manuseio, estocagem, entre outros e que cause direta ou indiretamente injúrias aos ecossistemas e à saúde pública (Figura 17.1).

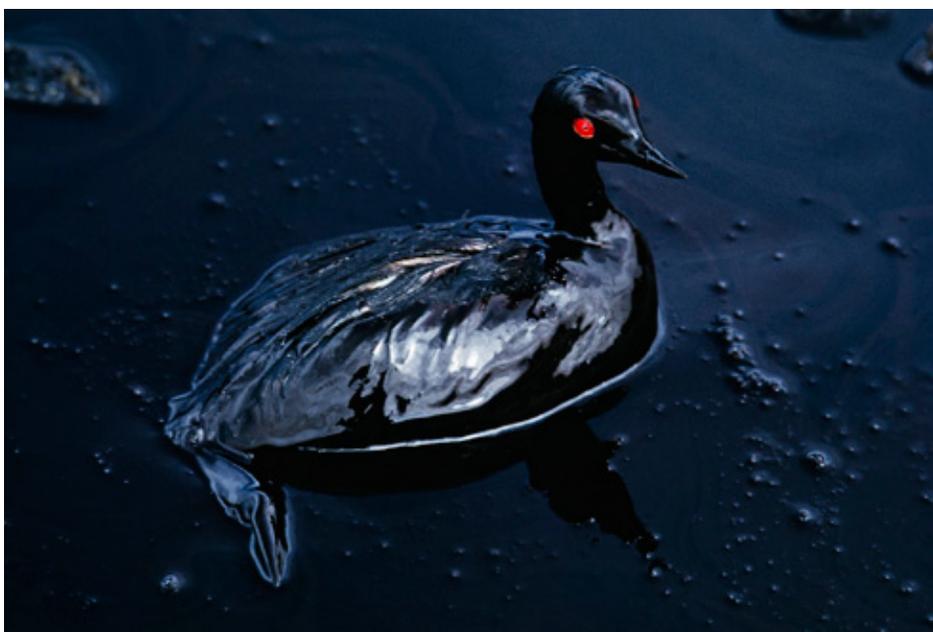


Figura 17.1: Acidente ambiental com derramamento de produtos químicos.

Fonte: http://doomar.blogspot.com/2011_04_01_archive.html

17.2 Causas de um acidente ambiental

Embora os acidentes ambientais sejam eventos isolados e que ocorrem geralmente de forma imprevisível, a história têm nos mostrado que são muitos os motivos que acabam desencadeando um desastre ambiental, como o derramamento de petróleo (SILVA et al., 2010).

Dentre as causas pode-se citar a falta de manutenção preventiva em oleodutos e equipamentos em geral; excesso de carga em veículos transportadores; acondicionamento inadequado de substâncias químicas como, por exemplo, produtos químicos incompatíveis uns com outros e que podem gerar reações químicas; falta de treinamento de pessoal, o que pode acarretar em manuseio inadequado de produtos ou equipamentos; ineficiência do Plano de Contingência para evitar acidentes, entre outros.

17.3 Consequências de um acidente ambiental

Os acidentes podem causar sérios problemas ambientais, contaminando o solo, o ar e a água.

Os organismos quando expostos às substâncias químicas podem absorvê-los em seus tecidos, e durante o processo de **detoxificação** provocar danos celulares severos, levando ao colapso dos órgãos como os rins, fígado, coração... e, em muitos casos, à morte.

Animais que são expostos a óleo bruto de petróleo, por exemplo, além de inalar os vapores e absorvê-los, ainda tem sua temperatura corporal afetada, pois no caso das aves aquáticas suas penas atuam como um cobertor natural que mantém sua temperatura interna. As Brânquias dos peixes e de outros organismos aquáticos são profundamente afetadas e o processo de troca gasosa é danificado. Os produtos que sofrem biodegradação consomem o oxigênio dissolvido na água e os animais morrem quando os níveis tornam-se intoleráveis ao processo respiratório.

As substâncias químicas quando entram na corrente sanguínea afetam a saúde do animal e compromete as funções vitais do organismo, levando à perda do senso de direção, capacidade de alimentação e reprodução.

A-Z

Detoxificação
Processo de
desintoxicação celular.

Curiosidade



Figura 17.2: Encontro dos rios Barigui (com mancha de óleo) e o rio Iguaçu no estado do Paraná.

Fonte: <http://www.sefloral.com.br>

No ano de 2000, ocorreu o derramamento de cerca de 4 milhões de litros de óleo bruto de petróleo de base parafínica, devido a uma ruptura da junta de expansão de uma tubulação da Refinaria Getúlio Vargas (REPAR – Petrobrás). O vazamento atingiu uma porção de várzea denominado Arroio Saldanha, na cidade de Araucária – PR, este óleo derramado percorreu 1,8 mil metros até atingir ao Rio Barigui, estendo por cerca de 5 quilômetros rio abaixo atingindo o Rio Iguaçu que abastece a população a jusante (Figura 17.2); a multa aplicada à Petrobrás foi de 50 milhões de reais (SILVA et al., 2010).



Para saber mais sobre **Acidentes Ambientais:** Acesse o site <http://www.prevencaonline.net/2010/06/os-nove-maiores-acidentes-ambientais-da.html> e descubra quais foram os nove maiores desastres ambientais da história.



E os acidentes radioativos? Assista ao vídeo sobre acidente com radiação: <http://www.youtube.com/watch?v=WbJleROF1DA&feature=related>

Resumo

Nesta aula vimos que os acidentes ambientais, embora sejam considerados imprevisíveis, às vezes são provocados pelo descuido humano e as consequências são desastrosas aos organismos aquáticos, pois podem levar ao colapso dos órgãos vitais e até a morte dos mesmos. Na próxima aula iremos abordar outro tipo de contaminante ambiental: os hormônios ambientais.

Atividades de Aprendizagem

1. Observe a região onde você mora e liste quais são as atividades industriais e/ou comerciais capazes de provocar um desastre ambiental.

2. Cite as consequências de um derramamento de petróleo em ecossistema de água doce e em ambiente marinho.



Aula 18 – Os disruptores endócrinos: os hormônios ambientais

Vimos até agora que muitas são as substâncias que podem causar severos danos ao meio ambiente. Nesta aula abordaremos produtos que podem alterar consideravelmente a sobrevivência das espécies por interferir no sistema endócrino, ou seja, alterar os hormônios.

Você Sabia que o remédio que você toma pode se tornar um veneno para os organismos aquáticos?

18.1 O Sistema Endócrino

O sistema endócrino é formado por diversas glândulas constituídas por tecidos epiteliais que se ligam ao sangue e ao sistema nervoso e produzem secreções hormonais. Os hormônios são substâncias que circulam pelo organismo através do sangue e atua no controle e no estímulo de diversos órgãos, como os sexuais.

18.2 Os Disruptores Endócrinos

Os disruptores endócrinos ou hormônios ambientais são substâncias capazes de causar disfunção nas glândulas hormonais, aumentando ou diminuindo a secreção dos hormônios e, conseqüentemente, alterando a função de diversos órgãos.

De acordo com Santamarta (2001), os hormônios atuam em aspectos decisivos do desenvolvimento animal, desde a diferenciação sexual até a organização do cérebro, assim, essa classe de substâncias químicas representa um grave perigo antes do nascimento e nas primeiras etapas da vida.

Os disruptores endócrinos podem pôr em perigo a sobrevivência de espécies inteiras e, provavelmente, a longo prazo, da própria espécie humana

(SANTAMARTA, 2001)

Entre os efeitos devido aos disruptores endócrinos destaca-se a disfunção da **tiróide** em aves e peixes, deformidades em diversos tipos de animais, além de disfunção metabólica e interferência no sistema imunológico.

A-Z

Tiróide

A glândula tiróide é responsável pela produção dos hormônios conhecidos como T3 e T4, que estimulam o metabolismo celular. A carência destes hormônios pode acarretar problemas mentais e distúrbios fisiológicos, aumento do peso corpóreo, entre outros. O excesso desses hormônios pode levar à taquicardia e perda de peso.

Uma grande preocupação de diversos pesquisadores está no fato dessas substâncias atuarem no processo reprodutivo e provocar alteração do gênero e comportamento sexual de peixes, aves e mamíferos.

A baixa fertilidade em peixes e outros organismos aquáticos, aves e mamíferos também pode ser atribuída aos disruptores endócrinos por interferirem nos hormônios sexuais.

18.3 Principais Substâncias Tidas como Hormônios Ambientais

Segundo Alves et al. (2007), os principais compostos capazes de provocar alterações hormonais são:

Agrotóxicos: Destacam-se o diclorodifeniltricloroetano (DDT) e os organoclorados Dieldrin, Aldrin e Toxafeno

Fitalatos: são produtos usados para dar flexibilidade e durabilidade ao policloreto de vinila (PVC).

Dioxinas: são substâncias aromáticas essencialmente produzidas como subproduto de processos industriais, devido à combustão incompleta de compostos orgânicos.

Compostos polibrominados (CPB): são usados como retardadores de chama na fabricação de diversos equipamentos tais como aparelhos elétricos, tintas, produtos têxteis e aeronaves.

Bifenilas policloradas (BPC): são compostos organoclorados que apresentam alta estabilidade térmica e elevada constante dielétrica. Estas propriedades permitiram seu uso na produção de isolantes termoelétricos como: capacitores e transformadores elétricos, bombas de vácuo, turbinas, fluidos hidráulicos, resinas plastificantes, adesivos, aditivo anti-chama, óleos lubrificantes, pesticidas e papel carbono.

Bisfenol-A: é um composto utilizado na fabricação de plásticos policarbonatos e epóxi de resina, presentes na resina do forro de latas de alimento e bebida e na composição de material odontológico selante.

Além desses, ainda pode-se citar os **medicamentos**, especialmente, os

anti-inflamatórios como o Diclorofenaco de Sódio e Potássio e anticoncepcionais. Estas substâncias são de alto risco para os organismos aquáticos, pois estes produtos podem ser encontrados no esgoto doméstico, em forma pura, ou em metabólitos descartados pelo organismo nas **fezes** e **urina**.



Para Saber Mais Sobre os Disruptores Endócrinos, Acesse: <http://www.nossofuturoroubado.com.br/>

Resumo

Nesta aula abordamos as substâncias que são capazes de desregularizar as glândulas endócrinas que produzem diversos tipos de hormônios e, por isso, podem afetar o desenvolvimento de diversas espécies de animais. Entre elas destacam-se os agrotóxicos e alguns tipos de medicamentos, como os antiinflamatórios e anticoncepcionais. Em nossa próxima aula estudaremos como monitorar e biomonitorar os recursos hídricos.

Atividades de Aprendizagem

1. Liste os principais medicamentos que você utiliza no seu dia-a-dia. Algum deles está citado em nossa aula como disruptor endócrino?

2. Liste os principais produtos que você utiliza no seu dia-a-dia. Algum deles está citado em nossa aula como disruptor endócrino?

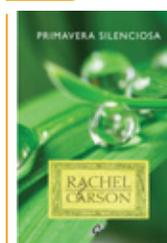


Figura 18.1: Livro Primavera Silenciosa.

Fonte: <http://cdcc.usp.br>

O livro Primavera Silenciosa (Fig. 17.3), escrito pela bióloga marinha Rachel L. Carson, em 1962, é considerado um marco na defesa do meio ambiente por mostrar os efeitos que o DDT podia provocar nos seres vivos.

Aula 19 – Monitoramento e biomonitoramento de recursos hídricos

Nas aulas anteriores abordamos a problemática ambiental que teve como foco a poluição pontual e difusa. Agora, teremos como objetivo estudar como avaliar a qualidade dos recursos hídricos, que é vital para sua profissão.

19.1 Monitoramento Ambiental

O que é monitorar?

Monitorar é avaliar periodicamente a qualidade, ou parâmetros, ao longo do tempo. Difere de **diagnóstico** porque, enquanto esse elucida pontualmente e em **uma única vez** as condições diversas de determinado aspecto ambiental, o monitoramento realiza as mesmas análises distintas vezes em intervalos pré-definidos, como por exemplo, em estações do ano como inverno e verão, ou estações de seca e chuvosa.

Contudo, o monitoramento ambiental fixa-se basicamente em avaliar parâmetros físico-químicos como o pH da água, a taxa de DBO (demanda bioquímica de oxigênio), cor, turbidez, concentração de diversas substâncias que possam poluir o ambiente aquático, temperatura, entre outras.

Muitas vezes, o monitoramento pode ser diário, ou em tempo real de forma contínua, que pode ser realizado por estações autônomas que analisam muitos parâmetros da qualidade da água (Fig. 19.1) e que podem transmitir os dados diretamente para os computadores de uma agência ambiental, por exemplo.



Figura 19.1: Estação de monitoramento automatizada.

Fonte: <http://www.odebrechtonline.com.br>

19.2 Biomonitoramento

Enquanto o monitoramento realiza a avaliação das condições abióticas da água, o biomonitoramento está relacionado a avaliação dos organismos que vivem naquele ambiente, ou foram expostos em condições controladas, como tanques redes, com a finalidade de obter informações sobre a qualidade do ecossistema.

O que é um biomonitor?

Um biomonitor é um organismo alvo que indica a presença de contaminantes ou a qualidade do recurso hídrico.

As espécies escolhidas para serem biomonitores estão relacionadas com o que se pretende avaliar. Por exemplo, quando se deseja verificar a bioacumulação ou **biomagnificação** de um determinado poluente como o mercúrio, deve-se utilizar um organismo de topo de cadeia trófica, como a espécie *Hoplias malabaricus* (Traíra) (Fig. 19.1) que, por ser carnívora, tende a absorver e bioacumular as diversas substâncias dispersas naquele ambiente.

A-Z

Biomagnificação

Ocorre quando a concentração de determinada substância é maior nos organismos analisados do que a encontrada no ambiente natural.



Para Saber Mais Sobre Biomonitoramento, Acesse: http://www.cnpma.embrapa.br/download/documentos_36.pdf



Figura 19.2: Exemplo de espécie biomonitora de topo de cadeia trófica *Hoplias malabaricus* (traíra).

Fonte: <http://www.pescariabrasil.com.br>

Resumo

Nesta aula estudamos a diferença entre diagnóstico ambiental e monitoramento, e a aplicação de biomonitores, que são organismos alvo, na avaliação da qualidade ambiental dos recursos hídricos. Na próxima aula abordaremos como os recursos hídricos e os organismos que nele vivem podem se depurar dos agentes poluentes.

Atividades de Aprendizagem



1. Verifique na sua região quais seriam os animais indicados para serem biomonitores.

2. Qual a diferença entre Monitoramento Ambiental e Biomonitoramento?

Anotações

Aula 20 – Processos de depuração dos recursos hídricos

Os recursos hídricos recebem diariamente centenas, ou até milhares, de substâncias químicas oriundas das mais diversas ações antrópicas, contaminando-os e colocando em risco a saúde animal. No entanto, eles podem, por processo natural, recuperar sua qualidade a qual foi afetada pelo processo de depuração, que será hoje o objetivo de nossa aula.

20.1 O que é depuração?

Depurar um recurso hídrico significa fazê-lo **retornar** às condições iniciais que possuía antes de uma perturbação, como o lançamento de esgoto doméstico.

A redução da concentração de oxigênio dissolvido é um dos principais resultados do lançamento de substâncias ricas em matéria orgânica no corpo hídrico.

Inicialmente, ao receber a matéria orgânica, diversas espécies de bactérias aeróbias se proliferam com o intuito de realizar a sua biodegradação, com isso elas consomem o oxigênio dissolvido na água, levando a uma redução drástica em sua concentração, ao mesmo tempo em que sua Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) eleva-se (Fig. 20.1) (MOTA, 2000).

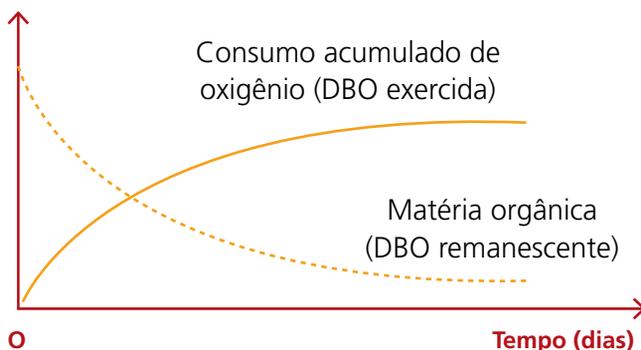


Figura 20.1: Curva de consumo de DBO. Note que à medida que o tempo passa a DBO acumulada aumenta, porém a matéria orgânica diminui.

Fonte: ANDRADE, 2010.

20.2 Autodepuração de Recursos Hídricos

A recuperação da qualidade da água por um corpo hídrico através de processos naturais chama-se autodepuração.

Segundo Mota (2000) e Andrade (2010), existem basicamente quatro zonas na qual o corpo d'água realiza a autodepuração:

- 1. Zona de Degradação:** ocorre logo após o lançamento da carga orgânica. Ocorre uma queda drástica do oxigênio dissolvido, com aumento da DBO. As águas têm aspecto escuro. Ocorre sedimentação de material sólido; o teor de gás amônia cresce; bactérias e fungos se multiplicam, atingindo valores elevados.
- 2. Zona de Decomposição Ativa:** o oxigênio dissolvido atinge o valor mínimo, a DBO decresce, o número de bactérias e fungos diminui e o nitrogênio é encontrado na forma de amônia; presença de bactérias anaeróbias com extinção quase total de organismos aeróbios.
- 3. Zona de Recuperação:** O teor de oxigênio dissolvido na água volta a crescer até atingir valores próximos ao inicial antes da perturbação; o nitrogênio predomina, principalmente, na forma de nitratos e nitritos; o número de bactérias e fungos é reduzido; presença de seres aeróbios como os peixes e proliferação de microalgas.
- 4. Zona de Águas Limpas:** Os valores dos índices bacteriológicos, de DBO e oxigênio dissolvido retornam aos valores iniciais; são encontrados organismos aeróbios como os peixes.

As figuras 20.2 e 20.3 mostram as características de cada uma das zonas e a relação da concentração de oxigênio dissolvido e da DBO.

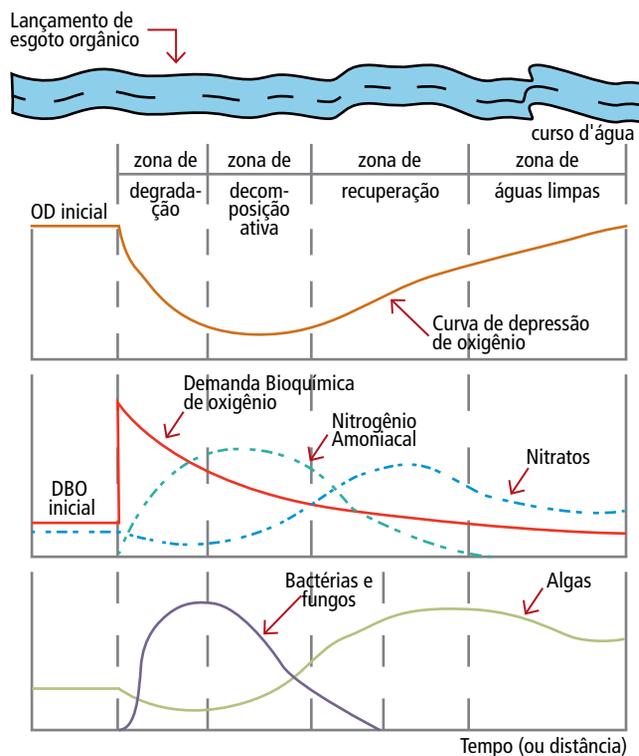


Figura 20.2: Zonas de depuração e suas características.
 Fonte: <http://guiaecologico.files.wordpress.com>



Figura 20.3: As zonas de autodepuração de um recurso hídrico.
 Fonte: ANDRADE (2010).

Algumas vezes, o impacto devido ao lançamento de efluentes industriais ou doméstico do corpo hídrico receptor altera **permanentemente** as características da água com o aumento da concentração de compostos inorgânicos tais como os fosfatos, nitratos e diversas outras substâncias.

Alguns fatores contribuem para a autodepuração tais como a diluição, pois quanto maior for a vazão da água em relação ao efluente recebido, maior será sua capacidade de autodepuração e menor os impactos provocados; a turbulência da água, pois provoca aumento na concentração de oxigênio



Accese o Link abaixo e leia uma matéria sobre o poder de autodepuração do Rio Paraguai: <http://www.diarionline.com.br/index.php?s=noticia&id=12011>

dissolvido; a temperatura e luz solar também influenciam na produção e concentração de oxigênio.

Resumo

Nesta aula vimos que os recursos hídricos têm capacidade de realizar a depuração, ou recuperação da qualidade das características físico-químicas da água, como o oxigênio dissolvido, quando recebe uma carga de efluentes rica em matéria orgânica através do processo de autodepuração que consiste em quatro zonas: degradação, de decomposição ativa, de recuperação e águas limpas.



Assista ao vídeo sobre a poluição do Rio Tietê no Estado de São Paulo:
<http://www.youtube.com/watch?v=WXD0lxFY4aU>



Atividades de Aprendizagem

1. Como você avalia a qualidade dos recursos hídricos da região onde você habita?

2. Explique porque a intensidade luminosa e a temperatura influenciam na produção de oxigênio no ambiente aquático.

Referências

ALVES, C.; FLORES, L.C.; CERQUEIRA, T.S.; Toralles, M.B.P., 2007. Exposição ambiental a interferentes endócrinos com atividade estrogênica e sua associação com distúrbios puberais em criança. *Cad. Saúde Pública*. 23, 1005-1014.

ANDRADE, L.N., 2010. Autodepuração dos corpos d'água. *Rev. biologia* 5, 15-18.

ATSDR - AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. Total petroleum hydrocarbons, 1999. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles>. Acesso em: 27 de jul. 2011.

AZEVEDO, S.M.F.O., 2003. Manual de curso, ecotoxicologia de cianobactérias e qualidade de água. 63p.

BEGON, Michael et.al. Fundamentos em Ecologia. Editora Artmed. Porto Alegre, 2006.

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE., 2004. Portaria nº518, de 25 de março de 2004. Diário Oficial da União nº 59, seção I: 166. Brasília, DF.

CLEMENTE, Z., BUSATO, R., OLIVEIRA RIBEIRO, C.A., CESTARI, M. M., RAMSDORF, W., MAGALHÃES, V. F., SILVA DE ASSIS, H.C., 2010. Analyses of paralytic shellfish toxins and biomarkers in a Southern Brazilian reservoir. *Toxicon*. 55, 396-406.

Coletânea legislação sobre recursos hídricos- Florianópolis: Secretária de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente., 2001.

CONAMA, Resolução 07 de 23 de julho de 1996

FUTEMA, Edson. O Ecossistema Marinho. Editora Ática, São Paulo, 2000.

GRAHAM, L.E. , WILCOX, L.W. Algae. Prentice Hall, New York, 2000, 650p.

GUTIÉRREZ, J.L., JONES, C.G., STRAYER, D.L., IRIBARNE, O.O., 2003. Mollusks as ecosystem engineers: the role of shell production in aquatic habitats. *Oikos* 101, 79-90.

HAEMIG, P.D. Engenheiros do Ecossistema: Organismos que Criam, Modificam e Mantêm Habitats. *ECOLOGIA. INFO* 12. Disponível em: < <http://www.ecologia.info/engenheiros-do-ecossistema.htm>> Acesso em 26 de setembro de 2011.

MALTCHIK, L., 1999. Ecologia de rios intermitentes tropicais. In:Pompêo, M.L.M (Ed.). *Perspectivas na Limnologia Brasileira*, 198 p.

MOSCHINI-CARLOS, V., 1999. Importância, estrutura e dinâmica da comunidade perifítica nos ecossistemas aquáticos continentais. In: Pompêo, M.L.M (Ed.). *Perspectivas na Limnologia Brasileira*, PP. 91-103.

- MOTA, S. Introdução à Engenharia Ambiental. ABES, Rio de Janeiro, 2000. 416p.
- NEFF, H.M., 1978. Polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment sources, fates and biological effects. Applied Science Publishers Ltd, UK.
- NEIMAN, Zisman. Era verde? ecossistemas brasileiros ameaçados. São Paulo: Atual, 1989.
- ODUM, E. P., 2007. Fundamentos de ecologia. Thomson Learning, 486p.
- PEDROZO, M.F.M., BARBOSA, E.M., CORSEUIL, H.X., SCHENEIDER, M.R., PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Ministério do Meio Ambiente- MMA. Brasília, DF, 2005.
- LINHARES, M.M., 2002. Ecotoxicologia e Avaliação de Risco do Petróleo. Série Cadernos de Referência Ambiental v.12. Salvador, Brasil.
- Pereira, R.S. Poluição Hídrica: causas e consequências. Disponível em: <<http://www.vetorial.net/~regissp/pol.pdf>>. Acesso em 20 de agosto de 2011.
- Ciência. Disponível em: < <http://ciencia.hsw.uol.com.br/geleiras.htm> > Acesso em 01 de outubro de 2011.
- Aquífero. Disponível em: <<http://www.riosvivos.org.br/Canal/Aquifero+Guarani/278>> Acesso em 01 de outubro de 2011.
- Maralberto. Disponível em: < <http://www.maralberto.ufc.br/estuario.htm> >
- Escola Interativa. < <http://www.escolainterativa.com.br/>> Acesso em Acesso em 01 de outubro de 2011.
- RICKLEFS, Robert E. A Economia Da Natureza. Editora Guanabara Koogan S.A.2003.
- SANTAMARTA, J., 2001. A ameaça dos disruptores endócrinos. Agroecol. Desenv. Rur. Sustent. 3, 18-29.
- SILVA, C.A., OBA, E.T., RAMSDORF, W.A., MAGALHÃES, V.F., CESTARI, M.M., OLIVEIRA
- RIBEIRO, C.A., SILVA DE ASSIS. H.C., 2011. First report about saxitoxins in freshwater fish *Hoplias malabaricus* through trophic exposure. *Toxicon*. 57, 141–147.
- SILVA, C.A., OLIVEIRA RIBEIRO, C.A., KATSUMITI, A., ARAUJO, M.L.P., ZANDONA, E. M., COSTA SILVA, G.P., MASCHIO, J., ROCHE, H., SILVA DE ASSIS, H.C., 2009. Evaluation of waterborne exposure to oil spill 5 years after an accident in Southern Brazil. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 72, 400–409.
- TOLA, José. Atlas de Zoologia. FTD. São Paulo, 2007.
- THOMAZ, S.M., 1999. O papel ecológico das bactérias e teias alimentares microbianas em ecossistemas aquáticos. In: Pompêo, M.L.M (Ed.). *Perspectivas na Limnologia Brasileira*, 198 p.
- UIEDA, V. S., 1999. Experimentos de manipulação de organismos

USEPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Office of compliance. Office of enforcement and compliance assurance. Profile of the petroleum refining industry. Washington, DC, 1995.

YUNES, J.S., CUNHA, N.T., BARROS, L.P., 2003. Cyanobacterial neurotoxins from Southern Brazil. *Com. Toxicol.* 9, 103-115.

Referências das imagens

Figura 1.1: Biomas brasileiros.

Fonte: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6a/brazil_vegetationmap.jpg

Figura 2.1: Bexiga natatória dos peixes.

Fonte: <http://www.google.com.br/imgres?imgurl=http://aquariofilia.org>

Figura 3.1 - Cadeia Alimentar aquática.

Fonte: <http://www.google.com.br/search?hl=pt-BR&biw=943&bih=387&prmd=imvns&tbm=isch&source=univ&sa=X&ei=spyCTr2rLsOatwfk7cT5AQ&sqi=2&ved=0CEUQsAQ&q=cadeia%20alimentar%20dos%20peixes%20imagem>

Fig.3.2: Teia Alimentar aquática. Fonte: www.prof2000.pt/usersccaf/exercicios/ecossistemas/teias.htm.

Figura 4.1: Disco de Secchi.

Fonte: <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/disco.gif>

Figura 4.2: Tensão superficial.

Fonte: <http://curiofisica.com.br/wp-content/uploads/2009/06/tensao-superficial.jpg>

Figura. 5.1: Exemplos de animais aquáticos.

Fonte: www.sobiologia.com.br

Figura 5.2: Osmorregulação realizada em peixe de água doce.

Fonte: www.sobiologia.com.br

Figura 6.1: Típica vegetação de mangue.

Fonte: <http://www.suapesquisa.com/geografia/vegetacao/mangues.htm>

Figura 6.2: Vegetação Restinga.

Fonte: <http://static.infoescola.com/wp-content/uploads/2009/10/Restinga.jpg>

Figura 7.1: Aves em Estuários.

Fonte: http://1.bp.blogspot.com/_oW_RmJDOPEE/S9uclqzx20I/AAAAAAAAAQs/Daji6jbtwM/s1600/Aves.jpg

Figura 8.1: Lagoa Costeira.

Fonte: <http://www.google.com.br/lagoacosteira>

Figura 9.1: Exemplo de Bacia Hidrográfica.

Fonte: <http://www.caminhodasaguas.ufsc.br/bacia.jpg>

Figura 10.1 Exemplo de comunidade perifítica.

Fonte: <http://sistemas.vitoria.es.gov.br/ecbh/arquivos/LIMO2%20comp.JPG>

Figura 10.2: Exemplo de espécie que se alimenta da comunidade perifítica: Acará (*Geophagus brasiliensis*).

Fonte: http://3.bp.blogspot.com/-sCqR_p9V9gQ/Teb1TqcY1MI/AAAAAAAAATec/XU2mb6kcCtE/s1600/ACAR%25C3%2581%2B%2528Geophagus%2Bbrasiliensis%2529.jpg

Figura 11.1: Exemplo de bactéria.

Fonte: <http://4.bp.blogspot.com/-mN96NWoYw-0/TclroAYYJ5I/AAAAAAAAAU/RvmESNibGpc/s1600/bacteriasssss.jpg>

Figura 12.1: Castor, exemplo de engenheiro de ecossistema.

Fonte: <http://imageshack.us/photo/my-images/214/castor.jpg/sr=1>

Figura 12.2: Prochilodus, um engenheiro do ecossistema aquático.

Fonte: http://i1.trekearth.com/photos/39785/a958-rio_da_prata.jpg

Figura 13.1: Região semi-árida brasileira.

Fonte: <http://perlbal.hi-pi.com/blog-images/367847/gd/1241131012/BRASIL-SEMI-ARIDO.gif>

Figura 13.2: Leito de um rio temporário em época de seca.

Fonte: <http://2.bp.blogspot.com/-w2c4rVdjZnQ/TlfScURuDel/AAAAAAAAAig/Znn05b-vBYI/s1600/rio+seco.jpg>

Figura 14.1: Eutrofização: observe as manchas esverdeadas na água, elas indicam a proliferação de cianobactérias. Fonte: <http://4.bp.blogspot.com/-kPJh4UxgUnM/Tcs1LfoyOKI/AAAAAAAAAKI/r06Hi0cxgvo/s1600/algas-lagoa-da-tijuca-300x212.jpg>

Figura 16.1: Estrutura de um Hidrocarboneto Aromático.

Fonte: <http://www.iped.com.br/sie/uploads/19663.jpg>

Figura 16.2: Alterações em brânquias de peixe expostos a fração solúvel de petróleo. A: Brânquias sem alterações. B: Necrose (seta). C: Hipertrofia das células epiteliais(*), fusão apical (seta). D: Aneurisma (seta). E: Fusão lamelar (seta). Barra: 50 µm.

Fonte: SILVA et al., 2010.

Figura 17.1: Acidente ambiental com derramamento de produtos químicos.

Fonte: http://1.bp.blogspot.com/_p6bAOrT2CK4/TDuubGRHk5I/AAAAAAAAABw/zpQc1krBiA/s1600/19_MHG_rio_oleo.jpg

Figura 17.2: Encontro dos rios Barigui (com mancha de óleo) e o rio Iguaçu no estado do Paraná.

Fonte: <http://www.sefloral.com.br/18070006.jpg>

Figura 18.1: Livro Primavera Silenciosa.

Fonte: http://cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_26/eduambientalimagem/livrorc.gif

Figura 19.1: Estação de monitoramento automatizada.

Fonte: <http://www.odebrechtonline.com.br/imagens/banco/05001-05100/5004.jpg>.

Figura 19.2: Exemplo de espécie biomonitora de topo de cadeia trófica *Hoplias malabaricus* (traíra).

Fonte: <http://www.pescariabrasil.com.br/wp-content/uploads/2010/11/traira12.gif>

Figura 20.1: Curva de consumo de DBO. Note que à medida que o tempo passa a DBO acumulada aumenta, porém a matéria orgânica diminui.

Fonte: ANDRADE, 2010.

Figura 20.2: Zonas de depuração e suas características.

Fonte: <http://guiaecologico.files.wordpress.com/2011/07/screen-shot-2011-04-19-at-2-28-13-pm.png>.

Figura 20.3: As zonas de autodepuração de um recurso hídrico.

Fonte: ANDRADE (2010).

Atividades autoinstrutivas

1. São características de Ambientes Tropicais:

- a) solo rico em nutrientes.
- b) alta amplitude térmica e dias longos e 3 estações bem definidas.
- c) frio o ano inteiro.
- d) quentes o ano inteiro, baixa amplitude térmica, dias curtos, apresentando o bioma mais produtivo da Terra.
- e) Todas as alternativas corretas.

2. Pode-se definir como bioma:

- a) Conjunto de animais de um determinado local.
- b) Forma como os animais desempenham suas funções na cadeia alimentar.
- c) Um tipo grande de comunidade ecológica.
- d) Conjunto específico de plantas de um determinado local.
- e) Todas as alternativas estão corretas.

3. A água oferece grande resistência aos peixes, que é superada:

- a) pelo formato, que geralmente é alongado.
- b) Pela respiração branquial.
- c) Pela linha lateral.
- d) Pelo muco que envolve o peixe.
- e) Todas as alternativas anteriores estão corretas.

4. Ajuda na flutuação e permite manter o equilíbrio em diferentes profundidades sem muito esforço muscular. A afirmação refere-se à função de uma importante adaptação presente nos peixes ósseos, chamada:

- a) Linha lateral.
- b) Bexiga natatória.
- c) Respiração branquial.
- d) Nadadeiras.
- e) Escamas.

5. Sobre Teia Alimentar é correto afirmar que:

- I - É uma sequência de seres vivos que dependem uns dos outros para se alimentar.
- II - É um conjunto de cadeias alimentares conectadas.
- III - alga → peixes menores → peixes maiores.

Estão corretas:

- a) somente I.
- b) somente II.
- c) somente III.
- d) somente I e III.
- e) todas as alternativas anteriores estão corretas.

6. A perda de energia, ao longo da cadeia alimentar, cresce consideravelmente a cada mudança de nível e são decorrentes do:

- a) Consumo de energia para processar a digestão.
- b) Consumo de energia para processar a absorção.
- c) Consumo de energia para processar a excreção.
- d) Consumo de energia para manutenção da vida.
- e) Todas as alternativas anteriores estão corretas.

7. Entende-se por Limnologia:

- a) Estudo da terra.
- b) Estudo da água.
- c) Estudo da atmosfera.
- d) Estudo das rochas.
- e) Estudo dos seres vivos.

8. Água possui numerosas propriedades físicas tais como:

- a) Temperatura, cor, O₂, transparência.
- b) O₂, CO₂, N₂, CH₄, H₂S.
- c) Temperatura. Cor, transparência, tensão superficial.
- d) Bactérias e plâncton.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.

9. A diferença entre mar e oceano está:

- a) Na quantidade de sal dissolvido na água tornando uma delas quase doce.
- b) Na distância da costa.
- c) Quantidade de oxigênio abundante próximo ao continente.
- d) Quantidade de seres vivos por m².
- e) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.

10. Animais Eurialinos:

I - Vivem parte da vida nos rios e parte no mar.

II - Quando estão no mar bebem água salgada e excretam o excesso de sal através das brânquias.

III - São exemplos os siris que vivem em mangues e estuários.

São corretas:

- a) Somente I.
- b) Somente II.
- c) Somente III.
- d) Todas as alternativas anteriores estão corretas.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.

11. Solo pobre em oxigênio que é obtido pelas plantas fora dele. A formação vegetal possui raízes externas. A afirmação refere-se:

- a) rios.
- b) lagos.
- c) restinga.
- d) mangue.
- e) geleiras.

12. O Aquífero Guarani é a principal reserva subterrânea de água doce da América do Sul situado:

- a) Brasil.
- b) Brasil, Argentina e Paraguai.
- c) Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai.
- d) Argentina, Uruguai e Paraguai.
- e) Brasil, Uruguai e Paraguai.

13. São muito importantes para o ciclo de todos os nutrientes na Natureza, responsável pela decomposição da matéria. A afirmação refere-se:

- a) produtores.
- b) consumidores.
- c) decompositores.
- d) plantas aquáticas.
- e) animais aquáticos.

14. Produtores, consumidores e decompositores são componentes de:

- a) Teia alimentar.
- b) Cadeia alimentar.
- c) Nicho ecológico.
- d) Habitat.
- e) todas as alternativas anteriores estão corretas.

15. Os estuários estão sujeitos às Marés Vermelhas por:

- a) ser um ambiente rico em nutrientes produtivos, com muitas algas formando um tapete fotossintetizante.

- b) por apresentar uma grande quantidade de nutrientes e uma alta temperatura.
- c) por não apresentar nenhum tipo de alga.
- d) por apresentar águas marinhas e continentais e com a quantidade de O₂ diminuída.
- e) nenhuma das alternativas anteriores está correta.

16. Numa definição mais completa, lagoas são:

- a) pequenas depressões preenchidas com água da chuva.
- b) grandes depressões preenchidas com água da chuva.
- c) pequenas depressões preenchidas com água do mar.
- d) muito abundantes e variam desde pequenas depressões preenchidas com água da chuva ou do mar.
- e) nenhuma das alternativas anteriores está correta.

17. Nas bacias hidrográficas existem as entradas e saídas de água.

Como entradas podemos citar:

- a) precipitação e o fluxo de água subterrânea.
- b) formação de rios e lagos.
- c) formação de reservatórios subterrâneos.
- d) precipitação e lagos.
- e) todas as alternativas anteriores estão corretas.

18. Cuidar da água é uma questão de sobrevivência e depende da decisão de cada pessoa. Quais nossas ações neste sentido?

- I - Conscientizar as pessoas sobre suas ações.
- II - Entender e colocar em prática a Agenda 21.
- III - Ignorar o assunto.

- a) Somente I está correta.
- b) Somente II está correta.
- c) Somente III está correta.
- d) Somente I e II estão corretas.
- e) Todas as alternativas estão corretas.

19. A maior quantidade de água disponível ao consumo humano não ultrapassa:

- a) 95%
- b) 1%
- c) 3%
- d) 4%
- e) nenhuma das alternativas anteriores.

20. Resumidamente podemos dizer que a água dos rios, lagos, oceanos, vegetação, animais e solo evapora. O vapor de água se move na atmosfera, podendo vir a se concentrar na forma de nuvens. A água das nuvens pode se precipitar retornando aos oceanos, rios e ao solo.

Essa definição refere-se:

- a) Precipitação
- b) Ciclo hidrológico
- c) Formação de aquíferos
- d) Desenvolvimento de bacias hidrográficas
- e) todas as alternativas anteriores

21. O primeiro Plano Nacional de Recursos Hídricos está em fase de elaboração através de um processo técnico, social e político de discussão e negociações que envolvem as diferentes instituições, os segmentos e atores sociais brasileiros. Sua elaboração está a cargo da:

- a) Secretaria Nacional de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, com participação do CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos.
- b) CNRH- Conselho Nacional de Recursos Hídricos.
- c) Secretaria Municipal de Meio Ambiente.
- d) IBAMA.
- e) Todas as alternativas anteriores.

22. Como objetivos do Conselho Nacional de Recursos Hídricos podemos citar:

- I - Orientar as decisões de governo e das instituições que compõem o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.
- II - Propor a implementação de programas nacionais e regionais.
- III - Promover a harmonização e adequação de políticas públicas para buscar o equilíbrio entre a oferta e a demanda de água.
- IV - Orientar a formação de ONGs que defendam a causa.

Estão corretas:

- a) alternativa I
- b) alternativa II
- c) alternativa III
- d) Somente as alternativas I, II e III
- e) todas as alternativas estão corretas

23. Sobre o perifiton é correto afirmar:

- I – É o mesmo que líquens.
- II – É o mesmo que limo.
- III – É formado unicamente por microalgas.

Estão corretas:

- a) Somente I;
- b) Somente II;
- c) Somente III;
- d) Somente I e II;
- e) Todas as alternativas estão corretas.

24. A comunidade perifítica é formada por diversos organismos, exceto:

- a) fungos;
- b) microalgas;
- c) grandes predadores;
- d) bactérias;
- e) protozoários.

25. A importância do perifíton está em:

I – Pode ser utilizada como bioindicador da qualidade ambiental do ecossistema aquático.

II – Pode ser utilizado no pré-tratamento de efluentes industriais.

III – Não faz parte da cadeia trófica por não possuir nutrientes suficientes.

Estão corretas:

- a) Somente I;
- b) Somente II;
- c) Somente III;
- d) Somente I e II;
- e) Todas as alternativas estão corretas.

26. Sobre as bactérias no ambiente aquático é correto afirmar:

I – São sempre prejudiciais à saúde humana.

II – São seres unicelulares eucariontes.

III – Das espécies de organismos conhecidos, são consideradas as mais numerosas e são encontradas em praticamente todos os ecossistemas conhecidos.

Estão corretas:

- a) Somente I;
- b) Somente II;
- c) Somente III;
- d) Somente I e II;
- e) Somente I e III.

27. As alternativas abaixo condizem sobre as bactérias no ambiente aquático, exceto:

- a) Estão entre os maiores organismos presentes na água;
- b) São seres unicelulares procariontes;
- c) O tempo de duplicação da célula varia entre 15 min e 2 horas;
- d) É encontrada em número elevado, chegando a 100 bilhões de células/mL em ambiente rico em nutrientes oriundo de matéria orgânica.
- e) estão relacionadas à decomposição de matéria orgânica.

28. Analise as assertivas abaixo sobre as bactérias no ambiente aquático.

I – as bactérias atuam na transformação do Carbono Orgânico Dissolvido (COD) em frações particuladas.

II – O elo microbiano é responsável pela transferência do carbono nas teias alimentares.

III – Além do Carbono, as bactérias também são importantes na ciclagem do fósforo, elemento indispensável aos produtores primários do ecossistema aquático.

Estão corretas:

- a) Somente I;
- b) Somente II;
- c) Somente III;
- d) Somente I e II;
- e) Todas as alternativas estão corretas.

29. Avalie as afirmações sobre os engenheiros dos ecossistemas:

I – A perturbação biológica das rochas efetuada por peixes é um exemplo de engenharia de ecossistema.

II – Um engenheiro do ecossistema modifica as condições do ambiente, promovendo uma dinâmica entre as espécies de uma comunidade biótica.

III – O castor é um exemplo de engenheiro do ecossistema aquático, pois é considerado um produtor primário.

Estão corretas:

- a) Somente I;
- b) Somente II;
- c) Somente III;
- d) Somente I e II;
- e) Todas as alternativas estão corretas.

30. Avalie as assertivas abaixo e marque a alternativa correta.

I – Os engenheiros do ecossistema ao perturbar o ambiente natural não pro-

voca aumento da abundância de espécies, apenas a redução.

II – Embora os engenheiros do ecossistema modifiquem os habitats, eles não influenciam na distribuição de recursos.

III - A perturbação biológica dos sedimentos provocada pelo engenheiro do ecossistema pode influenciar nos padrões de abundância e distribuição de outras espécies, como algas e invertebrados de uma determinada região.

Estão corretas:

- a) Somente I;
- b) Somente II;
- c) Somente III;
- d) Somente I e II;
- e) Todas as alternativas estão corretas.

31. Sobre os rios é correto afirmar:

I – Os perenes são aqueles que são intermitentes.

II – Os temporários são os rios perenes.

III – Rios temporários são os mesmos que rios intermitentes.

Estão corretas:

- a) Somente I;
- b) Somente II;
- c) Somente III;
- d) Somente I e II;
- e) Todas as alternativas estão corretas.

32. Sobre os rios efêmeros é correto:

I – São comuns no sul do Brasil, devido às características geológicas.

II – São comuns na região nordeste, no semi-árido.

III – Não são influenciados pelas estações de chuva e seca.

Estão corretas:

- a) Somente I;
- b) Somente II;
- c) Somente III;
- d) Somente I e II;
- e) Todas as alternativas estão corretas.

33. Os rios intermitentes:

I – estão normalmente assentados sobre solos argilosos, daí a problemática

da impermeabilidade.

II – Sofrem perturbações sazonais, alterando as características de seus substratos.

III – As comunidades que formam o perifíton não é afetada devido à sazonalidade sofrida pelos rios intermitentes.

Estão corretas:

- a) Somente I;
- b) Somente II;
- c) Somente III;
- d) Somente I e II;
- e) Todas as alternativas estão corretas.

34. Analise as alternativas e marque a correta sobre Resistência e Resiliência ecológica:

- a) Resistência é uma característica de quanto tempo o ecossistema demora para retornar ao equilíbrio.
- b) Resiliência é a capacidade de uma determinada espécie de resistir uma agressão ambiental.
- c) Um exemplo de resistência é a capacidade de uma determinada espécie tolerar uma agressão ambiental, como o fogo.
- d) Quanto maior for a resistência do ecossistema, também será sempre maior sua capacidade de resiliência.
- e) Um exemplo de resiliência é a capacidade de uma determinada espécie tolerar uma agressão ambiental, como o fogo.

35. Sobre a ecotoxicologia é correto afirmar:

I – é a mesma toxicologia clássica, visando sempre a saúde humana em detrimento à saúde ambiental.

II – Está baseada numa visão holística, contemplando o todo, inserindo o homem como integrante do ecossistema.

III – Está baseada na visão cartesiana, avaliando somente os efeitos dos tóxicos dos poluentes nos animais.

Estão corretas:

- a) Somente I;
- b) Somente II;
- c) Somente III;
- d) Somente I e II;
- e) Todas as alternativas estão corretas.

36. Analise as assertivas sobre as cianobactérias:

I – São organismos microscópios com características de vegetais e bactérias simultaneamente.

II – Sob determinadas condições podem proliferar intensamente em florações, alterando as características do ambiente aquático.

III – Não são prejudiciais à saúde animal, pois nenhuma das espécies apresenta toxicidade.

Estão corretas:

- a) Somente I;
- b) Somente II;
- c) Somente III;
- d) Somente I e II;
- e) Todas as alternativas estão corretas.

37. Todas as alternativas abaixo estão corretas, exceto:

- a) As cianobactérias são as responsáveis pelo fenômeno da eutrofização.
- b) A eutrofização é a entrada, ou aporte, de nutrientes no recurso hídrico.
- c) Os nutrientes disponibilizados pelo esgoto doméstico, por exemplo, provocam florações de cianobactérias.
- d) Algumas espécies de cianobactérias podem produzir toxinas, as chamadas cianotoxinas.
- e) As cianotoxinas podem ser bioacumuladas no organismo exposto, como os peixes.

38. Sobre as cianotoxinas, analise as assertivas abaixo:

I – São divididas em três grandes grupos: hepatoxinas, dermatoxinas e neurotoxinas.

II – As hepatoxinas são substâncias que agem sobre o sistema nervoso, especialmente, sobre os neurônios.

III – As Saxitoxinas são exemplos de dermatoxinas.

Estão corretas:

- a) Somente I;
- b) Somente II;
- c) Somente III;
- d) Somente I e II;
- e) Todas as alternativas estão corretas.

39. Sobre a poluição é correto afirmar:

I – Pode ter origem química, física ou biológica.

II – Ocorre quando a concentração e a disposição de determinada substância está em ambiente inapropriado para tal.

III – Pode levar os organismos aquáticos à morte.

Estão corretas:

- a) Somente I;
- b) Somente II;
- c) Somente III;
- d) Somente I e II;
- e) Todas as alternativas estão corretas.

40. Marque a alternativa correta:

- a) A poluição difusa é a poluição pontual, como o ponto de lançamento de esgoto doméstico no corpo hídrico.
- b) A poluição pontual é a mesma que poluição difusa.
- c) Exemplo de poluição difusa são as enxurradas que carregam agrotóxicos para os recursos hídricos.
- d) Exemplo de poluição pontual são as enxurradas que carregam agrotóxicos para os recursos hídricos.
- e) Todas as alternativas anteriores estão incorretas.

41. Avalie as assertivas sobre os poluentes hídricos.

I – Os biodegradáveis são aqueles que não podem ser metabolizados pelos microrganismos.

II – O diclodifeniltricloroetano (DDT) é um exemplo de poluente biodegradável.

III – Os radicais livres são compostos gerados pelas células devido aos poluentes e podem causar danos ao DNA.

Estão corretas:

- a) Somente I;
- b) Somente II;
- c) Somente III;
- d) Somente I e II;
- e) Todas as alternativas estão corretas.

42. Sobre o petróleo no ecossistema aquático:

I – O petróleo pode liberar diversas substâncias poluentes, podendo contaminar o meio ambiente durante a sua extração, transporte, armazenamento, refino e na queima para a produção de energia.

II – Constitui uma fonte de energia segura, pois não se tem registros de aci-

dentes que tenham causado morte de organismos marinhos.

III – É considerado uma fonte de energia limpa por conter hidrocarbonetos aromáticos.

Estão corretas:

- a) Somente I;
- b) Somente II;
- c) Somente III;
- d) Somente I e II;
- e) Todas as alternativas estão corretas.

43. Avalie as assertivas abaixo:

I – Entre as substâncias encontradas no petróleo estão os metais pesados.

II – Hidrocarbonetos, enxofre e nitrogênios são exemplos de substâncias encontradas na composição do petróleo.

III – O derramamento de petróleo é raro hoje em dia, com pequenos impactos ambientais sobre o ecossistema aquático.

Estão corretas:

- a) Somente I;
- b) Somente II;
- c) Somente III;
- d) Somente I e II;
- e) Todas as alternativas estão corretas.

44. Sobre os efeitos dos peixes à exposição do petróleo é correto afirmar:

I – Podem apresentar alterações cardíacas e respiratórias.

II – As escamas protegem os peixes da ação nociva dos produtos que constitui o petróleo.

III – A reprodução dos animais expostos pode ficar comprometida e, em alguns casos, pode provocar anomalias genéticas quando em exposição crônica.

Estão corretas:

- a) Somente I;
- b) Somente II;
- c) Somente III;
- d) Somente I e III;
- e) Todas as alternativas estão corretas.

45. Sobre os acidentes ambientais:

I – Dentre as causas está a falta de manutenção preventiva.

II – O acondicionamento inadequado de substâncias químicas é apontado como uma das causas de acidentes.

III – A presença do Plano de Contingência é apontada como uma das causas dos acidentes ambientais.

Estão corretas:

- a) Somente I;
- b) Somente II;
- c) Somente III;
- d) Somente I e II;
- e) Todas as alternativas estão corretas.

46. As alternativas abaixo apresentam os efeitos dos poluentes devido aos acidentes ambientais sobre os organismos aquáticos, exceto:

- a) O animal perde o senso de direção;
- b) Ocorre uma melhora acentuada nas condições vitais do organismo exposto;
- c) O animal perde a capacidade de alimentação;
- d) A capacidade de reprodução dos animais expostos é prejudicada;
- e) A temperatura corporal do animal exposto é afetada.

47. São exemplos de disruptores endócrinos, exceto:

- a) DDT;
- b) Alimentos Orgânicos;
- c) Dioxinas;
- d) BPC;
- e) Bisfenol-A.

48. Sobre os hormônios ambientais é correto afirmar:

I – Os medicamentos são apontados como disruptores endócrinos e apresentam riscos à sobrevivência de algumas espécies de organismos aquáticos.

II – Os hormônios ambientais aumentam a taxa de reprodução e a taxa de mortalidade.

III – Metabólitos de antiinflamatórios encontrados na urina e fezes são apontados como contaminantes ambientais de ecossistemas aquáticos.

- a) Somente I;
- b) Somente II;
- c) Somente I e III;

- d) Somente I e II;
- e) Todas as alternativas estão corretas.

49. Sobre monitoramento ambiental é correto:

I – A diferença entre diagnóstico e monitoramento ambiental é que enquanto o primeiro avalia pontualmente a qualidade ambiental em determinado momento, o monitoramento avalia periodicamente.

II – No biomonitoramento são avaliados somente os parâmetros físico-químicos do ecossistema aquático.

III – No monitoramento utiliza-se um modelo biológico para avaliar a qualidade ambiental.

- a) Somente I;
- b) Somente II;
- c) Somente I e III;
- d) Somente I e II;
- e) Todas as alternativas estão corretas.

50. Marque a alternativa que NÃO corresponde ao processo de depuração dos corpos d'água.

- a) Depurar um recurso hídrico significa fazê-lo retornar às condições iniciais que possuía antes de uma perturbação ambiental.
- b) As bactérias aeróbias consomem o oxigênio dissolvido na água para biodegradar a matéria orgânica.
- c) Na zona de decomposição ativa, devido o processo de biodegradação da matéria orgânica a Demanda Bioquímica de Oxigênio diminui.
- d) Na zona de recuperação o nitrogênio predomina, principalmente, na forma de nitratos e nitritos.
- e) Na zona de águas limpas os valores dos índices bacteriológicos, de DBO e oxigênio dissolvido retornam aos valores iniciais.

Currículo dos professores-autores

Cesar Aparecido da Silva

Servidor efetivo da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professor de EaD do Instituto Federal do Paraná (IFPR). Vice-coordenador do curso técnico em Meio Ambiente modalidade EaD IFPR. Engenheiro Ambiental pela UFPR. Especialista em MBA em Gestão Ambiental (UFPR). Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho. Mestre em Ecologia e Conservação, área de concentração ecotoxicologia (UFPR). Doutor em Ecologia e Conservação pela UFPR. Atua como pesquisador e consultor em Gestão de Resíduos Sólidos, Qualidade Ambiental de Recursos Hídricos e Ecotoxicologia, com diversos trabalhos publicados em Biomonitoramento.

Eliandra Maria Zandoná Alberguini

Bióloga. Professora Tutora de EaD do Instituto Federal do Paraná (IFPR). Prestadora de serviço para Prefeitura Municipal de Curitiba- Professora nas Oficinas de formação da Secretaria Municipal de Educação. Especialista em Biologia Animal e Terapias Alternativas. Atua como professora de ensino Fundamental e Ensino Superior. Trabalhos publicados na área de Biomonitoramento.

