

## CAPÍTULO 4

# AVALIAÇÃO O ESTADO ECOLÓGICO DAS ÁGUAS DOCES

Barbara Bis

*Doutorada em Biologia, Departamento de Limnologia e Ecologia de Invertebrados. Instituto de Ecologia e Protecção Ambiental, Universidade de Łódź, Polónia*

## 1 Porque temos de proteger os ecossistemas aquáticos?

O declínio da diversidade biológica e da qualidade da água a nível mundial, mostrou que a gestão dos ecossistemas aquáticos necessita de um conjunto de ferramentas, suportadas por metodologias eficazes, que permitiam controlar

a poluição que aflui aos ecossistemas aquáticos provenientes da bacia de drenagem.

Consciente desse problema, o Conselho da Europa acordou e publicou em 22 de Dezembro de 2000, uma regulamentação para a acção

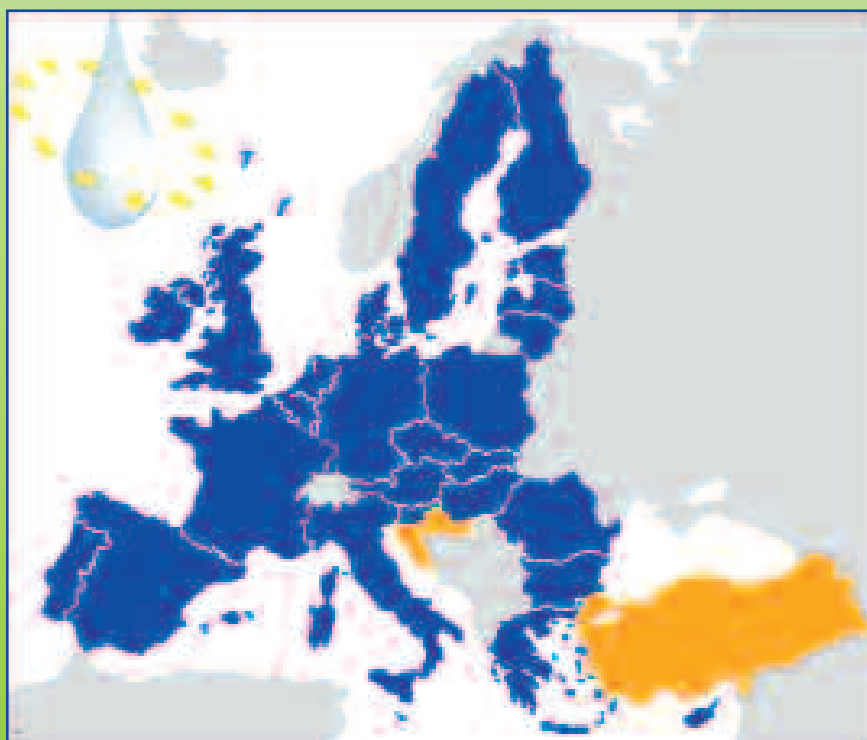


Fig. 1. Identificação dos países da União Europeia onde a Directiva Quando da Água está a ser aplicada (azul). No canto superior esquerdo pode-se observar o logótipo da UE-DQA)

dos estados membros no domínio da política da água. Essa regulamentação denomina-se Directiva Quadro da Água, 2000/60/EC (DQA). A implementação da DQA a uma escala Pan-europeia representa um enorme desafio aos estados membros (Fig. 1). O principal objectivo da DQA é estabelecer uma estrutura base para a protecção dos diferentes tipos de águas: águas superficiais, águas de transição, águas costeiras e águas subterrâneas. Em segundo lugar, as recentes discussões científicas sobre sustentabilidade e gestão da água conduziram a mudanças consideráveis dos objectivos políticos destinados a proteger e fomentar a diversidade biológica e a integridade ecológica de ecossistemas aquáticos (Fig. 2).

Neste sentido, os principais objectivos da Directiva Quadro da Água são:

- Prevenir qualquer deterioração do estado ecológico dos corpos de água;

- Manter o estado ecológico excelente (condições de referência) de todos os corpos de água sempre que este já exista;
- Atingir pelo menos o bom estado ecológico relativamente a todos os corpos de água Europeus até 2015.
- Melhorar a protecção dos ecossistemas aquáticos, terrestres e zonas húmidas, directamente dependentes dos ecossistemas aquáticos;
- Promover a protecção a longo prazo dos recursos de água disponíveis baseando-se no uso sustentável da água;
- Estabelecer um registo de áreas protegidas, designadas pela protecção de habitats e/ou espécies;
- Providenciar a protecção e a reabilitação dos ecossistemas aquáticos, reduzindo as emissões e perdas de substâncias prioritárias (de risco);
- Fornecer a água de boa qualidade para um uso sustentável, equilibrado, e equitativo da água.



Fig. 2. Biodiversidade de ecossistemas aquáticos.

## 2. Como devem ser geridos os corpos de água de acordo com a Directiva Quadro da Água?

Na perspectiva da DQA os corpos de água incluem as águas interiores (águas superficiais e subterrâneas), as águas de transição e as águas costeiras. A gestão integrada destes corpos de água passa a ser atribuída a unidades de gestão – as Administrações de Região Hidrográfica (WFD CIS 2, 2003; WFD CIS 10, 2003) (Fig. 2).

Estas administrações são independentes das fronteiras administrativas. No casos de rios internacionais, que partilham mais do que um país, a gestão terá que ser repartida.

## 3. Como devem ser geridos os corpos de água superficiais de acordo com Directiva Quadro da Água?

A DQA estabelece três categorias de água superficiais:

- Ecossistemas naturais que incluem:
  - ✓ rios
  - ✓ lagos
  - ✓ águas de transição
  - ✓ águas costeiras
- Ecossistemas superficiais fortemente modificados (com fortes alterações decorrentes da actividade humana);
- Ecossistemas artificiais.

De acordo com a DQA, os ecossistemas naturais terão de atingir o bom estado ecológico, enquanto que os ecossistemas fortemente modificados e artificiais terão de atingir o bom potencial ecológico, compatível com os usos humanos a que se encontram sujeitos.

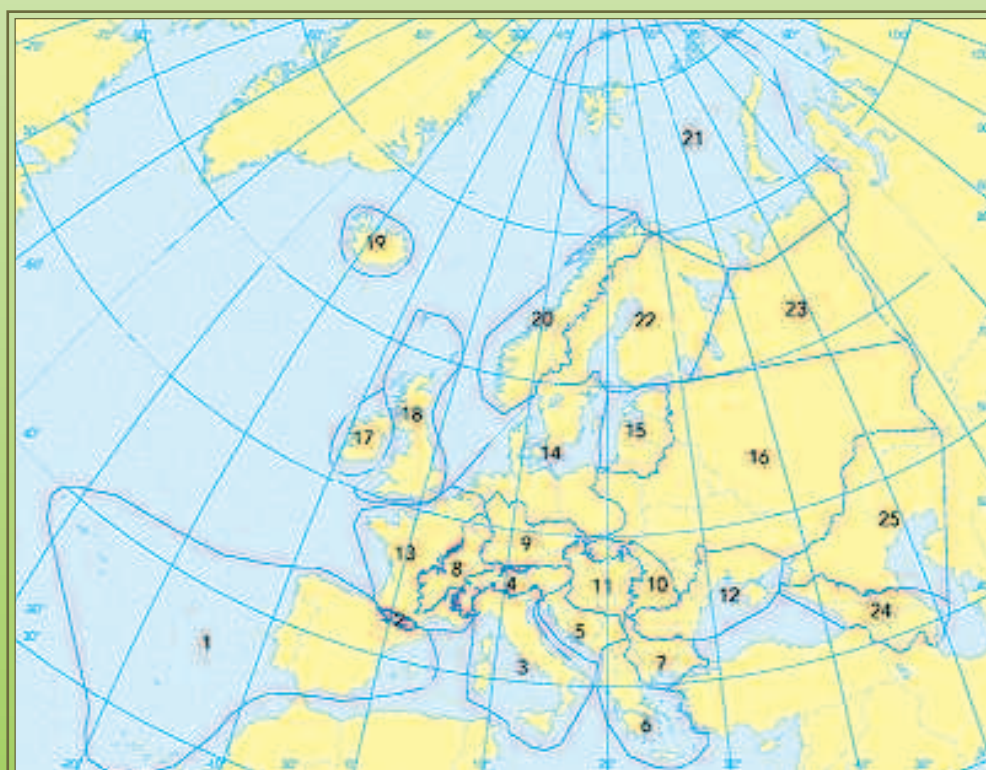


Fig. 3. Ecossistemas de água superficial

## 4. Como se devem caracterizar os ecossistemas aquáticos de acordo com a Directiva Quadro da Água?

A DQA estipula que as bacias hidrográficas são a unidade básica de gestão, encontrando-se estas agrupadas em Ecoregiões (Fig. 4), delimitadas por barreiras biogeográficas que dificultam a passagem da fauna aquática.

Dentro das ecoregiões os estados membros deverão utilizar parâmetros abióticos obrigatórios para definir e caracterizar os tipos, os quais correspondem a grupos de corpos de água (rios ou lagos) em que a variabilidade interna é inferior às diferenças registadas relativamente a outros tipos.



### Ecoregiões para rios e lagos

1. Região Ibérico-Macaronésica
2. Pirinéus
3. Itália, Córsega e Malta
4. Alpes
5. Balcãs Ocidentais Dináricos
6. Balcãs Ocidentais Helénicos
7. Balcãs Orientais
8. Terras Altas Ocidentais
9. Terras Altas Centrais
10. Cárpatos
11. Planície Húngara
12. Região Pôntica
13. Planícies Ocidentais
14. Planícies Centrais
15. Região Báltica
16. Planícies Orientais
17. Irlanda e Irlanda do Norte
18. Grã-Bretanha
19. Islândia
20. Terras Altas Boreais
21. Tundra
22. Placa Fino-Escandinava
23. Taiga
24. Cáucaso
25. Depressão Cáspica

Fig. 4 Ecoregiões europeias definidas com base na fauna que habita os ecossistemas de águas interiores superficiais (os dados foram publicados como mapa no Anexo XI, Directiva Quadro da Água, in Jornal Oficial da Oficial da Comunidade Europeia).

## 5. Qual a importância das condições de referência para a avaliação da qualidade ecológica?

A identificação das condições de referência dentro de cada tipo é essencial uma vez que o estado ecológico de um determinado local passa a ser medido pelo seu afastamento relativamente à situação de referência. São definidas como as melhores condições ecológicas de um tipo de rio (rios de planície ou rios de montanha) com um grau mínimo de alteração antrópica.

### CAIXA. 1. CONDIÇÕES DE REFERÊNCIA DE ACORDO COM A DQA

Condições de Referência (CR) – não correspondem a situações pristinas, com total ausência de perturbações antrópicas uma vez que essas situações quase não existem. É possível a existência de pressões humanas mínimas desde que os seus reflexos sobre os ecossistemas aquáticos e as comunidades sejam praticamente nulos

- ◆ CR corresponde ao estado ecológico excelente, sem ou apenas com sinais de perturbações mínimas para cada um dos elementos biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos);

- ◆ CR serão estabelecidas para cada tipo de corpo de água, para cada elemento de

qualidade e devem ser revistas de 5 em 5 anos;

- ◆ A DQA estabelece duas formas diferentes para a selecção das condições de referência:

- com base em avaliações efectuadas em locais de referência, quando é possível encontrar um número razoável de rios e/ou troços com impactes antrópicos mínimos;

- com base em extrapolações efectuadas para os melhores locais, quando a frequência de rios e/ou troços com impactes antrópicos mínimos é reduzida ou mesmo ausente.

## 6. De acordo com a Directiva Quadro da Água, como deve ser avaliado o estado ecológico das águas superficiais?

A DQA define o estado ecológico das águas superficiais como "... uma expressão da estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos associados a cada tipo de água."

Consequentemente, o estado ecológico de um determinado local, deve avaliar em que medida a estrutura biológica e o funcionamento do ecossistema se afasta das situações de referência quando esse local se encontra sujeito a pressões antrópicas, tais como carga de nutrientes, acidificação, substâncias tóxicas e perigosas e alterações físicas do habitat.

A aplicação da DQA corresponde a uma nova abordagem da política europeia da água que anteriormente se baseava apenas na presença de poluição. Agora o mais importante é o bom estado do ecossistema na sua globalidade, incluindo a água, os organismos e a morfologia

A DQA corresponde a uma nova abordagem da política da água. Anteriormente esta era unicamente baseada na avaliação de valores de emissões de poluentes, estando agora essencialmente focada no controlo estrito das pressões antrópicas comportáveis pelo ecossistema receptor. Esta abordagem conceptual é compatível com outras legislações no âmbito da conservação ambiental da UE, tal como a "Directiva das Aves" (79/409/EEC) e a "Directiva de Habitats" (92/43/EEC).

De acordo com a DQA, existem três tipos diferentes de elementos básicos de qualidade para a avaliação do estado ecológico (Fig. 6):

1. Elementos de qualidade biológica;
2. Elementos físico-químicos de suporte;
3. Elementos hidromorfológicos de suporte

(condições do canal do rio e do seu vale).

Os elementos biológicos assumem um papel preponderante na avaliação do estado ecológi-

co. As condições hidromorfológicas e as condições físico-químicas são consideradas como elementos de suporte que condicionam e determinam as comunidades biológicas.



Fig. 5. Um exemplo de condições de referência para diferentes tipos de rios: pequenos rios de montanha à direita e pequenos rios de planície à esquerda.

Elementos de Qualidade Biológica	Elementos de Qualidade Físico-Química Condições de oxigenação	Elementos de Qualidade Hidromorfológica Condições Morfológicas
		
Fitoplâncton (apenas em rios de maior dimensão e lagos) Fitobentos Macrófitas Macroinvertebrados Bentónicos Fauna Piscícola	Concentração de nutrientes Salinidade Condições Térmicas Acidificação pH Substâncias perigosas	Regime Hidrológico Conectividade ribeirinha

Fig. 6. Parâmetros de avaliação do estado ecológico: (1) elementos de qualidade biológica (algas, fitoplâncton, macrófitas, macroinvertebrados, peixes); (2) parâmetros físicos – com limites de qualidade para as substâncias perigosas; (3) avaliação hidromorfológica do canal do rio e do seu vale; .

## CAIXA 2. CONSEQUÊNCIAS DA DQA NA GESTÃO DA ÁGUA E DOS ECOSISTEMAS

- ◆ O estado ecológico necessita de ser determinado utilizando elementos de qualidade biológica (fitoplâncton/fitobentos; macrófitas; macroinvertebrados; peixes)
- ◆ A avaliação biológica é a base para a classificação do ecossistema aquático;
- ◆ O resultado da classificação ecológica pode obrigar à implementação de medidas de gestão para que os objectivos da DQA sejam alcançados, nomeadamente para atingir o estado de bom

## 7. Avaliação do estado ecológico - como se estabelecem as fronteiras entre classes de qualidade .

A DQA define a existência de cinco classes de qualidade para a avaliação do estado ecológico, competindo aos estados membros da EU, a definição das respectivas fronteiras (Fig. 7), para os diferentes tipos de ecossistemas e para todos os elementos de qualidade biológica (WFD CIS 10, 2003; UKTAG, 2005; Urkiaga et al., 2006).

A DQA define as classes de qualidade da água da seguinte forma:

- Estado Excelente: reflecte condições com ausência ou com ligeira perturbação antrópica; as comunidades não apresentam alterações significativas relativamente às condições de referência;
- Estado Bom: Baixo nível de perturbações antrópicas; com um ligeiro desvio das comunidades relativamente às condições de referência;
- Estado Razoável: Moderado nível de perturbações antrópicas; com alterações significativas relativamente às situações de referência.

- Estado Mediocre: Elevadas alterações das comunidades relativamente às situações de referência.
- Estado Mau: Graves alterações das comunidades relativamente às situações de referência; com ausência substancial de componentes das comunidades associadas as condições não perturbadas.

A fronteira entre os estados Bom e Moderado é particularmente importante para os objectivos ambientais da DQA, uma vez que se pretende, num futuro próximo, todas as águas da UE atinjam todas o Bom estado ecológico. Desta forma, os corpos de água com classificação inferior deverão ser sujeitos a programas de reabilitação (Fig.7).

Os objectivos ambientais são em si o conceito mais inovador da DQA. No passado a monitorização baseava-se unicamente em parâmetros físico-químicos, estabelecendo-se as fronteiras entre classes unicamente com base nos diferentes usos potenciais da água.

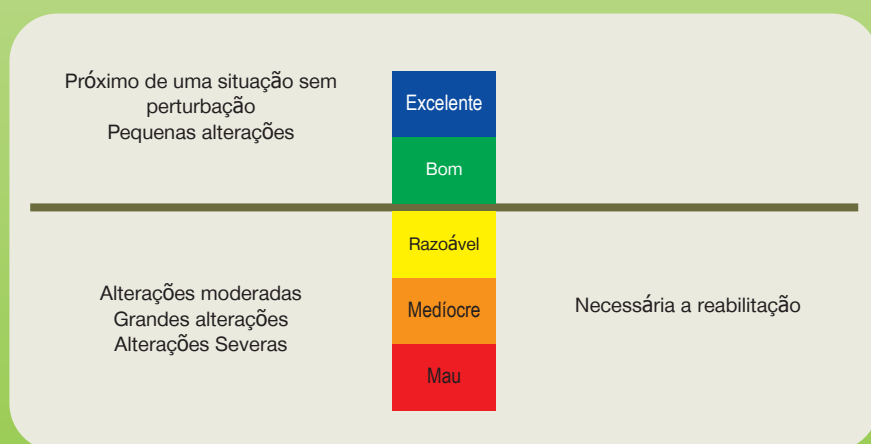


Fig. 7. Diagrama das cinco classes de qualidade definidas pela DQA com base na avaliação do estado ecológico (elementos biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos de qualidade), indicando as classes que obrigam a medidas de reabilitação.



## 8. Porque são os elementos de qualidade biológicos (EQB) a base para a classificação ecológica?

De acordo com o novo paradigma subjacente à DQA, o foco principal da avaliação ecológica é a integridade dos ecossistemas. Neste contexto, os elementos de qualidade biológica, como componente fundamental dos ecossistemas, adquirem uma nova importância. São eles as algas unicelulares e os macroinvertebrados bentónicos, que reflectem sobretudo a degradação à escala do habitat/local; os macrófitos e os peixes que funcionam a uma escala maior, dando-nos indicação sobre a integridade de segmentos de rio e da bacia.

A permanência dos organismos aquáticos nos seus habitats naturais permite que a comunidade amostrada num dado momento reflecta o passado ecológico desse local. Complementarmente, a mobilidade, característica da fauna aquática, como por exemplo os peixes, permite que organismos amostrados num dado local possam também reflectir as condições ecológicas de áreas mais vastas, como o segmento ou a bacia. Neste sentido poderemos dizer que as comunidades aquáticas são integradoras espaciais e temporais das condições ecológicas.

### **As algas unicelulares como indicadores biológicos.**

As algas unicelulares são os principais produtores primários da maioria dos rios. Por serem organismos unicelulares, têm reduzida complexidade fisiológica, sendo portanto bastante sensíveis. Dentro destas, as diatomáceas bentónicas são consideradas essenciais na monitorização da qualidade ecológica devido às suas características específicas, nomeadamente: estarem presentes em abundância desde a nascente até à foz do rio; apresentarem uma distribuição ubíqua que permite

comparações entre diversos habitats apesar de algumas espécies e variedades apresentarem uma distribuição restrita; desenvolverem-se em habitat específico, bem definido e facilmente amostrável. Complementarmente, possuem parede celular siliciosa, o que evita a deterioração aquando da remoção dos substratos.

As comunidades de diatomáceas bentónicas respondem ao aumento de nutrientes, principalmente de azoto e de fósforo, mediante alteração da sua composição; razão porque em sistemas eutróficos os substratos se apresentam cobertos de uma película verde acastanhada constituída por diatomáceas. Convém referir contudo, que as diatomáceas bentónicas são pouco sensíveis a pressões hidromorfológicas (ex. alteração do regime hidrológico).

### **As plantas aquáticas como indicadores biológicos.**

os macrófitos são plantas vasculares aquáticas que necessitam ter as raízes totalmente emersas dentro de água ou em solo bastante húmido. Por este motivo podem ocorrer dentro ou nas proximidades da água. A sua maior complexidade fisiológica torna-as menos sensíveis dos que as diatomáceas a perturbações locais. os macrófitos são bons indicadores da concentração de nutrientes e de outros poluentes, tais como contaminantes tóxicos, herbicidas e metais. A grande maioria dos macrófitos encontra-se fixa ao solo, sendo por esse motivo bastante influenciadas pela sua estrutura e composição. Tal facto torna-as dependentes da geologia e da granulometria do sedimento, muitas vezes associada a alterações morfológicas.

### Os Macroinvertebrados bentônicos como indicadores biológicos

Os invertebrados aquáticos, utilizados na avaliação biológica, vivem junto ao fundo no leito dos rios. São também chamados de macroinvertebrados bentônicos, ou bentos (bento = fundo, macro = grandes, invertebrado = animal sem coluna dorsal). Constituem uma comunidade bastante diversificada, incluindo anelídeos, moluscos e artrópodes. Os macroinvertebrados, para além de apresentarem uma multiplicidade de níveis de tolerância às pressões humanas, são fáceis de colher, colonizam todos os habitats presentes e não requerem um nível muito especializado de identificação para obtenção de resultados. A elevada diversidade taxonómica desta comunidade corresponde a uma multiplicidade de características ecológicas, apresentando muitas espécies preferências por habitats específicos, geralmente associados a características morfológicas dos ecossistemas aquáticos. Por estes motivos, os macroinvertebrados são bons indicadores das pressões humanas que se reflectem, não só nas características físico-químicas da água, como também na morfologia.

Diferenças nas características tróficas dos macroinvertebrados são muito importantes para a avaliação funcional do ecossistema, permitindo-nos por exemplo perceber se um segmento de rio está dependente da entrada alóctone de matéria orgânica, ou da produção interna dos produtores primários (ver capítulo 3). No primeiro caso a comunidade estaria sobretudo constituída por detritívoros, colectores e predadores; no segundo caso os fitófagos seriam dominantes.

### Os peixes como indicadores biológicos

Os peixes são a comunidade aquática com fisiologia mais complexa e com maior mobilidade. A conjugação destas duas características torna-os na comunidade aquática menos sensível às pressões humanas. Não só as alterações ambientais demoram mais tempo a repercutir-se na sua fisiologia, como a sua mobilidade permite-lhes fugirem para zonas onde as perturbações sejam menos intensas. Por outro lado, como precisam de uma quantidade mínima de água para sobreviver, podem não ocorrer em locais onde naturalmente a quantidade de água é reduzida (caso dos sistemas temporários). No entanto, devido à sua mobilidade, são sobretudo indicadores de segmentos de rios, dando-nos frequentemente informações sobre a integridade da bacia. Por este motivo são particularmente sensíveis a pressões humanas que quebram a conectividade longitudinal dos rios, como barragens e açudes que impedem a passagem de peixes migradores. Complementarmente, a necessidade de muitas espécies requererem habitats específicos para se reproduzirem, torna-as boas indicadoras de alterações morfológicas.

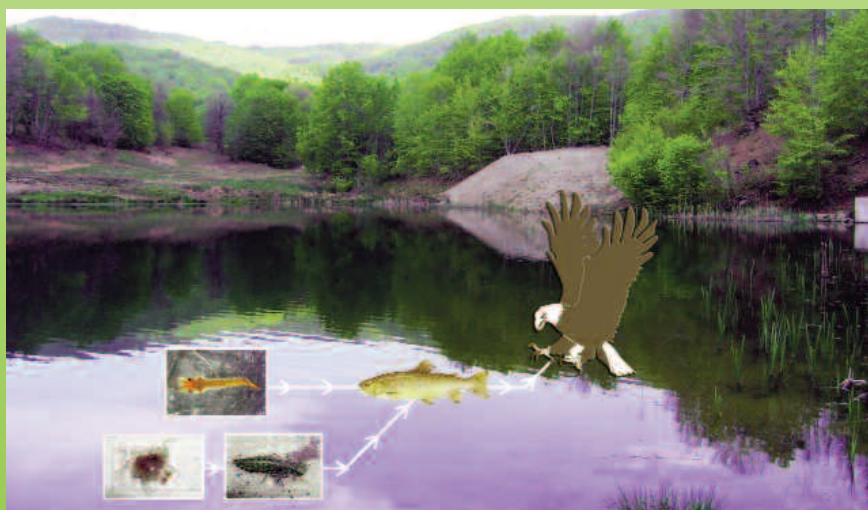


Fig. 8. Função dos macroinvertebrados na cadeia alimentar aquática, mostrando a importância estrutural e funcional deste grupo nos sistemas aquáticos.

### CAIXA. 3. PORQUÊ MANTER A BIODIVERSIDADE É TÃO IMPORTANTE?

A biodiversidade representa o conjunto de todos os seres vivos, incluindo toda a sua diversidade de formas. Todos os organismos dependem de outras formas de vida para a sua existência. Os organismos que utilizam o oxigénio para respiração dependem das plantas para produção de oxigénio. O seu alimento provém de plantas, animais e fungos. Qualquer mudança na densidade de uma espécie afecta outras espécies, bem como o funcionamento do ecossistema.

O termo biodiversidade é também usado para descrever a diversidade de organismos numa determinada área. A bio-

diversidade 'local' é alvo de preocupação quando a actividade humana interfere nos habitats, provocando a diminuição das populações de uma ou de mais espécies.

Na Terra extinguem-se mais de 10.000 espécies por ano. Apesar da dificuldade de exactidão deste cálculo, é certo que o conhecimento das espécies aumentou nos últimos anos. A causa principal da extinção de espécies é a destruição de habitats naturais pelos seres humanos.

**A biodiversidade não tem preço.**

## Referências de suporte:

### Directiva Quadro da Água

- The EU Water Framework Directive - integrated river basin management for Europe: [http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html)
- Implementation of the EU-WFD: <http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/implementation.html>
- Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive: <http://www.eeb.org/activities/water/Common%20EU%20Strategy%20for%20WFD%20Implementation.pdf>
- WFD page at EMWIS website: <http://www.emwis.org/WFD/WFD.htm>
- Environmental Agency – the WFD: <http://www.environmentagency.gov.uk/about-us/512398/289428/655695/>
- CIRCA Forum Implementing the WFD: <http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/wfd/home>
- Join Research Centre - Institute for Environment and Sustainability [http://www.jrc.ec.eu.int/default.asp@sidsz=our\\_organisation&sidstsz=ies.htm](http://www.jrc.ec.eu.int/default.asp@sidsz=our_organisation&sidstsz=ies.htm)

### Protecção e gestão sustentável de águas doces

- European Rivers Network: <http://www.rivernet.org/>
- WaterWeb: <http://www.waterweb.org/resources.php>
- Freshwater Life: <http://freshwaterlife.info/index.jsp>
- WWF - Freshwater Work: [http://www.panda.org/about\\_wwf/what\\_we\\_do/freshwater/index.cfm](http://www.panda.org/about_wwf/what_we_do/freshwater/index.cfm)
- Euro-Mediterranean Information System on the Know-how in the Water Sector - EMWIS: <http://www.emwis.org/>
- US Environmental Protection Agency - <http://www.epa.gov/>
- International Year of Freshwater 2003: [http://www.wateryear2003.org/en/ev.php-URL\\_ID=1456&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://www.wateryear2003.org/en/ev.php-URL_ID=1456&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html);
- European Environmental Bureau Handbook: [http://www.eeb.org/publication/chapter-4\\_5.pdf](http://www.eeb.org/publication/chapter-4_5.pdf)

### Protecção de águas doces, bioindicadores

- CEH's School Net - is the educational section of CEH Web, and is intended to be used as a resource by teachers of primary and GCSE-aged school children: <http://schools.ceh.ac.uk/>
- EEK! Environmental Education for Kids: <http://www.dnr.state.wi.us/org/caer/ce/eeek/teacher/index.htm>
- Educational Materials: [http://www.ucar.edu/learn/1\\_1\\_2\\_1t.htm](http://www.ucar.edu/learn/1_1_2_1t.htm)
- Stream Biomonitoring Unit - Key to Aquatic Macroinvertebrates: <http://www.dec.state.ny.us/website/dow/stream/index.htm>

- Digital Key to Aquatic Insects – North Dakota: <http://www.xerces.org/CD-ROM%20for%20web/id/index.htm>
- Freshwater Macroinvertebrates - Oregon <http://www.nwnature.net/macros/>
- EPA - Biological Indicators of Watershed Health: <http://www.epa.gov/bioindicators/html/invertebrate.html>
- Stream Biomonitoring [http://www.yni.org/yi/monitoring/stream\\_biomonitoring.html](http://www.yni.org/yi/monitoring/stream_biomonitoring.html)
- ACD Technical Assistance - Stream Monitoring [http://www.anokaswcd.org/tech\\_assist/monitoring/biomonitoring.htm](http://www.anokaswcd.org/tech_assist/monitoring/biomonitoring.htm)
- Drinking Water and Groundwater Kids Stuff [http://www.epa.gov/safewater/kids/kids\\_9-12.html](http://www.epa.gov/safewater/kids/kids_9-12.html)
- NSW Water Bug Survey - Bugasaurus Explorist!: <http://www.bugsurvey.nsw.gov.au/>
- Water Dictionary: <http://ga.water.usgs.gov/edu/dictionary.html>
- <http://water.nv.gov/Water%20planning/dict-1/ww-index.htm>
- Environmental Contaminant Encyclopedia from the National Park Service - <http://www1.nature.nps.gov/toxic/intro.html>
- WVDEP - Glossary of Environmental Terms from the West Virginia Division of Environmental Protection - <http://www.dep.state.wv.us/glossary.html>
- Geographic Glossary <http://geography.about.com/science/geography/library/misc/blgg.htm>
- Dictionary of Water Terms from the Nevada Division of Water Planning, Department of Conservation and Natural Resources - <http://www.state.nv.us/cnr/ndwp/dict-1/ww-index.htm>
- Water Quality Dictionary from EurekaAlert Reference Desk - <http://www.wqa.org/glossary.cfm>
- Aquatic, Wetland and Invasive Plant Glossary from the University of Florida - <http://aquat1.ifas.ufl.edu/glossary.html>