

# TIPOLOGIA FLUMINAL PARA PORTUGAL CONTINENTAL COM BASE NO ELEMENTO PEIXES

## RIVER TYPOLOGY OF CONTINENTAL PORTUGAL BASED ON THE FISH ELEMENT

### **Maria Ilhéu**

Prof. Auxiliar do Departamento de Paisagem, Ambiente e Ordenamento - Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora - Rua Romão Ramalho 59, 7000-671 Évora - +351 266 745 387

### **Paula Matono**

Bolsista de Doutoramento, Departamento de Paisagem, Ambiente e Ordenamento - Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora - Rua Romão Ramalho 59, 7000-671 Évora - +351 266 745 387

### **Nuno Formigo**

Prof. Auxiliar do Departamento de Zoologia e Antropologia - Faculdade de Ciências, Universidade do Porto - 4099-002 Porto - +351223401499

### **Maria Teresa Ferreira**

Prof. Associada com Agregação do Departamento Florestal - Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa - 1349-017 Lisboa - +351 213 653 487 - membro da APRH n.º 534

### **Pedro Raposo de Almeida**

Prof. Auxiliar do Departamento de Biologia - Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora - Largo dos Colegiais 2, 7000 Évora - +351266760881

### **Rui Cortes**

Prof. Catedrático do Departamento Florestal - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5000-911 Vila Real - +351 259 350 862

### **João Manuel Bernardo**

Prof. Associado do Departamento de Paisagem, Ambiente e Ordenamento - Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora - Rua Romão Ramalho 59, 7000-671 Évora - +351 266 745 387

**RESUMO:** A definição de tipos de massas de água é uma etapa fundamental do processo de avaliação ecológica preconizado pela Directiva-Quadro da Água [DQA]. Só assim é viável definir situações de referência e, comparativamente, classificar o estado ecológico dos locais em cada tipo de rio. A necessidade de produzir e aplicar índices piscícolas no âmbito da implementação da DQA justificou a definição de tipos de rios com base no elemento peixes. Inicialmente, os cursos de água de Portugal Continental foram divididos em tipos com base em critérios essencialmente morfológicos e climáticos, sendo posteriormente necessário testar a validade desta tipologia abiótica para os peixes, confirmando a sua adequação ou definindo outros tipos. Neste trabalho sintetizam-se documentos anteriormente produzidos procedendo-se a: (i) apresentação sucinta dos procedimentos envolvidos no estabelecimento da tipologia nacional de rios, designadamente a validação biológica da tipologia abiótica e o desenvolvimento de uma tipologia piscícola, e (ii) caracterização das condições de referência para cada tipo, relativamente à ictiofauna.

**Palavras-chave:** Tipos de rios, ictiofauna, Portugal.

**ABSTRACT:** The definition of river-types is a fundamental step in the process of ecological assessment required by the Water Framework Directive [WFD]. This enables setting reference conditions in order to, comparatively, classify the ecological status of the sites in each river-type. The need to produce and apply fish indexes under the implementation of the WFD justified the definition of river-types based on fish fauna. Initially, Portuguese rivers were divided into types mainly based on morphological and climate criteria. Subsequently it was necessary to test the validity of this abiotic typology considering fish, confirming its suitability or deriving other types. This paper summarizes several documents previously produced concerning: (i) the procedures involved in the establishment of the national rivers typology, including the biological validation of the abiotic typology and the development of a fish typology, and (ii) the characterization of the reference conditions for each river-type, based on the ichthyofauna.

**Keywords:** River types, fish fauna, Portugal.



## 1. INTRODUÇÃO

A Directiva Europeia 2000/60/CE de 23 de Outubro (European Commission, 2000), correntemente designada Directiva-Quadro da Água (DQA), estabelece um plano de acção comunitária no domínio da política da água que se traduza na protecção, melhoramento e recuperação das massas de água europeias, com o objectivo destas alcançarem ou superarem o bom estado ecológico.

A definição dos tipos de massas de água dentro de cada categoria é uma etapa fundamental do processo de avaliação ecológica (e.g. Wright *et al.*, 1999; Hering *et al.*, 2004). Com efeito, só com a definição prévia de tipos é viável definir situações de referência (i.e., massas de água não significativamente afectadas por pressões humanas) e, posteriormente, classificar o estado ecológico dentro de cada um dos tipos de rios. A DQA impõe mesmo que o estado ecológico de uma massa de água seja caracterizado em função do seu afastamento ou desvio relativamente às condições de referência, sendo o estado expresso por uma razão ou rácio (rácio de qualidade ecológica, RQE).

De acordo com o previsto pela DQA, os cursos de água de Portugal Continental foram agrupados em tipos com base em critérios não biológicos, essencialmente morfológicos e climáticos. A tipologia abiótica para os cursos de água de Portugal Continental, resultante da aplicação do Sistema B, apresenta 25 tipos de rios, cada um com características morfológicas e climáticas relativamente homogéneas (Alves *et al.*, 2004; INAG, 2008b). Estes tipos formados abioticamente deverão ser validados com base nos elementos de qualidade biológica (EQB), no pressuposto de que as diferenças tipológicas encontradas devem corresponder em maior ou menor grau a diferenças nas comunidades dos diversos elementos biológicos.

Os peixes apresentam uma crescente importância na avaliação do estado ecológico em todo o mundo (Karr, 1981; Miller *et al.*, 1988; Oberdorff & Hughes, 1992; Lyons *et al.*, 1995; Angermeier & Davideanu, 2004; Terra, 2004) e a DQA contempla a utilização deste EQB na monitorização da qualidade ecológica. Na implementação da DQA em Portugal, e de modo a atingir o seu integral cumprimento, o INAG incluiu os peixes nos estudos preparatórios relativos aos rios.

A necessidade de produzir e aplicar índices piscícolas justificou a definição de tipos de rios com base neste elemento. Impunha-se testar a validade da tipologia abiótica para os peixes, confirmando a adequação desta

ou identificando formas diferentes de agrupamento dos cursos de água com base neste EQB.

Definir tipologias com base em elementos biológicos é uma tarefa que acarreta algumas dificuldades, sendo estas particularmente acrescidas no caso dos peixes. Com efeito, existe a possibilidade de poderem existir problemas decorrentes da amostragem, designadamente devido a diferentes graus de eficácia de captura em função das condições da água (e.g. reduzida condutividade) e dos habitats existentes no troço, o que se pode traduzir em diferentes níveis de captura, podendo ser muito baixas ou nulas nalguns tipos de cursos de água, sem que tal se deva a pressões humanas. Devido ao isolamento ao nível da bacia hidrográfica, algumas espécies podem apresentar distribuições restritas e verificarem-se diferenças nos agrupamentos piscícolas em cursos próximos e tipologicamente semelhantes. Procura-se geralmente resolver os problemas inerentes às diferenças taxonómicas dos agrupamentos entre os cursos de uma dada região recorrendo a guildas ou categorias funcionais que permitam agrupar cursos de água com fauna piscícola ecológica e funcionalmente semelhantes, mesmo que com taxa diferentes.

Neste trabalho sintetizam-se documentos anteriormente produzidos no âmbito dos estudos realizados com vista ao desenvolvimento de metodologias para apoiar a implementação da DQA em Portugal, sob a coordenação do INAG (Ilhéu *et al.*, 2005, 2006, 2007), procedendo-se a: (i) apresentação sucinta dos procedimentos envolvidos no estabelecimento da tipologia nacional de rios, designadamente a validação biológica da tipologia abiótica e o desenvolvimento de uma tipologia piscícola, e (ii) caracterização das condições de referência para cada tipo de rio, relativamente à ictiofauna.

## 2. MÉTODOS

### 2.1. Amostragem

As amostragens decorreram na Primavera de 2004 e 2005 nas bacias hidrográficas do Minho, Lima, Leça, Cávado, Ave, Douro, Vouga, Mondego, Lis, Tejo, Sado, Mira, Guadiana e nas ribeiras do Oeste e do Algarve.

As colheitas foram realizadas em 155 locais previamente seleccionados como locais de referência, i.e. com pressões antropogénicas ausentes ou pouco significativas, de acordo com os critérios REFCOND (ICIS-WFD, 2003) e 10 variáveis (FAME, 2004): uso do solo, área urbana, zona ripária, conectividade do troço, carga de sedimento, regime hidrológico, acidificação e toxicidade, condição morfológica, contaminação or-

O texto deste artigo foi submetido para revisão e possível publicação em Julho de 2009, tendo sido aceite pela Comissão de Editores Científicos Associados em Outubro de 2009. Este artigo é parte integrante da *Revista Recursos Hídricos*, Vol. 30, N.º 2, 39-46, Novembro de 2009. © APRH, ISSN 0870-1741



gânica e enriquecimento em nutrientes, presença de massas de água lenticas artificiais. Cada variável foi avaliada numa escala de 1 (perturbação mínima) a 5 (perturbação máxima), e apenas os locais com valores de 1 e/ou 2 (excepcionalmente 3 numa das variáveis) foram classificados como "locais de referência" e considerados para análise. Complementarmente, foi também analisado um conjunto de parâmetros físico-químicos, nomeadamente nutrientes (fósforo, azoto), sólidos totais em suspensão, carência bioquímica em oxigénio (CBO5), carência química em oxigénio (CQO), de forma a avaliar mais rigorosamente as pressões ao nível da qualidade da água (contaminação orgânica e enriquecimento em nutrientes).

A caracterização ambiental de cada troço amostrado contemplou variáveis de escala regional e local. As variáveis regionais incluíram mineralização (baixa, média, alta, cf. INAG 2008b), área da bacia de drenagem (<100km<sup>2</sup>; 100-1000km<sup>2</sup>; >1000km<sup>2</sup>), distância à nascente (km), altitude (m), escoamento médio anual (14 classes entre <25mm e >2200mm), declive (%), temperatura média anual do ar (°C) e precipitação média anual (mm). As variáveis área da bacia, distância à nascente e as variáveis morfológicas foram determinadas em ambiente SIG pelo INAG. As variáveis locais incluíram: (i) temperatura da água (°C), condutividade (µS/cm), pH e oxigénio dissolvido [mg/L] (sondas); (ii) largura média do troço (m) (fita métrica); (iii) profundidade média e máxima do troço (m) (vara graduada); (iv) ensombramento, vegetação ripária e proporção de cada tipo de habitat (*pool*, *run*, *riffle*) (avaliação visual). O comprimento do troço amostrado foi definido como 20 vezes a largura média do curso, num máximo de 150 m.

As capturas foram efectuadas com recurso a pesca eléctrica, de acordo com o protocolo de amostragem adoptado para a monitorização deste elemento biológico (INAG, 2008a) e de acordo com as normas CEN (2003). Todos os indivíduos capturados foram identificados ao nível da espécie e posteriormente devolvidos vivos ao meio, tendo as capturas sido quantificadas em densidade (número de indivíduos/100 m<sup>2</sup>).

## 2.2. Métricas

Para além da informação taxonómica, foram também utilizadas várias métricas populacionais relativas a guildas de habitat, reprodução, alimentação e migração, de acordo com as quais as espécies capturadas foram classificadas (Tabela 1). Esta abordagem simplifica a análise da comunidade, ao fornecer uma unidade

operacional entre cada espécie e a comunidade no seu todo (Root, 1967; Austen *et al.*, 1994).

## 2.3. Análise de Dados

Numa primeira fase efectuou-se a validação da tipologia abiótica prévia, com base na ictiofauna. Para isso, efectuou-se a caracterização piscícola dos 25 tipos pré-definidos e avaliou-se o respectivo grau de semelhança/dissemelhança através da Análise de Similaridade (Clarke & Warwick, 1994) (PRIMER 5).

Seguidamente, foram definidos tipos que reflectissem uma efectiva diferenciação da comunidade piscícola, ou seja, pretendeu-se desenvolver uma tipologia piscícola, tendo sido utilizada a Análise Classificatória Hierárquica (PC-ORD 4) com base na composição piscícola. A Análise de Similaridade foi novamente utilizada para testar a diferenciação dos novos grupos formados, com base na composição específica, assim como no conjunto de métricas e guildas. Esta análise permitiu a fusão de grupos entre os quais não se verificaram diferenças significativas, e a definição de tipos de rios piscícolas. A Análise Discriminante Múltipla (MDA) (SPSS 15.0) possibilitou avaliar a discriminação dos tipos piscícolas com base num conjunto de variáveis ambientais consideradas para caracterização dos locais e anteriormente referidas: altitude, escoamento médio anual, mineralização, área da bacia de drenagem, distância à nascente, declive, temperatura média anual do ar, precipitação média anual, largura média do troço, profundidade máxima e média do troço, ensombramento, vegetação ripária, temperatura da água, oxigénio dissolvido, pH, condutividade e proporção de cada tipo de habitat (*pool*, *run*, *riffle*). As variáveis ambientais incluídas na MDA apresentaram entre si coeficientes de correlação de Spearman inferiores a 0.75 (SPSS 15.0), de modo a assegurar a independência das mesmas e, consequentemente, a significância da discriminação dos tipos.

Finalmente, os tipos piscícolas formados contribuíram para o estabelecimento da tipologia nacional, a qual resulta do confronto entre a tipologia abiótica inicialmente desenvolvida e as relativas aos diversos elementos biológicos (peixes, invertebrados benthicos, macrófitas e fitobentos).

A análise de espécies indicadoras (Dufréne & Legendre, 1977) (PC-ORD 4) foi utilizada para evidenciar as espécies que identificam e contribuem para caracterizar os tipos nacionais.



**Tabela 1** – Classificação das espécies capturadas nos locais de referência de acordo com as diferentes guildas: B (bentônica), PELG (pelágica), GEN (generalista), RF (reófila), LIM (limnófila), FIT (fitófila), LIT (litófila), OMNI (omnívora), INSV (insectívora), POTAD (potamódroma), DIAD (diádroma), LL (longa longevidade), NAT (nativa), END (endêmica), EX (exótica).

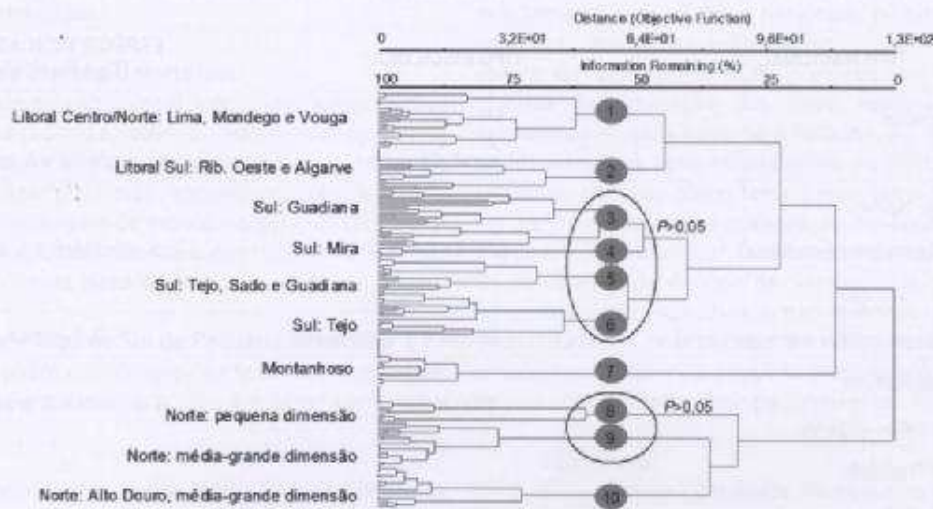
ESPÉCIE	NOME COMUM	CLASSIFICAÇÃO
<i>Anaecypris hispanica</i> (Steindachner, 1866)	Saramugo	PELG; LIM; END
<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	Enguia-europeia	B; GEN; DIAD; NAT
<i>Barbus</i> spp.	Barbos juvenis	PELG; RF; LIT; OMNI; POTAD; LL; END
<i>Barbus bocagei</i> Steindachner, 1864	Barbo-do-Norte	B; LIM; LIT; OMNI; POTAD; LL; END
<i>Barbus comiza</i> Steindachner, 1864	Cumba	PELG; LIM; LIT; OMNI; POTAD; LL; END
<i>Barbus microcephalus</i> Almeida, 1967	Barbo-de-cabeça-pequena	B; LIM; LIT; OMNI; POTAD; LL; END
<i>Barbus sclateri</i> Gunther, 1868	Barbo-do-Sul	B; LIM; LIT; OMNI; POTAD; LL; END
<i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758)	Pimpão	B; LIM; FIT; OMNI; EX
<i>Achondrostoma arcasii</i> (Steindachner, 1866)	Panjorca	PELG; RF; FIT; OMNI; END
<i>Achondrostoma oligolepis</i> Robalo, Doadrio, Almada & Kottelat, 2005	Ruivaco	PELG; LIM; FIT; INSV; END
<i>Iberochondrostoma lemmingii</i> (Steindachner, 1866)	Boga-de-boca-arqueada	PELG; LIM; LIT; OMNI; END
<i>Iberochondrostoma lusitanicum</i> Collares-Pereira, 1980	Boga-portuguesa	PELG; LIM; LIT; OMNI; LL; END
<i>Pseudochondrostoma duricense</i> Coelho, 1985	Boga-do-Douro	B; RF; LIT; OMNI; POTAD; LL; END
<i>Pseudochondrostoma polyepes</i> Steindachner, 1865	Boga-comum	B; RF; LIT; OMNI; POTAD; LL; END
<i>Pseudochondrostoma willkommii</i> Steindachner, 1866	Boga-do-Guadiana	B; RF; LIT; OMNI; POTAD; LL; END
<i>Cobitis calderoni</i> Bacescu, 1962	Verdemã-do-Norte	B; RF; LIT; INSV; END
<i>Cobitis paludica</i> (de Buen, 1930)	Verdemã	B; LIM; INSV; END
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	Carpa	B; LIM; FIT; OMNI; EX
<i>Gasterosteus gymnurus</i> Cuvier, 1829	Esgana-gata	PELG; GEN; OMNI; NAT
<i>Gobio lozani</i> Doadrio & Madeira, 2004	Góbio	B; RF; INSV; EX
<i>Herichthys facetum</i> (Jenyns, 1842)	Chanchito	PELG; LIM; OMNI; EX
<i>Lampetra planeri</i> (Bloch, 1784)	Lampreia-de-riacho	B; RF; LIT; OMNI; POTAD; NAT
<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	Perca-sol	PELG; LIM; INSV; EX
<i>Micropterus salmoides</i> (Lacépède, 1802)	Achigã	PELG; LIM; FIT; EX
<i>Salaria fluviatilis</i> (Asso, 1801)	Caboz-de-água-doce	B; RF; LIT; INSV; NAT
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	Truta	PELG; RF; LIT; INSV; NAT
<i>Squalius alburnoides</i> Steindachner, 1866	Bordalo	PELG; GEN; LIT; INSV; END
<i>Squalius aradensis</i> Coelho, Bogutskaya, Rodrigues & Collares-Pereira, 1998	Escalo-do-Arade	PELG; GEN; LIT; INSV; LL; END
<i>Squalius carolitertii</i> (Doadrio, 1988)	Escalo-do-Norte	PELG; GEN; LIT; INSV; LL; END
<i>Squalius pyrenaicus</i> (Günther, 1868)	Escalo-do-Sul	PELG; GEN; LIT; INSV; LL; END
<i>Squalius torgalensis</i> Coelho, Bogutskaya, Rodrigues & Collares-Pereira, 1998	Escalo-da-Mira	PELG; GEN; LIT; INSV; LL; END

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos não permitiram validar integralmente a tipologia abiótica resultante da aplicação do Sistema B, sendo necessário propor uma nova tipologia com base nos diferentes EQB.

Os 10 grupos resultantes da Análise Classificatória Hierárquica com base na ictiofauna (Figura 1) e verificados pela Análise de Similaridade com base nas métricas e

guildas, possibilitaram a definição de 6 tipos piscícolas com correspondência geográfica mais ou menos definida (Iliheu *et al.*, 2006): Montanhoso, Litoral Centro/Norte, Grande Norte, Alto Douro (média e grande dimensão de bacia), Litoral Sul e Grande Sul. Estes Tipos evidenciaram uma discriminação ambiental baseada nas variáveis: temperatura média anual do ar, escoamento médio anual, altitude, declive, condutividade, pH e mineralização. Com base na tipologia abiótica prévia e nas tipologias



**Figura 1** – Dendrograma resultante da Análise Classificatória Hierárquica dos locais de referência com base na composição piscícola. Identificam-se os 10 grupos considerados e a agregação dos mesmos, de acordo com os resultados da Análise de Similaridade, para definição dos 6 tipos piscícolas.

propostas por todos os ECB, foi estabelecida a tipologia nacional, através de um processo que envolveu uma série de ajustamentos de fronteiras, suportados também no conhecimento pericial das várias equipas envolvidas. A tipologia nacional estabelecida inclui 15 tipos de cursos de água, 3 dos quais são referentes aos grandes rios, não sendo abordados neste trabalho por terem um enquadramento particular (Figura 2).

A Tabela 2 apresenta a correspondência entre os tipos nacionais e os tipos piscícolas, indicando também as espécies indicadoras para estes últimos. Os tipos Montanhoso e Litoral mantêm-se bastante semelhantes nas duas tipologias, embora com algumas diferenças nos limites geográficos. Os tipos piscícolas Grande Norte e Grande Sul englobam vários tipos nacionais, representando os tipos com maior distribuição espacial. O tipo nacional N4, constituindo a transição entre Norte e Sul, distribui-se por estes dois grandes tipos piscícolas. O tipo nacional S2 está incluído no Grande Sul piscícola, já que inclui cursos de água da bacia do rio Caia, nos quais ocorrem agrupamentos ictiofaunísticos com elevada semelhança com os restantes do tipo piscícola do Grande Sul.



**Figura 2** – Tipos de rios definidos para Portugal Continental e respetiva distribuição. **M** – Rios Montanhosos do Norte; **L** – Rios do Litoral Centro; **N1 < 100km²** – Rios do Norte de Pequena Dimensão; **N1 > 100km²** – Rios do Norte de Média-Grande Dimensão; **N2** – Rios do Alto Douro de Média-Grande Dimensão; **N3** – Rios do Alto Douro de Pequena Dimensão; **N4** – Rios de Transição Norte/Sul; **S1 < 100km²** – Rios do Sul de Pequena Dimensão; **S1 > 100km²** – Rios do Sul de Média-Grande Dimensão; **S2** – Rios Montanhosos do Sul; **S3** – Rios dos Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado; **S4** – Rios dos Calcários do Algarve.



**Tabela 2** – Correspondência entre os tipos nacionais e os tipos piscícolas, indicando as espécies indicadoras para estes últimos.

TIPO NACIONAL	TIPO PISCÍCOLA	ESPÉCIE INDICADORA [Tipo Piscícola]
M - Montanhoso	Montanhoso	<i>S. trutta</i>
L - Litoral	Litoral_Centro	<i>Ac. oligolepis</i> e <i>A. anguilla</i>
N1 - Grande Norte	Grande Norte	<i>S. carolitertii</i> e <i>S. trutta</i>
N3 - Alto Douro (pequena bacia)		
N4 - Norte Transição		
N2 - Alto Douro (média e grande bacia)	Alto Douro (média e grande bacia)	<i>P. duriense</i>
S2 - Elevada Altitude	Litoral Sul	<i>A. anguilla</i> e <i>S. aradensis</i>
S4 - Calcários do Algarve		
N4 - Norte Transição	Grande Sul	<i>S. alburnoides</i>
S1 - Grande Sul		
S2 - Elevada Altitude		
S3 - Depósitos Sedimentares		

A caracterização dos diversos tipos de rios relativamente à fauna piscícola foi efectuada tendo por base as características taxonómicas e funcionais dos agrupamentos piscícolas em condições de referência;

#### **M – Rios Montanhosos do Norte**

Nestes cursos, a espécie mais frequente é *Salmo trutta*, a qual é também a espécie indicadora do tipo. Segue-se *Squalius carolitertii*. Os agrupamentos piscícolas apresentam elevada percentagem de indivíduos insectívoros e pelágicos. Este tipo possui baixos valores de densidade total, riqueza específica e diversidade específica por local.

#### **L – Rios do Litoral Centro**

Este tipo apresenta dominância de *Achondrostoma oligolepis*, que é também a espécie indicadora, juntamente com *Anguilla anguilla*, que ocorre com elevada frequência. Estes cursos apresentam agrupamentos piscícolas com elevada percentagem de indivíduos omnívoros e limnófilos e baixa percentagem de reofílicos. Os valores médios de riqueza e de diversidade específica são relativamente elevados, verificando-se também uma expressiva densidade total.

#### **N1 < 100 km<sup>2</sup> – Rios do Norte de Pequena Dimensão**

Destacam-se *Salmo trutta* (espécie indicadora), *Squalius carolitertii* e, com menor frequência de ocorrência mas por vezes com elevadas densidades, *Achondrostoma oligolepis*. Os agrupamentos piscícolas apresen-

tam elevada percentagem de indivíduos insectívoros, reofílicos e pelágicos. A densidade total, a riqueza e a diversidade específicas são reduzidas.

#### **N1 > 100 km<sup>2</sup> – Rios do Norte de Média-Grande Dimensão**

*Barbus bocagei* é a espécie mais frequente e abundante, sendo ainda de referir *Squalius carolitertii*, *Pseudochondrostoma polylepis*, e *Salmo trutta*, esta última geralmente com baixa densidade. *Achondrostoma arcasii* é a espécie indicadora. Os agrupamentos piscícolas apresentam uma expressiva percentagem de indivíduos reofílicos e elevadas riqueza e diversidade específicas.

#### **N2 – Rios do Alto Douro de Média-Grande Dimensão**

*Barbus bocagei* domina neste tipo de curso, seguido de *Pseudochondrostoma duriense* (espécie indicadora) e de *Squalius carolitertii*. Com menor expressão refere-se ainda *Achondrostoma arcasii* e *Gobio lozanoi*. Em termos de guildas, os agrupamentos piscícolas são caracterizados por apresentarem elevada percentagem de indivíduos omnívoros, bentónicos e litófilos sendo o tipo de rio com maior abundância de indivíduos potamódromos e com vida longa. A riqueza e a diversidade específicas são relativamente elevadas.

#### **N3 – Rios do Alto Douro de Pequena Dimensão**

É um tipo pobre relativamente a fauna piscícola. A espécie com maior presença, embora numericamente pouco expressiva, é *Squalius carolitertii* que é a espécie



indicadora. Riqueza, diversidade e densidade são relativamente reduzidas.

#### N4 - Rios de Transição Norte/Sul

Com mais elevada ocorrência ocorre *Squalius pyrenaicus* (espécie indicadora) e *Squalius alburnoides*. Seguem-se *Barbus bocagei* e *Pseudochondrostoma polylepis*. Os agrupamentos piscícolas apresentam relativamente elevada percentagem de indivíduos generalistas e litofílicos. A densidade, riqueza e diversidade específicas são relativamente elevadas.

#### S1<100 km<sup>2</sup> - Rios do Sul de Pequena Dimensão

Este tipo é pobre em número de espécies e diversidade específica. *Squalius alburnoides* é o *taxon* com maior expressão.

#### S1>100 km<sup>2</sup> - Rios do Sul de Média Grande Dimensão

*Squalius alburnoides* é o *taxon* que domina em ocorrência e abundância. Segue-se o grupo dos barbos, cujas espécies são indicadoras deste tipo. Os agrupamentos piscícolas apresentam elevada percentagem de espécies endémicas assim como elevada proporção de indivíduos generalistas e litofílicos. A densidade, riqueza e diversidade específicas são relativamente elevadas.

#### S2 - Rios Montanhosos do Sul

Nestes cursos, embora com frequências de ocorrência relativamente baixas, apresentam densidade expressiva *Squalius aradensis* e *Squalius alburnoides*. Com valores mais baixos encontra-se ainda com alguma expressão *Squalius pyrenaicus*. Os agrupamentos piscícolas caracterizam-se por muito elevada percentagem de indivíduos generalistas e pelágicos. Apesar de registar expressivos valores de densidade, este Tipo apresenta reduzidas riqueza e diversidade específicas.

#### S3 - Rios dos Depósitos Sedimentares do Tejo e do Sado

*Barbus bocagei* é a espécie mais marcante em termos de ocorrência e é igualmente a espécie indicadora. Segue-se o grupo constituído por *Squalius pyrenaicus*, *Squalius alburnoides*, *Pseudochondrostoma polylepis* e *Gobio lozanoi*. Este tipo apresenta uma densidade piscícola relativamente baixa.

#### S4 - Rios dos Calcários do Algarve

A caracterização da ictiofauna para este tipo tem um carácter muito preliminar, já que se dispõe de um número muito reduzido de locais.

A única espécie com alguma relevância é *Squalius aradensis*. Reduzidas densidade, riqueza e diversidade específicas.

Uma vez que os tipos piscícolas não coincidem exactamente com os tipos nacionais, nomeadamente pelo facto dos peixes expressarem padrões de maior escala do que outros EQB, pretendeu-se avaliar a efectiva discriminação dos tipos nacionais acima apresentados, com base na ictiofauna, no sentido de se identificarem tipos consistentes do ponto de vista piscícola, tanto no plano taxonómico como funcional. Tal permite diminuir o número de configurações do índice piscícola a utilizar, facilitando a sua aplicação. Os resultados da Análise de Similaridade com base na composição específica e nas métricas piscícolas evidenciaram a proximidade de vários tipos de rios, propondo-se, assim, a seguinte classificação de tipos de rios com unidade piscícola (Ilhéu *et al.*, 2007):

1. Tipo Litoral
2. Grupo Norte com bacia de pequena dimensão (inferior a 100 km<sup>2</sup>)  
Integra os Tipos Montanhoso, N1<100 km<sup>2</sup> e N3;
3. Grupo Norte com bacia de média e grande dimensão (superior a 100 km<sup>2</sup>)  
Integra os Tipos N2 e N1>100 km<sup>2</sup>;
4. Grupo Sul misto  
Integra os Tipos N4, S1<100 km<sup>2</sup>, S2 e S3;
5. Tipo Sul com bacia de média e grande dimensão (superior a 100 km<sup>2</sup>).

## AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pelo Instituto da Água (INAG) no contexto da implementação da Directiva-Quadro da Água em Portugal. P. Matono beneficiou de uma bolsa da Fundação para a Ciência e Tecnologia. Os autores agradecem a todas as pessoas que colaboraram nas campanhas de amostragem e que assim contribuíram para a realização deste estudo.

## BIBLIOGRAFIA

- ALVES, M. H.; BERNARDO, J. M.; FIGUEIREDO, H.; PÁDUA, J.; PINTO, P.; RAFAEL, T. (2004). Aplicação do Sistema B da Directiva-Quadro da Água na identificação de tipos de rios em Portugal Continental. *Actas do 7º Congresso da Água, APRH*, 1-14.
- ANGERMEIER, P. L. & DAVIDEANU, G. (2004). Using fish communities to assess streams in Romania: initial development of an index biotic integrity. *Hydrobiologia* 511, 65-78.
- AUSTEN, D. J.; BAYLEY, P. B. & MENZEL, B. W. (1994). Importance of the Guild Concept to Fisheries Research and Management. *Fisheries* 19 (6), 12-20.



CEN (2003). *Water Quality-Sampling of Fish with Electricity. European standard-EN 14011:2003*. Brussels, European Committee for Standardization.

CIS-WFD (2003). *Guidance on Establishing Reference Conditions and Ecological Status Class Boundaries for Inland Surface Waters. Final Version*. EU Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive.

CLARKE, K. R. & WARWICK, R. M. (1994). *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. UK, Natural Environment Research Council.

DUFRENE, M. & LEGENDRE, P. (1997). Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67, 345-366.

EUROPEAN COMMISSION (2000). Directive 2000/60/EC. *Establishing a framework for community action in the field of water policy*. Luxembourg, European Commission PE-CONS 3639/1/00.

FAME (2004). *Development, Evaluation & Implementation of a Standardised Fish-based Assessment Method for the Ecological Status of European Rivers-A Contribution to the Water Framework Directive. Final Report, scientific achievements (Sections 5 & 6)* (Coordinator: Stefan Schmutz). Vienna, Institute for Hydrobiology and Aquatic Ecosystem Management, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna.

HERING, D.; MOGG, O.; SANDIN, L. & VERDONSCHOT, P. F. M. (2004). Overview and application of the AQEM assessment system. *Hydrobiologia* 516, 1-20.

ILHÉU, M.; MATONO, P. & BERNARDO, J. M. (2005). *Qualidade Ecológica das águas interiores superficiais, fauna piscícola*. Relatório de Progresso. INAG, Universidade de Évora.

ILHÉU, M.; MATONO, P. & BERNARDO, J. M. (2006). *Contribuição para a definição da Tipologia de rios Portugueses com base na fauna Piscícola*. 2º Relatório de Progresso. INAG, Universidade de Évora.

ILHÉU, M.; MATONO, P. & BERNARDO, J. M. (2007). *Avaliação da Qualidade Ecológica com base na Ictiofauna: Métricas e Índices*.

INAG, Universidade de Évora.

INAG, I. P. (2008a). *Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a Directiva Quadro da Água*. Protocolo de amostragem e análise para a fauna piscícola. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I. P.

INAG, I. P. (2008b). *Tipologia de Rios em Portugal Continental no âmbito da implementação da Directiva Quadro da Água. I - Caracterização abiótica*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I. P.

KARR, J. R. (1981). Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6, 21-27.

LYONS, J.; NAVARRO-PEREZ, S.; COCHRAN, P. A.; SANTANA, E. & GUZMÁN-ARROYO, M. (1995). Index of biotic integrity based on fish assemblages for the conservation of streams and rivers in West-Central México. *Conservation Biology* 9, 569-584.

MILLER, D. L.; LEONARD, P. M.; HUGHES, R. M.; KARR, J.; MOYLE, P. B.; SCHRADER, L. H.; THOMPSON, B. A.; DANIELS, R. A.; FAUSCH, K. D.; FITZHUGH, G. A.; GAMMON, J. R.; HALLIWELL, D. B.; ANGERMEIER, P. L. & ORTH, D. J. (1988). Regional applications of an index of biotic integrity for use in water resource management. *Fisheries* 13, 12-20.

ÖBERDORFF, T. & HUGHES, R. M. (1992). Modification of an index of biotic integrity based on fish assemblages to characterize rivers of the Seine Basin, France. *Hydrobiologia* 228, 117-30.

ROOT, R. B. (1967). The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs* 37, 317 - 350.

TERRA, L. C. C. (2004). *Avaliação da integridade biótica do Rio Formoso e Córrego Bonito, na bacia do Rio Formoso, município de Bonito, Mato Grosso do Sul*. Dissertação de Mestrado, UNIDERP, Campo Grande.

WRIGHT, J. F.; SUTCLIFFE, D. W. & FURSE, M. T. (1999). *Assessing the biological quality of fresh waters. RIVPACS and other techniques*. Ambleside, Freshwater Biological Association.

## APÊNDICE