

APLICAÇÃO DA DIRECTIVA-QUADRO DA ÁGUA: TIPOS DE RIOS PORTUGUESES COM BASE NA ICTIOFAUNA:

Paula MATONO; Maria IIHÉU; Luísa SOUSA; João Manuel BERNARDO ; Nuno FORMIGO ; Maria Teresa FERREIRA; Pedro RAPOSO DE ALMEIDA; Rui CORTES

Paula MATONO

Bolseira de Doutoramento do *Departamento de Ecologia, Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora,+351266745387*

Maria IIHÉU

Prof. Auxiliar do *Departamento de Ecologia, Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora,+351266745387*

Luísa SOUSA

Mestre colaboradora do *Departamento de Ecologia, Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora,+351266745387*

João Manuel BERNARDO

Prof. Associado do *Departamento de Ecologia, Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora,+351266745387*

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 21 3653487

Pedro RAPOSO DE ALMEIDA

Prof. Auxiliar do Departamento de Biologia, Universidade de Évora, 7000-671 Évora, +35174098800

Rui CORTES

Prof. Catedrático do Departamento Florestal, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5000-911 Vila Real, +351259350862

RESUMO

A ictiofauna de 140 locais de referência foi estudada através de uma abordagem multivariada, baseada na estrutura das comunidades piscícolas. A amostragem por pesca eléctrica decorreu durante a Primavera de 2004. Foram utilizados os dados taxonómicos e várias métricas relativas aos peixes, como a riqueza e diversidade específicas, a abundância, e guildas tróficas, de habitat e reprodutivas.

Cinco tipos diferentes foram definidos ao longo de um gradiente Norte-Sul, relacionado com a disponibilidade de água e com a temperatura: (i) um tipo salmonícola, relacionado com baixas mineralizações e bacias hidrográficas de pequena dimensão, nas regiões montanhosas; (ii) dois tipos mistos (salmonídeos e ciprinídeos) nas regiões Norte e Litoral-Centro, e (iii) dois tipos ciprinícolas nas regiões Noroeste e Sul, ambas com verões secos e elevadas pluviosidades sazonais. O tipo salmonícola apresenta uma baixa diversidade e densidade piscícola, enquanto que os tipos ciprinícolas mistos do Sul e do Litoral apresentam as abundâncias piscícolas mais elevadas.

Palavras-chave: Directiva-Quadro da Água, tipos de rios, peixes dulciaquícolas

1. INTRODUÇÃO

As águas correntes são um dos ecossistemas mais intensamente utilizados e alterados do mundo. Nas últimas décadas, foi realizado um enorme esforço para desenvolver estratégias de gestão que permitissem melhorar o estado ecológico destes ecossistemas.

A União Europeia redireccionou recentemente a sua política da água no sentido de uma gestão integrada das massas de água através da adopção de nova legislação, a Directiva Quadro da Água (DQA) [COMISSÃO EUROPEIA (2000)]. A DQA requer que os Estados-Membros da União Europeia (EU) avaliem, monitorizem e quando necessário, melhorem o estado de qualidade ecológica das suas águas. Este instrumento legislativo é marcante, pois procura atingir, pelo menos, o “Bom Estado Ecológico” para todas as águas superficiais em 2015 e, pela primeira vez, reconhece a importância do biota aquático na determinação da qualidade das águas doces e marinhas [SWEETING (2001); LOGAN e FURSE (2002)].

Enquanto Elemento de Qualidade Biológica, a fauna piscícola é um grupo relevante para a avaliação ecológica dos rios, em virtude da sua sensibilidade a diferentes tipos de pressões [BARBOUR *et al.* (1999)]. Ao corresponderem aos níveis tróficos mais elevados, representam uma visão integrada do ecossistema, revelando problemas que possam ter ocorrido nos níveis inferiores. Muitas espécies têm um tempo de vida considerável, o que lhes permite evidenciar perturbações de longa duração. Por fim, o uso dos peixes como indicadores de qualidade é uma ideia aceite pela generalidade da opinião pública, sendo a sua amostragem considerada não destrutiva.

Ao colocar o biota aquático na primeira linha da avaliação da qualidade ambiental na Europa, a DQA reconhece a importância das condicionantes biogeográficas do padrão de distribuição das espécies no estabelecimento de objectivos para esse mesmo biota *e.g.* ILLIES (1978). O uso de uma tipologia para classificar os rios foi aceite como parte integrante da avaliação ecológica [*e.g.* WRIGHT *et al.* (1999); HERING *et al.* (2004)]. A comparação das condições verificadas num dado local com as correspondentes a um local de referência, pertencente ao mesmo tipo de rio, permite uma avaliação que tem em conta a especificidade de cada tipo. O desenvolvimento das comunidades atinge o óptimo em locais não perturbados [KARR e CHU (1999)] e é comumente aceite que as perturbações de origem humana afectam o ecossistema fluvial de uma forma que torna as comunidades mais pobres e semelhantes. Assim, o uso de tipos de rios demonstra a sua utilidade prática na avaliação, ao definir grupos de rios comparáveis

O desenvolvimento de uma tipologia de rios tem de considerar a previsibilidade da relação entre o biota do rio e os factores ambientais que afectam a dinâmica da comunidade e limitam a sua distribuição geográfica. Esta tarefa é particularmente complexa na zona mediterrânica. Os rios mediterrânicos reflectem um clima único, com padrões de caudal altamente variáveis, quer sazonalmente, quer inter-anualmente [GASITH e RESH (1999)]. Esta variabilidade hidrológica influencia profundamente as características ecológicas e as comunidades piscícolas que existem nestes rios, particularmente na zona Ibérica [BERNARDO *et al.* (2003); ILHÉU (2004)]. Além disso, devido a condicionantes biogeográficas, a Fauna Ibérica é muito rica em endemismos, muitos deles restritos a algumas bacias, e a riqueza específica por local é, de um modo geral, baixa [ALMAÇA (1995)].

Assim, uma atenção particular tem que ser dada aos rios mediterrânicos, nomeadamente aos rios Ibéricos, quando se procede ao desenvolvimento de indicadores fiáveis do estado ecológico do sistema. Para tal é essencial a identificação de grupos de rios com comunidades piscícolas de características similares.

Em Portugal, antes da implementação da DQA, nunca havia sido feita uma tentativa de estabelecer uma tipologia nacional de rios (ou hidro-regiões). A Autoridade Nacional da Água (INAG), após produzir uma tipologia abiótica preliminar, usando as variáveis indicadas na DQA e ainda um

conjunto alargado de outras variáveis climáticas e geomorfológicas [ALVES *et al.* (2002)] procede, presentemente, à identificação da tipologia nacional de rios para cada um dos elementos de qualidade biológica referidos na DQA, para poder, posteriormente, estabelecer definitivamente a tipologia de rios para Portugal.

A definição de tipos com base na comunidade piscícola, isto é, grupos de rios que apresentam uma fauna piscícola com uma composição similar, é um passo prévio e necessário para a aplicação de métodos de base espacial. Este estudo procura identificar e caracterizar tipos de rios baseados na respectiva ictiofauna, de modo a possibilitar o uso dos peixes na avaliação do estado ecológico dos rios.

2. MÉTODOS

2.1. Amostragem

As amostras foram recolhidas através de pesca eléctrica, durante a Primavera de 2004, em 140 locais de referência. Para a selecção destes locais, foi feita uma avaliação preliminar das pressões usando SIG e informação sobre as cargas poluentes. A selecção final foi baseada no nível de perturbação de origem humana relativamente a 10 variáveis, segundo a abordagem do projecto EU FAME [FAME (2004)]: uso do solo; área urbana; zona riparia; conectividade do rio, ao nível do segmento; carga sedimentar; regime hidrológico; condição morfológica; presença de massas de água lênticas de origem artificial; níveis de acidificação e toxicidade; carga de nutrientes. 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 e apenas uma variável com o valor 3 foram considerados "locais de referência" e amostrados.

O comprimento do sector amostrado era de cerca de 20 vezes a largura média do rio, até um máximo de 150m. A abundância de peixes foi quantificada como densidade (nº de indivíduos/100 m²).

A caracterização ambiental dos locais foi baseada em variáveis locais e regionais. As variáveis regionais incluíram a mineralização (baixa, média, alta); a área da bacia de drenagem (pequena:<100km²; média:100-1000km²; grande >1000km²); a distância à nascente (km); a altitude (m); o escoamento médio anual (14 classes de <25mm até > 2200mm). As variáveis locais incluíram a temperatura da água (°C); a condutividade (µs/cm); o pH; o oxigénio dissolvido (mg/l); a largura média (m); as profundidades média e máxima (m); o ensombramento (%); a vegetação ripária (%).

2.2. Métricas

Para além da informação taxonómica, o tratamento numérico foi também efectuado usando várias métricas: densidade total (ind/100m²); número de espécies; diversidade (Índice de Shannon-Wiener – H); abundância relativa de indivíduos potamódromos; guildas de habitat (proporção de indivíduos reófilos, limnófilos, euritópicos, bentónicos, e da coluna de água); guildas tróficas (proporção de indivíduos omnívoros e insectívoros); e guildas reprodutivas (proporção de indivíduos litófilos e fitófilos) (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)], evitando-se assim os problemas relacionados com os endemismos de distribuição espacial reduzida. Doravante, as métricas referentes às guildas serão referidas como guildas e as restantes métricas como métricas.

(arcsen) [LEGENDRE e LEGENDRE (1998)]. Uma análise NMS (Nonmetric Multidimensional Scaling) (PRIMER 5) foi usada para complementar a análise anterior.

Uma análise percentual de similaridade (SIMPER-PRIMER5), foi usada para avaliar a coesão taxonômica dos grupos de espécies encontrados, identificar as espécies indicadoras e a sua contribuição relativa para cada grupo. Uma análise de similaridades (ANOSIM) (PRIMER 5) foi usada para validar os tipos de rios baseados na ictiofauna, isto é, para avaliar a consistência das similaridades taxonômicas e funcionais dos vários grupos.

As diferenças ambientais entre os diferentes grupos foram analisadas recorrendo com base no teste não paramétrico de Mann-Whitney (SPSS 12.0).

Uma análise discriminante múltipla (MDA) (SPSS 12.0) foi utilizada para atribuir os locais aos tipos de rios, com base em várias variáveis ambientais: condutividade; profundidade máxima; largura do rio; área da bacia de drenagem; distância à nascente; escoamento médio anual; altitude. Estas variáveis foram escolhidas pelo seu potencial para explicarem, de forma relevante, a distribuição das espécies. Para esta análise, os dados ambientais foram transformados para assegurar a respectiva normalidade ($\text{Log}(x+1)$) [LEGENDRE e LEGENDRE (1998)].

3. RESULTADOS

3.1. Grupos de ictiofauna

Foram capturadas 34 espécies de peixes de água doce e diádromas, pertencentes a 14 famílias. As espécies nativas de água doce (N=19) representaram 56% do total das capturas. A espécie rara *Anaocypris hispanica* (Ciprinídeos, Saramugo) foi a única das espécies nativas que não foi capturada. Encontraram-se também 7 espécies exóticas e 4 diádromas. As espécies uma baixa frequência de ocorrência (<0.02) foram excluídas da análise.

Em 13% dos locais amostrados não foram capturados peixes. Estes locais estão maioritariamente localizados em bacias de drenagem pequenas, nas zonas mais a montante, com baixa mineralização. As bacias da região Norte (Minho, Lima, Cavado e Douro) representam mais de 44% dos locais sem peixe.

Com base nos dados taxonômicos, quer o NMS (Figura 1) quer a análise hierárquica formam 9 grupos.

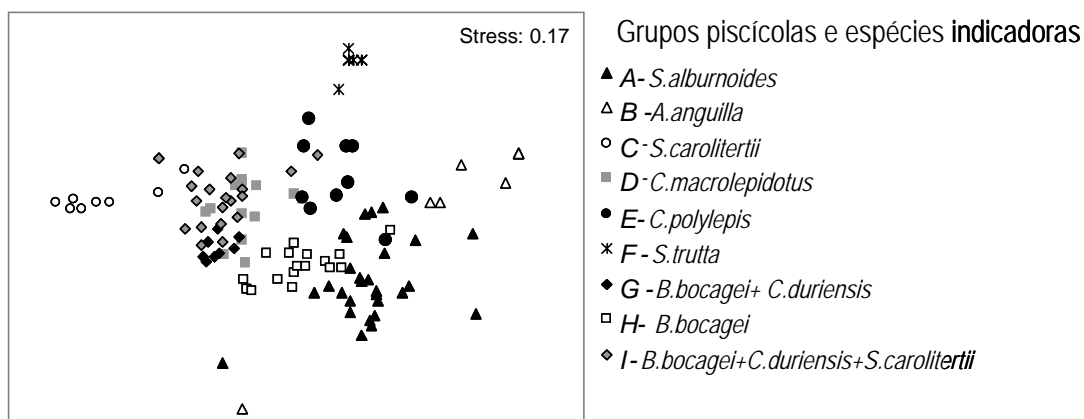


Figura 1. NMS (eixos 1 e 2) dos locais amostrados com base nos grupos piscícolas.

A análise das similaridades (ANOSIM) revelou semelhanças taxonómicas entre os grupos G e I ($p>0.01$) (Figura 2), o que corresponde, geograficamente, à bacia do rio Douro, localizada no Nordeste de Portugal; assim, doravante, estes grupos serão referidos com um único grupo (G+I). Os restantes grupos mostraram diferenças significativas na composição específica. Assim, serão considerados 8 grupos, cada um associado à dominância de uma espécie ou conjunto de espécies (Tabelas 2 e 3).

	A								
B	0,72**	B							
C	0,878**	0,644**	C						
D	0,81**	0,758**	0,811**	D					
E	0,734**	0,598**	0,829**	0,798**	E				
F	0,867**	0,67**	0,955**	0,994**	0,353**	F			
G	0,824**	0,663**	0,843**	0,804**	0,784**	1**	G		
H	0,45**	0,787**	0,987**	0,779**	0,742**	0,999**	0,737**	H	
I	0,855**	0,809**	0,485**	0,667**	0,698**	0,883**	ns	0,767**	I

Figura 2. Análise de similaridade entre os grupos piscícolas com base na composição taxonómica.

Relativamente às métricas e às guildas, os grupos do Sul (A e B), e o grupo C apresentaram similaridades estruturais e funcionais ($p>0.01$), uma vez que são dominados por *Squalius spp.*, os quais são espécies euritópicas, insectívoras e litófilas (Figura 3, Tabela 4). Além disso, os grupos do Sul apresentam os maiores valores de densidade (Tabela 5). O grupo E é semelhante aos grupos da bacia do Douro (G+I) ($p>0.01$) (Figura 3), todos eles associados à presença de *Chondrostoma spp.* (Tabela 2), apresentando assim elevadas proporções de indivíduos reófilos, omnívoros e litófilos (Tabela 4).

Tabela 2. Proporção de espécies nos nove grupos piscícolas

Espécie	nome comum	tipo ecológico	Grupos							
			A	B	C	D	E	F	G+I	H
<i>Barbus bocagei</i>	barbo do Norte	End. Ibérico	0,4	0,0	0,0	9,7	0,9	0,0	41,1	38,8
<i>Barbus comizo</i>	cumba	End. Ibérico	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8
<i>Barbus microcephalus</i>	barbo de cabeça pequena	End. Bacia	12,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Squalius pyrenaicus</i>	escalo	End. Ibérico	16,2	0,0	0,0	0,0	6,1	1,0	0,0	5,1
<i>Squalius alburnoides</i>	bordalo	End. Ibérico	59,6	0,0	0,0	0,0	7,4	0,0	0,0	23,0
<i>Squalius carolitertii</i>	escalo do Norte	End. Ibérico	0,0	0,0	88,6	4,7	0,0	0,0	25,3	1,3
<i>Squalius torgalensis</i>	escalo do Mira	End. Bacia	0,0	11,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Squalius aradensis</i>	escalo do Arade	End. Bacia	0,0	72,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Chondrostoma willkommii</i>	boga do Guadiana	End. Bacia	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Chondrostoma lemmingii</i>	boga de boca arqueada	End. Ibérico	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Chondrostoma lusitanicum</i>	boga Portuguesa	End. Sector	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1
<i>Chondrostoma polylepis</i>	boga	End. Ibérico	0,1	0,0	0,0	0,5	66,0	0,0	0,02	17,9
<i>Chondrostoma duriensis</i>	boga do Douro	End. Bacia	0,0	0,0	7,2	0,0	0,2	0,0	17,8	0,0
<i>Chondrostoma macrolepidotus</i>	ruivaco	End. Sector	0,0	0,0	0,0	73,0	5,0	0,0	0,0	1,6
<i>Chondrostoma arcasii</i>	pardelha	End. Ibérico	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	10,5	0,0
<i>Lepomis gibbosus</i>	perca-sol	Exótica	2,9	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	1,2	1,0
<i>Cobitis paludica</i>	verdemã	End. Ibérico	3,9	1,9	0,0	9,7	0,0	0,0	0,0	0,5
<i>Cobitis calderoni</i>	verdemã do Norte	End. Ibérico	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0
<i>Gobio gobio</i>	góbio	Exótica	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	1,9	0,8
<i>Salmo trutta</i>	truta	Migradora	0,0	0,0	2,7	0,3	9,1	99,0	0,3	0,4
<i>Anguilla anguilla</i>	enguia	Migradora	0,3	10,8	0,3	0,0	0,4	0,0	0,04	1,7

Tabela 3. Espécies indicadoras das cinco regiões piscícolas de acordo com a análise SIMPER

Regiões	Sim. média	Espécie	% contribuição
Montanhosa	77,55	<i>S. trutta</i>	100,0
Norte/Centro	18,59	<i>S. carollitertii</i> + <i>C. polylepis</i>	74,85
Litoral/Centro	35,25	<i>B. bocagei</i> + <i>C. macrolepidotus</i>	62,01
Nordeste	39,36	<i>C. duriensis</i> + <i>B. bocagei</i> + <i>C. carollitertii</i>	77,68
Sul	17,64	<i>Squalius</i> spp.	55,66

O grupo H também revelou semelhanças com os grupos da bacia do Douro ($p > 0,01$), devido à dominância de *Barbus bocagei*, uma espécie omnívora, litófila e potamódroma (Tabelas 3 e 4). O grupo F é significativamente diferente de todos os outros, sendo dominado por *Salmo trutta* (Tabela 3).

Tabela 4. Caracterização dos oito grupos piscícolas com base nas guildas (média \pm desvio padrão)

Grupos	Guildas de Habitat					Guildas Tróficas		Guildas Reprodutivas	
	reófilicos	limnofílicos	euritópicos	bentônicos	pelágicos	omnívoros	insectívoros	litofílicos	fitofílicos
A	15,7 \pm 25,1	22,3 \pm 27,8	62,0 \pm 35,0	16,4 \pm 24,1	86,9 \pm 23,8	64,5 \pm 36,2	34,7 \pm 36,0	84,1 \pm 27,3	0,6 \pm 2,9
B	0,0 \pm 0,0	4,6 \pm 8,2	95,3 \pm 8,2	34,2 \pm 46,0	65,7 \pm 46,0	1,7 \pm 3,9	66,8 \pm 46,0	65,5 \pm 45,8	0,0 \pm 0,0
C	3,0 \pm 5,6	0,0 \pm 0,0	97,0 \pm 5,5	1,8 \pm 3,6	98,1 \pm 3,6	1,1 \pm 3,0	98,4 \pm 3,2	99,4 \pm 1,6	0,0 \pm 0,0
D	11,3 \pm 13,4	74,0 \pm 21,5	14,6 \pm 19,5	21,9 \pm 21,1	78,0 \pm 21,1	18,0 \pm 21,8	82,0 \pm 21,8	33,4 \pm 27,7	56,3 \pm 27,8
E	87,9 \pm 16,8	7,0 \pm 17,1	5,0 \pm 8,1	48,5 \pm 28,8	51,5 \pm 28,8	62,9 \pm 39,1	35,0 \pm 37,3	78,7 \pm 26,3	19,0 \pm 26,8
F	99,7 \pm 1	0,0 \pm 0,0	0,3 \pm 0,9	0,0 \pm 0,0	100,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	100,0 \pm 0,0	100,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0
G+I	69,7 \pm 21,9	12,9 \pm 15,1	17,3 \pm 17,6	39,8 \pm 28,9	60,1 \pm 28,9	74,0 \pm 23,4	25,7 \pm 23,4	73,1 \pm 29,3	22,1 \pm 27,6
H	33,0 \pm 22,1	35,2 \pm 25,6	31,8 \pm 22,8	45,9 \pm 24,1	54,0 \pm 24,1	82,4 \pm 12,8	14,8 \pm 12,3	89,4 \pm 12,0	3,2 \pm 6,7

	A								
B	ns	B							
C	ns	ns	C						
D	0,346**	0,545**	0,821**	D					
E	0,53**	0,61**	0,849**	0,611**	E				
F	0,672**	0,534**	1**	0,99**	0,713**	F			
G+I	0,414**	0,741**	0,818**	0,458**	ns	0,921**	G+I		
H	0,256**	0,666**	0,916**	0,512**	0,574**	1**	ns	H	

Figura 3. Análise de similaridade entre os grupos piscícolas com base nas métricas.

A análise das similaridades taxonômicas e funcionais dos 8 grupos de peixes permitiu identificar 5 regiões piscícolas tipo, com ligeiras sobreposições a nível geográfico, sobretudo nas zonas de fronteira (Figura 4): tipo salmonícola de montanha; tipo ciprinícola do Nordeste (bacia do Douro); tipo misto Norte-Centro; tipo misto Litoral-Centro; tipo ciprinícola do Sul.

O tipo salmonícola de montanha corresponde ao grupo F, que inclui os troços de montante dos pequenos rios de montanha das bacias do Norte, com um fluxo permanente de água fria, baixa mineralização e canais estreitos. A comunidade piscícola apresenta uma baixa densidade, diversidade e riqueza específica (Tabela 5). *Salmo trutta* é a espécie indicadora, por isso, esta região-tipo é claramente discriminada pelas guildas reófila e insectívora (Tabelas 3 e 4).

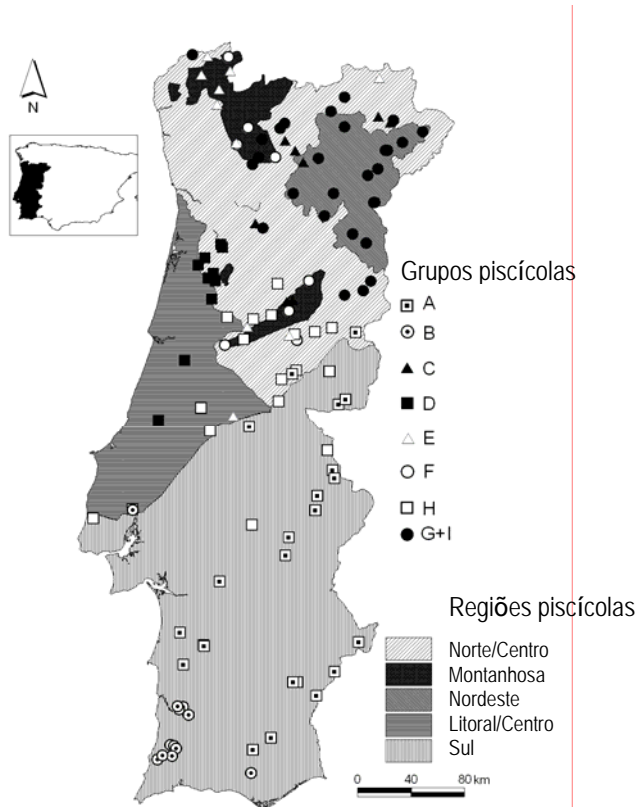


Figura 4. As regiões piscícolas e os oito grupos piscícolas.

O tipo misto Norte-Centro inclui os grupos C e E, com troços localizados em pequenas bacias permanentes, de baixa mineralização, com canais de largura média. A variabilidade específica da região é elevada, sendo as espécies indicadoras e mais abundantes *Chondrostoma polylepis* e *Squalius carolitertii* (Tabelas 2 e 3). *Salmo trutta* também é relativamente abundante. Foi capturado um total de 11 espécies, mas a densidade e a riqueza em cada local são baixas (Tabela 5).

O tipo ciprinícola do Nordeste inclui os grupos G+I, apresentando a bacia do Douro como uma área particular da região Norte, largamente dominada por espécies ciprinícolas, com *Barbus bocagei*, *Chondrostoma duriensis* e *Squalius carolitertii* como espécies indicadoras (Tabelas 2 e 3). As métricas mais discriminantes são a proporção de indivíduos potamódromos e omnívoros (Tabela 5). Muitos destes rios apresentam um canal bastante largo, correspondendo a bacias de drenagem de maior dimensão.

O tipo misto Litoral-Centro inclui os grupos D e H. Nesta região capturou-se um total de 13 espécies, apresentando os valores mais elevados de diversidade e riqueza por local (Tabela 5). Ambos os grupos são discriminados pela elevada abundância de indivíduos limnófilos (Tabela 4). As espécies indicadoras e mais abundantes são *Chondrostoma macrolepidotus* e *Barbus bocagei*, embora *Salmo trutta* também se encontre presente (Tabelas 2 e 3).

Tabela 5. Caracterização dos oito grupos piscícolas com base nas métricas (média ± desvio padrão)

Grupos	densidade total	diversidade específica	riqueza específica	potamódromos (%)
A	69,3 ± 77,8	0,8 ± 0,5	3,9 ± 1,9	21,1 ± 29,2
B	54,1 ± 71,2	0,1 ± 0,2	1,9 ± 0,8	0,1 ± 0,4
C	9,4 ± 21,7	0,1 ± 0,2	1,6 ± 1,2	1,1 ± 3,0
D	43,5 ± 43,1	0,8 ± 0,4	3,9 ± 1,6	17,9 ± 21,9
E	15,4 ± 34,6	0,7 ± 0,3	2,7 ± 1,1	48,3 ± 30,9
F	4,0 ± 3,7	0,02 ± 0,04	1,1 ± 0,3	0,0 ± 0,0
G+I	22,7 ± 33,2	0,9 ± 0,44	4,3 ± 1,8	51,9 ± 35,2
H	53,1 ± 46,7	1,2 ± 0,37	5,2 ± 1,3	57,3 ± 28,9

O tipo ciprinícola do Sul inclui os grupos A e B, representando as bacias do Sul de Portugal. As comunidades piscícolas são dominadas pelos ciprinídeos, sendo de realçar o elevado número de endemismos. *Squalius spp.* são as espécies indicadoras do grupo (Tabela 3) e as mais representadas, embora os barbos também tenham uma abundância expressiva. A proporção de indivíduos euritóticos é a métrica mais discriminante para esta região (Tabela 4). Quer o número total de espécies capturadas, quer a densidade, atingem o seu máximo nesta região, embora se tenham observado baixos valores de riqueza e diversidade em vários locais (Tabela 5).

3.2. Variáveis ambientais

Como a discriminação de grupos de peixes se baseia em características taxonómicas, ou seja, é determinada pelo elevado número de endemismos, a resposta biológica às variáveis ambientais não é óbvia. As variáveis ambientais apresentaram uma heterogeneidade considerável, quer dentro de cada grupo, quer entre os grupos (Figura 5). Diferenças significativas ($p < 0,05$) foram identificadas com o teste de Mann-Whitney, o que permitiu interpretar as principais características ambientais dos vários grupos.

Os grupos piscícolas do Sul (A e B) apresentaram uma condutividade significativamente superior e um escoamento médio anual significativamente inferior ($p < 0,05$). As pequenas bacias das regiões Norte e Centro (grupos C, D E e F) registam valores significativamente inferiores de condutividade e significativamente superiores de escoamento médio anual ($p < 0,05$). Alguns destes grupos estão localizados em altitudes mais elevadas (grupos C e F), representando rios de cabeceira, com pequenas áreas de drenagem. A largura do canal é significativamente maior no Noroeste da bacia do Douro (grupo G + I) e em algumas bacias do Norte e Centro (grupos D e E).

A análise discriminante múltipla (MDA) que foi levada a cabo para os oito grupos e as cinco regiões piscícolas apresentou uma grande variabilidade com, respectivamente, 43,6% e 62,3% de locais correctamente classificados na validação cruzada dos grupos. No entanto, a MDA realizada para as 3 principais regiões de grupos taxonómicos - tipo ciprinícola do Nordeste (bacia do Douro), tipo ciprinícola do Sul (Guadiana, Algarve, Sado e bacias da margem esquerda do Tejo) e tipo misto Norte-Centro – apresentou 78,7% de locais correctamente classificados na validação cruzada.

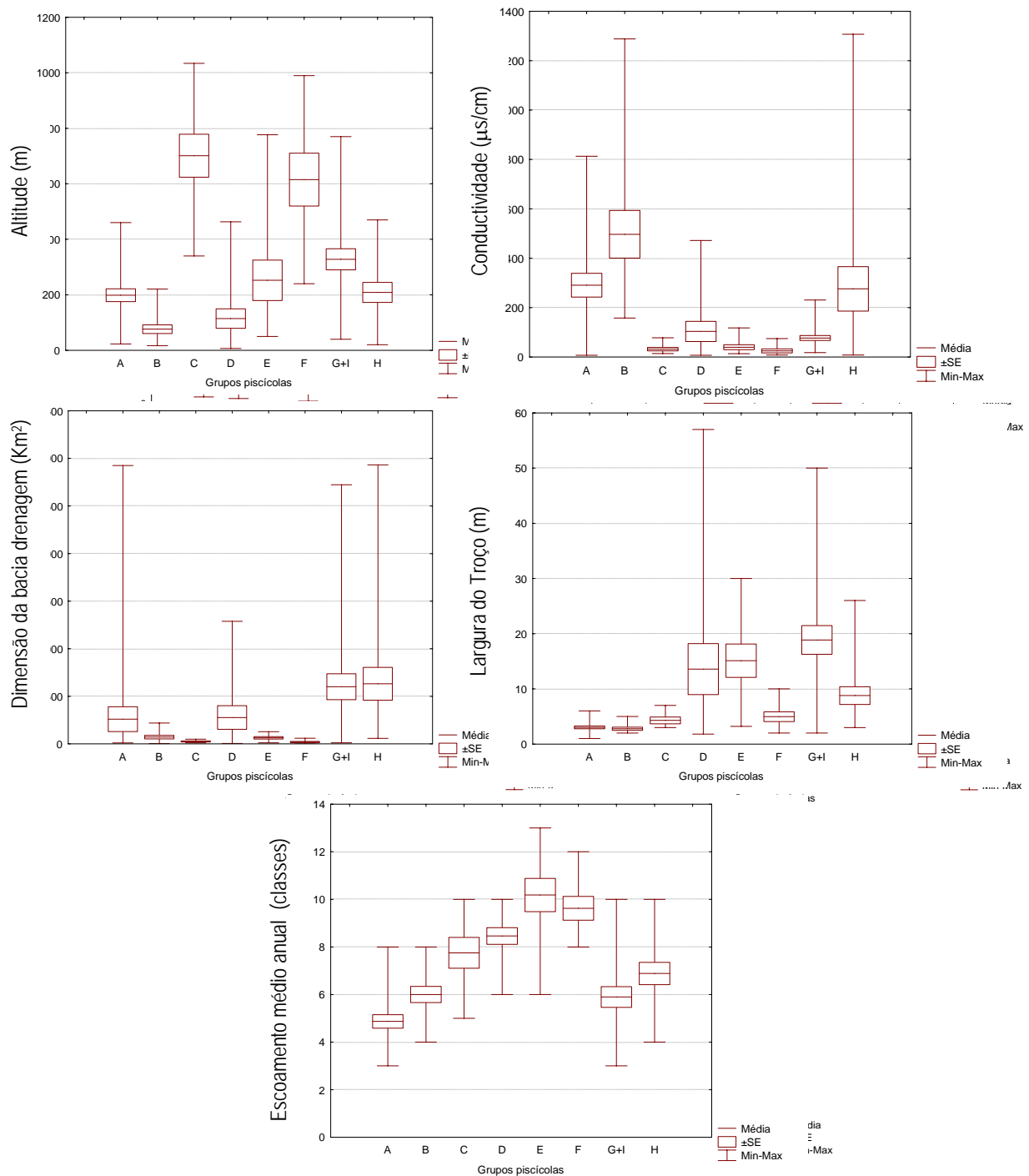


Figura 5. Gráfico de caixa e bigode das variáveis ambientais para cada grupo piscícola (A a I).

O gráfico da MDA revelou uma boa discriminação das 3 principais regiões ao longo do primeiro eixo (72,3%), separando o tipo ciprinícola do Sul dos restantes, em particular do Nordeste (bacia do Douro) (Figura 6). O segundo eixo apenas explica 27,7% da variância total, discriminando o tipo ciprinícola do Nordeste do tipo misto Norte-Centro. A interpretação dos coeficientes canônicos standardizados e da matriz de correlação permitiram identificar a condutividade, a largura média do rio, a profundidade máxima e a altitude como as variáveis mais importantes para o primeiro eixo (Tabela 6).

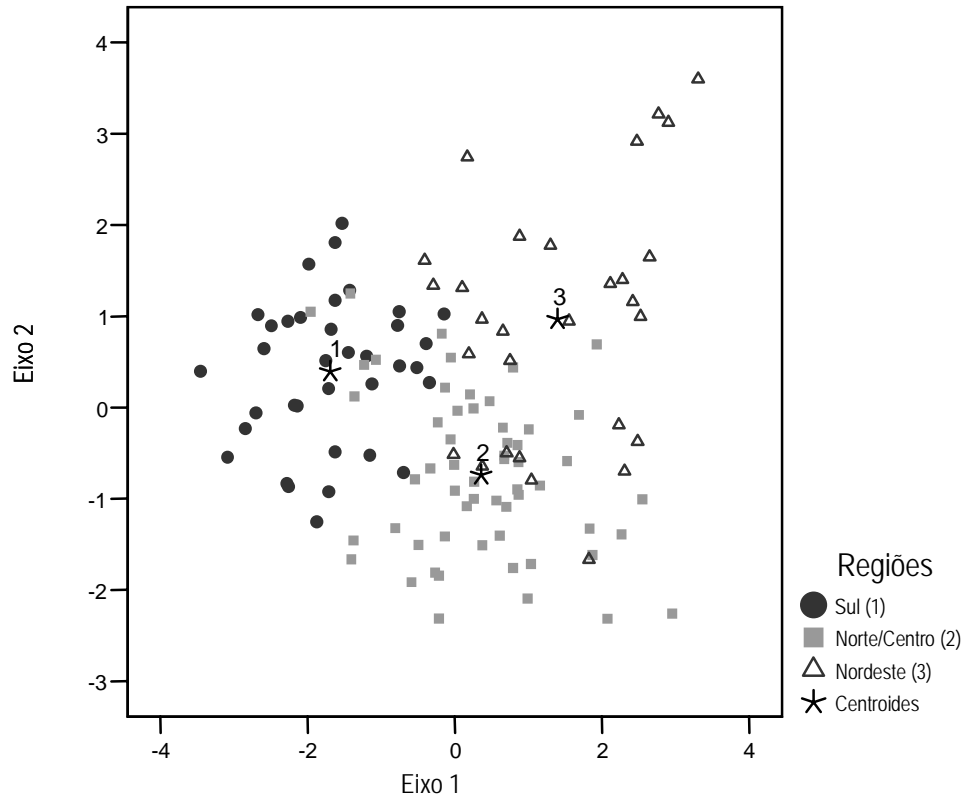


Figura 6. MDA (eixos 1 e 2) das três principais regiões com base nas variáveis ambientais.

A distância à nascente, o escoamento médio anual e a área de drenagem foram as variáveis mais discriminantes para o segundo eixo, que se encontrava positivamente correlacionado como locais do Douro e negativamente com os da região Norte-Centro.

Tabela 6. Coeficientes padronizados e coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais e os eixos canônicos da MDA

	Coeficientes Padronizados		Coeficientes de Correlação	
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
Condutividade	-0,450	0,149	-0,492	0,418
Dimensão de bacia	1,562	-0,764	0,229	0,350
Altitude	0,482	0,316	0,270	0,048
Escoamento médio anual	-0,120	-0,889	0,238	-0,886
Distância à nascente	-1,565	0,866	0,190	0,407
Profundidade máxima do troço	0,209	0,077	0,390	0,059
Largura média do troço	0,796	0,269	0,671	0,171
Proporção cumulativa	72,3	100	-	-

4. DISCUSSÃO

O território continental português apresenta uma elevada complexidade espacial, dos pontos de vista climático, geomorfológico e hidrológico. Esta heterogeneidade coloca dificuldades consideráveis

ao desenvolvimento de uma tipologia baseada num dado grupo biológico. No entanto, vários problemas adicionais tornam o estabelecimento de uma tipologia baseada nos peixes uma tarefa particularmente difícil. A riqueza específica por local é baixa, existindo um elevado grau de endemidade, sendo muitas das espécies endémicas exclusivas de uma bacia em particular. De facto, a fauna piscícola Portuguesa de água doce, apresenta um elevado número de endemismos, dominados pelos ciprinídeos: 35% de endemismos de bacia, 20% de endemismos de sector ictiogeográfico, conforme definidos por ALMAÇA (1978). Alguns tipos piscícolas foram formados com base na presença de uma espécie endémica em particular, numa bacia pequena, pelo que não devem ser considerados particularmente relevantes. É o caso do tipo piscícola B, na zona Sul do país, devido à presença de *Squalius torgalensis* na pequena bacia do rio Mira. Estes factos justificam a fusão de alguns dos tipos, separados apenas com base em endemismos particulares, e a proposta de regiões mais alargadas.

Uma vez que as diferentes espécies do mesmo género são geralmente semelhantes do ponto de vista ecológico, pertencendo às mesmas guildas, a similaridade entre os vários tipos piscícolas aumenta quando são usadas métricas funcionais.

Em geral, os grupos formados com base taxonómica, relacionam-se de forma consistente com as variáveis ambientais usadas para separar e caracterizar os tipos abióticos preliminares de rios [ALVES *et al.* (2002)]: mineralização, área da bacia de drenagem e tipo morfo-climático, sendo as duas primeiras mais discriminantes. Muitos grupos piscícolas respondem, quer à área da bacia de drenagem (por ex., grupos C, E e F com pequenas áreas; grupo G+I com grandes áreas), quer à mineralização (por ex., grupos A e B com mineralização média e elevada; grupos C, E e F com mineralização baixa).

Os tipos piscícolas são geralmente consistentes com um gradiente Norte-Sul de características climáticas e hidrológicas. Duas regiões principais – Norte e Sul, com o rio Tejo como fronteira – foram separadas, quer na tipologia abiótica preliminar quer na regionalização hidrológica [ALVES *et al.* (2002)]. Enquanto o Sul é bastante homogéneo (plano, menos chuvoso, com verões longos, secos e quentes), o Norte apresenta um mosaico climático e geomorfológico muito mais complexo, com maior altitude média, maior precipitação e verões amenos. Devido a estas características, muitos rios são permanentes no Norte e temporários no Sul. Embora não exista uma sobreposição perfeita entre as tipologias piscícolas e as tipologias abióticas prévias, observa-se uma certa concordância, sobretudo nos extremos do gradiente ambiental.

A fauna piscícola reflecte a divisão territorial principal. Todos os rios do Sul podem ser incluídos num só tipo principal, fundindo o grupo A e o grupo B, menos relevante, ambos com baixos caudais e elevada condutividade (Figuras 4 e 5).

No Norte, observa-se um panorama menos claro, devido a heterogeneidade espacial e ictiofaunística. Ocorrem tipos salmonícolas, ciprinícolas e mistos, com elevada variabilidade intra-regional, particularmente nos tipos ciprinícolas (Figura 6).

De Norte para Sul e ao longo de um gradiente de altitude e climático, os tipos piscícolas relacionam-se com certas características ambientais. A região montanhosa (grupo F) sobrepõe-se à região salmonícola mapeada por ALMEIDA e FERREIRA (2002) e à correspondente região morfoclimática da tipologia abiótica [ALVES *et al.* (2004)]. De uma forma geral, esta região de altitudes elevadas apresenta uma elevada precipitação e uma baixa mineralização, tipicamente associadas aos pequenos rios truteiros. A região mista Norte-Centro (grupos C e E) inclui rios bastante heterogéneos, quer de zonas baixas, quer de montanha, geralmente com baixa mineralização e precipitação elevada. O tipo ciprinícola do Nordeste (grupos G + I) corresponde a uma área climática e hidrologicamente distinta do Norte de Portugal, com verões longos, secos e quentes, regimes hidrológicos sazonalmente elevados; este tipo inclui rios de grande largura e área de drenagem. O tipo misto Litoral-Centro (grupos D e H) é bastante heterogéneo, incluindo sobretudo rios de baixa altitude e pequenas áreas de drenagem (Figuras 5 e 6). A região Sul (grupos A e B) está relacionada com rios temporários [ALVES *et al.* (2002)], correndo em zonas de baixa altitude.

Quanto às métricas estruturais, como a densidade total e o número de espécies, em particular de ciprinídeos endémicos, existe igualmente um gradiente Norte-Sul, com as métricas a aumentar desde as montanhas aos rios de planície. De facto, a densidade total foi a métrica mais discriminante. A região Norte, e em particular a região montanhosa, apresentaram as menores densidades, diversidade e riqueza piscícolas. O tipo ciprinícola do Sul e o tipo misto do Litoral apresentaram as maiores abundâncias. Os indivíduos potamódromos e de ciclo de vida longo estão mais representados na região Nordeste (bacia do Douro) que também apresentou uma elevada riqueza específica (Tabela 5).

Em termos de guildas, a região montanhosa (grupo F) é a região melhor discriminada, com os valores mais elevados de indivíduos reófilos, insectívoros, pelágicos e litófilos. Os indivíduos euritópicos separam a região Sul (grupos A e B) das restantes (Tabela 4).

Os agrupamentos piscícolas obtidos neste estudo são, em geral, consistentes com os padrões previamente observados para a Península Ibérica [DOADRIO (1988); VARGAS *et al.* (1998); FERREIRA *et al.* (2002)]. Estes resultados, juntamente com os relativos a outros elementos biológicos, serão utilizados para definir a tipologia final dos rios Portugueses.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pelo INAG – Instituto da Água (Autoridade Portuguesa da Água) no contexto da implementação da DQA em Portugal.

BIBLIOGRAFIA

ALMAÇA C. (1978). Répartition Géographique des Cyprinidae ibérique et secteurs ichtyogéographiques de la Péninsule Ibérique. *Vestník Československé Společnosti Zoologické* XLII , pp. 241-248.

ALMAÇA C. (1995). Freshwater fish and their conservation in Portugal. *Biological Conservation* 72, pp. 125-127.

ALMEIDA P.R.; FERREIRA M.T. (2002). "Recursos halieuticos", in *Ecosistemas Aquáticos e Ribeirinhos: ecologia, gestão e conservação*, editado por I. Moreira, Ferreira M.T., Cortes R., Pinto P., Almeida P.R., Instituto da Água, Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, Lisboa, pp. 8.1-8.12.

ALVES M.H.; BERNARDO J.M.; FIGUEIREDO H.; PADUA 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*, pp. 1-14.

ALVES M.H.; BERNARDO J.M.; RIBEIRO L.; MATIAS P. (2002). Contributos para a determinação do caudal ecológico em Portugal Continental. *Água e Progresso Prémio*, Lisboa: Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, Instituto da Água.

AUSTEN D.J.; BAYLEY P.B.; MENZEL B.W. (1994). Importance of the Guild Concept to Fisheries Research and Management. *Fisheries* 19(6), pp. 12-20.

BARBOUR M.T.; GERRITSEN J.; SNYDER B.D.; STRIBLING J.B. (1999). *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*. EPA 841-B-99-002. US Environmental Protection Agency.

BERNARDO J.M.; ILHÉU M.; MATONO P.; COSTA A.M. (2003). Interannual variation of fish assemblage structure in a Mediterranean river: implications of streamflow on the dominance of native or exotic species. *River Research and Application* 19, pp. 521-532.

EUROPEAN COMMISSION (2000). Directive 2000/60/EC. Establishing a framework for community action in the field of water policy. Luxembourg: European Commission PE-CONS 3639/1/100.

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) (Co-ordinator: Stefan Schmutz). Institute for Hydrobiology and Aquatic Ecosystem Management, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, 41 pp.

GASITH A.; RESH V.H. (1999). Streams in Mediterranean climate regions: abiotic influence and biotic responses to predictable seasonal events. *Annual Review of Ecology and Systematics* 30 pp. 51-81.

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

ILHÉU M. (2004). Padrões de uso de habitat da ictiofauna em rios de tipo mediterrânico. Tese Doutorado, Universidade de Évora.

ILLIES J. (1978). *Limnofauna Europaea*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

KARR J.R.; CHU E.W. (1999). *Restoring Life in Running Waters: Better Biological Monitoring*. Washington, Island Press.

LEGENDRE P.; LEGENDRE L. (1998). *Numerical ecology*, 2nd ed. Elsevier. Amsterdam.

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

SWEETING R. (2001). "Classification of ecological status of lakes and rivers: biological elements in the classification", in *Classification of Ecological Status of Lakes and Rivers* editado pr Back S. & Karttunen K., TemaNord 584, Nordic Council of Ministers, Copenhagen.

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