

# AVALIAÇÃO GLOBAL DOS EFEITOS ECOLÓGICOS DE PEQUENOS APROVEITAMENTOS HIDROELÉTRICOS SOBRE A ICTIOFAUNA

Ana P. FERREIRA

*Engª Florestal, Bolseira de Investigação do Departamento de Engenharia Florestal do Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1389-017 Lisboa, +351.213602087, [patriciaferreira@net.sapo.pt](mailto:patriciaferreira@net.sapo.pt)*

Maria T. Ferreira

*Bióloga, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Florestal do Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1389-017 Lisboa, +351.213602087, [terferreira@isa.utl.pt](mailto:terferreira@isa.utl.pt)*

Jorge Bochechas

*Engº Silvicultor, Chefe da Divisão de Pesca nas Águas Interiores da Direcção Geral das Florestas, Av.5 de Outubro, 52 – 6ºD, 1050 Lisboa, +351.213547307, [jbochechas.dgf@mail.telepac.pt](mailto:jbochechas.dgf@mail.telepac.pt)*

## RESUMO

Os efeitos de 38 pequenos aproveitamentos hidroeléctricos (PAH) sobre as populações piscícolas foram o objecto deste estudo. Assim, foram efectuadas amostragens a montante e a jusante de cada PAH que foram comparadas utilizando diversos processos. O teste de t emparelhado revelou a existência de diferenças significativas entre montante e jusante para as enguias considerando todos os PAH amostrados, os PAH com passagens para peixes (PPP) e os PAH com PPP não eficientes. Todos os PAH amostrados possuem PPP do tipo bacias sucessivas, que não é adequada à passagem das enguias. No entanto, na generalidade não parecem verificar-se diferenças significativas entre montante e jusante parecendo os nossos resultados indicar que a interrupção provocada pelos PAH não apresenta consequências ecológicas suficientemente fortes para alterar, de uma forma geral, a composição das comunidades piscícolas a montante e a jusante, à excepção de algumas espécies nalguns locais. Estes resultados devem ser analisados cautelosamente, uma vez que dizem respeito a estruturas que possuem, na sua generalidade, uma idade inferior a 10 anos podendo com o passar do tempo as diferenças começarem a revelar-se. A inexistência de diferenças pode ainda dever-se ao facto da maior parte dos PAH se encontrarem localizados relativamente perto da nascente, incluindo a montante e a jusante do aproveitamento zonas de desova. Neste caso, os peixes escolhem não despende o esforço necessário para utilizar as passagens para peixes, e em seu lugar concentram as suas reservas de energia na desova a jusante dos obstáculos, mesmo se o habitat existente é menos favorável.

**Palavras-chave:** passagens para peixes, bacias sucessivas, regularização, populações piscícolas, mini-hídricas.

# 1 INTRODUÇÃO

No limiar do milénio, os recursos hídricos dulçaquícolas são um bem cada vez mais escasso à medida que se processa o crescimento demográfico e aumentam as exigências do desenvolvimento económico das sociedades humanas. Nas zonas temperadas quentes, como a Península Ibérica, a disponibilidade dos recursos hídricos e produção de bens associada, encontra-se distribuída no espaço e no tempo de uma forma inadequada ao uso humano, pelo que o recurso ao represamento tornou-se uma medida corrente de gestão destes recursos.

A retenção artificial da água, por forma a ser utilizada quando e onde necessária é de tal forma corrente, que consideramos hoje quase como paisagem natural os milhares de massas de água lânticas Ibéricas que há cem anos não existiam. Em termos ecológicos, encontram-se ainda muito pouco estudadas (sobretudo em termos globais) as consequências da implantação destas numerosas barreiras físicas no contínuo unidireccional de transporte de materiais e seres vivos, entre as cabeceiras e a foz, que caracteriza os sistemas fluviais.

As massas de água represadas apresentam objectivos de utilização, volumes, regimes de uso e características morfológicas muito variadas. Uma parte importante delas tem por objectivo principal a produção de energia hidroeléctrica, frequentemente barragens grandes e em vales encaixados, com grande capacidade de acumulação hídrica, situadas no centro e norte do país.

Apenas recentemente, a partir de 1989 e no seguimento de legislação própria, se assistiu à instalação ou reaproveitamento de um número crescente de pequenas barragens cujo objectivo é a produção de energia hidroeléctrica com fins lucrativos. Entre 1990 e 1997 foram instalados ou estão em fase de projecto ou construção cerca de 70 pequenos aproveitamento hidroeléctricos (PAH), no centro e norte do país, dos quais se estima que entre 40 e 45 se encontram a funcionar.

O projecto na origem de cada novo empreendimento inclui um estudo de avaliação do seu impacto ambiental e de medidas mitigadoras do funcionamento da obra. Considerou-se que a instalação e funcionamento dos PAH poderia contribuir para se verificarem alterações nas comunidades piscícolas, nomeadamente através do seu efeito barreira a movimentações necessárias à prossecução do ciclo de vida das espécies, para jusante ou para montante. Nesse sentido, uma parte considerável dos PAH estão equipados com passagem para peixes por bacias sucessivas, com supervisão da Direcção Geral das Florestas (DGF), que também analisa os Projectos. Contudo e apesar dos esforços da DGF, o correcto dimensionamento e grau potencial de operacionalidade destas passagens são muito variáveis.

Não tinha sido até ao momento realizado qualquer estudo em Portugal sobre os efeitos ecológicos da construção dos PAH nos ecossistemas fluviais, nomeadamente a caracterização das populações piscícolas a montante e a jusante e de que forma e em que grau estas são afectadas. Sem este conhecimento, torna-se difícil avaliar a real dimensão do problema ecológico bem como o grau de eficácia efectiva das passagens. Ou seja, uma passagem para peixes bem dimensionada não garante por si só a existência de peixes que a utilizem. Neste contexto, outros aspectos são também fundamentais, tais como a existência de caudais adequados de manutenção ecológica, nomeadamente entre a barragem e a restituição, o que frequentemente não acontece.

Este Estudo pretende fornecer um diagnóstico em termos ecológicos gerais da situação existente, através do estudo das populações piscícolas a montante e a jusante do maior número possível de PAH, bem como analisar a adequabilidade das passagens existentes e a sua eficácia potencial em termos eco-hidráulicos.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Métodos de campo**

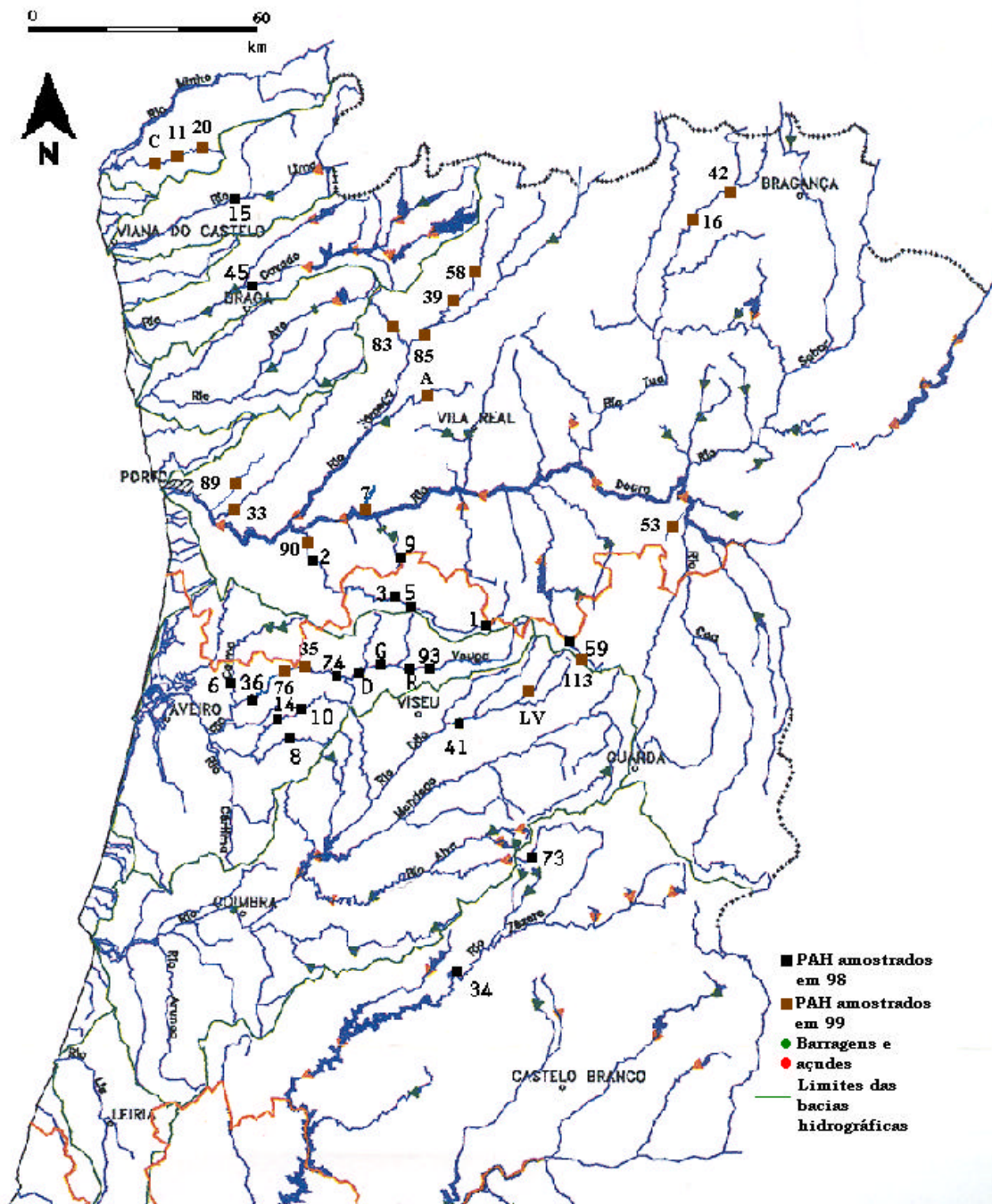
As amostragens piscícolas foram realizadas nos meses de Agosto e Setembro de 1998 e no mês de Julho de 1999, por uma equipa de três elementos. Assim, estas amostragens concentraram-se nos PAH cujos processos correspondentes a pedidos de construção e licenciamento existiam na DGF.

Foram visitados 40 PAH, embora dois deles: o PAH de Catapereiro (Ribeira de Teja) e o PAH de Seixinhos (rio Louredo), ambos situados na bacia hidrográfica do rio Douro, não se encontrassem concluídos (o PAH de Seixinhos não tinha sido à altura sequer iniciado). Assim, ao todo foram amostrados 38 PAH (Figura 1), localizados em sete bacias hidrográficas: Cávado, Lima, Tejo, Douro, Vouga, Minho e Mondego. A amostragem incluiu os rios Ardena, Pombeiro (ou Videiro), Douro, Caima, Águeda, Cabrum, Alfusqueiro, Mestre, Zézere, Varoso, Cávado, Vouga, Ovil, Coura, Tuela, Sousa, Teixeira, Beça, Covas, Vouga, Peio (Ouro), Ferreira, Paiva, Távora, Dão e Poio. Em cada PAH foram efectuadas duas amostragens, uma situada a montante da albufeira (a partir da zona onde cessava a influência desta) e a outra a jusante da central e da zona de restituição. As excepções foram o PAH de Ribadouro e o PAH de Palhal, nos quais só foram efectuadas as amostragens a montante do açude, pois verificou-se que o troço fluvial a jusante da central era de grande dimensão, sendo impossível a sua amostragem com as artes de pesca disponíveis.

O método de captura utilizado foi a pesca eléctrica. A pesca foi realizada durante o dia, movendo o ânodo em zig-zag contra o sentido da corrente, ao longo do troço. Nos locais de maior profundidade (> 1 m) foi necessária a utilização de um barco. O tempo médio de pesca eléctrica foi de 20 min.

Todos os exemplares capturados foram identificados, pesados (peso total) e medidos (comprimento total). Uma pequena parte dos exemplares foi conservada em formol a 5% para identificação ou referência. Os restantes foram devolvidos à água.

Procedeu-se em cada local amostrado à medição dos parâmetros físico-químicos da água: pH, temperatura, oxigénio dissolvido e condutividade. Para tal, foi utilizada uma sonda multiparâmetros HORIBA mod. U-10. Foi igualmente medida a largura do canal, assim como a do rio. Para estas medições utilizou-se uma fita métrica graduada, entre os pontos das margens aparentemente mais próximos e afastados, excepção feita aos locais de troços mais largos (> 30m), para os quais se estimou um valor aproximado.



**Figura 1** Localização dos PAH amostrados em 1998 e 1999, encontrando-se identificados pelo número de processo, ou pela inicial do nome. Assim: 1- Fráguas, 2- Vila Viçosa, 3- Ermida, 5- Vale Soeiro, 6- Palhal, 7- Ribadouro, 8- Soutinho, 9- Ovadas, 10- Cercosa, 11- Pagade, 14- Talhadas, 15- Rendufe, 16- Torga, 20- Paus, 33- Senhora do Salto, 34- Janeiro de Cima, 35- Carregal, 36- Paredes, 39- Bragadas, 41- Fagilde, 42- Nunes, 45- Adaufe, 58- Covas do Barroso, 59- Ponte Nova, 73- Soeiro, 74- Valgode, 76- Grela, 83- Casal, 89- Penhas Altas, 90- Bateira, 93- Bertelhe, 113- Barreiros, A- Alvadia, C- Covas, D- Drizes, G- Gumiei, LV- Levada-a-Velha, R- Ribafeita.

A profundidade média e máxima foi estimada em aproximadamente 15 pontos, escolhidos de forma aleatória, em cada sub-troço, e usada a média. A velocidade da corrente foi medida visualmente e classificada em quatro grupos (de 0-sem corrente a 3-com corrente forte). Para avaliação da textura do substrato foram consideradas três classes: elementos grosseiros (>2 cm), elementos médios (2 cm

a 2 mm) e elementos finos (<2 mm). Foi igualmente preenchida uma ficha de caracterização de cada sub-troço.

## 2.2 Métodos analíticos

Na análise do número médio de indivíduos e da frequência de ocorrência nas estações de amostragem, foram utilizados os valores de captura por unidade de esforço (CPUE, 20 min de pesca eléctrica) como índice de abundância relativa (Godinho *et al.*, 1997) para cada espécie e em cada local amostrado. O tratamento de dados incluiu as campanhas de 1998 e 1999 porque se estimou ser pouco interessante a análise em separado, uma vez que o objectivo era adquirir uma imagem global da situação.

Para verificar a existência de diferenças significativas entre a composição das populações piscícolas nos troços amostrados a montante e a jusante de cada PAH, foram efectuados testes de *t* emparelhado (*paired-sample t test*) para cada espécie (Zar, 1996). Estes testes foram efectuados para o conjunto de montante e jusante dos PAH, para todos os PAH com passagem para peixes, para os sem passagem para peixes, e ainda para os que possuíam uma passagem considerada eficiente e para os que possuíam passagens não eficientes (segundo Reis e Santos, 1999).

Para completar a imagem de existência ou não de diferenças assim obtida, foi realizada uma análise hierárquica aglomerativa com as variáveis biológicas de cada sub-troço, ou seja, o CPUE de cada espécie para o total dos PAH amostrados. Os valores de CPUE foram transformados por  $\log(x+1)$ , utilizando-se como medida de distância a de Bray-Curtis e o método de agrupamento UPGMA (*Unweighted pair-group mean average*; Sneath e Sokal, 1973) por recurso ao programa NTSYS-pc (Rohlf, 1989).

Finalmente, para analisar globalmente as relações entre as comunidades piscícolas encontradas e as variáveis ambientais, foi realizada uma análise canónica de correspondências (CCA) (Ter Braak, 1988). Para a aplicação desta técnica, foi necessária a construção de duas matrizes distintas. Na primeira foram introduzidos os dados ambientais julgados potencialmente importantes na estruturação das comunidades biológicas. Foram assim consideradas as seguintes 25 variáveis abióticas, ao nível do PAH: distância à nascente, número de ordem, altitude, temperatura média anual, precipitação média anual, altura do açude, presença de passagem para peixes, número de tributários entre a central e o açude; e ao nível do sub-troço: largura do canal, largura do rio, profundidade média, profundidade máxima, velocidade da corrente, pH, condutividade, temperatura da água, oxigénio dissolvido, % cobertura de vegetação lenhosa, % cobertura de vegetação herbácea, ensombramento, modificações físicas do troço (escala visual de 1-5), existência de abrigos, percentagem de elementos grosseiros, médios e finos no substrato do leito. Na outra matriz, registaram-se os valores de CPUE das diferentes espécies, igualmente ao nível de cada sub-troço.

Realizou-se de seguida a selecção das variáveis que influíam significativamente na variação biológica (*forward selection of variables*) (Ter Braak, 1988), ou seja, que explicam de uma forma significativa a distribuição das espécies, quase da mesma forma que o conjunto inteiro. Para testar estatisticamente a significância de cada variável, recorreu-se a um teste de permutação de Monte Carlo

com 1000 permutações (Ter Braak, 1990). Verificou-se, de seguida a existência ou não de multicolinearidade entre estas variáveis ambientais (Ter Braak, 1988).

Para reduzir a influência das espécies muito abundantes, foi aplicada uma transformação logarítmica (Ter Braak, 1988) aos valores de CPUE.

As análises de ordenações foram efectuadas pelo programa CANOCO versão 3.10 (Ter Braak, 1988 e 1990). Para cada CCA, foi realizado um teste de Monte Carlo ao valor próprio do primeiro eixo canónico e à soma de todos os valores próprios, para testar a significância das relações das espécies com as variáveis ambientais seleccionadas (Ter Braak, 1988).

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Variação biótica entre e intra PAH

No total foram capturadas 10 espécies, para além de híbridos entre escalos e ruivacos. Destas 10 espécies cinco são de Ciprinídeos e as restantes distribuem-se por outras Famílias, incluindo Salmonídeos, Anguilídeos, Gobídeos, Centrarquídeos e Cobitídeos. As espécies geralmente dominantes são: escalo, barbo, boga, ruivaco e truta. A riqueza em espécies por PAH variou entre 2 e 7, sendo Rendufe, Ovadas e Paus as menos ricas e Bertelhe, Drizes, Gumiei, Ribafeita, Cercosa, Vila Viçosa e Penhas Altas as mais ricas.

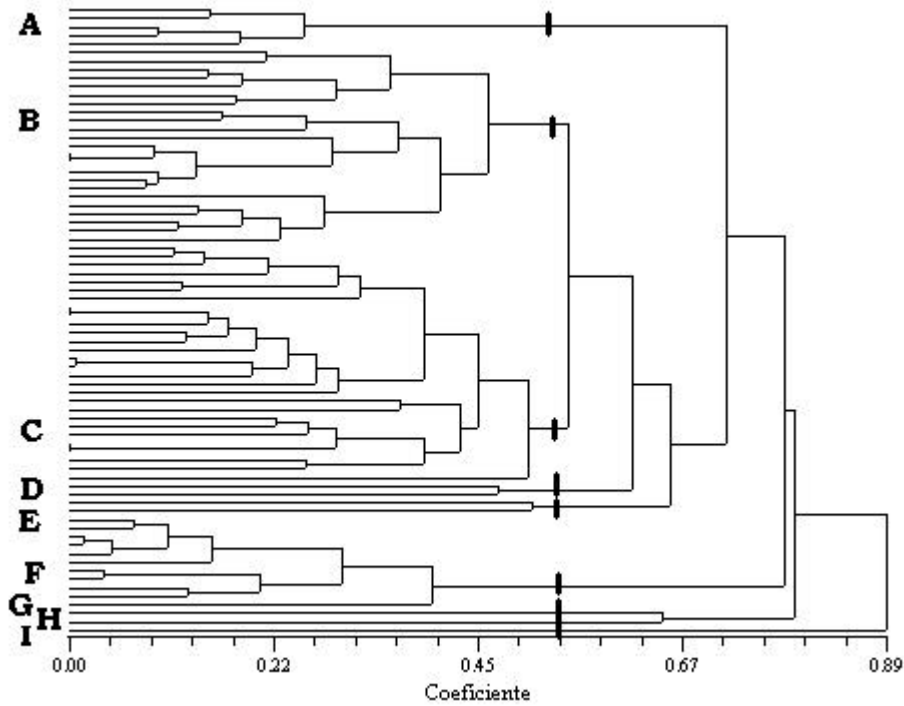
De uma forma geral, os troços amostrados apresentam populações mistas de truta de rio e ciprinídeos. As populações de truta não são em geral dominantes. Apenas em Soeiro (montante), Ovadas (montante), Covas do Barroso (montante), Carregal (montante), Paus (montante) e Rendufe (montante) se verificou a presença exclusiva de populações de *Salmo trutta fario*. Apenas os dois últimos PAH referidos têm passagem para peixe.

O dendrograma da Figura 2 apresenta os agrupamentos de PAH formados com base nas CPUE de montante e de jusante obtidas através das amostragens de 1998 e 1999. Os PAH encontram-se divididos em nove grupos. O grupo A é constituído pelos pontos onde se verificou uma predominância dos escalos sobre as restantes espécies piscícolas que constituíam a população, ou seja, Janeiro de Cima (montante - m e jusante - j), Ermida (m), Soutinho (m) e Alvadia (m).

O grupo B é constituído pelos pontos onde são predominantes a boga e a truta, ou seja, Vale Soeiro, Bertelhe, Fráguas, Soutinho (j), Casal (m), Paus (j), Vila Viçosa (m), Talhadas (j), Paredes (m), Pagade, Covas (m), Ribadouro (m), Alvadia (j), Cercosa (j), Carregal (j), Nunes (m), Bragadas e Covas do Barroso (j). O grupo C é constituído pelos locais onde existe uma predominância de barbo, ou seja, Ponte Nova, Barreiros, Senhora do Salto, Bateira, Penhas Altas (m), Valgode, Paredes (j), Grela, Drizes, Levada-a-Velha, Gumiei, Ribafeita, Fagilde (m), Cercosa (m), Torga, Nunes (j) e Palhal (m).

O grupo D é constituído somente por dois pontos de amostragem: Vila Viçosa (j) e Penhas Altas (j). O primeiro com um CPUE elevado de boga e o segundo de góbio.

O grupo E é constituído pelos locais de amostragem onde se verificou igual predomínio, embora em quantidades muito reduzidas, de escalo, boga, ruivaco, truta e barbo, ou seja, Talhadas (m) e Adaúfe (j). O grupo F engloba locais onde a truta é a espécie exclusiva ou com uma acentuada predominância desta espécie, como sejam, Soeiro, Rendufe, Ovadas, Carregal (m), Paus (m), Covas do Barroso (m), Ermida (j) e Casal (j).



**Figura 2** Agrupamento multivariado dos PAH amostrados com base nas populações piscícolas.

Cada um dos três últimos grupos é representado por apenas um local de amostragem. Assim, o grupo G contém Fagilde (j) onde se capturou uma quantidade considerável de perca-sol, em detrimento das outras espécies. O grupo H é constituído por Covas (j) onde se capturaram muito poucos exemplares. Finalmente, o grupo I é formado por Adaúfe (m), que se destaca pela população predominante de ruivacos.

De uma forma geral, verifica-se a ocorrência de proximidade entre os sub-troços amostrados (montante e jusante), sendo as populações piscícolas agrupadas por PAH e não por sub-troços de PAH.

Devido ao aparecimento de 16 PAH cujas populações de montante e de jusante aparecem colocadas em grupos diferentes do dendrograma da Figura 2 (Ermida, Soutinho, Alvalá, Casal, Paus, Vila Viçosa, Talhadas, Paredes, Covas, Cercosa, Carregal, Nunes, Covas do Barroso, Penhas Altas, Fagilde e Adaúfe), procedeu-se à realização do teste t emparelhado para cada um dos casos. Por não se ter verificado a normalidade em nenhum dos casos foi efectuado o teste *Wilcoxon signed rank*, tendo sido o PAH de Vila Viçosa o único local onde se encontraram diferenças estatisticamente significativas entre montante e jusante.

O Quadro 1 apresenta os resultados do teste t emparelhado para cada espécie utilizando os 38 PAH amostrados (1998 e 1999), para o total dos PAH com passagens para peixes (PPP), para os PAH com PPP consideradas eficientes e não eficientes e para os PAH sem PPP. Verificou-se a existência

de diferenças estatisticamente significativas entre as populações de escalos de montante e de jusante, quando considerados todos os PAH; nas populações de enguia pertencentes aos PAH na sua totalidade, para aqueles que possuíam passagem para peixe e para aqueles que possuíam passagens para peixes não eficientes. Nos PAH com passagens para peixes consideradas eficientes não se encontraram diferenças significativas para nenhuma das espécies. Nos PAH sem passagem para peixes encontraram-se diferenças significativas entre as populações de trutas existentes a montante e a jusante da passagem.

**Quadro 1** Teste da existência de diferenças significativas das capturas a montante e a jusante dos PAH (agrupados ou no seu conjunto total, com passagem para peixes – PPP – ou sem, com PPP eficiente ou não) por espécies. Os valores de  $p$  seguidos de  $W$  foram obtidos através do teste *Wilcoxon signed rank* por não se verificar a normalidade, os restantes foram obtidos através do teste  $t$  emparelhado. Os valores seguidos de \* são aqueles onde existem diferenças significativas. Para  $p > 0.1$ .

Espécies	Todos	PAH com PPP	PAH sem PPP	PPP eficientes	PPP não eficientes
Escalo ( <i>Leuciscus carolitertii</i> )	0.0150W*	0.2320	0.2334W	0.1645	0.6804
Boga ( <i>Chondrostoma polylepis</i> )	0.7135	0.8583	0.4620	0.5356	0.8698
Ruivaco ( <i>Rutilus arcasii</i> )	0.6777W	0.3804W	0.2188W	0.1250W	0.4375W
Truta ( <i>Salmo trutta fario</i> )	0.5459W	0.4037W	0.0166*	0.8125W	0.7422W
Barbo ( <i>Barbus bocagei</i> )	0.5480W	0.5619W	0.6875W	0.8295	0.6875W
Enguia ( <i>Anguilla anguilla</i> )	0.0052W*	0.0322W*	0.0938W	1.0000W	0.0187*
Perca-sol ( <i>Lepomis gibbosus</i> )	0.8438W	0.8125W	1.000W	1.0000W	0.8750W
Bordalo ( <i>Rutilus alburnoides</i> )	0.6221W	0.8203W	0.6250W	1.0000W	0.5000W
Góbio ( <i>Gobio gobio</i> )	0.8438W	0.2500W	0.7500W	1.0000W	0.5000W
<i>Leuciscus x Rutilus</i>	0.7500W	0.7500W	1.000	1.0000W	1.000
Verdemã ( <i>Cobitis marocana</i> )	0.5000W	0.500W	1.000W	0.5000W	1.000

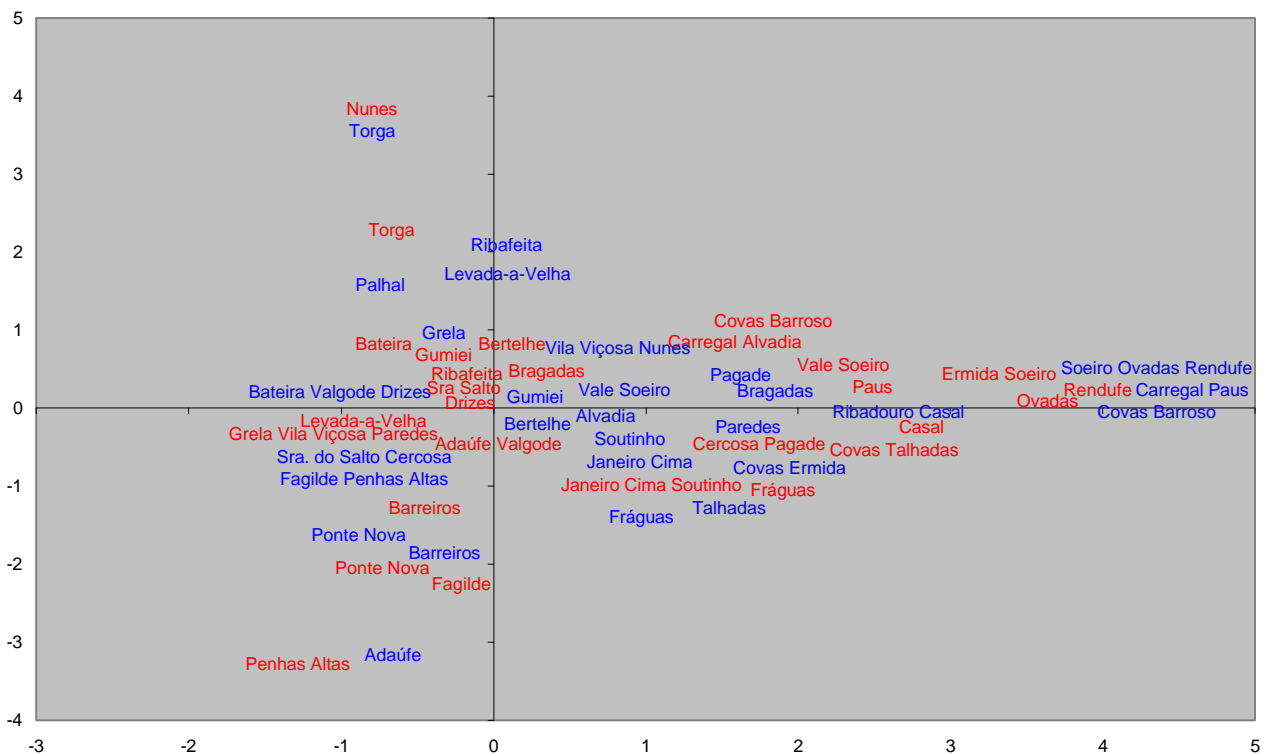
### 3.2 Variação canónica

Submeteram-se os dados de 1998 e de 1999 a um tratamento por análise de correspondências canónicas por forma a analisar a disposição espacial relativa das amostragens e a sua relação com as variáveis abióticas potencialmente explicativas dessa disposição. Para a matriz de dados biológicos considerou-se a amostragem efectuada a montante e a jusante dando assim origem a 74 entradas de CPUE.

Após selecção, 10 variáveis revelaram-se significativas para a distribuição das espécies piscícolas no modelo final de CCA (correlações entre os dois primeiros biológicos e ambientais  $> 0.79$ ):

temperatura média anual, % elementos médios, largura do rio, distância à nascente, condutividade, % de elementos finos, pH, profundidade máxima, % de elementos grosseiros e precipitação. Verificou-se que não existia multicolinearidade entre estas variáveis. Este conjunto de variáveis explicou 41.8% da variância biológica total, ou seja, da composição das comunidades.

A disposição dos locais, espécies e variáveis no plano contido no primeiro e segundo eixos canónicos encontram-se nas Figuras 3 e 4. Os dois primeiros eixos canónicos explicaram 24.1% dessa variância total, com um valor próprio respectivo de 0.254 e 0.164. Este valor é elevado em termos relativos (Ter Braak, 1988), tendo o primeiro eixo apresentado um gradiente ambiental e biológico mais forte que o segundo.

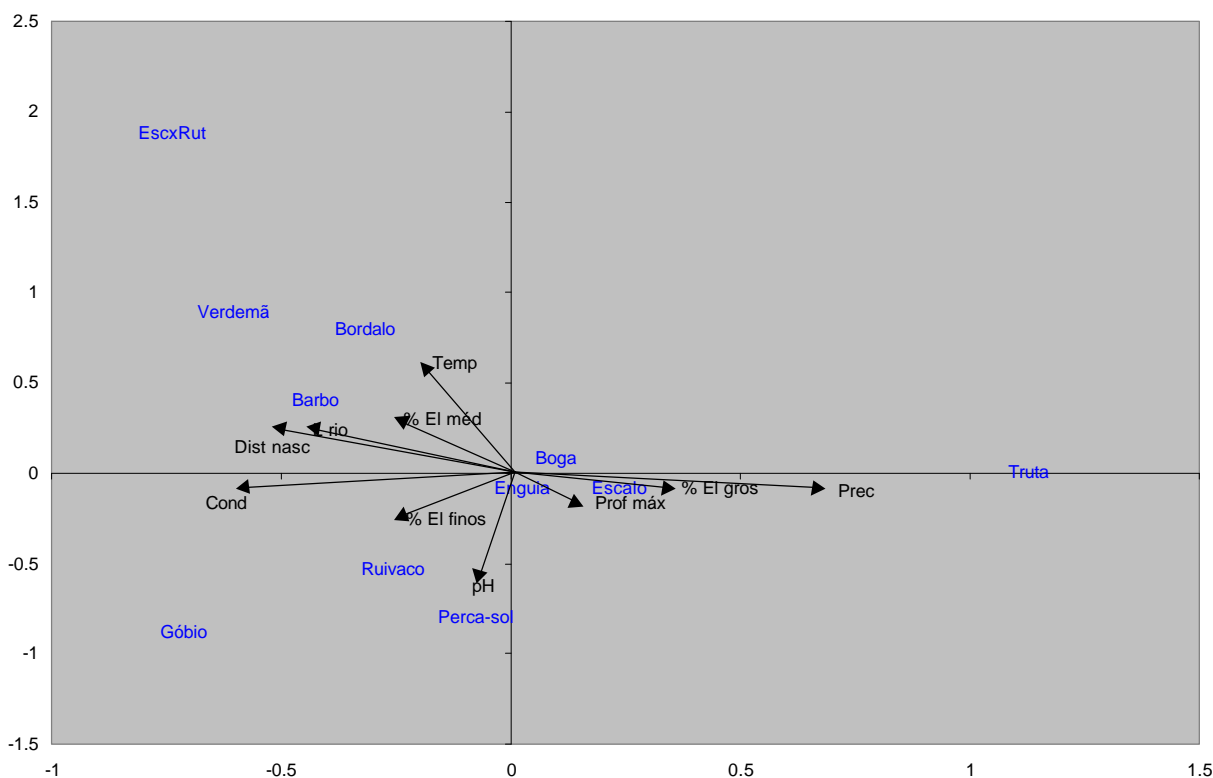


**Figura 3** Disposição dos locais de amostragem no plano formado pelos dois eixos canónicos. A azul, locais de montante. A vermelho, locais de jusante.

O primeiro eixo canónico opõe os PAH situados em rios de cabeceira e dominados por populações truteiras (Soeiro, Ovadas, Rendufe, Ermidão jusante, Carregal, Paus e Covas do Barroso, estes três últimos montante) a todos os outros PAH, em que dominam populações não salmonícolas (Figuras 3 e 4). No extremo negativo do primeiro eixo encontram-se PAH dominados sobretudo por bogas e barbos. O segundo eixo canónico contém gradientes secundários, algo associados a perturbações e é definido por Torga e Nunes (jusante) no extremo positivo, onde dominaram os híbridos de *Leuciscus x Rutilus*, e no extremo negativo por Adaúfe (montante), Penhas Altas, Ponte Nova e Fagilde, com populações abundantes de góbios, ruivacos ou perca-sol.

Em termos gerais, o primeiro eixo canónico revelou assim um forte gradiente piscícola, desde troços salmonícolas - *S. trutta*, a troços de crescente influência ciprinícola (*L. carolietii* e *C. polylepis*) e finalmente uma zona tipicamente ciprinícola dominada por *B. bocagei*, *R. arcasii* e *R. alburnoides*. O

segundo eixo é definido em particular pelas espécies exóticas *G. gobio* e *Lepomis gibbosus* (Figura 4) e pela *Cobitis marocana*.



**Figura 4** Disposição das espécies e dos vectores abióticos no plano formado pelos eixos canónicos.

**Quadro 2** Valor de F das variáveis abióticas seleccionadas e respectiva probabilidade dada pelo teste de permutações de Monte Carlo, bem como correlações de Pearson com os valores dos scores respectivos nos primeiros (CCA1) e segundos (CCA2) eixos canónicos. A negrito  $P < 0.05$ .

Variáveis	Acrónimo	F	P	CCA1	CCA2
Precipitação	Prec	5.92	0.001	<b>0.5538</b>	-0.0780
Condutividade	Cond	4.61	0.001	<b>-0.4906</b>	-0.0579
Temperatura	Temp	4.67	0.001	-0.1602	<b>0.4810</b>
Distância à nascente	Dist nasc	3.37	0.002	<b>-0.4236</b>	0.2014
Largura do rio	L rio	2.74	0.025	<b>-0.3600</b>	0.2210
pH	pH	2.83	0.004	-0.0468	<b>-0.4174</b>
% Elementos finos	% El finos	3.55	0.003	-0.2068	-0.1987
Profundidade máxima	Prof máx	1.67	0.0929	0.1266	-0.1369
% Elementos grosseiros	% El gros	1.80	0.0839	0.2778	-0.0680
% Elementos médios	% El méd	1.61	0.1039	-0.2112	0.2332

Verifica-se, de uma forma geral, que os sub-troços de montante se encontram espacialmente próximos dos de jusante. As excepções são Vila Viçosa, em que a jusante se encontram 11% de góbios na população, Ermida em que a tipologia do vale e das populações piscícolas são muito

diferentes entre montante e jusante, e Nunes onde a jusante a maioria da população é composta por bordalos.

As variáveis que definem os gradientes abióticos associados ao primeiro eixo são a precipitação, a condutividade, a distância à nascente e a largura do rio (Figura 4 e Quadro 2). Associados ao segundo eixo estão sobretudo a temperatura e o pH. Rios mais pequenos, mais perto da nascente, de menor condutividade, com populações truteiras, opõem-se a rios maiores de planície, de carácter ciprinícola. *Este padrão ecográfico natural das populações ictiológicas não parece afectado pela imposição dos PAH no sistema fluvial.* As variações a verificarem-se, serão de resolução mais fina, a nível local.

## 4 DISCUSSÃO

O principal objectivo das passagens para peixes consiste em dirigir os migradores para um determinado local do curso de água a jusante do obstáculo e incitá-los, ou seja obrigá-los a passar para montante, abrindo-lhes uma via de água (passagens para peixes *stricto sensu*) ou permitindo-lhes a entrada para uma cuba e transportando-os para montante (sistemas de transporte) (Larinier, 1992).

Dos PAH estudados no decurso deste trabalho os que possuíam passagens para peixes eram do primeiro tipo, mais precisamente passagens de bacias sucessivas. Este tipo de passagem é incontestavelmente um dos mais utilizados, consiste numa série de bacias que partem da base do obstáculo e permitem a deslocação por água até montante. É geralmente a melhor solução, sendo muito menos selectiva que a passagem de “Denil” (Larinier, 1992).

Na generalidade não parecem verificar-se quaisquer diferenças significativas entre as populações piscícolas localizadas a montante e a jusante das albufeiras dos PAH. Também Kubecka *et al.* (1997) tinham verificado que as mudanças nas comunidades bentónicas dos PAH por eles estudados não possuíam nenhuma tendência explicável pelo funcionamento destas estruturas. O mais natural é estas diferenças se ficarem a dever a factores que só um delineamento experimental vocacionado para amostragens mais pormenorizadas em cada local poderia vir a revelar. O PAH de Vila Viçosa foi o único local onde se encontraram diferenças significativas entre montante e jusante, uma vez que este aproveitamento não possui passagem para peixes, é assim de algum modo compreensível que se verifique esta diferença.

Ao analisar a existência de diferenças significativas entre montante e jusante, mas considerando as diversas espécies encontradas nesta amostragem, verificamos que a enguia apresenta diferenças entre montante e jusante: no total dos PAH amostrados; nos PAH com passagens para peixes; e nos PAH com passagens para peixes consideradas não eficientes no estudo efectuado por Reis e Santos (1999). As passagens para peixes devem ser dimensionadas considerando a espécie mais exigente (Larinier, 1992), no entanto a enguia necessita de um outro tipo de passagens que não a de bacias sucessivas uma vez que esta espécie não consegue saltar. A passagem mais adequada a estes indivíduos será talvez a tipo “Denil” uma vez que é adequada a espécies com capacidades natatórias suficientes em termos de velocidade e resistência (grandes salmonídeos migradores, lampreias, grandes ciprinídeos) e a peixes com um comprimento superior a 30 cm (Larinier, 1992). A maioria dos exemplares que habita os nossos rios de menor ordem e menor dimensão (localização habitual dos

PAH) não atinge este comprimento, assim as enguias são ignoradas em detrimento das outras espécies existentes. A construção de um corredor lateral à passagem por bacias sucessivas poderia ser a solução que permitiria a passagem desta espécie para montante.

Os nossos resultados parecem indicar que a interrupção provocada pelos PAH não apresenta consequências ecológicas suficientemente fortes para alterar, de uma forma geral, a composição das comunidades piscícolas a montante e a jusante, à excepção de algumas espécies nalguns locais. No entanto, estes resultados devem ser considerados com cautela, uma vez que dizem respeito a estruturas que possuem, na sua generalidade, uma idade inferior a 10 anos podendo com o passar do tempo as diferenças começarem a revelar-se. A inexistência de diferenças pode ainda dever-se ao facto da maior parte dos PAH se encontrarem localizados relativamente perto da nascente incluindo a montante e a jusante do aproveitamento zonas de desova. Muitos peixes adultos escolhem não despende o esforço necessário para utilizar as passagens para peixes, e em seu lugar concentram as suas reservas de energia para na desova a jusante dos obstáculos, mesmo se o habitat existente é menos favorável (Williams, 1998).

## AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado através de um Protocolo existente entre a Direcção Geral de Florestas e o Instituto Superior de Agronomia.

## BIBLIOGRAFIA

GODINHO, F.N.; FERREIRA, M.T. e CORTES, R.M. – “The composition and spatial organization of the river assemblages in the lower Guadiana catchment, southern Iberia”. *Ecology of Freshwater Fish*, 6, 1997, pp. 1-9.

KUBECKA, J.; MATENA, J. e HARTVICH, P. – “Adverse ecological effects of small hydropower stations in the Czech Republic: 1. Bypass plants”. *Regulated Rivers: Research & Management*, 13, 1996, pp. 101-113.

LARINIER, M. - “Généralités sur les dispositifs de franchissement”, in *Bulletin Francais Pêche Pisciculture*, editado por Conseil Supérieur de la Pêche, Boves (França), 1992, pp. 15-19.

REIS, F. e SANTOS, S. - *Passagens para peixes em aproveitamentos mini-hídricos: Caracterização e diagnóstico eco-hidráulico*. Lisboa (Portugal), Instituto Superior Técnico, 1999.

ROHLF, F.J. - *NTSYS-pc Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System*. Nova Iorque (EUA), Exeter Publishing Ltd, 1989.

SNEAT, P.H.A. e SOKAL, R.R. - *Numerical Taxonomy*. W.H. Freeman, 1973.

TER BRAAK, C.J.F. - *Canoco – A Fortran Program for Canonical Community Ordination by [Partial] [Detrended] [Canonical] Correspondence Analysis* (version 2.1.). Wageningen (Netherlands), Agricultural Mathematics Group, 1988.

TER BRAAK, C.J.F. - *Canoco: Version 3.1. Update Notes.*, Wageningen (Netherlands), Agricultural Mathematics Group 1990.

WILLIAMS, J. G. – “*Fish Passage in the Columbia River, USA and its Tributaries: Problems and Solutions*”, in *Fish Migration and Fish Bypasses*, editado por M. Jungwirth, S. Schmutz e S. Weiss, Cambridge (Inglaterra), The University Press, 1998, pp. 180-191.

ZAR, J.H. - *Biostatistical analysis*. Third edition. New Jersey (EUA), Prentice Hall International Editions, 1996.