



Monitorização de espécies piscícolas autóctones no rio Sabor (Bacia do Douro) com recurso à PIT-Telemetria

Julieta Zulmira Gomes Gonçalo

Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança
para obtenção do grau de Mestre em GESTÃO DE RECURSOS FLORESTAIS

Orientador: Professor Doutor Amílcar António Teiga Teixeira

**BRAGANÇA
NOVEMBRO 2014**

AGRADECIMENTOS

Agora que a dissertação está finalizada, tenho que transmitir todo o meu carinho, reconhecimento e gratidão a todas as pessoas que me apoiaram na concretização deste trabalho.

Em primeiro lugar quero agradecer ao meu orientador, Professor Doutor Amílcar António Teiga Teixeira da Escola Superior Agrária de Bragança da qual agradeço toda a amabilidade, paciência, prontidão e pelo apoio científico que sempre me deu, e que foi fundamental ao longo do meu percurso académico assim como na elaboração deste trabalho.

Queria agradecer as minhas colegas e amigas do IPB, que sempre me apoiaram quando eu mais precisei, nomeadamente a Lucília Torrão, a Sónia Geraldês e a Sandrina Fernandes.

Agradeço minhas amigas Marília Fernandes, e Amélia Martins que sempre me apoiaram e ajudaram ao longo da minha vida, e que foram muito importantes neste percurso.

Em especial queria agradecer aos meus queridos pais Domingos e Claudina, pelo esforço e apoio incondicional ao longo da minha vida.

As minhas queridas irmãs, Inês e Sara que são fundamentais na minha vida.

Ao meu namorado Emanuel, que neste momento tem estado sempre do meu lado.

A todas as restantes pessoas que direta ou indiretamente, contribuíram desde sempre para a realização dos meus objetivos, o meu muito obrigado.

RESUMO

A tecnologia designada por PIT-Telemetria (Passive Integrated Transponder PIT-Telemetry Technology) foi usada para avaliar o comportamento duma comunidade de peixes no verão de 2011, no rio Sabor, no Nordeste de Portugal. O estudo foi realizado num troço de aptidão mista, i.e. salmonícola/ciprinícola que englobou uma sequência *riffle/pool* representativa do ecossistema lótico. Foram cirurgicamente implantados 30 PIT-tags (12,0 mm comprimento x 2,1 mm diâmetro) distribuídos por 6 exemplares de cada uma das 5 espécies autóctones usadas no estudo. Os dados biométricos foram os seguintes: 1) *Salmo trutta* (Comprimento total: $17,8 \pm 2,6$ cm; biomassa: $73,6 \pm 24,2$ g); 2) *Pseudochondrostoma duriense* ($14,2 \pm 1,5$ cm; $21,6 \pm 4,3$ g); 3) *Squalius carolitertii* ($10,2 \pm 0,9$ cm; $13,2 \pm 2,4$ g); 4) *Luciobarbus bocagei* ($14,0 \pm 1,4$ cm; $33,1 \pm 2,4$ g); e 5) *Squalius alburnoides* ($7,0 \pm 3,2$ cm; $6,6 \pm 1,7$ g). Foi estabelecida uma **condição simpátrica** numa área confinada e monitorizado o comportamento dos peixes a partir duma unidade MPD (multi-point decoder) conectada a oito antenas independentes, colocadas em diferentes microhabitats. Estas antenas foram reposicionadas aleatoriamente com uma periodicidade de três dias durante o período de estudo (sete semanas de monitorização). Os resultados confirmaram que a PIT-telemetria foi um método eficiente para avaliar o comportamento, em termos movimento e uso do microhabitat, das populações simpátricas de ciprinídeos e salmonídeos. Detetaram-se, pelo menos uma vez, todos os peixes marcados com PIT-tags. As técnicas multivariadas aplicadas (NMDS, dbRDA) mostraram uma separação no uso do habitat entre a população de trutas e as restantes populações de ciprinídeos. As trutas usaram, prioritariamente, os

mais próximos das zonas de corrente (*riffles*) e com cobertura (blocos, raízes e ensombramento). Pelo contrário, os ciprinídeos demonstraram maior mobilidade e um padrão de atividade diferente das trutas. Finalmente entre os ciprinídeos, os escalos localizaram-se preferencialmente junto às margens enquanto as bogas e os barbos foram encontrados maioritariamente no centro do canal, sem uma preferência declarada por áreas de refúgio.

Palavras-chave: peixes, comportamento, microhabitat, monitorização, PIT- telemetria

ABSTRACT

The PIT-Telemetry technology (Passive Integrated Transponder) was used to evaluate the behavior of a fish community in the summer of 2011, in the River Sabor, located in Northeastern Portugal. The study was conducted on a salmonid / cyprinid reach, which included a riffle/pool sequence, representative of lotic ecosystems of the region. 30 PIT-tags (12.0 mm long x 2.1 mm diameter) were surgically implanted in six fish of each five native species used in the study. Biometric data were the following: 1) *Salmo trutta* (Total Length: 17.8 ± 2.6 cm; biomass: 73.6 ± 24.2 g); 2) *Pseudochondrostoma duriense* (14.2 ± 1.5 cm; 21.6 ± 4.3 g); 3) *Squalius carolitertii* (10.2 ± 0.9 cm; 13.2 ± 2.4 g); 4) *Luciobarbus bocagei* (14.0 ± 1.4 cm; 33.1 ± 2.4 g); e 5) *Squalius alburnoides* (7.0 ± 3.2 cm; 6.6 ± 1.7 g).

A sympatric condition was established in the blocked area and the behavior of the fish monitored from a MPD (multi-point decoder) unit connected to eight independent antennas, placed in different microhabitats. These antennas were repositioned randomly at intervals of three days during the study period (seven weeks of monitoring). The results confirmed that the PIT telemetry is an efficient method to evaluate the performance, in terms of movement and microhabitat use, of the sympatric fish populations considered. All tagged fishes were registered, at least one time, during the experiment. The applied multivariate techniques (NMDS, dbRDA) showed a separation in microhabitat use between trout population and the remaining cyprinid populations. Trout individuals used primarily microhabitats areas nearby current (riffles) and cover (blocks, roots and shadind zones) conditions. Cyprinids showed a greater mobility and a different activity pattern comparing with trout behavior. Finally among cyprinids, Iberian northern chub were located preferentially along the banks while Iberian nase and barbel were found, mostly, in the centre of the channel, without any preference for refuge areas.

Keywords: *fish, behavior, microhabitat, monitoring, PIT-telemetry*

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	2
RESUMO.....	3
ABSTRACT.....	4
1. INTRODUÇÃO	6
1.1. ASPETOS GERAIS DA BIOECOLOGIA DAS ESPÉCIES-ALVO	7
1.1.1. Truta-de-rio (<i>Salmo trutta</i>).....	7
1.1.2. Escalo-do-norte (<i>Squalius caroliterti</i>)	9
1.1.3. Barbo-comum (<i>Luciobarbus bocagei</i>)	10
1.1.4. Bordalo (<i>Squalius alburnoides</i>).....	11
1.1.5. Boga-do-Douro (<i>Pseudochondrostoma duriense</i>).....	12
1.2. MONITORIZAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE PEIXES	13
1.3. OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO	14
2. MATERIAL E MÉTODOS	15
2.1. Área de Estudo.....	15
2.2. Equipamento de <i>PIT-Telemetria</i>	16
2.3. Amostragem de campo	17
2.4. Tratamento estatístico.....	21
3. RESULTADOS.....	23
3.1. Análises físico-químicas da água.....	23
3.2. Avaliação do habitat aquático e ribeirinho	25
3.3. Uso do Habitat pelas espécies piscícolas	25
4. DISCUSSÃO	32
5. CONCLUSÕES	35
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
ANEXOS	41

1. INTRODUÇÃO

As espécies piscícolas continentais têm uma distribuição diferenciada pelas redes hidrográficas, marcada por processos paleogeográficos e evolutivos e mais recentemente fortemente influenciada pela ação do Homem. Paralelamente, os peixes de água doce apresentam uma diversidade de características anatómicas, morfológicas e fisiológicas que lhes permitem adaptar-se a diferentes condições ambientais. Estas estratégias ecológicas estão diretamente relacionadas com variáveis abióticas (e.g. oxigénio dissolvido, substrato, velocidade da corrente, temperatura da água) e bióticas (e.g. animais, plantas, microrganismos, fungos) (COLLARES-PEREIRA & COWX 2004, COLLARES-PEREIRA *et al.* 2007). Segundo os mesmos autores, as espécies piscícolas podem ser classificadas em três grandes grupos:

- **Peixes residentes permanentes**- Têm características estritamente dulçaquícolas, sendo intolerantes à salinidade e vivendo todo o seu ciclo nos rios. Possuem hábitos sedentários embora possam realizar migrações reprodutivas potamódromas. São espécies também designadas por migradoras holobióticas (e.g. barbo, boga, truta);
- **Peixes residentes temporários**- Usufruem de características migradoras e repartem o seu ciclo de vida entre as águas marinhas e as águas doces. Podem ser migradores catádromos, *i.e.* crescem nos rios e deslocam-se para o mar no período reprodutivo (e.g. enguia) ou migradores anádromos *i.e.* vivem no mar e reproduzem-se nos sistemas dulçaquícolas (e.g. salmão, lampreia). São espécies também designadas por migradoras anfibióticas;
- **Peixes estuarinos ou marinhos**- Possuem uma capacidade de adaptação a ambientes salobros ou de águas fortemente salgadas devido ao seu sistema de osmorregulação. Habitam, como se depreende, nos troços finais dos rios sob influência do mar.

Nos peixes residentes permanentes é comum encontrar uma zonação piscícola ao longo dos rios que reflete os requisitos bioecológicos das espécies. Por exemplo, na cabeceira de muitos rios do Norte de Portugal predominam populações exclusivas de truta-de-rio, uma espécie de salmonídeo. Os troços situados a jusante estão, normalmente colonizados por ciprinídeos endémicos,

como o escaló, a boga, o barbo e o bordalo, entre outros. Na proximidade da foz com o mar, ocorrem outras espécies adaptadas a variação da salinidade, caso da tainha, do sável e da savelha. No entanto, dentro das populações estritamente dulçaquícolas e residentes é ainda de realçar a ocorrência de 1) espécies autóctones, cujo valor social, cultural e económico é ainda reforçado pelo elevado interesse em termos de conservação e 2) espécies exóticas cuja presença e dispersão, com um número crescente de espécies introduzidas nas últimas décadas, é motivo de forte preocupação e diminuição da integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos (ALMAÇA 1994, PINHEIRO 2014).

1.1. ASPETOS GERAIS DA BIOECOLOGIA DAS ESPÉCIES-ALVO

Nos rios do Nordeste de Portugal a diversidade de espécies piscícolas autóctones é naturalmente baixa (OLIVEIRA *et al.* 2007). Com efeito, ocorrem apenas 7 espécies estritamente dulçaquícolas distribuídas por 3 famílias: 1) Salmonidae- espécie presente: truta-de-rio (*Salmo trutta* Linnaeus, 1758); 2) Cobitidae- espécie presente: verdemã-do-norte (*Cobitis calderoni* Băcescu, 1962) e 3) Cyprinidae- espécies presentes: escaló-do-norte (*Squalius carolitertii* Doadrio, 1988); bordalo (*Squalius alburnoides* Steindachner, 1866); boga-do-Douro (*Pseudochondrostoma duriense* Coelho, 1985), barbo-comum (*Luciobarbus bocagei* Steindachner, 1864) e uma espécie anteriormente conhecida por panjorca (*Achondrostoma arcasii* Steindachner, 1866) que, no entanto, estudos recentes (ROBALO *et al.* 2006) indiciam tratar-se duma nova espécie com estatuto ainda por definir.

1.1.1. Truta-de-rio (*Salmo trutta*)

A truta-de-rio é uma espécie que pode atingir um comprimento de 100 cm.



Figura 1. Truta-de-rio (adaptado de www.redorbit.com; www.it.wikipédia.org)

Possui duas barbatanas dorsais e apresenta uma coloração no dorso, geralmente pardo esverdeado, os flancos são amarelados ou esverdeados e o ventre amarelado ou esverdeado, tendo ao longo do corpo manchas de cor laranja/vermelho alternando com manchas negras. Possui escamas de reduzida dimensão (Figura 1).

Esta espécie pode ser encontrada na cabeceira dos rios do Nordeste de Portugal. Em termos da bioecologia, habita em rios com águas frias (temperatura, $T < 20^{\circ}\text{C}$) e bem oxigenadas (oxigénio dissolvido, $\text{OD} > 8 \text{ mg O}_2 / \text{L}$) e com baixos teores em sais dissolvidos (condutividade, $\text{EC}_{25} < 100 \mu\text{S/cm}$) e nutrientes (azoto, $\text{N-N}_{\text{total}}$ e fósforo, $\text{P- P}_{\text{total}} < 1 \text{ mg/L}$).

No Nordeste de Portugal, as populações de truta são sedentárias e com forte comportamento territorial, exercendo uma dominância sobre uma área que contemple habitats com refúgio (presença de ensombramento, raízes) e alimentação (zonas de *riffles*). Tem preferência por locais que possuam zonas alternadas de elevadas velocidades de corrente e profundidade pequena com outras de maior profundidade e menor velocidade da corrente. As trutas de pequenas dimensões ocupam, por norma, águas menos profundas e com correntes fortes (*riffles*).

A alimentação da truta-de-rio é essencialmente composta por invertebrados, principalmente larvas de insetos aquáticos, pequenos peixes e insetos de origem terrestre que caem na água. As trutas com maiores dimensões são preferencialmente piscívoras, especialmente em ambientes lânticos.

Na época da reprodução o domínio vital (*home range*) da espécie pode abranger distâncias consideráveis de vários quilómetros (caso não haja obstáculos físicos) para realizar a desova em microhabitats específicos, alguns deles existentes em afluentes dos rios principais. Desovam no Inverno, entre novembro e dezembro, em locais que sejam bem oxigenados e onde exista um substrato composto por gravilha e seixos rolados.

As populações selvagens de truta-de-rio têm sido objeto de vários estudos acerca da ecologia e genética, uma vez que é uma das espécies mais utilizadas em repovoamentos piscícolas das águas interiores (ANTUNES *et al.* 1999, 2001, TEIXEIRA *et al.* 2006, TEIXEIRA & CORTES 2007).

É uma espécie importante em termos de conservação que está a ser bastante afetada, devido a diversos fatores como a sobrepesca, os repovoamentos (provocam fenómenos de introgressão genética nas populações selvagens), a introdução de espécies exóticas (e.g. lúcio), a extração de inertes, as alterações dos caudais (e.g. regularização de rios) e a poluição dos rios.

1.1.2. Escalo-do-norte (*Squalius caroliterti*)

O escalo é um endemismo da Península Ibérica. É uma espécie de dimensão média, podendo atingir os 34 cm de comprimento. A cabeça é grande com um perfil redondo, o corpo alongado e revestido por escamas grandes e os bordos das barbatanas dorsal e anal são convexos. A maxila e pré-maxila são largas e a linha lateral possui entre 35 e 45 escamas. Apresenta uma cor amarelado e as escamas que cobrem o corpo são mais escuras (Figura 2).



Figura 2. Escalo-do-norte (adaptado de www.aguaonline.net)

Tem distribuição generalizada no norte de Portugal podendo também ser encontrada nas bacias do Rio Sabor e Tua, em praticamente toda a extensão do curso do rio, com exceção do troço de aptidão exclusivamente salmonícola (onde só habita a truta). É um ciprinídeo com grande adaptabilidade a diferentes tipos de sistemas aquáticos. No entanto, tem preferência por rios de pequena a média dimensão, encontrando-se, sobretudo, junto às margens dos rios onde lhe é proporcionado um maior refúgio.

A sua alimentação é microcarnívora, com um regime alimentar constituído essencialmente por larvas e insetos (dípteros, efemerópteros e tricópteros). Tem hábitos pelágicos, alimentando-se preferencialmente na coluna de água. A sua reprodução desta espécie ocorre em plena primavera entre abril e junho. O seu habitat de reprodução faz-se em zonas de gravilha onde são feitas as posturas (guilda reprodutiva do tipo litófila).

Em termos de conservação é uma espécie que poderá sofrer um decréscimo dos efetivos como resultado do aumento da poluição urbana, industrial e agrícola, da construção de infraestruturas hidráulicas sem passagem para peixes e a destruição das zonas de postura causada pela extração de inertes (GERALDES 1999, RIBEIRO *et al.* 2005, OLIVEIRA *et al.* 2007, PINHEIRO 2012).

1.1.3. Barbo-comum (*Luciobarbus bocagei*)

Espécie endémica da Península Ibérica. Pode atingir um tamanho superior a 100 cm, sendo a espécie de ciprinídeos nativos de maior dimensão. A cabeça tem um perfil convexo, a boca inferior com 2 pares de barbilhos, a barbatana dorsal possui um raio ossificado e tem um lábio superior grande e grosso, com o raio inferior mais retraído. Esta espécie tem a particularidade de apresentar na época de reprodução caracteres sexuais secundários, *i.e.* os machos desenvolvem tubérculos nupciais no focinho. A sua coloração é castanho-esverdeada, e a região do ventre é branca ou avermelhada (Figura 3).



Figura 3. Barbo-comum (adaptado de www.aguaonline.net)

Tem uma distribuição generalizada no norte e centro de Portugal (é bastante comum até à bacia do rio Tejo). É, pois, abundante em ambas as bacias hidrográficas dos rios Sabor e Tua, nomeadamente nos sectores médios e finais dos cursos de água.

Possui uma grande plasticidade ecológica que lhe permite adaptar-se a sistemas aquáticos com diferentes características e até a albufeiras com uma grande degradação da qualidade da água. Como por norma acontece nos troços médios e finais dos rios, ocorre em zonas com pouca velocidade da corrente e temperaturas mais moderadas da água. Prefere locais de refúgio junto as margens e em zonas de grandes pedras e com vegetação aquática abundante.

Esta espécie possui um comportamento alimentar bentónico, com um regime alimentar omnívoro e oportunista. Está preparado para explorar os recursos em águas turvas, fazendo uso dos apêndices sensoriais bucais (barbilhos), sugando zonas de substratos onde se incluem material vegetal, macrófitos aquáticos, algas filamentosas, invertebrados e por vezes detritos. A época de reprodução decorre entre maio e junho. Nessa época realiza migrações potamódromas para locais favoráveis para a desova. Estes locais normalmente são zonas pouco profundas e com substratos de gravilha ou cascalho. A água é bem oxigenada e com maior velocidade da corrente (Guilda reprodutiva do tipo litófila). Os fatores de ameaça desta espécie são a ocorrência de obstáculos físicos (e.g. barragens) que impedem a migração potamódroma e a destruição e perturbação das zonas onde fazem a desova. (GERALDES 1999, RIBEIRO *et al.* 2005, OLIVEIRA *et al.* 2007, PINHEIRO 2012).

1.1.4. Bordalo (*Squalius alburnoides*)

Espécie endémica da Península Ibérica. Tem dimensões pequenas, pode atingir 20 cm. Fisicamente é estreito e comprido, a cabeça de ponta aguda, a boca é terminal sem barbilhos, com o maxilar inferior bem desenvolvido. A comissura bucal é grande e oblíqua e os olhos são grandes. Tem uma linha lateral completa tendo na parte inicial uma curvatura. Possui uma linha lateral completa com inclinação na parte inicial com 38 a 44 escamas. Esta espécie apresenta uma distribuição restrita, mas é bastante abundante. (Figura 4).



Figura 4. Bordalo (*Squalius alburnoides*).

Caracteriza-se por possuir uma capacidade de viver em diferentes habitats, nomeadamente em rios ou ribeiras permanentes ou intermitentes. Prefere cursos de água de pequena e média dimensão, de largura e profundidades

reduzida com macrófitas emergentes e com correntes moderadas. Pouco frequente em rios muito degradados. Segundo RIBEIRO *et al.* (2005) foi evidenciada a existência de segregação em diferentes formas, *i.e.* os machos diplóides são mais abundantes nas zonas de pequena profundidade, com temperaturas elevadas onde o substrato é de vasa e areia, enquanto as fêmeas triplóides aparecem nas zonas com mais coberto vegetal e maior velocidade da corrente.

Esta espécie é omnívora dado que o seu regime alimentar está composto por insetos (larvas de dípteros, efemerópteros, invertebrados terrestres) e também por material vegetal. Espécie pelágica alimenta-se preferencialmente na coluna de água e à superfície. A sua época de reprodução ocorre entre maio e julho, sendo a postura realizada em zonas de cascalho, com corrente. Reproduz-se pela 1ª vez com 2 anos e costuma atingir uma longevidade de 6 anos.

Entre os fatores de ameaça desta espécie estão o progressivo aumento da degradação da qualidade da água, a introdução de espécies exóticas e a extração de água e inertes que provocam a destruição dos locais de postura (GERALDES 1999, RIBEIRO *et al.* 2005, OLIVEIRA *et al.* 2007, PINHEIRO 2012).

1.1.5. Boga-do-Douro (*Pseudochondrostoma duriense*)

Espécie endémica da Península Ibérica. Pode atingir um comprimento máximo de 34 cm. Possui um corpo alongado e esguio e a boca é inferior com abertura retilínea, sendo o lábio córneo e com lâmina. A barbatana dorsal é côncava, enquanto a barbatana anal tem 8 raios ramificados e um perfil côncavo. A barbatana caudal é furcada. A sua coloração é esverdeada e dourada com manchas pretas bastante salientes (Figura 5).



Figura 5. Boga-do-Douro (adaptado de www.aguaonline.net)

Aparece nas bacias hidrográficas dos rios Sabor e Tua. Esta espécie apresenta uma boa adaptação a diferentes sistemas aquáticos. Pode-se encontrar nos troços médios dos rios em zonas de corrente mas também em zonas de albufeiras. Pode coabitar com a truta-de-rio nos troços de cabeceira, tendo preferência por zonas de maiores profundidades, exceto no verão que prefere zonas de menores corrente e profundidade. Os mais jovens têm preferência por zonas onde o substrato é mais fino. O seu regime alimentar é detritívoro, obtendo o alimento na zona bentónica, onde capturam algas, vegetação que se encontra à superfície, alguns invertebrados e detritos. A sua época de reprodução é feita entre maio e julho, encetando migrações para águas menos profundas, bem oxigenadas e com maior granulometria. Quando ocorre em albufeiras, realizam as migrações para zonas lóxicas no período pré-reprodutivo. Os fatores de ameaça desta espécie são as construções de albufeiras sem passagens para peixes que dificultam as migrações potamódromas e contribuem para a destruição dos locais de desova (GERALDES 1999, RIBEIRO *et al.* 2005, OLIVEIRA *et al.* 2007, PINHEIRO 2012).

1.2. MONITORIZAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE PEIXES

São vários os estudos de monitorização de espécies piscícolas com objetivos distintos, caso dos impactos dos repovoamentos piscícolas, da avaliação da introdução de espécies exóticas ou tão somente do estudo do comportamento (*e.g.* reprodutivo) de uma dada espécie (WELLCOME *et al.* 1998). LUCAS & BARAS (2000) agruparam em duas grandes categorias os vários métodos que permitem o estudo do comportamento de populações piscícolas: 1) Métodos independentes da captura (*e.g.* observações subaquáticas) e 2) Métodos dependentes das capturas (*e.g.* marcação e recaptura e técnicas de telemetria). Entre eles, a radiotelemetria tem sido vulgarmente utilizada, dado serem obtidas informações individuais com elevada resolução nas escalas temporal e espacial. No entanto, esta técnica tem como grande desvantagem o elevado custo dos transmissores (*radiotags*) e do equipamento de deteção (*data-logger*) e ainda o número reduzido de animais monitorizados. Como alternativa surgiu a tecnologia PIT-Telemetria (Passive Integrated Transponder PIT-Telemetry) (PRENTICE *et al.* 1990, BARBIN-ZYDLEWSKI *et al.* 2001) que

permite a monitorização de animais aquáticos, inclusive em águas pouco profundas (*riffles*), com custos bem mais reduzidos, acrescido da possibilidade de se poder marcar um número elevado de animais, dado o baixo custo dos PIT-tags (QUINTELLA *et al.* 2005).

1.3. OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO

Os programas de monitorização de populações piscícolas são essenciais para aprofundar o conhecimento do *status* ecológico das espécies. Neste sentido, a tecnologia da PIT-Telemetria pode ser usada para perceber as relações abióticas e bióticas numa comunidade de peixes. O presente trabalho pretendeu contribuir para uma melhor perceção, ao nível da microescala espacial (microhabitat) e temporal, do comportamento das diferentes espécies de peixes autóctones em rios de cabeceira do Nordeste de Portugal.

Mais especificamente os objetivos do presente estudo consistiram em:

- 1) Avaliar o comportamento de populações simpátricas de salmonídeos (truta-de-rio) e ciprinídeos endémicos da Península Ibérica (boga-do-Douro, barbo-comum, bordalo e escalo-do-norte) num curso de água do Nordeste de Portugal, o Rio Sabor, através da utilização da tecnologia denominada de PIT-Telemetria;
- 2) Conhecer as distribuições espaciais e movimento ao nível duma escala mais detalhada (microhabitat), num troço confinado do rio, das diferentes populações piscícolas, durante sete semanas consecutivas;
- 3) Contribuir para a definição de medidas que visem a conservação destas espécies nos ecossistemas lóticos da região transmontana.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

O estudo de monitorização das populações simpátricas de ciprinídeos e salmonídeos autóctones do rio Sabor foi realizado num troço de aptidão mista, *i.e.* salmonícola/ciprinícola, situado na proximidade da aldeia de França (Bragança) (Figura 6).



Figura 6. Rio Sabor (aspeto geral do vale e de um troço com perturbação)

Os cursos de água de montanha situados no interior do Parque Natural de Montesinho, apesar da presença da Barragem da Serra Serrada (Ribeira das Andorinhas), possuem geralmente uma boa integridade ecológica. Com efeito, são vários os estudos (TEIXEIRA 2006, TEIXEIRA & CORTES 2007, SILVA 2010, CLARO 2010, RAMOS 2011, MIRANDA 2012, PATRÍCIO 2013) que reportam uma excelente qualidade da água, assim como do habitat aquático e ribeirinho. A vegetação ripária dominante está composta por amieiros (*Alnus glutinosa*). No entanto, podem ainda ser encontradas outras espécies como choupos (*Populus nigra*), salgueiros (*Salix atrocinerea*) e freixos (*Fraxinus angustifolia*). A presença da vegetação ripícola nas margens dos rios assegura o regime térmico das águas, evita a ocorrência de fenómenos de erosão e entrada de sedimentos em larga escala, atua ainda como filtro biológico de nutrientes e fornece refúgio e alimentação a um conjunto importante de invertebrados aquáticos. A produtividade primária destes rios e riachos é, por norma, muito baixa. Por tal motivo, a principal fonte energética consiste em materiais orgânicos de origem alóctone (*e.g.* folhada, ramos, sementes,

troncos) que conferem um carácter heterotrófico a estes sistemas aquáticos. Existe, por isso, uma grande diversidade de invertebrados bentónicos, muitos deles detritívoros, *i.e.* especializados no processamento de materiais orgânicos particulados grosseiros (CPOM). A degradação dos detritos grosseiros origina materiais orgânicos particulados finos (FPOM) que servem de alimento a outros grupos funcionais, caso dos coletores. Ocorrem ainda fitófagos e predadores e parasitas, embora em proporções diminutas. Todos eles funcionam como um importantes elos na cadeia alimentar. De facto, a fauna piscícola autóctone da cabeceira do rio Sabor está composta por populações de truta-de-rio (*Salmo trutta*) e de espécies ciprinícolas, caso do escalo-do-norte (*Squalius caroliterti*), da boga-do-Douro (*Pseudochondrostoma duriense*), do barbo-comum (*Luciobarbus bocagei*) e do bordalo (*Squalius alburnoides*). A maioria delas são invertívoras, ou seja, a base da alimentação é feita com base na comunidade de macroinvertebrados.

2.2. Equipamento de PIT-Telemetria

A tecnologia de PIT-Telemetria (Passive Integrated Transponders- Telemetry) usada no estudo está baseada num *data-logger*, unidade MPD (Multi-Point Decoder) (UKID Systems Ltd, Preston, U.K.), ligado, através de cabos de 10 metros, a um sistema de 8 antenas (Figura 7). Este sistema é alimentado por uma bateria recarregável de 24 volts (18 Ah) que permite, por norma, o registo contínuo de dados durante 24 horas. Cada antena é composta por um painel circular negro com dimensões de 300 mm de diâmetro e 22 mm de espessura. Esta unidade funciona numa frequência de 134 kHz e tem um limite máximo de deteção de aproximadamente 90 mm para os transmissores do tipo 122IJ (PIT- Tags com dimensão de 12 mm comprimento x 2,1 mm de diâmetro; UKID Systems) (Figura 7), usados no estudo. Importa ainda salientar que este sistema tem capacidade para armazenar na memória do *data-logger*, mais de 6000 deteções, embora só corresponda a 1200 registos individuais (códigos de identificação únicos) ao longo do tempo, aqueles que são mais interessantes por permitir o estudo individual.



Figura 7. Equipamento de PIT-Telemetria (PIT-tags e antenas de detecção)

Com o intuito de evitar uma sucessão de eventos repetitivos, motivada pela permanência, por exemplo, dum peixe sobre ou no raio de detecção duma mesma antena, recorreu-se ao uso dum filtro que permitiu obter registos com intervalo de tempo mínimo de 25 segundos. O *output* dos dados de identificação (ID) obtidos em cada sessão foi descarregado do MPD (via RS232) para um *ficheiro excel* de um computador pessoal. A bateria e o MPD beneficiaram ainda duma proteção que conferiu uma segurança extra ao equipamento (*Peli-Plastic equipment case*).

2.3. Amostragem de campo

Para a realização do estudo foi escolhido um troço representativo do curso de água na zona de aptidão mista, havendo o cuidado de integrar uma sequência de rápido e remanso (*riffle/pool*) típica do mesohabitat de rios de montanha na região. Previamente, foi ainda feita uma avaliação global da qualidade do habitat aquático e ribeirinho através do cálculo dos seguintes índices (Anexo I):

- 1) Índice de Qualidade do Bosque Ribeirinho QBR (MUNNÉ *et al.* 1998)
- 2) Índice de Qualidade do Canal (CORTES *et al.* 1999).

Foi seleccionado um troço com a seguinte morfometria: 20 x 8 metros, *e.g.* correspondente às dimensões respetivas do comprimento x largura média. No sentido de evitar a entrada de exemplares não marcados no troço de estudo, procedeu-se à sua delimitação com redes com malha de 0,5 cm. Na avaliação do microhabitat aquático disponível os registos foram obtidos a partir da realização de transectos (ponto inicial seleccionado aleatoriamente), realizados

perpendicularmente ao fluxo principal do curso de água, com intervalos de 5 metros ao longo do trecho de estudo (Figura 8).



Figura 8. Microhabitat disponível (delimitação do trecho e medição de variáveis).

Em cada transecto, com um espaçamento de 0,5 m, foram feitas medições numa área pré-definida (20 x 20 cm) e determinadas as seguintes variáveis:

- 1) **PF- profundidade total** (através do uso de vara graduada);
- 2) **VCA- velocidade da corrente na coluna de água**, medida a 0,6 da profundidade total (quando a profundidade total < 75 cm) ou a 0,8 e 0,2 da profundidade total (para uma PF > 75 cm) (molinete- Valeport);
- 3) **VL- velocidade da corrente próximo do leito** (molinete Valeport);
- 4) **SA- substrato dominante** (classes definidas no Quadro1) (medição da dimensão média das partículas dominantes do substrato)
- 5) **CB- cobertura** (classes definidas no Quadro 2)

A composição do substrato foi determinada de acordo com a escala modificada de Wentworth, adotando as categorias expressas no Quadro 1.

Quadro 1. Código referente ao substrato (adaptado de BOVEE 1986)

Código	Descrição do substrato
1	Detritos de plantas (deposição de folhada)
2	Finos e areias < 2 mm
3	Gravilha (0,2 – 7,5 cm)
4	Seixos (7,6 – 15,0 cm)
5	Pedras (15,1 - 60,0 cm)
6	Blocos (> 60,0 cm)

Os tipos de cobertura considerados são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2. Código referente à cobertura (adaptado de BOVEE 1986)

Código	Descrição da cobertura
1	Sem cobertura
2	Objetos com $\varnothing > 15$ cm
3	Ensombramento (vegetação pendente sobre a água (altura $<1,5$ m))
4	Raízes, troncos submersos, margens escavadas
5	Superfície turbulenta

Em Junho de 2011, antes de iniciar a experiência, toda o troço de estudo foi sujeito à realização de várias pescas elétricas (Hans Grassl ELTII, 1,5 W, DC, 600 volts) de modo a retirar a totalidade de peixes presentes (Figura 9). Posteriormente, o troço foi delimitado com redes (malha de 0,5 cm) de modo a evitar fenómenos de emigração e imigração que pudessem afetar o comportamento dos peixes marcados.



Figura 9. Captura (pesca elétrica) e obtenção de dados biométricos (rio Sabor).

Foram obtidos os dados biométricos da comunidade piscícola existente no troço amostrado, caso do comprimento (precisão de 0,1 cm, medido com um ictiómetro) e a biomassa (precisão de 0,1g, através de balança digital). Selecionaram-se 6 exemplares por cada uma das 5 espécies usadas no estudo com a seguinte biometria: 1) *Salmo trutta* (Comprimento total: $17,8 \pm 2,6$ cm; biomassa: $73,6 \pm 24,2$ g); 2) *Pseudochondrostoma duriense* ($14,2 \pm 1,5$ cm; $21,6 \pm 4,3$ g); 3) *Squalius carolitertii* ($10,2 \pm 0,9$ cm; $13,2 \pm 2,4$ g); 4) *Luciobarbus bocagei* ($14,0 \pm 1,4$ cm; $33,1 \pm 2,4$ g); e 5) *Squalius alburnoides* ($7,0 \pm 3,2$ cm; $6,6 \pm 1,7$ g).

Antes do processo de marcação, os peixes foram anestesiados com uma solução ($0,25 \text{ ml.L}^{-1}$) de *2-phenoxy-ethanol* tendo sido previamente desinfetada a região abdominal (Betadine ®). Os trinta (30) peixes residentes foram marcados com PIT-Tags (12,0 x 2,1 mm) (Figura 10) e, depois de um período de recuperação de aproximadamente duas horas, libertadas no troço previamente definido. A marcação foi feita com uma pistola acoplada a uma agulha esterilizada e o PIT-tag cirurgicamente implantado na cavidade intraperitoneal do peixe. Foi então estabelecida uma **condição simpátrica** na área confinada, envolvendo as espécies que naturalmente coabitam no rio.



Figura 10. Processo de identificação e marcação dos peixes com PIT-Tags.

A unidade MPD, a instalação das antenas e a aquisição de dados foi realizada de modo similar ao definido no trabalho de RILEY *et al.* (2003). Contudo, foi usada uma distribuição aleatória das 8 antenas, tendo sido a sua posição mudada com intervalos de três dias (Figura 11).



Figura 11. Disposição aleatória das antenas e Equipamento de PIT-Telemetria.

Imediatamente após a instalação das antenas foram recolhidas informações detalhadas por antena relativas às variáveis da profundidade total, substrato dominante, velocidade da corrente na coluna de água e na proximidade da antena, cobertura aquática, ensombramento e distâncias à margem mais próxima e ao *riffle* (secção de montante). No sentido de minimizar o efeito visual da antena foi colocada uma camada do substrato adjacente (Figura 12).



Figura 12. Instalação das antenas (seta vermelha) em diferentes microhabitats.

Nas experiências de campo observaram-se condições climáticas relativamente constantes, tendo sido medidos alguns parâmetros físico-químicos no campo através de equipamentos potenciométricos, caso da condutividade, pH, temperatura e oxigénio dissolvido.

As experiências desenvolvidas, para além do uso do habitat, permitiram ainda fazer uma análise dos movimentos e atividades das distintas espécies ao longo de ciclos diários, tendo sido considerados 2 períodos: 1) dia (6h-18h) e 2) noite (18h-6h).

O estudo decorreu durante 7 semanas consecutivas, mais propriamente nos meses de Junho e Julho de 2011.

2.4. Tratamento estatístico

As análises estatísticas basearam-se nos registos obtidos com base no MPD durante o período de amostragem. Dois tipos de análises foram efetuados: **1) frequências repetidas** (todos os eventos registados ao longo do tempo sobre cada antena) e **2) frequências não repetidas** (os registos repetidos de cada peixe sobre uma antena não foram considerados).

Foi aplicada uma técnica de análise multivariada aos dados obtidos, caso da análise não-métrica multidimensional (NMDS), que consiste num método de ordenação baseado em *ranks* estabelecidos a partir da matriz de similaridades de BRAY-CURTIS. Este método foi aplicado quer às frequências repetidas, quer às frequências não repetidas, para deteção dos comportamentos das populações simpátricas de salmonídeos e ciprinídeos presentes no troço confinado. Para avaliar acerca da relação estabelecida entre as variáveis ambientais e o microhabitat usado pelos peixes foi aplicada uma análise de redundância baseada em distâncias (dbRDA). Esta análise, a dbRDA, permite testar a significância dos termos que interagem num dado modelo (LEGENDRE & ANDERSON 1999) e possibilita a análise comparativa de duas matrizes de dados de natureza distinta, como podem ser os dados ecológicos e ambientais. Realizou-se ainda uma análise multivariada de similaridades tendo sido aplicado um teste não-paramétrico *one-way ANOSIM test* à matriz de similaridade de Bray-Curtis para avaliar as diferenças significativas entre os cinco grupos de exemplares piscícolas de cada espécie considerada no estudo. Estas análises foram efetuadas com recurso ao *package* PRIMER 6 + PERMANOVA (CLARKE & GORLEY 2006) Os dados das frequências repetidas e não repetidas foram log-transformados [$\log(x+1)$] e as variáveis ambientais estandardizadas.

Usaram-se ainda testes de Kruskal-Wallis (H), dado que os dados não se ajustavam a uma distribuição normal (foi realizado o teste de Bartlett), para avaliar as diferenças entre os grupos de peixes (*i.e.*, populações de truta, barbo, escaló, boga e bordalo) relativamente às variáveis do microhabitat definidas, *i.e.* profundidade total, distância à margem, velocidades da corrente na coluna de água e no leito, distância ao *riffle*, substrato dominante e cobertura. Estas análises estatísticas foram realizadas através do uso do programa STATISTICA 7.0 (STATSOFT 2004).

3. RESULTADOS

3.1. Análises físico-químicas da água

Nas sete semanas do estudo de monitorização das populações piscícolas não foram observadas alterações significativas nos parâmetros físico-químicos mensurados (Figuras 13 a 16). Apesar do baixo número de parâmetros, a qualidade da água foi sempre boa, de acordo com o Decreto-Lei 236/98.

A temperatura oscilou entre os 18 e os 21 °C, não afetando, aparentemente, a atividade normal das diferentes espécies piscícolas.

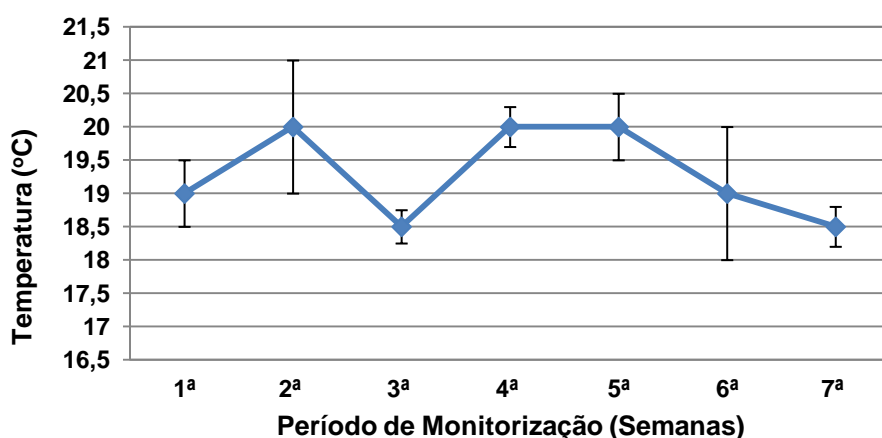


Figura 13. Variação da temperatura (°C) no período de estudo (7 semanas)

Relativamente ao oxigénio dissolvido (Figura 14), verificou-se que, apesar da época estival, os valores nunca desceram abaixo de 7,5 mg O₂/L, não constituindo um fator limitante para as diferentes espécies, com especial destaque para a truta-de-rio, que é a espécie mais exigente neste particular.

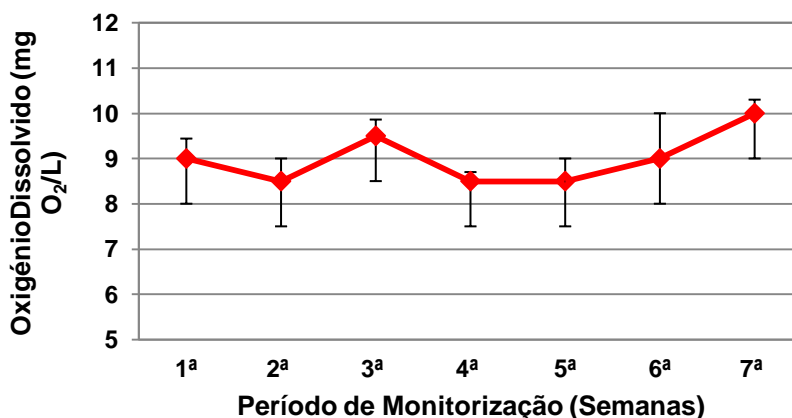


Figura 14. Variação do oxigénio dissolvido (mg O₂/L) no período de estudo (7 semanas)

A condutividade elétrica reflete a geologia presente, composta por xistos, com uma baixa taxa de mineralização e, por norma, uma baixa concentração de sais dissolvidos e uma capacidade tamponizante diminuta que torna estes ecossistemas especialmente vulneráveis a súbitas alterações das condições físico-químicas perante uma dada perturbação (e.g. entrada de um poluente).

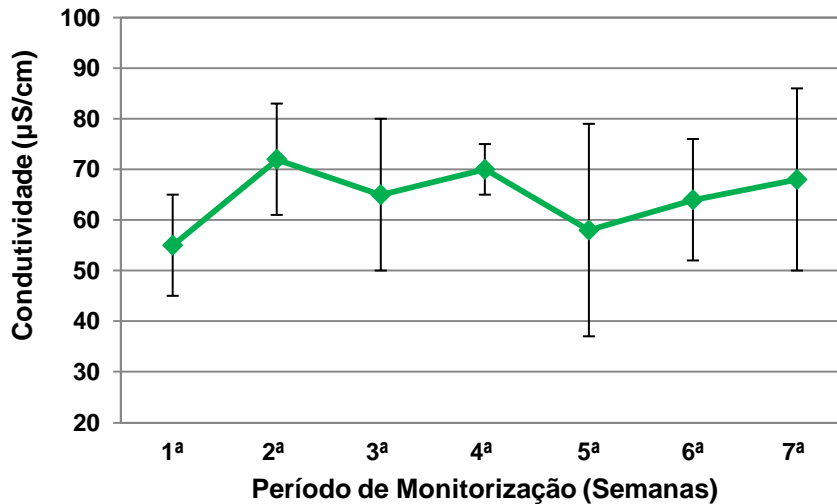


Figura 15. Variação da condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) no período de estudo (7 semanas)

No que respeita ao pH, a variação foi diminuta, observando-se valores entre o subácido e o subalcalino. Estes valores estão referenciados como ótimos para a vida aquática da maioria dos organismos aquáticos e especificamente da fauna piscícola.

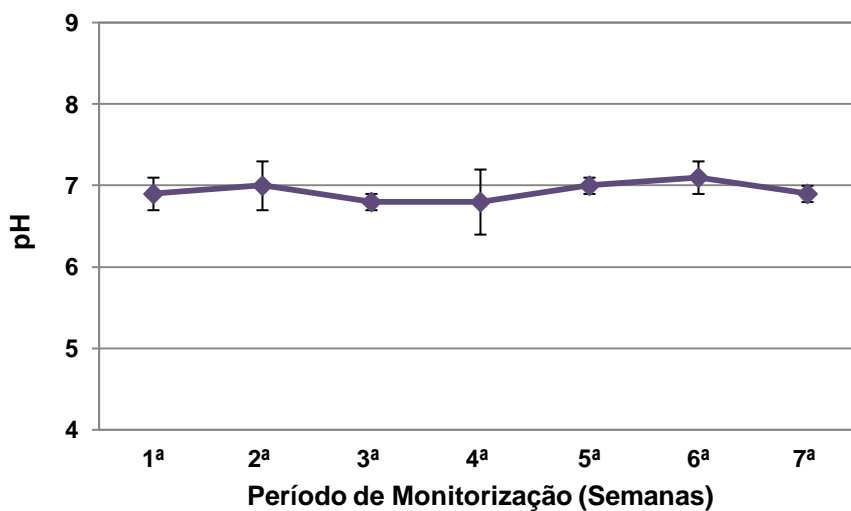


Figura 16. Variação do pH da água no período de estudo (7 semanas)

3.2. Avaliação do habitat aquático e ribeirinho

A avaliação do habitat ribeirinho e aquático demonstrou que o troço selecionado disfruta de condições ótimas para a fauna piscícola. Com efeito, ambos os índices (QBR- Classe I e GQC- Classe I) permitiram classificar o troço como possuidor de excelentes condições, não tendo sido detetado qualquer sinal de perturbação.

Relativamente ao microhabitat disponível avaliado foram observados os seguintes valores das variáveis do microhabitat previamente definidas:

- 1) **Profundidade média:** 62 cm \pm 0,24 S.E. (profundidade máxima= 70 cm)
- 2) **Velocidade média da coluna de água** (0,095 \pm 0,20 m.s⁻¹ S.E.; velocidade máxima no *riffle*- 1,20 m.s⁻¹)
- 3) **Substrato dominante:** Composição de pedras, seixos e areia;
- 4) **Cobertura:** Blocos, vegetação ripícola pendente e raízes nas margens.

3.3. Uso do Habitat pelas espécies piscícolas

Foram identificados com sucesso pelo MPD um total de 96 142 registos (códigos de identificação únicos dos PIT-tag) distribuídos pelas diferentes espécies e a totalidade dos exemplares marcados com códigos únicos de PIT-tags. A distribuição do nº de frequências repetidas e não repetidas pelas diferentes espécies pode ser visualizada na Figura 17.

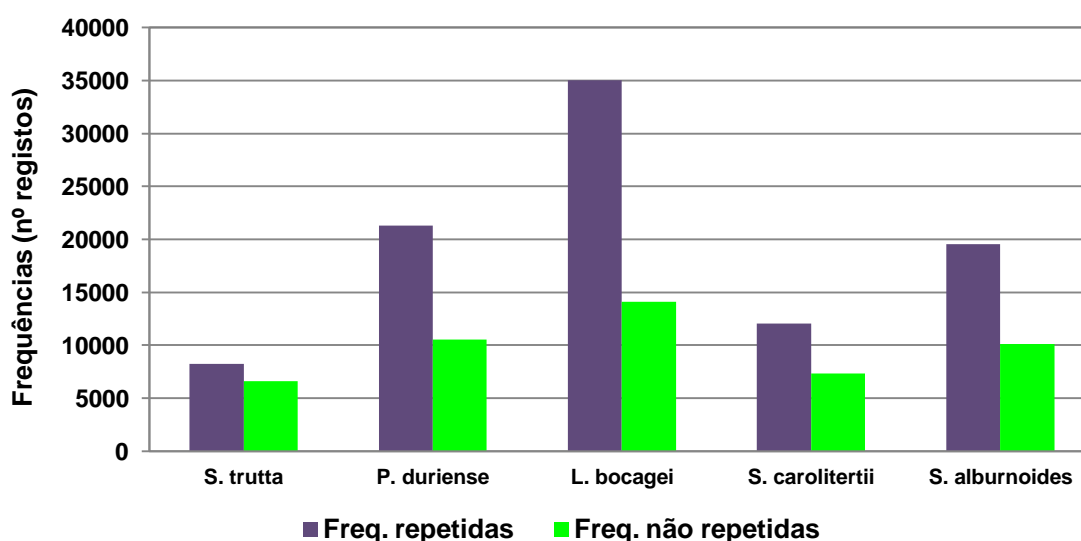


Figura 17. Registo global de identificações de PIT-tags dos 30 peixes e 5 espécies.

Da análise comparativa pode inferir-se que as espécies que foram identificadas mais vezes foram o barbo e a boga-do-Douro, quer em termos de registos não repetidos (fnr) (*Luciobarbus bocagei*- 36,4%; *Pseudochondrostoma duriense*- 22,2%) quer repetidos (fr) (*L. bocagei*- 29,0%; *P. duriense*- 21,6%). Tal facto sugere que estas espécies tenham mostrado uma maior mobilidade dentro da área confinada. Com efeito, os registos detetados para a truta-de-rio (*Salmo trutta*: fnr- 8,6%; fr – 13,6%) e para o escalo-do-norte (*Squalius carolitertii*: fnr- 12,5%; fr – 15,0%) foram significativamente inferiores.

Com base no nº de registos não repetidos (fnr) foi ainda observada uma discrepância na atividade ao longo do ciclo diário de 24 horas entre as diferentes espécies (Figura 18).

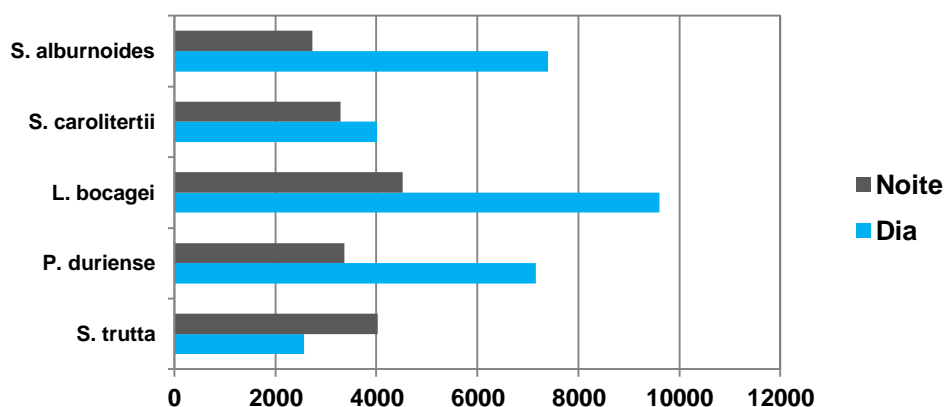


Figura 18. Ciclo de atividade diária (valores médios) para cada espécie.

A análise comparativa pode ser apreciada em termos de variação percentual (Figura 19).

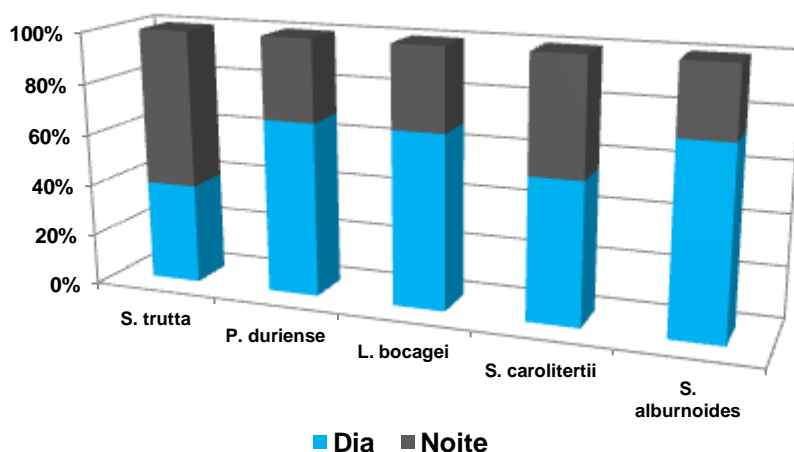


Figura 19. Ciclo de atividade diária (valores médios percentuais) para cada espécie.

Relativamente ao uso do habitat detetaram-se diferenças entre as espécies estudadas para a maioria das variáveis consideradas (Figuras 20 a 27).

Foram observadas diferenças altamente significativas, baseada nas frequências não repetidas e repetidas, para a profundidade total (Figura 20) entre as diferentes espécies piscícolas, sendo de realçar as diferenças entre a truta-de-rio e o barbo-comum ($P < 0,001$, teste H).

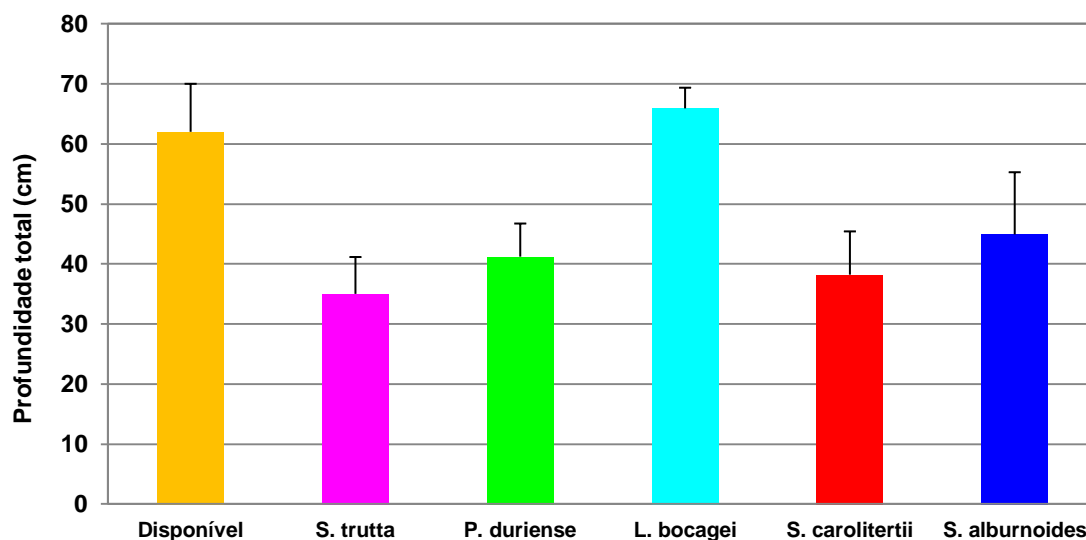


Figura 20. Profundidade total: Habitat disponível e usado pelas 5 espécies piscícolas.

Também para as velocidades da corrente, na coluna de água e no leito (Figuras 21 e 22), se obtiveram diferenças significativas entre os grupos anteriormente mencionados ($P < 0,05$, teste H).

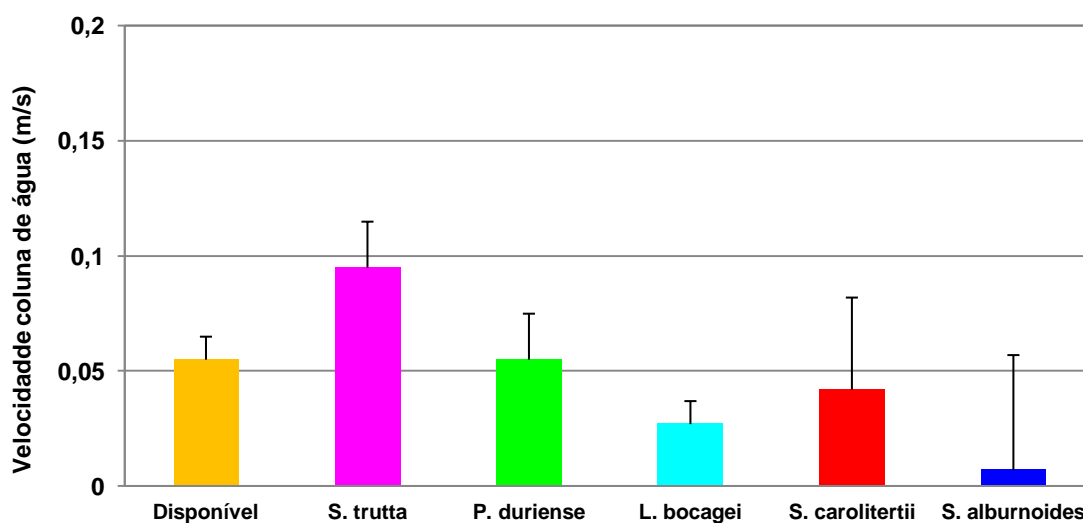


Figura 21. Velocidade da corrente na coluna de água: Habitat disponível e usado pelas 5 espécies piscícolas.

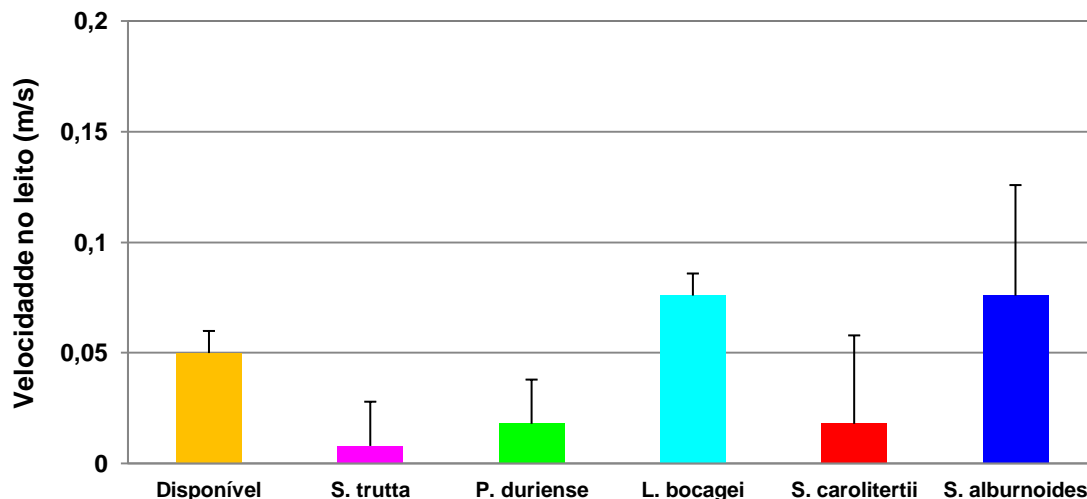


Figura 22. Velocidade da corrente no leito: Habitat disponível e usado pelas 5 espécies piscícolas.

No que respeita ao substrato dominante verificou-se um maior uso por parte dos ciprinídeos dos substratos de menor dimensão (areia, gravilha, seixos) enquanto a truta-de-rio foi encontrada com maior frequência na proximidade de pedras e blocos (Figura 23).

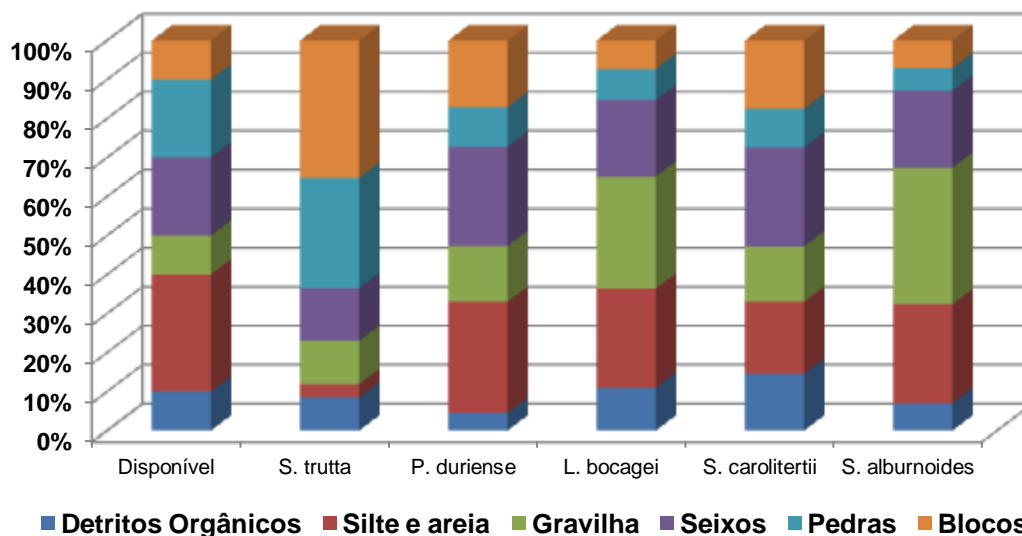


Figura 23. Substrato Dominante: Habitat disponível e usado pelas 5 espécies piscícolas.

Relativamente à variável da cobertura, também se verificaram diferenças significativas ($P < 0,05$, teste H) entre as espécies. A truta-de-rio foi encontrada com maior frequência na proximidade dos refúgios proporcionados pelos blocos, ensombramento e raízes das árvores que constituem a vegetação ribeirinha (nomeadamente amieiros) do rio Sabor (Figura 24).

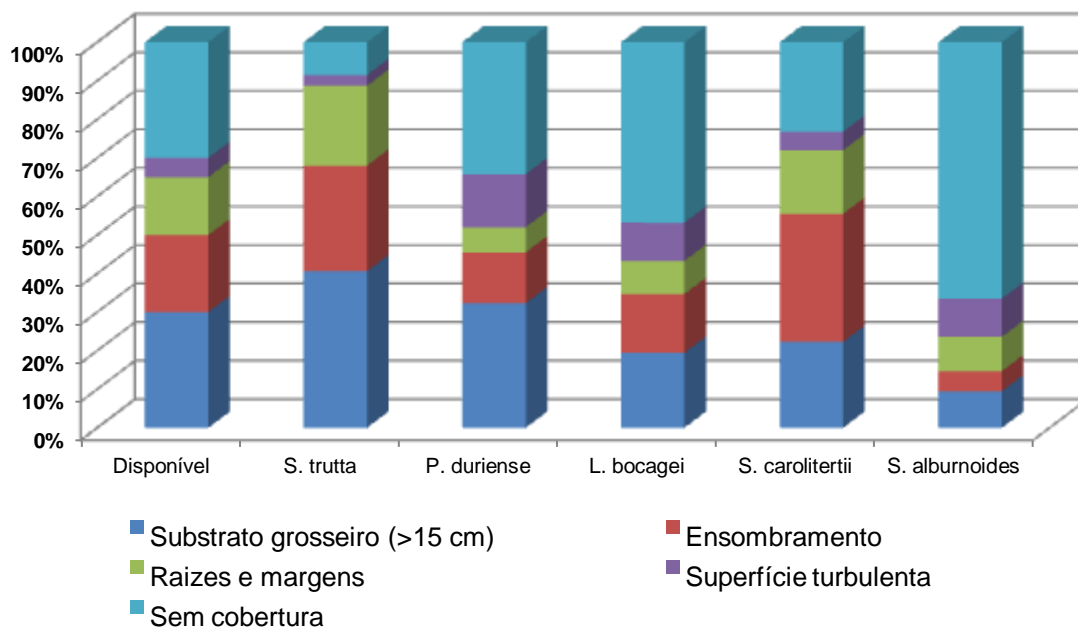


Figura 24. Cobertura: Habitat disponível e usado pelas 5 espécies piscícolas.

De todas as espécies, a truta-de-rio e o escalado-norte foram aquelas que foram detetadas mais vezes na proximidade da margem. Com efeito, os resultados obtidos sugerem que ambas as espécies encontram refúgio na proximidade da margem (Figura 25).

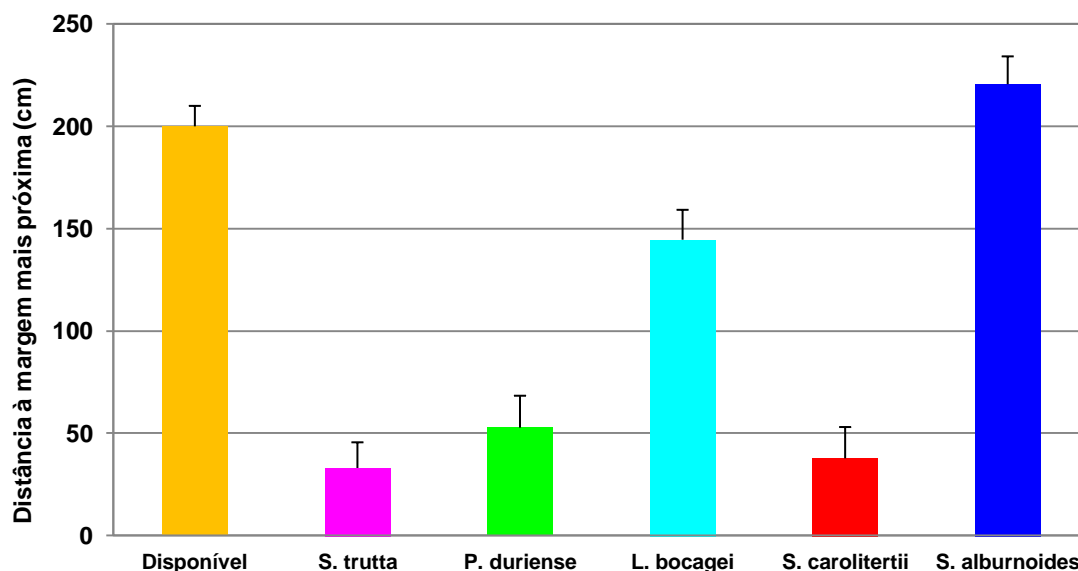


Figura 25. Distância à margem: Habitat disponível e usado pelas 5 espécies piscícolas.

Por sua vez, a truta-de-rio foi ainda a espécie que foi detetada com maior frequência junto à zona de rápido (*riffle*), provavelmente devido à proximidade

da zona de alimentação. Este comportamento permitiu, mais uma vez, diferenciar significativamente ($P < 0,05$, teste H) o uso do habitat, para esta variável, entre as populações em avaliação (Figura 26).

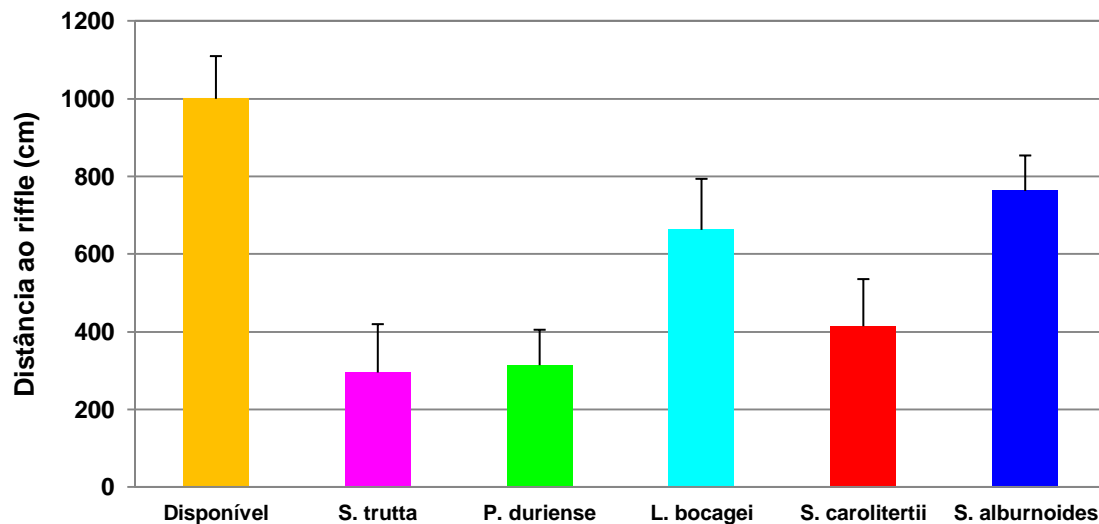


Figura 26. Distância à margem: Habitat disponível e usado pelas 5 espécies piscícolas.

A ligação, avaliada a partir da análise de dbRDA, entre as variáveis do microhabitat e as populações de peixes está apresentada na Figura 27.

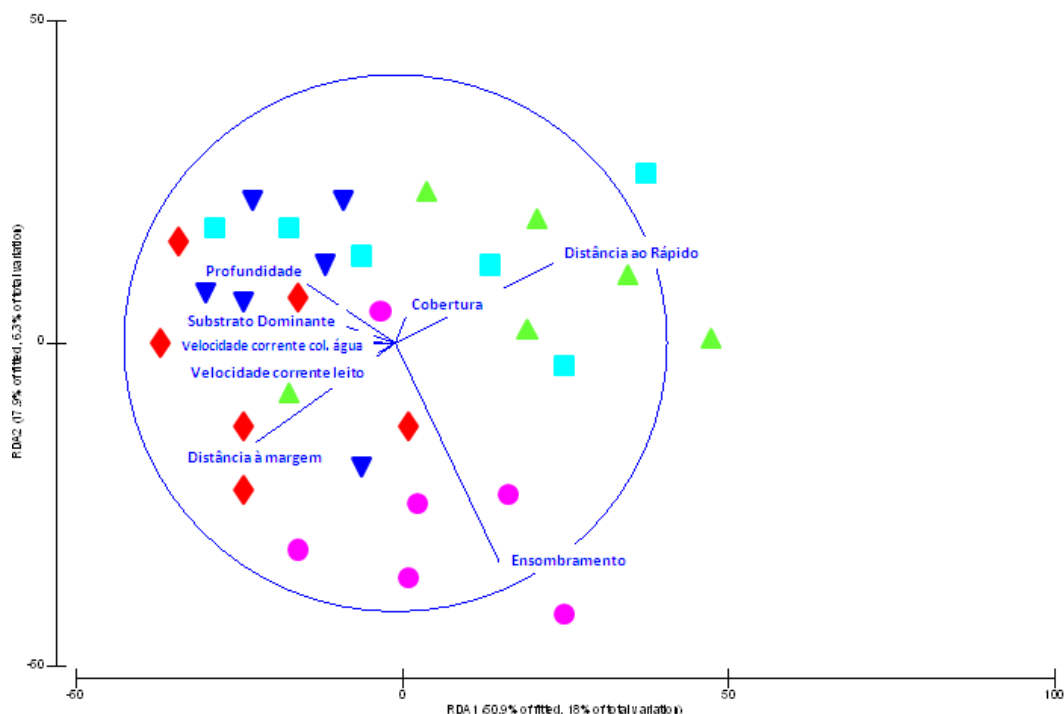


Figura 27. Ordenação dbRDA dos dois primeiros eixos relacionando as variáveis ambientais e às cinco espécies piscícolas autóctones consideradas no estudo (i.e. Símbolos: ● Truta-de-rio; ◆ Escalo-do-norte; ■ Barbo-comum; ▲ Boga-do-Douro; e ▼ Bordalo)

Os dois primeiros eixos da análise dbRDA (*dbRDA1* e *dbRDA2*) explicaram apenas 24,5% da relação entre as populações de peixes e os parâmetros ambientais. As variáveis relativas à profundidade, ensombramento e às distâncias ao rápido (*riffle*) e à margem mais próxima estruturaram a ocupação do espaço pelas diferentes populações piscícolas. As trutas demonstraram ocupar maioritariamente os locais junto à margem, bem ensombrado e na proximidade do *riffle*, zonas mais favoráveis em termos de alimentação, confirmando a tendência evidenciada numa primeira análise dos dados.

Por sua vez a ordenação NMDS (Figura 28) mostrou, num espaço bidimensional, uma separação mais evidente entre as trutas e os escalos relativamente às restantes espécies (boga, bordalo e barbo). Registo para o valor do stress obtido na ordenação, tendo em conta as frequências não repetidas, que foi de $2D= 0,23$, que significa uma razoável representação dos dados obtidos (CLARKE & WARWICK 1994).

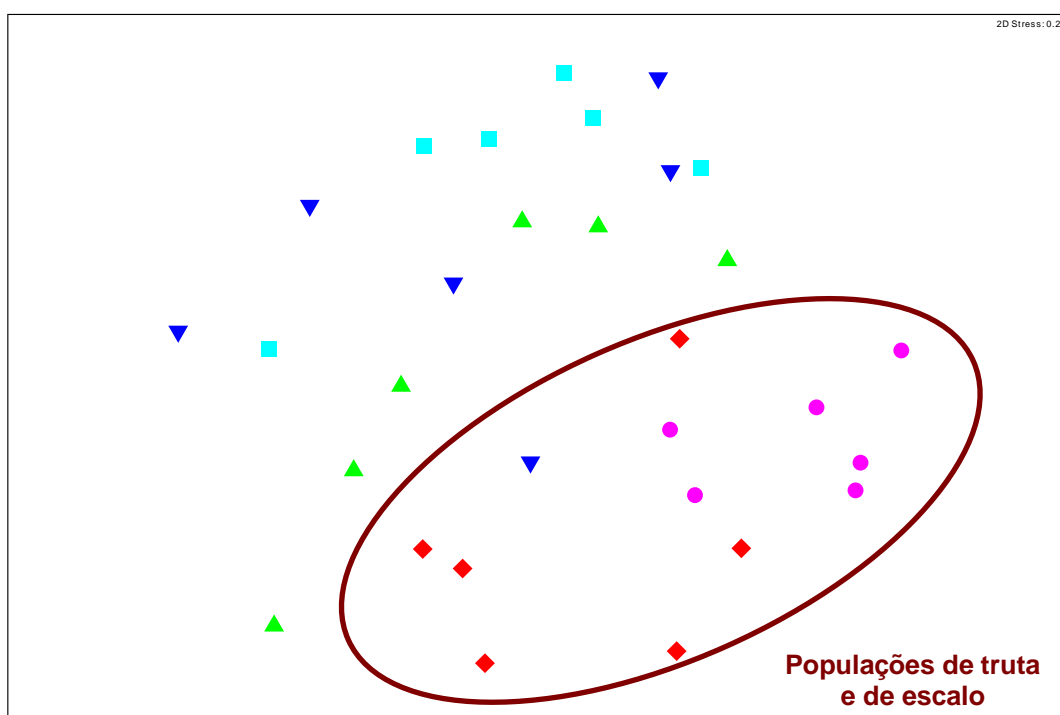


Figura 28. Ordenação NMDS das 5 populações de peixes consideradas (i.e. Símbolos: ● Truta-de-rio; ◆ Escalo-do-norte; ■ Barbo-comum; ▲ Boga-do-Douro; e ▼ Bordalo) baseado nas frequências não repetidas, para as 7 semanas de estudo.

Os testes *one-way ANOSIM* permitiram confirmar as tendências observadas tendo sido detetadas diferenças mais significativas ($P < 0,001$) entre as populações de truta-de-rio e de barbo-comum e de boga-do-Douro.

4. DISCUSSÃO

À semelhança doutros trabalhos (e.g. RILEY *et al.* 2003, TEIXEIRA & CORTES 2007, FONSECA 2011) a PIT-Telemetria revelou ser uma tecnologia suficientemente sensível e adequada para o estudo do comportamento dos peixes numa escala mais detalhada (*i.e.* microhabitat). O presente estudo permitiu fazer uma análise ao nível da comunidade de peixes autóctones do Nordeste de Portugal. Com efeito, para além de estudos orientados somente para uma espécie-alvo (TEIXEIRA *et al.* 2006; TEIXEIRA & CORTES 2007) são praticamente inexistentes os estudos acerca do comportamento de comunidades piscícolas nativas dos rios da região transmontana. Nesta conformidade, afigura-se de extrema importância o conhecimento dos requisitos bioecológicos destas espécies autóctones com o intuito de definir as medidas de gestão e ordenamento mais apropriadas à conservação destes peixes, à escala do ecossistema, nos rios do Nordeste de Portugal. Acresce salientar que os ciprinídeos nativos são endemismos ibéricos (CABRAL *et al.* 2006), existindo espécies ameaçadas como é o caso do bordalo (*Squalius alburnoides*) e mais recentemente da boga-do-Douro (*Pseudochondrostoma duriense*). Estas espécies estão, na atualidade, classificadas com estatuto vulnerável (VU- Vulnerable, segundo a IUCN 2014).

Os resultados obtidos permitiram realçar características, em termos do habitat e microhabitat aquático e ribeirinho, essenciais para a ocorrência destas espécies autóctones. Embora tendo em conta potenciais requisitos ecológicos diferentes entre as espécies estudadas, verificou-se que a presença da galeria ripícola desempenha um papel primordial na conservação destas espécies. De facto, segundo NAIMAN *et al.* (1990) são várias as funções atribuídas à presença da vegetação ribeirinha, com relevo para a proteção contra a erosão das margens, a biofiltração de nutrientes, a manutenção do regime térmico, a fonte de alimento e a criação de habitat para os peixes (raízes e margens escavadas). Esta vegetação está, nos rios de aptidão salmonícola/ciprinícola do NE de Portugal, composta por caducifólias maioritariamente amieiros mas também por salgueiros, choupos e freixos que são responsáveis pelo *input* de energia nestes ecossistemas oligotróficos de características heterotróficas (TEIXEIRA *et al.* 2006). Por outro lado, a sinuosidade do canal, a sequência

riffle/pool e o mosaico de microhabitats de condições abióticas diferenciadas (*i.e.* ao nível de variáveis, como por exemplo, a velocidade da corrente, substrato, profundidade e cobertura) complementam uma diversidade ambiental que assegura a preservação das espécies piscícolas nativas e a integridade ecológica do ecossistema aquático.

À escala detalhada (relembra-se que o estudo foi desenvolvido num troço confinado de 30 x 8 metros) foi possível identificar diferentes variáveis abióticas, caso do ensombramento, das distâncias à margem e ao *riffle* e da cobertura como as características mais importantes para a existência de populações de truta-de-rio. Importa referenciar que esta espécie (*i.e.* *Salmo trutta*) é conhecida pelo forte comportamento territorial, sendo vulgar um exemplar adulto exercer predação sobre exemplares juvenis, inclusive da mesma espécie (FAUSCH 1984). Nesta medida, o uso do microhabitat encontrado para a truta-de-rio revelou uma adaptação efetiva às condições existentes no meio natural. Por tal motivo, os registos obtidos (equipamento de PIT-telemetria) mostraram uma ocupação maioritária, por parte da truta-de-rio, dos microhabitats teoricamente mais favoráveis, *i.e.* tendo em consideração a proximidade das zonas de alimentação (vizinhança do *riffle*) e descanso (presença de refúgios). Esta estratégia está ligada à sobrevivência das espécies no meio aquático selvagem que dependem diretamente da bioenergética associados à normal atividade e funções associadas ao ciclo de vida (*e.g.* alimentação) (FAUSCH 1984).

O comportamento das quatro espécies de ciprinídeos demarcou-se dos exemplares de truta-de-rio. O escalão foi, aparentemente, a espécie que mais se aproximou da truta-de-rio, em termos de uso do microhabitat. A segregação espacial e temporal detetada poderá, potencialmente, ter-se ficado a dever a aspetos bioecológicos distintos na exploração dos recursos disponíveis. Por outro lado, outro fator que poderá ter interferido com os resultados obtidos poderá estar associado à biometria dos exemplares marcados. De facto, o tamanho do peixe desempenha um papel primordial na hierarquia social estabelecida no troço, com a particularidade do bloqueio estabelecido (*i.e.* colocação de redes a montante e jusante) ter “obrigado” a uma interação mais efetiva entre os peixes. Deste modo, como as trutas marcadas tinham a maior

dimensão podem ter exercido um domínio efetivo no meio confinado e ter desalojado as outras espécies/exemplares de locais energeticamente mais favoráveis. Por este motivo, a monitorização da condição de robustez (componente não realizada no estudo) de todos os exemplares, no início e fim do período de estudo (7 semanas), certamente que poderia ter ajudado a perceber os efeitos decorrentes da condição de simpatria estabelecida no troço do rio Sabor. Contudo, com a ressalva de terem sido impossibilitados os fenómenos de imigração e emigração no troço de estudo, a condição de simpatria (i.e. coabitação de populações das 5 espécies usadas no estudo) ocorre efetivamente numa área apreciável ao longo do eixo longitudinal do rio Sabor, nomeadamente na zona próxima da fronteira sul do Parque Natural de Montesinho, próximo das povoações de França, Rabal e Gimonde.

Relativamente à informação obtida com base nos dados de PIT-Telemetria, deve mencionar-se que esta metodologia apresenta, à semelhança de outras, algumas desvantagens (RILEY *et al.* 2003; CUCHEROUSSET *et al.* 2005). A principal desvantagem consiste no baixo raio de deteção e área de cobertura (aproximadamente 9 cm, no exterior de cada antena- painel de diâmetro de 30 cm) comparativamente com toda a área disponível. Obviamente foram obtidas subestimativas das ocupações do (micro)habitat pelos peixes ao longo do tempo. No entanto, a duração do estudo (7 semanas) e o número total de registos (frequência repetida- 96 142 registos; frequência não repetida- 48 682 registos) permitem, na nossa opinião, fazer uma análise importante do comportamento dos peixes em rios de montanha. No entanto, aconselha-se em estudos futuros a conjugação desta tecnologia (i.e. PIT-Telemetria) com outras (e.g. radiotelemetria) que poderá ampliar o leque de informações úteis para uma eficiente monitorização e gestão de populações piscícolas.

Finalmente importa equacionar a melhoria do habitat mais do que a manipulação do *biota* (e.g. realização de repovoamentos), como garantia para, a longo prazo, aumentar a capacidade biogénica do ecossistema e poder incrementar a densidade de efetivos da(s) espécie(s)-alvo. Conforme refere FONSECA (2011) a intervenção ao nível do habitat piscícola fomenta a autosustentabilidade das populações selvagens, pela capacidade potencial de proporcionar novas zonas de alimentação, refúgio e desova.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo de monitorização das populações piscícolas autóctones do Alto Sabor possibilitou obter as seguintes conclusões:

- A tecnologia PIT-Telemetria permitiu avaliar o comportamento de cinco populações simpátricas de salmonídeos (*Salmo trutta*) e ciprinídeos endémicos (*Squalius carolitertii*, *Squalius alburnoides*, *Pseudochondrostoma duriense*, *Luciobarbus bocagei*), mais propriamente num troço confinado (bloqueado por redes) do rio Sabor, de aptidão mista (salmonícola/ciprinícola) e com uma boa qualidade ao nível da água e da hidromorfologia do canal, situação típica dos rios do Nordeste Portugal;
- Foram registados pelo equipamento de PIT-telemetria um total de 96 142 registos repetidos (fr) e de 48 682 não repetidos (fnr), distribuídos de forma percentual e diferencialmente pelas 5 espécies da seguinte forma: truta-de-rio (fr= 8,6%; fnr= 13,6%); Escalo-do-norte (fr= 12,5%; fnr= 15,0%); boga-do-Douro (fr= 22,2%; fnr= 21,6%); barbo-comum (fr= 36,4%; fnr= 29,0%) e bordalo (fr= 20,3%; fnr= 20,8%). Tal facto sugere uma maior mobilidade dos barbos e bogas e menor atividade detetada para as trutas e escalos. Por outro lado, atividade das trutas parece ser superior no período noturno, nomeadamente nos períodos crepusculares, enquanto os ciprinídeos revelaram maior atividade durante o período do dia;
- Relativamente ao uso do microhabitat as variáveis que permitiram melhor discriminação foram o ensombramento, as distâncias à margem e ao riffle e a cobertura. As diferenças mais significativas foram observadas entre os exemplares de truta-de-rio, mais sedentários e que ocuparam os refúgios compostos por blocos e raízes em zonas de maior ensombramento, em oposição aos exemplares de barbo-comum e boga-do-Douro que não demonstraram uma preferência evidente por uma combinação específica de variáveis do (micro)habitat.
- A segregação espacial e temporal detetada pode ter sido afetada pela condição de confinamento promovida no troço e especialmente pela biometria das espécies que pode ter interferido na hierarquia social estabelecida e condicionado o comportamento dos diferentes exemplares. A

informação referente à condição corporal ou de robustez dos diferentes exemplares marcados, não obtida neste estudo, poderia ter dado indicações importantes acerca dos potenciais efeitos decorrentes de fenómenos de interação biótica;

Embora este estudo tenha sido desenvolvido numa microescala (microhabitat), foram revelados detalhes que podem ser importantes na conservação e exploração destas espécies piscícolas. No entanto, a gestão e ordenamento das espécies piscícolas deve ser orientada não somente para estas espécies-alvo mas assegurar a integridade ecológica à escala global do ecossistema, de modo a assegurar a conservação do património natural do Nordeste de Portugal.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almaça C. 1994. Peixes dos rios de Portugal. Edições Inapa, Lisboa. 129 pp.
- Antunes A., Alexandrino P., & Ferrand N. 1999. Genetic characterization of Portuguese brown trout (*Salmo trutta* L.) and comparison with other European populations. *Ecology of Freshwater Fish* 8: 194-200.
- Antunes A., Faria R., Weiss S. & Alexandrino P. 2001. Complex evolutionary history in the brown trout: Insight on the recognition of conservation units. *Conservation Genetics* 2: 337-347.
- Barbin-Zydlowski G., Haro A., Whalen K.G. & McCormick S.D. 2001. Performance of stationary and portable passive transponder detection systems for monitoring of fish movements. *Journal of Fish Biology* 58: 1471-1475.
- Bovee K.D. 1986. Development and evaluation of habitat suitability criteria for use in the instream flow incremental methodology. Instream Flow Information Paper 21. Report 86 (7). US Fish and Wildlife Service.
- Cabral, M.J. (coord.), Almeida J., Almeida P.R., Dellinger T.R., Ferrand de Almeida N., Oliveira M.E., Palmeirim J.M., Queiroz A.I., Rogado L. & Santos-Reis (eds.) 2006. Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Instituto da Conservação da Natureza. Lisboa. 660 pp.
- Clarke K.R. & Gorley R.N. 2006. Primer v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E Plymouth.
- Clarke, K.R. & Warwick, R.M. 1994. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council. London. 144 pp.
- Claro A.M. 2010. Estudo das populações de mexilhão-de-rio (*Margaritifera margaritifera* L.): Análise da qualidade ecológica de rios da bacia hidrográfica do rio Tua (NE Portugal). Mestrado em Gestão de Recursos Florestais. Escola Superior Agrária de Bragança.

- Collares-Pereira M.J. & Cowx I. 2004. The role of catchment scale environmental management in freshwater fish conservation. *Fisheries Management and Ecology* 11, 303-312.
- Collares-Pereira M.J., Filipe A.F. & Costa L.M. 2007. Os peixes do Guadiana. Que Futuro? Edições Cosmos. Chamusca. 294 pp.
- Cortes R., Teixeira A., Crespi A., Oliveira S.V., Varejão E. & Pereira A. 1999. *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Cávado*. 1ª Fase, Análise e Diagnóstico da Situação de Referência, Diagnóstico Preliminar, 1º Vol, Ministério do Ambiente.
- Cucherousset J., Roussel J.M., Keeler R., Cunjak R.A. & Stump R. 2005. The use of two new portable 12-mm PIT tag detectors to track small fish in shallow streams. *North American Journal of Fisheries Management* 25: 270-274.
- Fausch K.D. 1984. Profitable stream positions for salmonids: relating specific growth rate to net energy gain. *Canadian Journal of Zoology* 62: 441-451.
- Fonseca, T.M.P. 2011. Monitorização da Qualidade Biológica de Rios Baseada em Macroinvertebrados e Requalificação Fluvial Dirigida a Populações Piscícolas. Mestrado em Tecnologia Ambiental. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança.
- Geraldes A.M. 1999. Peixes de água doce. J. Azevedo (ed). Mirandela. 64 pp.
- IUCN 2014. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <www.iucnredlist.org>. (acedido em 15 setembro 2014)
- Legendre P. & Anderson M. 1999. Distance-based redundancy analysis: testing multispecies responses in multifactorial ecological experiments. *Ecological Monographs* 69: 1-24.
- Lucas M.C. & Baras E. 2000. Methods for studying spatial behaviour of freshwater fishes in natural environment. *Fish and Fisheries* 1: 283-316.
- Miranda F.J.V. 2012. A Pesca Lúdica e Desportiva no Nordeste Transmontano (Bacia do Douro, Portugal). Mestrado em Gestão de Recursos Florestais. ESA. IPB.

- Munné A.; Sola C.; Prat N. 1998. *Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera*. Tecnología del Agua: Artículos técnicos 175: 20-37.
- Naiman RJ, Décamps H. 1990. The Ecology and Management of Aquatic-Terrestrial Ecotones. Part. Pub. Group. Paris.
- Oliveira J.M., Santos J.M., Teixeira A., Ferreira M.T., Pinheiro P.J., Geraldés A. & Bochechas J. 2007. Projecto AQUARIPORT: Programa Nacional de Monitorização de Recursos Piscícolas e de Avaliação da Qualidade Ecológica de Rios. Direcção-Geral Recursos Florestais, Lisboa, 96 pp.
- Patrício C. 2013. Contribuição para o estudo da bioecologia das populações de mexilhões de rio do Nordeste Transmontano. Tese de Mestrado em Gestão de Recursos Florestais. Escola Superior Agrária do IPB.
- Pinheiro P. 2014. Ictiofauna dulçaquícola exótica em Portugal Continental. <http://naturlink.sapo.pt/Natureza-e-Ambiente>. Acedido em 15 setembro 2014.
- Prentice E.F., Flagg T.A., McCutcheon C.S. & Brastow D.F. 1990. PIT-Tag monitoring systems for hydroelectric dams and fish hatcheries. *American Fisheries Society Symposium* 7: 323-334.
- Quintella B.R., Andrade N.O., Espanhol R. & Almeida P.R. 2005. The use of PIT telemetry to study movements of ammocoetes and metamorphosing sea lampreys in river beds. *Journal of Fish Biology* 66: 97-106.
- Ramos P.I.A. 2011. *Estudo das Populações de Bivalves (Unionidae) nos Rios do Norte de Portugal: Importância da Qualidade Ambiental na Conservação de Espécies Ameaçadas*. Mestrado em Tecnologia Ambiental. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança.
- Ribeiro F., Beldade R., Dix M. & Bochechas J. 2005. Carta Piscícola Nacional. Direcção Geral dos Recursos Florestais-Fluviatilis, Lda. <http://www.fluviatilis.com/dgf/> Publ. eletrónica. Acedido em 15 setembro 2014.
- Riley W.D., Eagle M.O., Ives M.J., Rycroft P. & Wilkinson A. 2003. A portable passive integrated transponder multi-point decoder system for monitoring habitat use and behaviour of freshwater fish in small streams. *Fisheries Management and Ecology* 10: 265-268.

- Robalo J.I., Sousa-Santos C., Almada V.C., Doadrio I. 2006. Paleobiogeography of two Iberian endemic cyprinid fishes (*Chondrostoma arcasii*– *Chondrostoma macrolepidotus*) inferred from mitochondrial DNA sequence data. *J. Hered.* 97, 143–149.
- Silva L.R. 2010. Avaliação da qualidade ecológica de cursos de água da bacia hidrográfica do rio Sabor (Bacia do Douro). Mestrado em Gestão de Recursos Florestais. Escola Superior Agrária de Bragança.
- Statsoft Inc. 2004. STATISTICA (Data Analysis Software System). Version 7. www.statsoft.com. Tulsa, USA.
- Teixeira A. & Cortes R.M.V. 2007. Pit Telemetry as a Method to Study the Habitat Requirements of Fish Populations. Application to Native and Stocked Trout Movements. *Hydrobiologia* 582:171-185.
- Teixeira A. 2006. *Repovoamento de rios de salmonídeos (Salmo trutta L.): Estratégias diferenciais de utilização de recursos entre trutas nativas e estabuladas. Efeitos na dinâmica destas populações e incidências na gestão da espécie*. Tese de Doutoramento. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.
- Teixeira A., Cortes R.M.V. & Oliveira D. 2006. Habitat Use by Native and Stocked Trout (*Salmo trutta* L.) In Two Northeast Streams, Portugal. *Bulletin Française de la Pêche et la Pisciculture* 382: 1-18.
- Weber E.D. & Fausch K.D. 2005. Competition between hatchery-reared and wild juvenile Chinook salmon in enclosures in the Sacramento River, California. *Transactions of the American Fisheries Society* 134: 44-58.
- Welcomme R.L. 1998. Evaluation of stocking and introductions as management tools. In: Cowx, I.G. (ed.), *Stocking and Introduction of Fish*, pp. 397-413, Fishing News Books, Blackwell Science, Oxford.

WEBGRAFIA

www.aguaonline.net

www.redorbit.com

www.it.wikipédia.org

ANEXOS

Anexo I : ÍNDICE QBR: CLASSIFICAÇÃO DA ZONA RIBEIRINHA DE ECOSISTEMAS FLUVIAIS

- Esta classificação deve ser aplicada a toda a zona ribeirinha dos rios (margem e encostas propriamente dito). Zonas inundadas periodicamente pelas cheias e caudais máximos)
- Os cálculos serão realizados sobre a área que apresenta uma potencialidade de suportar uma massa vegetal nas encostas. Não se contemplam as zonas com substrato duro onde não é possível enraizar uma massa vegetal permanente.



A pontuação de cada

Estação	
Classificação	

um dos 4 blocos não pode ser negativa nem exceder os 25 pontos

1 – Grau de cobertura da zona ribeirinha - Pontuação entre 0 e 25

Pontuação	
25	> 80% de cobertura vegetal da zona ribeirinha (as plantas anuais não se contabilizam)
10	50-80% de cobertura vegetal da zona ribeirinha
5	10-50% de cobertura vegetal da zona ribeirinha
0	< 10% de cobertura vegetal da zona ribeirinha
+10	Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é total
+5	Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é superior a 50%
-5	Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é entre 25 e 50%
-10	Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é inferior a 25%

2 – Estrutura da cobertura (contabiliza-se toda a zona ribeirinha) - Pontuação entre 0 e 25

Pontuação	
25	Cobertura de árvores superior a 75%
10	Cobertura de árvores entre 50 e 75% ou cobertura de árvores entre 25 e 50% e no resto da cobertura os arbustos superam os 25%
5	Cobertura de árvores inferior a 50% e o resto da cobertura com arbustos entre 10 e 25%
0	Sem árvores e arbustos abaixo dos 10%
+10	Se na margem a concentração de helófitos ou arbustos é superior a 50%
+5	Se na margem a concentração de helófitos ou arbustos é entre 25 e 50%
+5	Se existe uma boa conexão entre a zona de arbustos e árvores com um sub-bosque
-5	Se existe uma distribuição regular (linearidade) nos pés das árvores e o sub-bosque é > 50%
-5	Se as árvores e arbustos se distribuem em manchas, sem uma continuidade
-10	Se existe uma distribuição regular (linearidade) nos pés das árvores e o sub-bosque é < 50%

3 – Qualidade da cobertura vegetal (depende do tipo geomorfológico da zona ribeirinha*) - Pontuação (0 e 25)



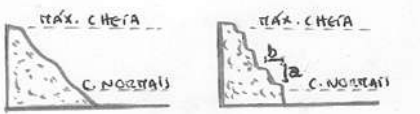
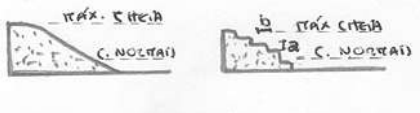

Pontuação		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
25	Número de espécies diferentes de árvores autóctones	> 1	> 2	> 3
10	Número de espécies diferentes de árvores autóctones	1	2	3
5	Número de espécies diferentes de árvores autóctones	-	1	1 - 2
0	Sem árvores autóctones			
+10	Se existe uma continuidade da comunidade ao longo do rio, uniforme e ocupando > 75% da zona ribeirinha (em toda a sua largura)			
+5	Se existe uma continuidade da comunidade ao longo do rio (entre 50 – 75% da zona ribeirinha)			
+5	Se existe uma disposição em galeria de diferentes comunidades			
+5	Se o número de espécies diferentes de arbustos é:	> 2	> 3	> 4
-5	Se existem estruturas construídas pelo homem			
-5	Se existe alguma espécie de árvore introduzida (alóctone)** isolada			
-10	Se existem espécies de árvores alóctones** formando comunidades			
-10	Se existem lixos			

4 – Grau de naturalidade do canal fluvial - Pontuação entre 0 e 25


Pontuação	
25	O canal do rio não está modificado
10	Modificações nos terraços adjacentes ao leito do rio com redução do canal
5	Sinais de alteração e estruturas rígidas intermitentes que modificam o canal do rio
0	Rio canalizado na totalidade do troço
-10	Se existe alguma estrutura sólida dentro do leito do rio
-10	Se existe alguma represa ou outra infraestrutura transversal no leito do rio

Pontuação Final (soma das pontuações anteriores)

*** Determinação do tipo geomorfológico da zona ribeirinha** (característica 3, qualidade da cobertura vegetal)
Somar o tipo de desnível da margem direita e da esquerda, e somar a pontuação das restantes características.

Desnível da Zona Ripária	Pontuação		
	Esquerda	Direita	
Vertical côncavo (declive > 75°), com uma altura não superável pelas máximas cheias		6	6
Igual, mas com um pequeno talude ou margem inundável periodicamente (cheias normais)		5	5
Declive entre 45 e 75°, escalado ou não. O declive mede-se a partir do ângulo entre a horizontal e a recta entre a margem e o último ponto da ribeira. $\Sigma a > \Sigma b$		3	3
Declive entre 20 e 45°, escalonado ou não. $\Sigma a > \Sigma b$		2	2
Declive < 20°, zona ribeirinha uniforme e plana.		1	1

Existência de uma ilha ou ilhas no meio do leito do rio

Largura conjunta "a" > 5 m		-2
Largura conjunta "a" entre 1 e 5		-1

Potencialidade de suportar uma massa vegetal ribeirinha. Percentagem de substrato duro com incapacidade para enraizar uma massa vegetal permanente

> 80%	No se pode medir
60 - 80%	+6
30 - 60%	+4
20 - 30%	+2

Pontuação Total

--	--

Tipo geomorfológico segundo a pontuação

> 8	Tipo 1	Zonas ribeirinhas fechadas, normalmente de cabeceira, com baixa potencialidade para suportar um extenso bosque de ribeira
Entre 5 - 8	Tipo 2	Zonas ribeirinhas com uma potencialidade intermédia para suportar uma zona vegetada, sectores médios dos rios
< 5	Tipo 3	Zonas ribeirinhas extensas, sectores baixos dos rios, com elevada potencialidade para possuir um bosque extenso.

** Espécies frequentes e consideradas alóctonas

- | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| - <i>Populus deltoides</i> | - <i>Populus nigra ssp. italica</i> | - <i>Ailanthus altissima</i> | - <i>Robinia pseudo-acacia</i> |
| - <i>Populus x canadensis</i> | - <i>Salix babylonica</i> | - <i>Celtis australis</i> | - <i>Platanus x hispanica</i> |

Anexo II: ÍNDICE GQC: CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DO CANAL

Índice da qualidade de canal:	Código:
(realizado em pelo menos três transectos com distância entre si de 20 metros)	

1. Presença de estruturas de retenção

Ausência de estruturas	4
Açude rústico semi-desagregado	3
Açude rústico bem consolidado	2
Açude ou barragem de betão	1

2. Estrutura do canal

$W/D < 7$, não ocorre inundação das margens	4
$W/D = 8-15$, inundação das margens rara	3
$W/D = 15-25$, inundação frequente das margens	2
$W/D > 25$, inundação muito frequente das margens	1

W – Média da largura do leito molhado obtida nos transectos

D – Média da profundidade máxima obtida nos transectos.

3. Sedimentos e estabilidade do canal

Ausência de alargamento do canal ou de acumulações de materiais transportados; canal único;	4
Algumas acumulações de materiais transportados; canal único;	3
Línguas de cascalho, areia e limo; o leito de cheia apresenta canais independentes;	2
Canal dividido em múltiplas línguas de areia e limo (ou rio canalizado).	1

4. Estrutura das margens

Margens estáveis com vegetação ripária contínua e estruturalmente complexa (árvores e arbustos); sem sinais de erosão;	4
Margens estáveis mas com vegetação ripária fragmentada; alguns regos desprovidos de vegetação;	3
Margens pouco consolidados mantidas por uma vegetação esparsa de herbáceas e arbustos;	2
Margens com vegetação muito escassa e uniforme, rebaixadas pela erosão ao longo do troço.	1

5. Alteração artificial das margens

Ausência quase completa de alteração artificial das margens;	4
Uma das margens apresenta alterações moderadas (e.g. enrocamentos >30% do comprimento troço);	3
Ambas as margens apresentam alterações moderadas (e.g. enrocamentos >30%), ou uma delas está alterada significativamente (e.g. linearização da margem),	2
Como no caso anterior mas a estrutura da margem é de betão armado ou ciclópico.	1

6. Heterogeneidade do canal

Canal curvilíneo e sequencia lótica/lêntica muito marcada;	4
Canal rectilíneo com reduzida sequencia lótica/lêntica;	3
Velocidade praticamente constante ao longo de todo o troço;	2
Zona lêntica artificial ou rio canalizado.	1

7. Estrutura do leito

Tipo 1	Troços encaixados, normalmente de cabeceira e com muita rocha, baixa potencialidade de suportar um extenso bosque ribeirinho;
Tipo 2	Troços com desníveis médios das margens, potencialidade intermédia para suportar um bosque ribeirinho; “zonas médias do rio”;
Tipo 3	Troços com desníveis das margens muito pouco acentuadas, potencialidade elevada para suportar um bosque ribeirinho; zonas baixas de alguns rios.

Tipo 1 (Troço em que predomina a erosão)

>50% do material é constituído por granulometria >25 cm (blocos);	8
>50% do material é constituído por granulometria >6,5 cm (pedra);	6
>50% do material é constituído por granulometria >2,0 cm (salto);	3
Predomina a areia e o limo (>50%).	1

Tipo 2 (troço em que predomina o transporte)

> 50% do material é constituído por blocos e pedras (>6,5 cm);	8
50% do material é constituído por pedra ou superior (>6,5 cm);	6
< 25% do material é de dimensões superiores a cascalho (>1,5 cm);	3
O leito é exclusivamente de limo e areia fina (>1,5 cm) é inferior a 10%.	1

Tipo 3 (troço em que predomina a sedimentação)

>50% do material é constituído por dimensões superiores a areia grossa (0,5 cm);	8
30-50% do material é constituído por dimensões superiores a areia grossa (0,5 cm) e o resto é formado por limo e areia fina;	6
<30% do material é constituído por dimensões superiores a areia grossa (0,5 cm) e o resto é formado por limo e areia fina;	3
O leito é exclusivamente de limo e areia fina (<0,125 cm).	1

8. Deposição de finos intersticiais

A % de finos e < 5%;	4
A % de finos é de 5-25%;	3
A % de finos é de 25-50%;	2
A % de finos é >50%.	1

- Para os rios Tipo 1 os finos consideram-se <0,5 cm.
- Para os rios Tipo 2 e 3 os finos consideram-se <0,125 cm.