

MIGRADORES

PLANO DE RECUPERAÇÃO DA COMUNIDADE DE PEIXES
MIGRADORES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOURO

RELATÓRIO FINAL - 2008

MIGRADORES

PLANO DE RECUPERAÇÃO DA COMUNIDADE DE PEIXES
MIGRADORES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOURO

RELATÓRIO FINAL - 2008



ÍNDICE

7	RESUMO / ABSTRACT
11	1. ENQUADRAMENTO
15	2. OBJECTIVOS
17	2.1. Plano de trabalho
19	3. ÁREA DE ESTUDO
23	4. METODOLOGIA
25	4.1. Caracterização do habitat aquático
26	4.2. Caracterização da comunidade piscícola
27	4.3. Caracterização genética de lampreia-marinha
27	4.4. Monitorização por telemetria de lampreia-marinha
28	4.5. Reprodução e desenvolvimento larvar em cativeiro
28	4.6. Ensaios preliminares de repovoamento de lampreia-marinha
29	4.7. Dispositivos de transposição
31	5. RESULTADOS / AVALIAÇÃO
33	5.1. Caracterização do habitat aquático
33	5.1.1. Parâmetros abióticos
37	5.1.2. Inventário do habitat
37	5.1.2.1. Sub-bacia do rio Sousa
42	5.1.2.2. Sub-bacia do rio Uima
44	5.1.2.3. Sub-bacia do rio Inha
46	5.1.2.4. Sub-bacia do rio Arda
48	5.2. Caracterização da comunidade piscícola
49	5.2.1. Peixes migradores
51	5.2.1.1. População de lampreia-marinha
52	5.2.1.2. População de enguia-europeia
56	5.2.2. Comunidade íctica
58	5.2.2.1. Rio Douro
63	5.2.2.2. Tributários
68	5.2.2.3. Pesca eléctrica <i>versus</i> dieta de lontra
74	5.2.2.4. População de lampreia-de-riacho
77	5.3. Caracterização genética de lampreia-marinha

78	5.4. Monitorização por telemetria de lampreia-marinha
82	5.4.1. Parâmetros abióticos
84	5.4.2. Local libertação 1
85	5.4.3. Local libertação 2
86	5.4.4. Local libertação 3
88	5.5. Reprodução e desenvolvimento larvar em cativeiro
88	5.5.1. Lampreia-marinha
92	5.5.2. Lampreia-de-riacho
92	5.6. Ensaios preliminares de repovoamento com lampreia-marinha
93	5.6.1. Ovos embrionários
94	5.6.2. Larvas
95	5.7. Dispositivos de transposição
99	6. CONSIDERAÇÕES FINAIS
101	6.1. Síntese
103	6.2. Prespectivas Futuras
105	BIBLIOGRAFIA
111	LISTA DE FIGURAS E TABELAS
117	FICHA TÉCNICA



RESUMO / ABSTRACT

Resumo

As inúmeras intervenções humanas na bacia do rio Douro têm contribuído para importantes alterações na constituição da sua comunidade piscícola, culminando no desaparecimento de espécies como o salmão do Atlântico (*Salmo salar*) e o esturjão (*Acipenser sturio*), e no declínio das populações de sável (*Alosa alosa*), savelha (*A. fallax*), lampreia-marinha (*Petromyzon marinus*) e enguia (*Anguilla anguilla*), espécies de elevado valor económico que contribuem significativamente para a importância da pesca profissional exercida em águas interiores.

Apesar do decréscimo das populações de peixes migradores observado nas últimas décadas, informações recentemente recolhidas junto de pescadores profissionais e das entidades reguladoras da actividade da pesca apontam para um número de capturas considerável, em especial de lampreia-marinha, embora em número inferior ao registado em décadas anteriores.

No troço a montante de Crestuma-Lever, primeiro grande obstáculo na bacia do Douro, não foram encontrados migradores diádromos, com excepção da enguia. No caso da lampreia-marinha, verifica-se que chega um efectivo importante junto desta barragem (informação evidenciada pela presença de pesca ilegal) mas aparentemente não passam para montante, confirmando-a como uma barreira importante. Quanto ao sável e à savelha, apesar de serem capturados na orla costeira, só muito esporadicamente estas espécies são capturadas no rio Douro, pelo que poderão estar extintos nesta bacia hidrográfica. A observação de tainhas na eclusa de navegação, e de um considerável efectivo a montante, poderá indicar

Abstract

Numerous anthropogenic interventions conducted to important modifications on fish community in the river Douro basin in the last decades, leading to the extinction of species like the Atlantic salmon (*Salmo salar*) and the sturgeon (*Acipenser sturio*), and the decline of species like the shad (*Alosa alosa*), the twaite shad (*A. fallax*), the sea lamprey (*Petromyzon marinus*) and the eel (*Anguilla anguilla*). In general, all these species have a high economic value for professional fisheries in Portuguese basins.

Despite the continuous and increasing decline in stocks of diadromous populations observed in the last decades, recent information concerning fisheries data from river Douro basin reveals a consistent income in sea lamprey catches. Captures by professional fisherman are responsible for an important economic activity in the lower reach of the basin, though in less numbers than in previous decades, earlier to dam's constructions in the main river.

From the migratory species initially considered, only the eel was detected above Crestuma-Lever dam, most downstream hydroelectric dam located in the main river. Sea lamprey also reaches this dam, as a considerable illegal fishing is still carried out downstream this dam, although is not thought to migrate upstream areas, as the fish lock was considered ineffective for migratory fish species, confirming this dam as an important barrier to species migration. Besides sea lamprey, both species of *Alosa* are still captured near the coast, however their presence in the estuary or in the main river are very sporadic and it may be extincted in this basin. The presence of mullets in the navigation lock of Crestuma-Lever dam, and

um papel relevante desta eclusa na passagem de peixes, tanto para montante como para jusante.

No troço a jusante da barragem de Crestuma-Lever o rio Sousa revelou-se um afluente fundamental, pois apresenta características de habitat (quanto ao tipo de substrato, profundidade e velocidade da corrente) adequadas para a reprodução e desenvolvimento de formas larvares, no entanto, a actual baixa qualidade da água observada, assim como um elevado número de sedimentos finos, poderão condicionar estas actividades biológicas.

Dados preliminares da caracterização genética de populações europeias de lampreia-marinha apontam para a não diferenciação genética destas populações. Estamos, assim, perante um único stock de lampreia-marinha que se move no Atlântico nordeste e entra, aparentemente de forma aleatória, nos estuários da área. A ausência de *homing* nesta espécie poderá explicar a entrada de adultos reprodutores nesta bacia.

Para além de limitadas aos primeiros 20 km do troço principal da bacia na sua migração para reprodução, a monitorização por telemetria de adultos reprodutores de lampreia-marinha, confirmou as dificuldades acrescidas, resultantes da presença de um elevado número de pequenos obstáculos presentes ao longo da sub-bacia do rio Sousa. A presença de um primeiro obstáculo a cerca de 2 km da zona de confluência do rio Sousa com o rio Douro (que se revelou intransponível para todos os indivíduos monitorizados a jusante deste obstáculo) reduz consideravelmente a área naturalmente acessível a estes migradores.

Dado que, dos migradores anádromos, a lampreia-marinha é a única espécie que entra com regulari-

in the upstream areas, may indicate the important role of this device to the passage of migratory fish through these dams.

Downstream Crestuma-Lever hydroelectric dam, the Sousa sub-basin probably presents the best habitat option, either for sea lamprey spawning and larval rearing. However, the poor water/sediment quality and the presence of numerous small barriers along this sub-basin reduce considerably suitable areas for reproduction, spawn success and larval rearing.

Preliminary data concerning a genetic comparison of the European sea lamprey population's structure pointed to a single large population, which frequent the Atlantic northeast coast, enter randomly in coast rivers and spawn in available habitats. The lack of homing attributed to this species probably explains the entrance of adult reproducers in Douro basin, coming from near basins.

The presence of Crestuma-Lever dam reduces the accessible area for migratory fish to the last 20 kilometres of the main river, on the other hand small barriers present in the tributaries located downstream this dam decreases considerably the available area. Particularly in the sub-basin of river Sousa, the presence of a small obstacle located 2 km from the confluence, decreases considerably the natural accessible area for migratory fish. Difficulties during upstream migration of sea lamprey in this sub-basin were observed during a radio-tracking monitoring study.

As sea lamprey is the only species still entering Douro basin, this species deserved a special attention. Preliminary attempts of artificial re-

dade nesta bacia, foi alvo de uma atenção especial. Embora preliminares, os pequenos sucessos obtidos nos primeiros ensaios de reprodução artificial de lampreia-marinha, bem como a manutenção das larvas daí resultantes em cativeiro por períodos de tempo cada vez mais longos, são muito encorajadores e futuramente importantes na preservação desta espécie.

Na última fase do projecto foram ensaiadas acções de repovoamento com lampreia-marinha em diferentes fases de desenvolvimento, como objectivo de aumentar o recrutamento originário desta bacia e indirectamente promover um maior retorno de adultos progenitores aquando da migração para reprodução. Estes ensaios carecem no entanto de monitorização, na fase pós-repovoamento, planeada em projectos futuros, que permitirão avaliar o grau de sucesso destas acções.

Relativamente ao sável e à savelha e após um decréscimo acentuado no número de capturas que se seguiu à construção das últimas barragens no rio Douro, tem-se observado (na última década) um aumento no número anual de capturas efectuadas por pescadores profissionais. Estas capturas são, no entanto, referenciadas para a orla costeira, o que indicará que estas espécies não entram, ou entram muito esporadicamente na bacia hidrográfica do rio Douro. A ocorrência de homing no género *Alosa* poderá explicar a presença destas espécies junto à costa (provenientes de bacias hidrográficas próximas) e a sua ausência na bacia. As elevadas exigências de habitat associadas à baixa tolerância a variações de parâmetros abióticos influenciarão provavelmente a selecção dos locais de reprodução.

A enguia foi o único peixe migrador detectado em todos os pontos de amostragem. Flutuações

production and larval rearing were carried out in captivity. Adults captured during spawning migration by professional fishermen were successfully reproduced and larvae were maintained in captivity for longer periods. These small actions make it possible to delineate conservation plans.

During the last phase of the present project intervention measures, namely re-stocking actions with sea lamprey in different life stages (fertilized egg and larvae), were tested in order to contribute to sea lamprey recruitment and promote a larger number of adults during their spawning migration in this basin (as the presence of juvenile seems to trigger upstream migrations). These actions need however future monitoring programs, task impossible to put into practice during the present project.

As referred captures by professional fishermen of both species of *Alosa* also decreased after dam constructions, however these species are still captured near the coast with annual total catches increasing during the last years. Contribution of each species to the total captured fish is difficult to distinguish as mix-ups between the two are currently made by fishermen. Evidence for homing pointed to the genera *Alosa* may explain why this species still frequent Douro seacoast (coming from near basins) but do not enter in river Douro. Specific habitat requirements and high susceptibility to variations in abiotic factors also influence the river selection to spawn.

European eel was the only diadromous fish detected upstream Crestuma-Lever dam as well as in all surveyed area. Important variations were however detected along the main river, especially between locations downstream and upstream

importantes foram no entanto observadas ao longo da bacia, em particular entre os pontos a jusante e a montante da primeira grande barragem (Crestuma-Lever), observando-se um decréscimo acentuado das densidades para montante, bem como a ausência das classes de menores dimensões.

No rio Inha, afluente da margem esquerda a montante da barragem de Crestuma-Lever, foram capturados exemplares de lampreia-de-riacho, *Lampetra planeri*, espécie que completa o seu ciclo de vida no rio. A confirmação de uma população estável nesta bacia hidrográfica será extremamente importante, uma vez que actualmente ambas as espécies do género *Lampetra* estão classificadas no Livro Vermelho dos Vertebrados como espécies Criticamente em Perigo, pelo que se considera que enfrenta um risco de extinção na natureza extremamente elevado.

Igualmente importantes na preservação destas populações, bem como na recuperação das populações piscícolas de um modo geral, serão todas as medidas que contribuam directamente para a melhoria da qualidade da água e do habitat piscícola.

Crestuma-Lever dam. Generally, density decreases upstream as the mean size increase.

During electrofishing surveys an important population of European brook lamprey (*Lampetra planeri*) was found in the last kilometres of river Inha (a left-margin river Douro tributary). This species lives exclusively in freshwater, is a filter feeding larvae and a non-feeding adult. The lack of data concerning this species give a very important role to Inha's population, especially in Portugal where its present status (distribution area) is still considered uncertain and is listed in the Portuguese Vertebrate Red Data Book as Critically Endangered, facing a huge risk of extinction.

Recovery of these species require necessarily the increase habitat availability both for spawning and rearing, but also the improving water quality and fish habitat recuperation.



1

ENQUADRAMENTO

No início do século XX a fauna piscícola portuguesa, para além de diversificada, era enriquecida pela presença de grandes migradores como o salmão do Atlântico, *Salmo salar*, a truta marisca, *S. trutta*, o esturjão, *Acipenser sturio*, a lampreia-marinha, *Petromyzon marinus*, o sável, *Alosa alosa*, a savelha, *A. fallax*, e a enguia, *Anguilla anguilla*.

Actualmente, a área de distribuição destes migradores encontra-se bastante reduzida, para além de fragmentada, subsistindo apenas algumas populações constituídas por um pequeno número de efectivos. A regressão acentuada das populações de migradores, culminando em muitos locais com o seu desaparecimento, e a degradação acentuada dos seus habitats aquáticos, levou a que a comunidade internacional as incluísse tanto na Convenção de Berna (Anexo III) como na Directiva Habitats.

Em Portugal Continental, as espécies migradoras encontram-se em diferentes categorias de estatuto de conservação. O esturjão é a única espécie considerada **Regionalmente Extinta**. Já o salmão do Atlântico e a forma migradora da truta (truta marisca) são considerados **Criticamente em Perigo**. Por seu lado, a enguia e o sável são considerados **Em Perigo**, enquanto que a lampreia-marinha e a savelha são consideradas espécies **Vulneráveis**. No entanto, apesar da recente revisão do Livro Vermelho dos Vertebrados (Cabral *et al.*, 2005), os estudos sobre as populações de migradores são ainda insuficientes.

O reduzido número de efectivos que compõem as populações portuguesas, associado ao complexo ciclo de vida das espécies dificulta a sua caracterização.

As inúmeras intervenções humanas no meio

aquático têm contribuído para a redução ou desaparecimento de várias espécies, em especial dos migradores, dada a maior complexidade dos seus ciclos de vida. Na maior parte das situações, os interesses económicos e sociais prevalecem sobre o valor dos recursos piscícolas. A extracção de inertes, a construção de barragens, a regularização dos leitos e margens, a poluição e a pesca excessiva e ilegal, são as causas normalmente apontadas como responsáveis pelo declínio destas populações e consequente diminuição da biodiversidade. A interposição de obstáculos foi fortemente penalizadora para a comunidade íctica, mesmo com a instalação de dispositivos de transposição. A migração e mobilidade das populações ficou fortemente comprometida e as zonas de reprodução e crescimento, localizadas normalmente a montante destes obstáculos, foram em grande parte destruídas. Embora tenham sido tomadas medidas para minimizar o efeito negativo das barragens, nomeadamente através da instalação de dispositivos de transposição para peixes, os poucos estudos realizados em Portugal parecem apontar para uma eficácia reduzida ou nula destes dispositivos (Alexandrino, 1990; Bochechas, 1995; Valente *et al.*, 1995; Santos *et al.*, 2002).

A situação é particularmente grave na bacia hidrográfica do rio Douro, uma vez que esta foi uma das bacias mais perturbadas ao longo das últimas décadas, acarretando grandes modificações nas suas características hidrológicas. Nesta bacia hidrográfica estão já consideradas extintas as populações de esturjão, salmão do Atlântico e truta marisca. Em relação às restantes espécies migradoras, as informações são escassas e referem-se apenas a capturas esporádicas na zona estuarina por parte de pescadores profissionais. Pelos motivos apresentados, considerou-se oportuno apresentar um plano para a recuperação da comunidade de peixes migradores no rio

Douro. Este plano foi dividido em duas fases: numa primeira fase pretendeu-se avaliar a situação actual dos peixes migradores que ainda frequentam esta bacia hidrográfica, tendo-se ensaiado, numa segunda fase, medidas com vista à conservação e preservação das populações em risco.

Foram consideradas neste estudo todas as espécies de peixes migradores diádromos que ainda frequentam esta bacia hidrográfica, nomeadamente a lampreia-marinha, o sável, a savelha e a enguia. Estas espécies têm em comum o facto de realizarem grandes deslocações entre diferentes meios aquáticos de forma a completar o seu ciclo de vida. Com excepção da enguia, que se reproduz em meio marinho e possui a fase de crescimento em meio dulciaquícola (migrador catádromo), as restantes espécies reproduzem-se preferencialmente em pequenos rios apresentando uma fase de crescimento intenso em meio marinho (migrador anádromo).

De entre os migradores anádromos a lampreia-marinha foi alvo de uma atenção especial, uma vez que é a única espécie capturada com regularidade no troço terminal do rio Douro, movimentando ainda uma importante actividade piscatória, e sobre a qual a informação disponível é escassa. Para além da importância em termos de

diversidade biológica, todas as espécies referidas tem um elevado valor económico, promovendo uma actividade apreciável, quer em termos de exploração quer em termos de consumo.

As tainhas, essencialmente a espécie *Liza ramada* (mugilídeo que efectua maiores deslocações em meio dulciaquícola), também podem ser consideradas peixes migradores, no entanto, a sua sobrevivência não depende directamente desta migração, podendo completar o seu ciclo de vida em meio marinho ou dulciaquícola. Embora não fosse considerada uma espécie alvo do presente estudo, a observação das suas migrações tem sido uma importante fonte de informação na avaliação da transposição da barragem de Crestuma-Lever.

O presente estudo foi desenvolvido pela Planeta Vivo – Centro de Investigação Ambiental. Contou com o apoio institucional do INAG – Instituto da Água, da AFN – Autoridade Florestal Nacional e do ICNB – Instituto de Conservação da Natureza e Biodiversidade e com o apoio financeiro da EDP – Energias de Portugal, da REN – Rede Eléctrica Nacional e da ADI – Agência de Inovação.



OBJETIVOS

O presente projecto pretende obter informação relativa à actual situação dos peixes migradores que ainda frequentam a bacia hidrográfica do rio Douro, tarefas executadas durante os primeiros anos do trabalho, para numa fase posterior ensaiar medidas que permitam a recuperação e conservação destas espécies. Foram delineados como principais objectivos do projecto:

(1) actualizar o conhecimento sobre o estado das populações de peixes migradores na bacia hidrográfica do rio Douro, em especial no troço a jusante da barragem de Carrapateiro e respectivos afluentes;

(2) como complemento, e dadas as dificuldades normalmente encontradas aquando da amostragem da comunidade piscícola em áreas de estudo com as dimensões do rio Douro, pretendeu-se avaliar a eficácia da utilização da dieta de lontra na caracterização da comunidade piscícola;

(3) inventariar e avaliar o estado das áreas adequadas à reprodução e desenvolvimento dos primeiros estádios larvares, para as espécies migradoras ainda presentes nesta bacia hidrográfica;

(4) avaliar, de forma preliminar, a eficácia do dispositivo de transposição da barragem de Crestuma- Leiria;

(5) caracterizar geneticamente a estrutura populacional de lampreia-marinha que frequentam as bacias hidrográficas portuguesas e europeias;

(6) caracterizar ecológica e geneticamente a população de lampreia-de-riacho entretanto detectada nesta bacia hidrográfica;

(7) efectuar ensaios preliminares de reprodução artificial de lampreia-marinha e manutenção em cativeiro dos primeiros estádios larvares, e realizar acções de repovoamento em diferentes estádios de desenvolvimento.

2.1. PLANO DE TRABALHO

De maneira a cumprir os objectivos definidos, foram delineadas e executadas as tarefas a seguir enumeradas. Embora alguns temas não tivessem sido previstos no início do projecto, o diálogo mantido no âmbito da cooperação da Planeta Vivo com outras entidades, resultou na inclusão de novas tarefas que contribuíram para melhor atingir os objectivos propostos.

Foram então delineadas as seguintes tarefas:

1. Caracterização da situação actual das espécies migradoras:

1.1. Identificação de populações residuais

1.1.1. Pesca profissional;

1.2. População *Petromyzon marinus*

1.2.1. Caracterização genética;

1.2.2. Telemetria de adultos reprodutores;

1.2.3. Ensaios preliminares de reprodução artificial;

1.2.4. Ensaios preliminares de acções de repovoamento;

1.3. Avaliação da eclusa de barcos na passagem dos migradores

2. Caracterização da ictiofauna:

2.1. Comunidade piscícola

- 2.1.1. Ecologia alimentar da lontra;
- 2.1.2. Dinâmica das populações piscícolas;

2.2. População de *Lampetra planeri*

- 2.2.1. Caracterização ecológica;
- 2.2.2. Caracterização genética;

3. Caracterização do habitat aquático:

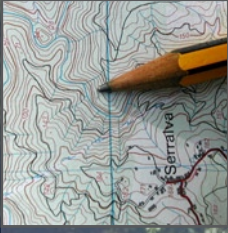
- 3.1. Qualidade da água;
- 3.2. Identificação de unidades morfodinâmicas;
- 3.3. Identificação dos principais obstáculos;

- 3.4. Identificação de áreas propícias ao desenvolvimento de migradores;

4. População de lontra na bacia do rio Douro:

- 4.1. Validação da metodologia para a caracterização da ictiofauna;

Os pontos 1.2.1 e 2.2.2 foram desenvolvidos pela Unidade de Investigação em Eco-Etologia do ISPA (Instituto Superior de Psicologia Aplicada). A informação resultante está disponibilizada sob a forma de artigos científicos, (Almada *et al.*, 2008; Pereira *et al.*; submetido para publicação).



3

ÁREA DE ESTUDO

A escolha da bacia hidrográfica do rio Douro prendeu-se com o facto das populações de peixes migradores que ainda frequentam esta bacia hidrográfica se encontrarem em avançado estado de regressão (Eiras, 1977; Costa *et al.*, 2001; Cabral *et al.*, 2005), mas também pela acentuada degradação e destruição do meio natural.

Foi igualmente importante na selecção da área de estudo o interesse manifestado por parte de entidades responsáveis pela gestão e salvaguarda dos recursos hídricos (nomeadamente autarquias locais, EDP - Energias de Portugal e REN – Rede Eléctrica Nacional) na implementação de programas que visem uma gestão sustentável do meio e dos seus recursos.

Com o objectivo de avaliar a comunidade piscícola do rio Douro, e em particular a fracção de migradores diádromos (que efectuam movimentos migratórios entre o mar e os rios), foi seleccionada como área de estudo o troço compreendido entre a foz do rio Douro e a barragem de Carrapatelo (Figura 1). Em funcionamento desde a década de 70, a barragem de Carrapatelo representa o segundo grande obstáculo no troço principal do rio Douro, aproximadamente 50 km a montante da barragem de Crestuma-Lever, que por sua vez representa o primeiro grande obstáculo nesta bacia, a cerca de 20 km da foz do rio Douro e em funcionamento desde 1986.

Uma atenção especial foi dada ao troço a jusante da barragem de Crestuma-Lever, dada a baixa eficácia do dispositivo de transposição para peixes em funcionamento (Bochechas, 1995). Todos os afluentes localizados neste troço assumiram um papel importante na recuperação das populações de peixes migradores, uma vez que esta passa necessariamente pelo aumento das áreas destinadas à reprodução e pelo melhoramento da acessibilidade a estes locais.

Entre eles, a sub-bacia do Sousa apresenta-se, provavelmente, como a melhor opção para o acolhimento destas populações, dadas as suas dimensões e potencialidades de habitat que parece apresentar.

Na selecção dos locais foi ainda tida em consideração a prévia confirmação da presença de lontra, uma vez que uma parte importante da caracterização piscícola passou pela análise da ecologia alimentar deste mustelídeo.

Tentando englobar os diferentes tipos de habitat presentes na área de estudo, foram seleccionados 15 pontos de amostragem para caracterização da comunidade piscícola e monitorização da qualidade da água, seis dos quais localizados no troço principal do rio Douro ou na área de influência da albufeira (rio Tâmega) e nove nas sub-bacias em estudo (nomeadamente Sousa, Uima, Inha e Arda) (Figura 1).

A inexistência de um dispositivo de transposição para peixes na barragem do Torrão (localizada no rio Tâmega, a menos de 1 km da confluência deste com o rio Douro) torna o troço a montante desta barragem inacessível para os peixes migradores, facto pelo qual não se considerou nenhum ponto de amostragem a montante deste empreendimento.

Entre Janeiro de 2005 e Junho de 2007 foram realizadas amostragens com uma regularidade mensal nos quinze pontos considerados. A partir de Julho de 2006 optou-se pela eliminação de quatro pontos de amostragem localizados no troço mais a montante do rio Douro (nomeadamente os pontos 3, 4, 5 e 6.).

Essa eliminação resultou, por um lado, da não detecção das espécies alvo nos pontos considerados e, por outro, da reunião de um conjunto de informação apreciável, quer quanto à constituição

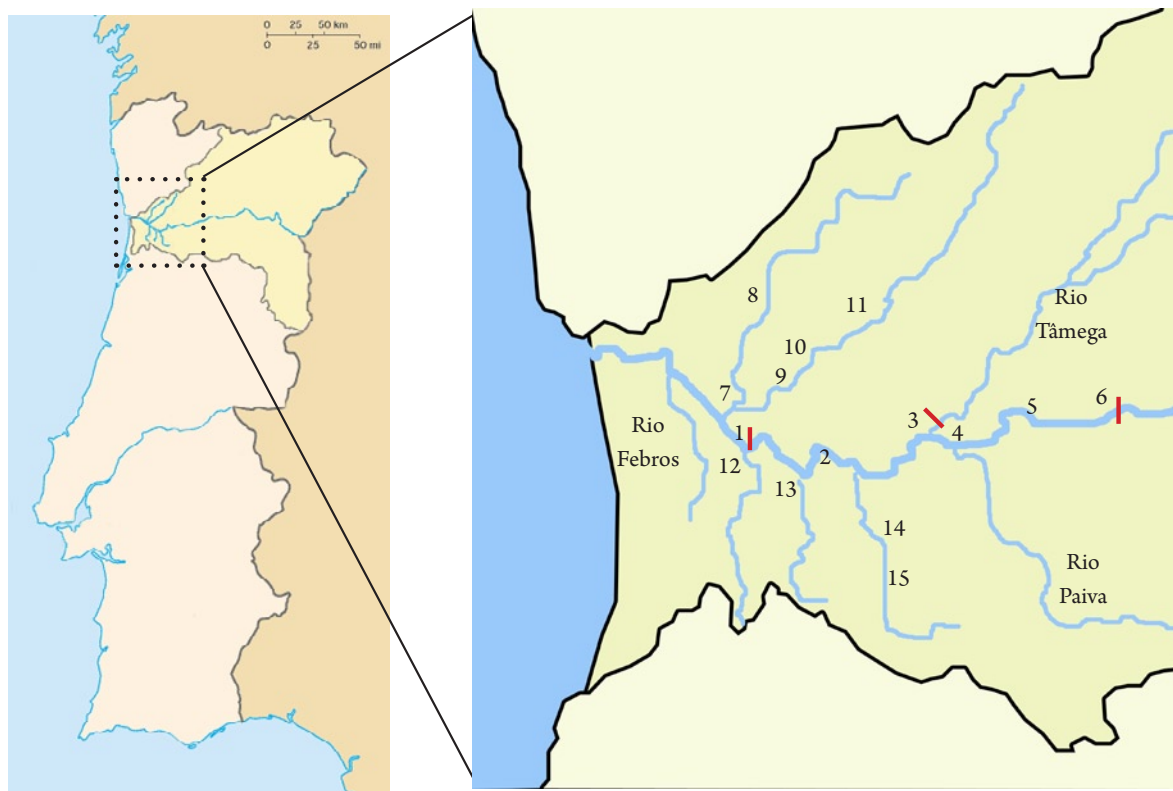


Figura 1 – Pormenor da bacia hidrográfica do rio Douro, localização dos locais de amostragem e das principais barragens localizadas na área de estudo (Crestuma-Lever - 1; Torrão - 3 e Carrapatelo - 6).

Legenda: Pontos de amostragem no rio Douro (1-Crestuma-Lever; 2-Ribeira do Portal; 3 – Confluência do rio Tâmega; 4–Bitetos; 5–Vimieiro e 6–Carrapatelo), na sub-bacia do rio Sousa (7–Foz do Sousa; 8–Ferreira; 9–Aguiar de Sousa; 10–Recarei e 11–Paço de Sousa), no rio Uima (12), no rio Inha (13) e no rio Arda (14–Arda1 e 15–Arda 2).

da comunidade piscícola quer quanto a caracterização de alguns parâmetros físico-químicos da água, durante o período de estudo.

Dada a impossibilidade de realizar amostragens por pesca eléctrica no ponto Paço de Sousa (11), optou-se igualmente pela eliminação deste ponto de amostragem a partir de Julho de 2006. Nos restantes pontos de amostragem foi dada continuidade ao trabalho, mantendo-se a periodicidade mensal até Julho 2007.

Em contrapartida, e com o propósito de alargar o número de afluentes em estudo, em especial afluentes que poderão ser importantes, quer pela sua localização quer pelas características de habitat, na recuperação das espécies em estudo nesta bacia

hidrográfica, realizaram-se prospecções preliminares nos rios Paiva e Febros, com o objectivo de os incluir nos pontos a amostrar.

Embora importante, o rio Paiva não foi considerado inicialmente no presente projecto pelo facto da sua população piscícola ter sido caracterizada por Pópulo *et al.* (2002) utilizando a mesma metodologia.

O rio Febros tem exibido importantes alterações na constituição da comunidade piscícola nas últimas décadas, consequência em grande parte de mudanças positivas na qualidade da água, podendo assim revelar-se um afluente importante na recuperação das espécies alvo, dada a sua localização a jusante da barragem de Crestuma-Lever.



4

METODOLOGIA

Para melhor compreender a situação actual das populações de peixes migradores, verificou-se que seria importante, por um lado, alargar a caracterização a toda a comunidade piscícola e, por outro, utilizar metodologias alternativas com vista à avaliação da eficácia do dispositivo de transposição para peixes.

A avaliação da eficácia deste dispositivo passou, em grande parte, pela análise de informação histórica disponível, mas também pela comparação entre a constituição da comunidade piscícola nas áreas imediatamente a montante e a jusante da barragem de Crestuma-Lever e, pela análise do funcionamento dos dois tipos de eclusas presentes neste empreendimento (eclusa de peixes e eclusa de navegação).

Para a caracterização da ictiofauna, foi utilizado o método da pesca com electricidade. Dadas as limitações associadas a esta metodologia, nomeadamente as restrições impostas aos locais a amostrar, optou-se por complementar estes dados com informação obtida através da análise da ecologia alimentar de lontra. A presença regular de lontra na bacia do rio Douro, detectada pela presença regular de excrementos, permitiu a utilização desta metodologia alternativa. Com o objectivo de validar esta metodologia e tentar determinar eventuais desvios à dieta de lontra (motivados por diversas causas, como digestibilidade, comportamento das presas ou a potencial selectividade para algumas espécies), nos pontos de amostragem comuns foram realizadas em simultâneo as duas metodologias.

Dada a dificuldade de quantificação das populações de migradores, com excepção da enguia, pelos métodos directos referidos (pesca eléctrica e ecologia alimentar de lontra), a informação relativa a estas populações foi complementada com dados

recolhidos junto de pescadores profissionais e das entidades reguladoras da pesca.

Na caracterização do habitat aquático foi dada uma atenção especial aos rios Sousa e Uima, dada a sua estratégica localização a jusante da barragem de Crestuma-Lever. A montante desta barragem apenas o rio Inha foi alvo de uma caracterização mais detalhada, uma vez que neste afluente foi detectada a presença de uma importante população de lampreia-de-riacho.

4.1. CARACTERIZAÇÃO DO HABITAT AQUÁTICO

O troço terminal dos afluentes em questão (últimos quilómetros) foi percorrido tendo-se recolhido um conjunto de informação relativa às características de habitat, nomeadamente profundidade, velocidade da corrente, granulometria de fundo e declive, com o objectivo de identificar potenciais áreas de desova e de desenvolvimento das fases larvares, características das espécies em estudo.

Simultaneamente, todos os obstáculos encontrados ao longo do percurso foram inventariados, pela seu potencial condicionamento dos movimentos, migratórios ou não, das populações piscícolas. Nos 15 pontos de amostragem seleccionados foi recolhido, mensalmente, um conjunto de parâmetros físico-químicos, de maneira a aferir sobre a qualidade da água, tendo-se registado parâmetros como a temperatura, o pH, o oxigénio dissolvido (OD), a carência bioquímica de oxigénio (CBO₅), a condutividade e os sólidos totais em suspensão (STS). A partir de Setembro de 2005 foram igualmente quantificados os valores de amónia, nitritos, nitratos e fósforo total.

4.2. CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE PISCÍCOLA

Diferentes abordagens foram utilizadas para a caracterização da comunidade piscícola no troço inferior da bacia hidrográfica do rio Douro e afluentes, nomeadamente:

a) Ecologia alimentar de lontra (amostragem mensal)

A lontra é uma espécie associada a habitats aquáticos que apresenta uma alimentação maioritariamente constituída por peixes, tendo-se observado uma correlação positiva entre a disponibilidade de alimento e a presença de lontra (Kruuk *et al.*, 1991; Beja, 1996; Prenda & Grana-do-Lorencio, 1996; Clavero *et al.*, 2003). Dado o seu carácter oportunista, pensa-se que a sua dieta poderá reflectir a composição da comunidade piscícola.

Todos os pontos de amostragem foram visitados mensalmente e os excrementos detectados recolhidos e analisados, em laboratório, para determinação da dieta de lontra e caracterização indirecta da comunidade piscícola.

Através de várias estruturas ósseas, escamas, pêlos ou penas, identificaram-se as presas consumidas, procurando-se sempre que possível inferir o seu tamanho e biomassa através de relações de regressão com o tamanho das estruturas encontradas nos excrementos. A identificação e medição foram efectuadas à lupa (10x) e com recurso a uma colecção de referência das possíveis presas disponíveis.

b) Pescas com electricidade (amostragem trimestral)

Foram escolhidos sete dos quinze pontos de amostragem previamente seleccionados (7, 8, 9, 10, 12, 13, 15), para a realização de pescas com electricidade. Para esta selecção foram tidos em consideração factores como a facilidade de acesso ao local e as condições de amostragem, principalmente a profundidade e a largura do curso de água.

Nos locais seleccionados, e num sector entre 50 a 100 metros de comprimento, delimitado com redes (malha de 1 cm), foi realizada a captura dos indivíduos recorrendo à pesca com electricidade e ao método das capturas sucessivas (duas capturas sem reposição). Todos os indivíduos capturados foram sujeitos a uma operação de rotina que incluiu a sua identificação e registo dos dados biométricos.

Foi definido um programa de amostragens de forma a efectuar capturas com uma periodicidade trimestral, sempre que as condições hidrológicas o permitissem.

Para além da caracterização da comunidade piscícola, os resultados obtidos através da pesca com electricidade foram utilizados para tentar validar a metodologia anterior.

Para determinar uma possível selectividade por parte da lontra em relação às espécies inventariadas através da pesca foi calculado, para cada espécie, o Índice de Preferência de Jacobs (IJ) (Jacobs, 1974):

$$IJ = D = \frac{r - p}{r + p - 2rp}$$

Onde r representa a frequência relativa estimada através da lontra e p a frequência relativa estimada através da pesca com electricidade. Os valores de IJ variam entre -1 (selectividade negativa total) e +1 (selectividade positiva total), considerando-se selectividade negativa para valores inferiores a -0,5 e positiva para valores superiores a 0,5.

c) Pesca profissional

Nos períodos de pesca relativos às três últimas épocas de migração foi recolhida informação quanto ao número de capturas de peixes migradores, junto de pescadores profissionais e de entidades reguladoras da actividade de pesca, nomeadamente junto da delegação de Matosinhos da Docapesca e de pequenas lotas localizadas no distrito do Porto.

Os contactos com os pescadores profissionais foram mantidos para além do período de pesca dos peixes migradores (que ocorre normalmente entre Janeiro e Abril), numa tentativa de obter informação relativa à possível migração descendente de juvenis.

4.3. CARACTERIZAÇÃO GENÉTICA DE LAMPREIA-MARINHA

Tendo em vista a caracterização genética da estrutura populacional da lampreia-marinha nos rios portugueses, seleccionou-se um marcador mitocondrial equivalente, pela sua posição no genoma da mitocôndria da lampreia à região de controle dos restantes vertebrados. Trata-se da primeira região não codificante, para a qual se desenharam *primers* originais que amplificam cerca de 600 pares de bases. Esta região, embora mais extensa, engloba o fragmento usado ante-

riormente por autores espanhóis, que tinham mostrado que entre os rios Minho e Cela, na costa cantábrica, não havia diferenciação populacional. Foram recolhidas amostras de larvas e de adultos, nos rios Minho, Lima, Cávado, Douro, Vouga, Mondego e Tejo. Só nos foi possível obter um exemplar do rio Guadiana, que também foi sequenciado.

Para enquadrar as amostras colhidas em Portugal, foram incluídas outras do rio Loire (Atlântico) e do Reno (Mar do Norte), respectivamente adquiridas a importadores e cedidas por um laboratório alemão.

Sequenciaram-se cerca de 20 exemplares em cada bacia, um número considerado adequado para comparações das estruturas populacionais. Nos rios onde pudemos obter mais amostras, como o Mondego, este número foi aumentado. Das lampreias estudadas, apenas se isolaram 18 haplótipos. Destes, um único haplótipo, incluía 214 indivíduos. Este haplótipo mais comum estava presente em todas as bacias e na maioria dos indivíduos de cada bacia. Ocorreu também na totalidade dos animais colhidos no Tejo e nos provenientes do Loire.

Ao organizar as sequências numa rede de parcimónia, verifica-se que os restantes haplótipos estão distribuídos com muito poucas mutações em torno deste haplótipo que é considerado ancestral.

4.4. MONITORIZAÇÃO POR TELEMETRIA

Durante a época de migração para reprodução 2007/2008 exemplares adultos de lampreia-marinha foram monitorizados por telemetria.

O acompanhamento destes indivíduos, para além de fornecer informação quanto às suas movimentações, permitiu aferir a área acessível a estes reprodutores, bem como analisar o seu comportamento durante esse período.

Quinze lampreias-marinhas adultas, capturadas por pescadores profissionais no estuário do Douro aquando da sua migração para reprodução, foram marcadas com um emissor rádio interno para posterior monitorização por telemetria.

O acompanhamento e posicionamento dos indivíduos portadores de emissores foi realizado diariamente. No primeiro mês, sempre que possível, foi registado o posicionamento dos indivíduos duas vezes ao dia (de manhã e ao entardecer). Nos meses seguintes o posicionamento passou a ser de uma vez ao dia (sempre que possível de manhã).

Uma vez o sinal detectado, e recorrendo à diminuição da sua intensidade, conseguia-se obter uma previsão da localização dos animais com uma precisão de cerca de 10 metros.

O período de monitorização dos indivíduos marcados esteve condicionado ao período de vida da bateria do emissor (duração variável entre dois a quatro meses).

4.5. REPRODUÇÃO E DESENVOLVIMENTO LARVAR EM CATIVEIRO

De forma a realizar ensaios de reprodução artificial de lampreia-marinha, exemplares adultos, sexualmente maduros, foram adquiridos a pescadores profissionais e mantidos em cativeiro.

Os adultos reprodutores foram mantidos num aquário de 800 l, aproximadamente, com 15 cm de substrato, constituído essencialmente por areia e pedras, onde se criou uma corrente contínua e unidireccional, de modo a recriar as condições mínimas de habitat necessárias para a ocorrência de reprodução.

Após observação do início da actividade reprodutora em cativeiro (nomeadamente a deslocação de pequenas pedras e a realização de movimentos de escavação para construção de “ninhos”) os indivíduos foram anestesiados e procedeu-se à recolha dos produtos sexuais por compressão abdominal, seguida de fecundação artificial.

Os ovos recém fecundados foram distribuídos por maternidades, onde decorreu o período de incubação. Foi efectuado o seguimento e registo fotográfico, de dois em dois dias, das diferentes fases de desenvolvimento embrionário e das primeiras fases do desenvolvimento larvar.

Após a reabsorção da vesícula vitelina e antes de iniciar a alimentação externa, as larvas foram transferidas para aquários onde se tentaram recriar as condições de habitat propícias ao seu desenvolvimento (condições de pH e temperatura próximas das observadas na natureza, substrato arenoso ou equivalente, sempre que possível com uma corrente contínua e unidireccional). A partir desta fase a monitorização (registo fotográfico e biométrico) passou a ser trimestral.

4.6. ENSAIOS PRELIMINARES DE REPOVOAMENTO DE LAMPREIA-MARINHA

Parte dos ovos obtidos nos ensaios de reprodução artificial foram utilizados para efectuar acções de

repopoamento no rio Sousa (época de reprodução 2006/2007). Este afluente foi seleccionado, quer pela sua estratégica localização a jusante da barragem de Crestuma-Lever (facilitando assim a migração descendente dos possíveis juvenis), mas também por possuir, embora em áreas limitadas, características de habitat próximas das adequadas ao desenvolvimento dos primeiros estádios larvares.

No mesmo afluente, foi ainda realizado um segundo repovoamento (na época de reprodução 2007/08), desta vez com larvas, mantidas em cativeiro até à reabsorção da vesícula vitelina e antes de iniciar a alimentação externa.

4.7. DISPOSITIVOS DE TRANSPOSIÇÃO

A barragem de Crestuma-Lever, como primeira barreira à progressão dos peixes migradores no

rio Douro, assume uma importância adicional. Enquanto que o dispositivo de transposição para peixes assume, à partida, uma importância reduzida, senão nula, para peixes migradores, a eclusa de navegação poderá vir a desempenhar um papel preponderante nas migrações piscícolas.

A avaliação do funcionamento dos dois tipos de eclusas presentes neste empreendimento passou essencialmente pela comparação entre a constituição da comunidade piscícola nas áreas imediatamente a montante e a jusante desta barragem.

Para além das grandes barragens, todos os obstáculos (açudes e pequenas barreiras localizados nos afluentes) foram inventariados pela sua importância no condicionamento dos movimentos migratórios dos peixes.



5 RESULTADOS E AVALIAÇÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO HABITAT AQUÁTICO

5.1.1 Parâmetros abióticos

Dentro da área de estudo considerada, a sub-bacia do Sousa (que inclui os rios Sousa e Ferreira) foi

a que apresentou uma qualidade da água inferior, evidenciada por valores de CBO₅ elevados (Tabela 1), assim como pelo registo de valores de amónia, nitritos e fósforo total superiores, na maior parte dos meses, aos valores máximos recomendados para águas de ciprinídeos (Tabela 2).

Tabela 1 – Valores médios (máximos e mínimos) registados para os parâmetros físico-químicos obtidos nos 15 pontos de amostragem considerados, para o período de estudo considerado. Valor máximo recomendado (VMR) e valor máximo admissível (VMA) para águas de ciprinídeos segundo o Decreto-lei nº 236/98. (* água salobra).

LOCAIS	TEMP. AGUA A SUPERFICIE	pH (mg O ₂ /L)	OD (mg O ₂ /L)	CBO ₅ (ppm)	STS (us)	CONDUTIVIDADE
VMR	-	-	100% >5	6	-	-
VMA	-	6-9	50% >7	-	-	>1500
1	6,9-29,8	7,5 (5,9-8,1)	8,71 (7,25-10,39)	2,09 (0,79-5,58)	106,4 (66-186*)	215,8 (135-331*)
2	6,6-27,9	7,5 (6,0-8,6)	8,74 (4,97-11,04)	2,12 (1,03-3,56)	100,3 (62-131)	209,3 (125-306)
3	8,2-25,0	7,1 (4,6-8,4)	8,17 (6,17-10,36)	2,76 (1,23-5,83)	77,7 (24-137)	164,7 (49-295)
4	8,6-25,3	7,6 (5,0-8,7)	8,04 (6,84-9,96)	2,16 (0,75-4,01)	135,0 (96-160)	283,1 (195-346)
5	7,4-24,5	7,7 (6,7-8,5)	8,61 (5,84-11,63)	2,34 (1,30-4,30)	134,8 (99-175)	282,5 (198-361)
6	7,3-24,3	7,8 (6,5-8,5)	8,45 (5,51-10,33)	2,14 (1,43-3,10)	135,1 (101-178)	271,9 (203-356)
7	6,5-26,5	6,7 (5,7-7,7)	8,80 (6,83-11,25)	2,73 (1,47-4,43)	104,9 (70-183)	188,3 (127-365)
8	6,8-24,8	6,8 (6,0-7,6)	8,31 (4,77-10,41)	5,31 (1,79-7,71)	107,1 (58-312)	216,3 (119-623)
9	7,8-23,7	7,2 (6,1-7,9)	9,08 (7,60-11,31)	2,38 (0,94-4,28)	82,3 (59-158)	182,0 (121-317)
10	8,4-25,5	6,7 (5,8-7,5)	8,74 (6,10-11,58)	3,15 (1,69-5,50)	86,7 (55-184)	176,0 (110-370)
11	8,9-25,4	6,9 (5,5-7,8)	8,29 (6,03-10,04)	4,04 (2,19-6,80)	101,3 (70-167)	203,8 (140-331)
12	6,1-22,9	7,0 (5,8-8,5)	8,85 (6,69-10,35)	2,05 (0,82-3,54)	87,3 (63-153)	177,0 (126-320)
13	4,1-22,8	6,5 (5,6-7,4)	8,90 (6,86-11,29)	1,98 (0,69-3,79)	56,7 (42-145)	114,4 (85-291)
14	5,8-23,3	6,7 (5,3-7,6)	8,85 (6,66-10,50)	2,19 (1,04-7,82)	46,0 (28-88)	90,4 (54-153)
15	4,2-23,1	6,8 (5,6-7,7)	9,09 (6,86-11,40)	1,83 (1,03-3,40)	47,6 (32-70)	90,0 (64-143)

Tabela 2 – Valores médios (máximos e mínimos) registados para os parâmetros físico-químicos obtidos nos 15 pontos de amostragem considerados, para o período de estudo considerado. Valor máximo recomendado (VMR) e valor máximo admissível (VMA) para águas de ciprinídeos segundo o Decreto-lei nº 236/98.

LOCAIS	AMONIA (mg NH ₃ /L)	NITRITOS (mg NO ₂ /L)	NITRATOS (mg NO ₃ /L)	FOSFORO TOTAL (mg P/L)
VMR	0,005	0,03	25	0,4
VMA	0,025		50	
1	0,06 (0,00-0,59)	0,06 (0,00-0,23)	5,49 (0,00-20,38)	0,27 (0,00-0,54)
2	0,05 (0,00-0,36)	0,07 (0,00-0,16)	5,87 (0,00-15,51)	0,36 (0,10-0,74)
3	0,01 (0,00-0,07)	0,20	4,28 (0,44-8,42)	0,31 (0,17-0,61)
4	0,13 (0,00-0,55)	0,23	4,68 (1,33-9,30)	0,27 (0,16-0,55)
5	0,06 (0,00-0,30)	0,20	5,22 (2,22-10,19)	0,73 (0,14-4,00)
6	0,03 (0,00-0,15)	0,20	4,73 (1,33-6,65)	0,20 (0,16-0,55)
7	0,23 (0,00-1,13)	0,18 (0,00-0,49)	20,68 (0,04-48,73)	0,98 (0,32-2,11)
8	1,21 (0,00-6,70)	0,81 (0,03-3,29)	22,62 (0,13-53,60)	1,56 (0,44-3,50)
9	0,08 (0,00-0,61)	0,16 (0,03-0,56)	18,66 (0,31-24,81)	0,87 (0,24-2,29)
10	0,19 (0,00-0,66)	0,29 (0,00-0,72)	19,60 (0,09-34,11)	0,96 (0,18-1,90)
11	0,71 (0,18-2,16)	1,92 (0,95-3,78)	21,87 (18,16-27,47)	1,08 (0,31-2,27)
12	0,02 (0,00-0,18)	0,12 (0,00-0,46)	13,13 (0,00-31,01)	0,33 (0,02-0,82)
13	0,24 (0,00-0,92)	0,16 (0,00-0,36)	12,83 (0,13-29,68)	0,22 (0,00-0,52)
14	0,06 (0,00-0,56)	0,07 (0,00-0,16)	8,44 (0,13-28,35)	0,27 (0,00-0,62)
15	0,05 (0,00-0,51)	0,08 (0,00-0,23)	10,53 (0,04-35,44)	0,39 (0,00-1,81)

Nas figuras 2 e 3 estão representados os valores mensais de oxigénio dissolvido (% de saturação), CBO₅, amónia e fósforo total, estimados para o último ano de amostragens. O troço principal do rio Douro está representado pelo ponto de amostragem de Crestuma-Lever.

Apesar da elevada contaminação orgânica, evidenciada pelos elevados valores de amónia, fósforo total e CBO₅, registando-se valores superiores aos VMR sobretudo nos meses de Verão, a elevada oxigenação dos pontos de amostragem (Figura 3) contribui para a constante

depuração destes sistemas.

De um modo geral, os valores mais elevados são observados para a sub-bacia do Sousa, e em particular para o ponto localizado no rio Ferreira (8). O ponto 9 (Aguiar de Sousa, no rio Sousa) localizado imediatamente a jusante da Sr.^a do Salto (sucessão de cascatas naturais), foi o que revelou valores mais baixos para os parâmetros considerados. Para o intervalo de tempo considerado, os valores de amónia estimados apresentaram resultados superiores aos VMA em de 50 % das amostragens realizadas.

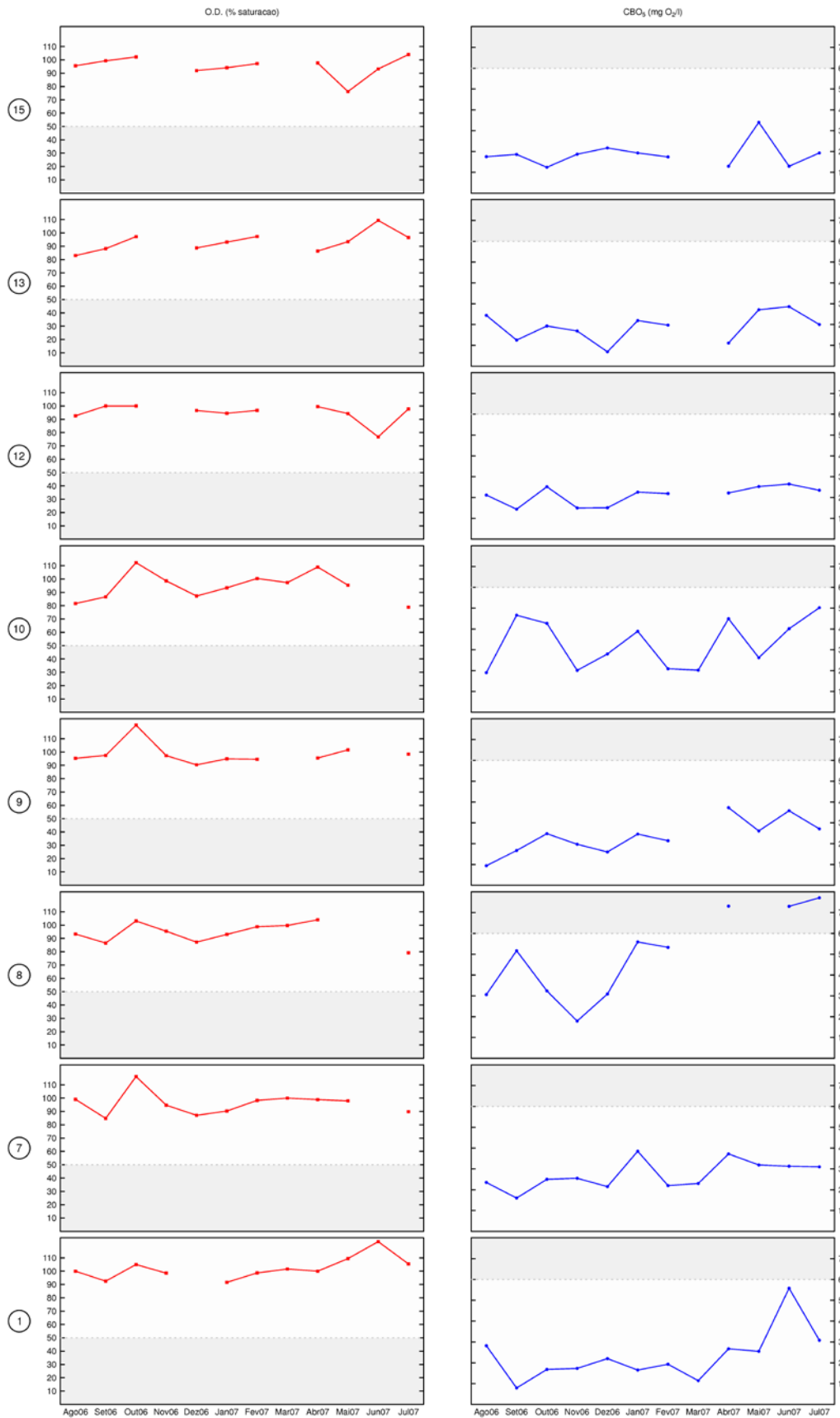


Figura 2 – Valores mensais de oxigénio dissolvido (% de saturação) e carência bioquímica de oxigénio (CBO₅) estimados para alguns dos pontos de amostragem em estudo, entre Agosto de 2006 e Julho de 2007. Área a sombreado indicada valores limite (VMR).

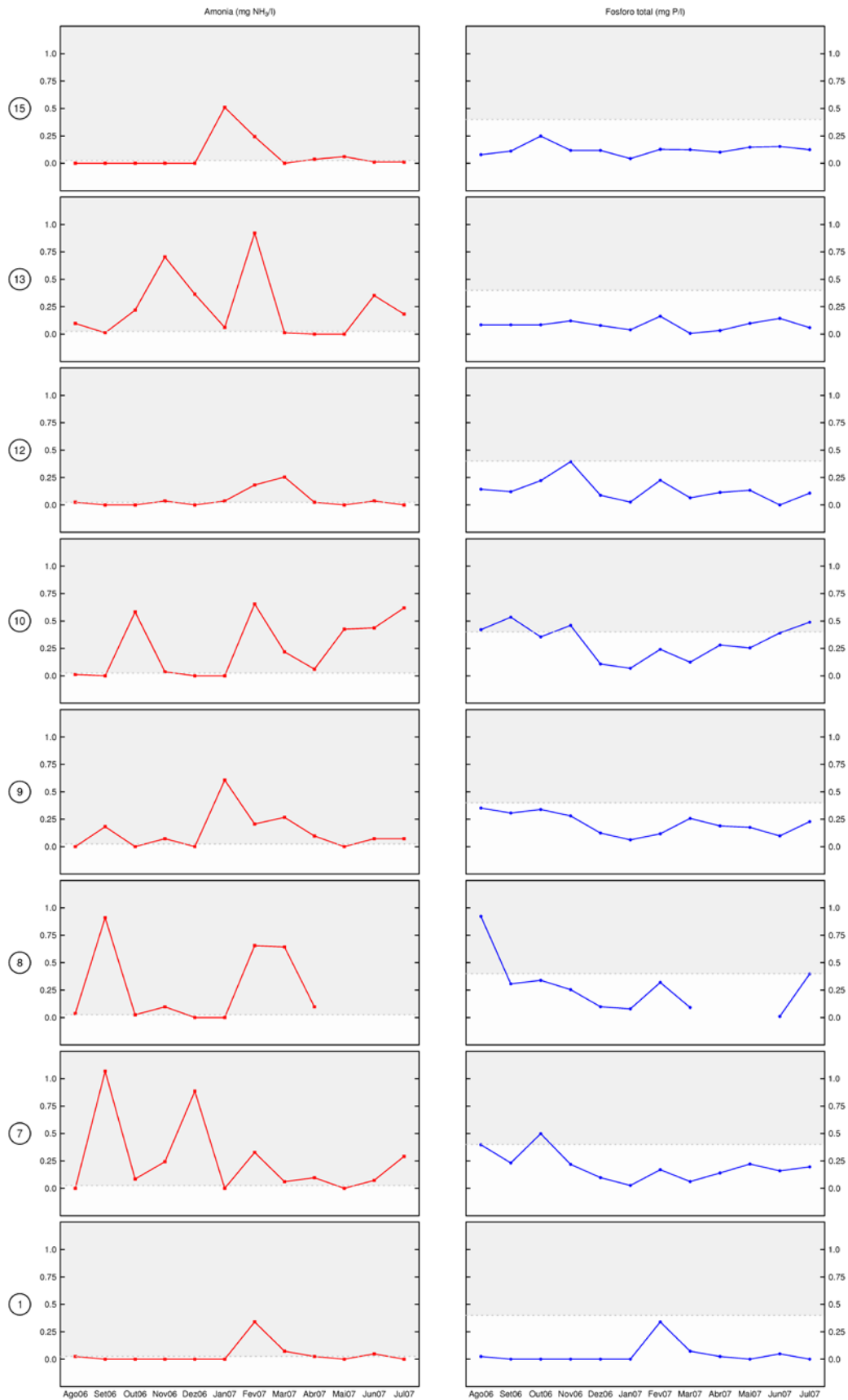


Figura 3 – Valores mensais de amônia e fósforo total estimados para alguns dos pontos de amostragem em estudo, entre Agosto de 2006 e Julho de 2007. Área a sombreado indicada valores superiores aos máximos recomendados (VMR).

Com excepção dos valores de amónia, que também se revelaram elevados nos restantes afluentes amostrados, apresentando esporadicamente valores superiores aos VMA, em especial no rio Inha, os restantes parâmetros apontam para uma melhor qualidade de água.

No troço principal do rio Douro observou-se uma maior regularidade nos valores estimados, sendo de um modo geral inferiores aos VMR/VMA.

5.1.2. Inventário do habitat

As sub-bacias em estudo foram seleccionadas dada a sua proximidade à barragem de Crestuma-Lever, as localizadas a jusante por estarem possivelmente

acessíveis às espécies migradoras em estudo, enquanto que as localizadas a montante, para confirmação da presença das mesmas a montante deste empreendimento.

5.1.2.1. Sub-bacia do rio Sousa

A sub-bacia com maior expressão a jusante da barragem de Crestuma-Lever é a sub-bacia do Sousa, que ocupa uma área de cerca de 555 km².

O rio Sousa nasce em Friande (concelho de Felgueiras), a cerca de 450 m de altitude, e percorre uma extensão de cerca de 68 km, até atingir a confluência com o rio Douro, na freguesia de Foz do Sousa, a cerca de 15 km do litoral (Figura 4).



Figura 4 – Sub-bacia hidrográfica do rio Sousa (pormenor adaptado do *Google Earth*). Identificação do troço de caracterização do habitat aquático.

Atravessa uma das zonas mais industrializadas do Norte do país, formada pelos concelhos de Felgueiras, Lousada, Penafiel, Paredes, e Gondomar (Figura 4). É visível, ao longo de toda a bacia, um elevado número de factores de degradação, associados essencialmente a acções humanas, entre as mais comuns encontramos a alteração do uso dos solos (presença de pesticidas e adubos) e as descargas de efluentes, de origem urbana e industrial.

Com excepção dos primeiros quilómetros bastante acidentados, com um declive próximo de 3,3%, a maior parte do percurso, entre os 200 e os 100 m de altitude, é caracterizado por zonas de vale com um declive médio de 0,3% (Figura 5), atravessando importantes núcleos populacionais e áreas agrícolas, sendo o troço onde se verifica uma maior pressão humana. Mais a jusante, é de destacar um pequeno troço, entre os 20 e os 70 m de altitude, com início numa sucessão de cascatas naturais (Sr.^a do Salto), em que o vale se torna mais encaixado e a floresta constitui principal ocupação envolvente.

O troço final é caracterizado por uma zona de aluvião de baixo declive, que associado à reduzida

capacidade de drenagem da bacia confere condições propícias à ocorrência regular de cheias. Uma atenção especial foi dada a este troço dado o âmbito do projecto, isto é o estudo de espécies migradoras. O declive pouco acentuado, associado à presença de um elevado número de açudes (Figuras 6 e 7), favorece o aparecimento de zonas lânticas (zonas planas, mais ou menos profundas, velocidade da corrente e turbulência fraca e granulimetria predominantemente fina). Zonas de corrente (declive médio a fraco, baixa profundidade, velocidade da corrente e turbulência moderada e granulimetria variável) são menos frequentes neste troço do rio, sendo características de áreas imediatamente a jusante de açudes/obstáculos.

O rio encontra-se emparedado em quase toda a extensão do troço terminal, possui pouco sombra vertical, a vegetação aquática é essencialmente marginal, e surge essencialmente no períodos de Primavera e Verão, contribuindo para o aumento de locais de refúgio junto às margens. A área envolvente é essencialmente florestal. O tipo de substrato (maioritariamente fino), a baixa profundidade e velocidade da corrente reduzida torna determinadas áreas propícias à reprodução e

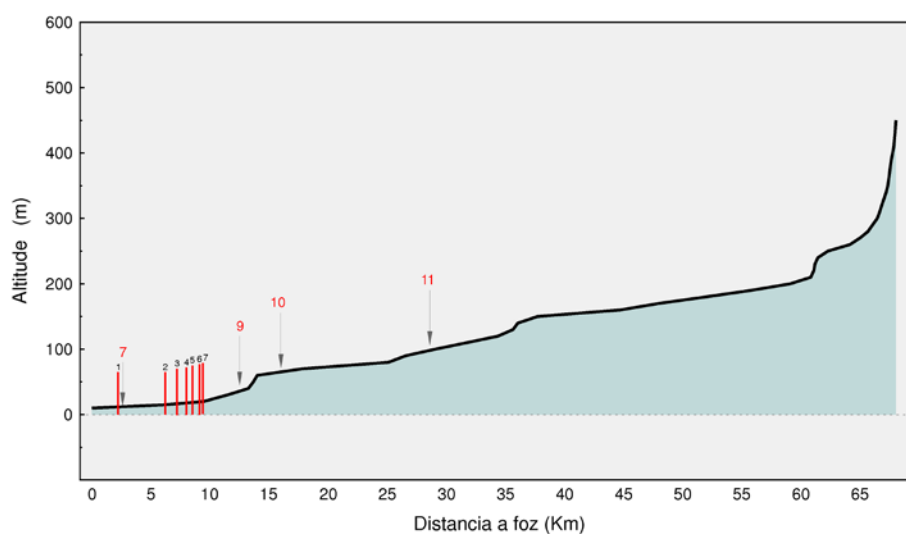


Figura 5 – Perfil longitudinal do rio Sousa e localização dos pontos de amostragem e principais obstáculos inventariados nos primeiros 9 km do rio.



Figura 6 - Exemplos de alguns dos obstáculos inventariados no rio Sousa. Na figura é apresentado o mesmo obstáculo num período de caudal médio ou reduzido (à esquerda) e num período de caudal elevado/cheia (à direita).

desenvolvimento de formas larvares das espécies migradoras em estudo, e em particular de lampreia-marinha.

Este afluente apresenta, no entanto, algumas características que poderão condicionar estas actividades biológicas, nomeadamente a baixa qualidade da água e um elevado nível de sedimentos finos resultantes da degradação da matéria orgânica. Este último parâmetro poderá contribuir para reduções importantes dos valores de oxigénio junto ao substrato, não oferecendo assim os requisitos mínimos para o desenvolvimento larvar das espécies em estudo.

Como referido anteriormente, existem numerosos obstáculos ao longo do rio Sousa (Figuras 6 e 7). Nos primeiros nove quilómetros foram inventariados sete obstáculos de dimensões consideráveis (com alturas variáveis entre 0,5 e 3 m), alguns dos quais se revelaram intransponíveis para as espécies em estudo, mesmo em períodos de fortes cheias, como é o caso da lampreia-marinha (espécie com pouca capacidade de salto), condicionando a sua progressão neste afluente.

A cerca de 2 km da confluência com o rio Douro surge um primeiro obstáculo importante, o açude da antiga estação de captação de água da Foz do



Sousa, que constituiu uma importante barreira à progressão das espécies, mesmo em períodos de maior caudal (Figura 7A). Com cerca de 3 m de desnível, apresenta uma rampa longa (cerca de 12 m de comprimento) e uniforme. Apesar de possuir uma pequena passagem (com cerca de 5,5 m de largura, cuja comporta se encontra semi-destruída) junto à margem esquerda (Figura 7B), mesmo em períodos de baixo caudal, os animais teriam que vencer fortes velocidades de corrente (superiores a 1,5 m/s) para conseguir transpor este obstáculo.

O principal afluente do rio Sousa é o rio Ferreira, que nasce em Raimonda (concelho de Paços de Ferreira) a cerca de 380 m de altitude. Percorre cerca de 30 km pelos concelhos de Paços de Ferreira, Paredes, Valongo e Gondomar, desaguando no rio Sousa, no lugar da Ribeira.

Com um declive médio de cerca de 1%, este afluente atravessa essencialmente áreas urbanas, sendo ladeado maioritariamente por campos agrícolas. Apenas num pequeno troço, entre os 100 e os 30 m de altitude, a área envolvente é essencialmente florestal (atravessa as serras de Santa Justa e Pias) (Figuras 4 e 8).

Neste troço, predominam os habitats rápidos (zonas de declive moderado, velocidade da corrente e



Figura 7 – Obstáculo nº1, Estação de captação da Foz do Sousa, (A) num período de cheia (única ocasião em que se forma uma pequena lâmina de água sobre o açude) e (B) pormenor da passagem lateral da margem esquerda.

turbulência importantes e granulimetria grosseira) e de corrente (zonas de menor declive, com velocidade da corrente e turbulência moderadas e granulimetria variável). O ponto de amostragem para a caracterização piscícola foi seleccionado neste troço.

À semelhança do rio Sousa, também este afluente, apresenta uma série de pequenos açudes obstáculos, de maiores ou menores dimensões, alguns dos quais se poderão revelar limitantes à progressão, para montante, da comunidade piscícola (Figura 9), especialmente durante períodos de menor caudal.

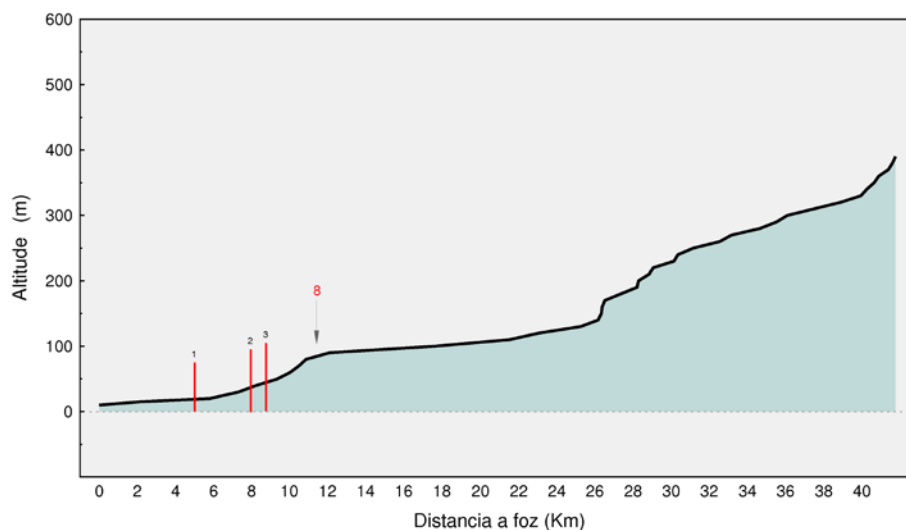


Figura 8 – Perfil longitudinal do rio Ferreira, localização do local de amostragem e dos principais açudes identificados no troço inferior deste afluente.



Figura 9 – Exemplos de alguns dos obstáculos inventariados no rio Ferreira. Na figura é apresentado o mesmo obstáculo num período de caudal médio ou reduzido (à esquerda) e num período de caudal elevado/cheia (à direita).

Dos três obstáculos inventariados, o obstáculo nº 2, pelas dimensões (embora semi-destruído, apresenta uma altura máxima de 0,5 m no ponto mais baixo no período de chuvas), mas principalmente devido à grande turbulência que se forma a jusante, associada à elevada velocidade da corrente, pressupõem dificuldades acrescidas à transposição deste obstáculo por parte de espécies com menor capacidade de salto.

5.1.2.2. Sub-bacia do rio Uima

A jusante de Crestuma-Lever, na margem esquerda existe uma segunda sub-bacia com dimensão relevante, a sub-bacia do Uima.

O rio Uima nasce no monte Alto, concelho de Santa Maria da Feira, a cerca de 320 m de altitude. Desagua na freguesia de Crestuma, concelho de Vila Nova de Gaia, ligeiramente a jusante da barragem de Crestuma-Lever, percorrendo cerca de 31 km, predominantemente de sul para norte (36,2 km² de área de bacia; Figura 10 e 11).

É o principal curso fluvial de Santa Maria da Feira,

tendo sofrido nas últimas décadas inúmeras alterações e agressões ambientais, em resultado da elevada pressão urbana a que tem sido sujeito (de que são exemplo a ocupação desordenada do solo, as descargas de efluentes industriais e, mais recentemente, a existência de pedreiras e a extracção de granito). Percorre áreas de média inclinação, sendo a sua ocupação essencialmente florestal e agrícola, a montante. A partir das Caldas de São Jorge a vertente tende a ser mais urbanizada (Figura 10).

Apesar de apresentar uma qualidade de água superior quando comparada com o rio Sousa, não parece apresentar características de habitat adequadas à reprodução e desenvolvimento de formas larvares das espécies migradoras em estudo. Em toda a sua extensão é um rio com uma ensombramento superior a 50%, com vegetação aquática e essencialmente ripícola abundante, contribuindo para a presença de inúmeros refúgios.

No troço inventariado o substrato dominante é grosseiro, constituído por pedras (64 a 250 mm) e rochas (> 250 mm), o declive constante, apesar de moderado, favorece o aparecimento de habitats de

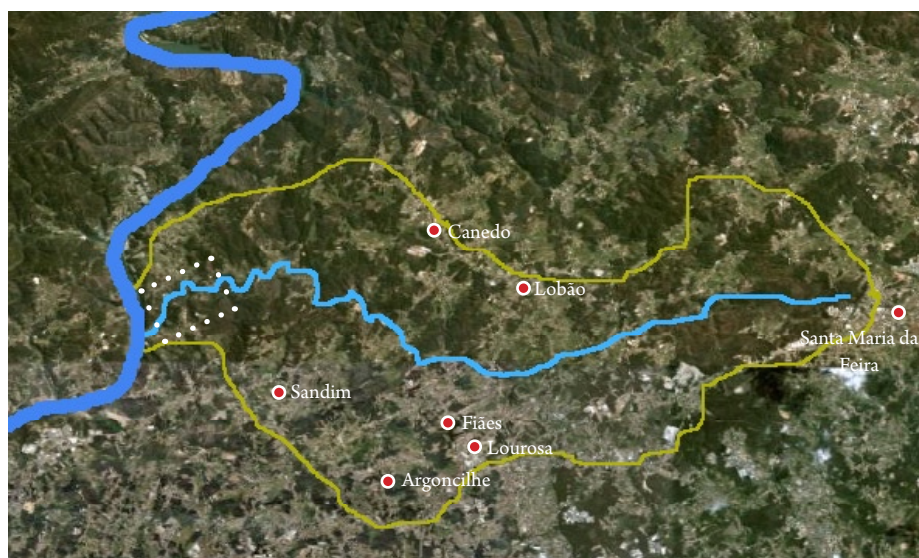


Figura 10 – Bacia hidrográfica do rio Uima (pormenor adaptado do *Google Earth*). Identificação do troço de caracterização do habitat aquático.

corrente (Figura 12B). Pequenos troços, essencialmente a montante dos obstáculos apresentavam um substrato mais fino (areia, areão), e os habitats do tipo semi-lêntico tornam-se mais frequentes. (Figura 12A).

A um quilómetro e meio da confluência com o rio Douro, este afluente possui um obstáculo artificial (1), que pelas suas dimensões (altura superior a 8

m) e características (perfil quase vertical) se revela intransponível para as populações ícticas (Figura 6D). Possui ainda um conjunto de pequenos obstáculos, parcialmente destruídos mas provavelmente transponíveis durante períodos de caudal elevado (Figura 6C), período em que o desnível montante/jusante se reduz.

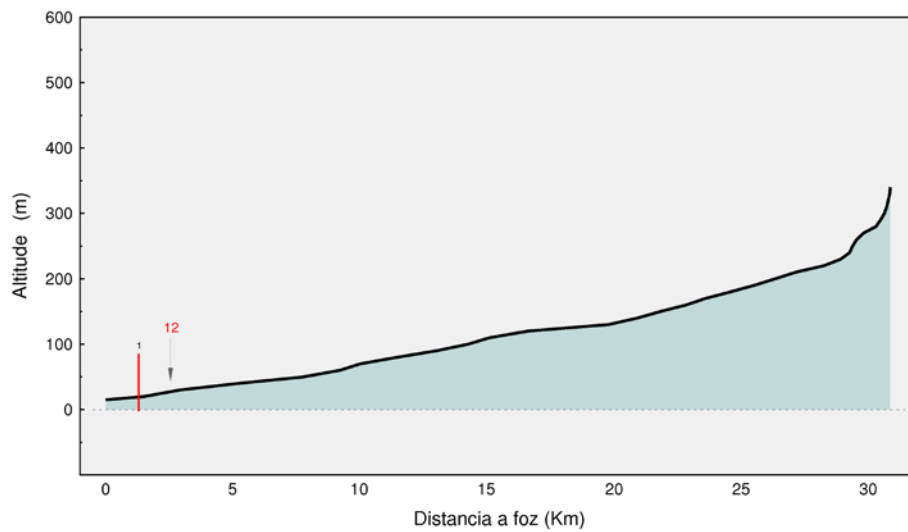


Figura 11 – Perfil longitudinal do rio Uima, localização do local de amostragem e principal obstáculo identificado no troço inventariado.

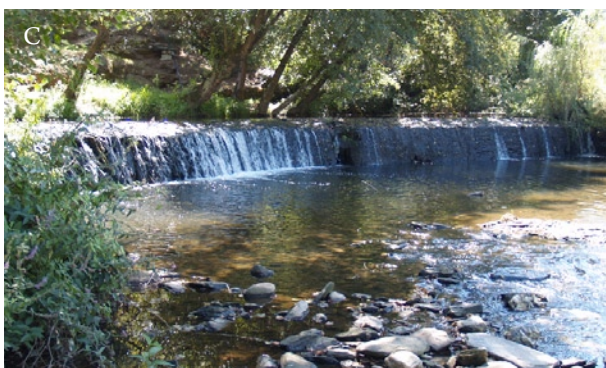


Figura 12 – Diferentes tipos de habitat (A e B) e obstáculos artificiais (C e D) inventariados no rio Uima.

O ponto de amostragem (pesca eléctrica e ponto de recolha de excrementos de lontra) localizava-se cerca de 1 km a montante deste obstáculo. É caracteristicamente uma zona de habitat de corrente.

5.1.2.3. Sub-bacia do rio Inha

O rio Inha é um afluente da margem esquerda do rio Douro, com aproximadamente 20 km de comprimento, dos quais o último quilómetro e meio já fazem parte da albufeira da barragem de Crestuma-Lever. Nasce a quase 550 m de altitude na localidade de Escariz, é bastante declivoso, em especial no troço superior, e é ladeado por áreas florestais, agrícolas e centros urbanos (Canedo, Gião, Louredo) (Figura 13).

Os últimos quilómetros são menos declivosos (declive médio de 0,5% nos últimos 5 km; Figura 14). Os habitats de características rápidas (predominantes no troço superior) alternam com

habitats de corrente. O substrato torna-se mais diversificado e os depósitos/bancos de areia aumentam consideravelmente. Os seus principais tributários são os rios Mota e Amieira.

O primeiro obstáculo (2) com dimensões consideráveis situa-se a cerca de 4 km a montante da confluência com o rio Douro. Parcialmente destruído, este açude tem uma altura máxima de 0,75 m no ponto mais baixo e num período estival, no entanto, durante o período de chuvas e subsequente cheias é provavelmente transponível.

Entre este ponto e a foz do rio Inha, foi inventariado um segundo obstáculo (1), de pequenas dimensões (Figura 15C), facilmente transponível em períodos de algum caudal.

O troço monitorizado é caracterizado por uma alternância de habitats rápidos e/ou de corrente (Figura 15A) com zonas de habitat de característi-

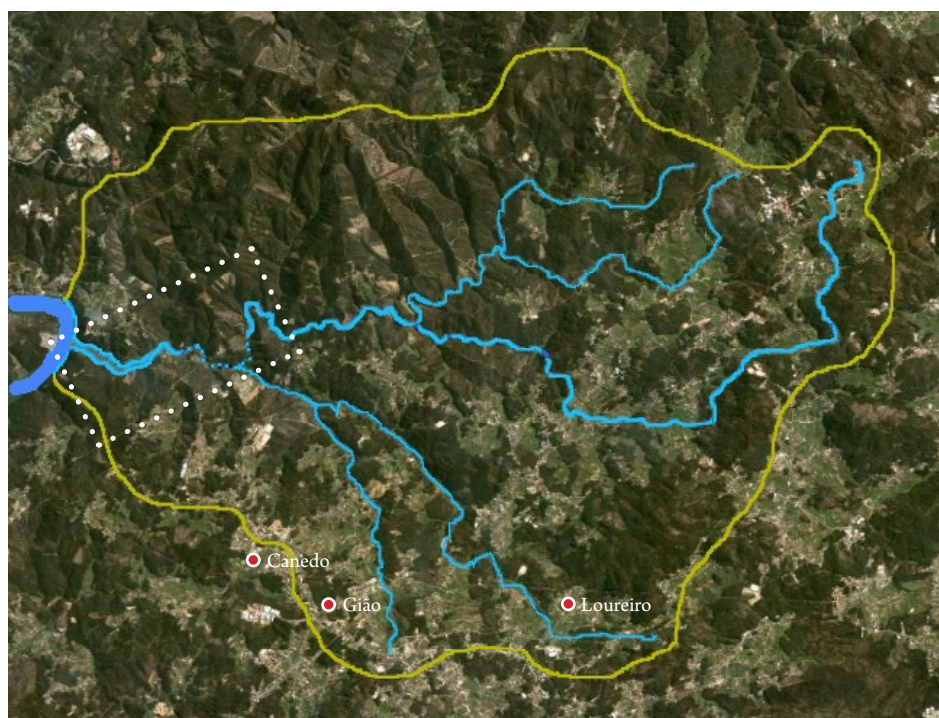


Figura 13 – Bacia hidrográfica do rio Inha (pormenor adaptado do *Google Earth*). Identificação do troço de caracterização do habitat aquático.

cas lânticas e semi-lântica (Figura 15B e 15D).

No troço inventariado detectou-se a presença de sub-habitats adequados ao desenvolvimento

de formas larvares de lampreias (áreas com substrato fino a lodoso, pouco profundas e com velocidade da corrente fraca).

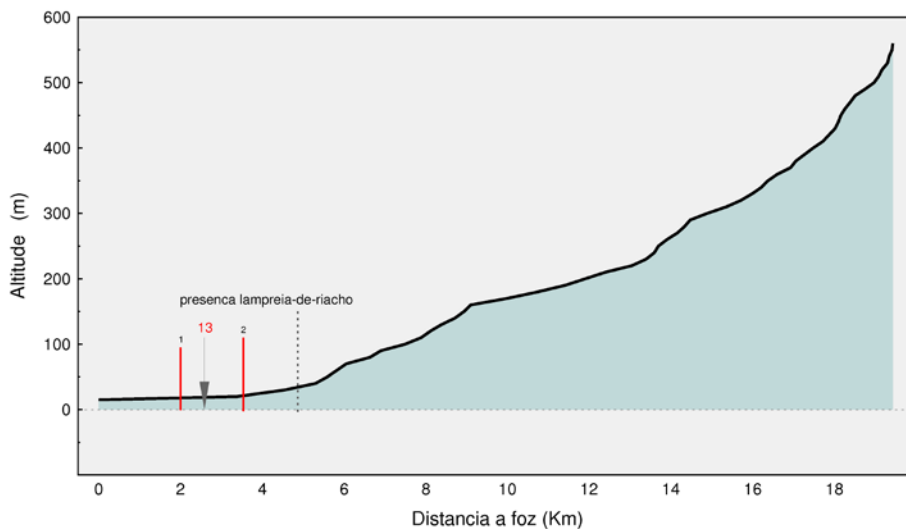


Figura 14 – Perfil longitudinal do rio Inha, localização do local de amostragem e principal obstáculo identificado no troço inventariado. Identificação do ponto mais a montante onde foi detectada a presença de lampreia-deriacho.



Figura 15 – Diferentes tipos de habitat (A, B e D) e obstáculo artificial (C) inventariados no rio Inha.

Foram registados valores elevados de produtos azotados e de fosfatos, por vezes superiores aos detectados na bacia do Douro. Problemas de poluição são frequentes nesta bacia (Correia da Silva, 1998), sendo vulgar a ocorrência de *blooms* de algas no período de Verão.

5.1.2.4. Sub-bacia do rio Arda

Também na margem esquerda, a montante do rio Inha, encontra-se o rio Arda, com cerca de 45 km de comprimento e 168 km² de área de bacia. Este rio nasce na Serra de Arouca, a cerca de 690 m de altitude (Figura 16).

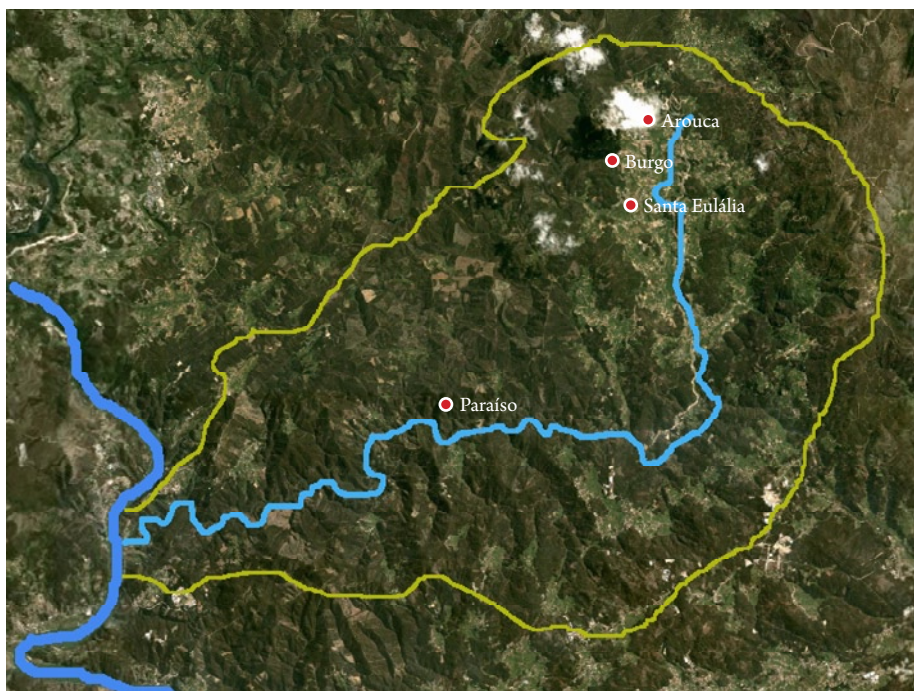


Figura 16 – Bacia hidrográfica do rio Arda (pormenor adaptado do google earth).

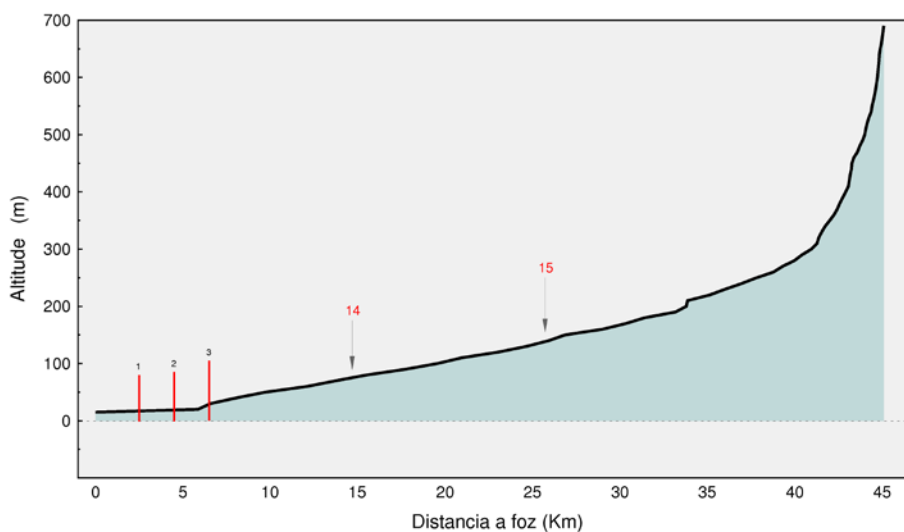


Figura 17 – Perfil longitudinal do rio Arda, localização dos locais de amostragem e principais obstáculos identificados no troço inventariado.

Os primeiros quilómetros são muito declivosos, com um declive médio de quase 9% (Figura 17). Os restantes 35 km são menos declivosos, apresentando um declive médio de 0,8%. Neste troço foram seleccionados os dois pontos de amostragem, ambos localizados a montante de açudes considerados intransponíveis para a comunidade piscícola. É um rio bastante sinuoso ao longo de quase todo

o seu percurso, de vale encaixado, com uma área envolvente essencialmente florestal.

À semelhança dos outros afluentes, também possui uma série de obstáculos ao longo do seu percurso, o primeiro intransponível localiza-se a cerca de 6,5 km da confluência (açude de Folgoso, nº1).



Figura 18 – Obstáculos artificiais (B; A e ponto de amostragem nº14) e diferentes tipos de habitat (C e D) e inventariados no rio Arda.

5.2. CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE PISCÍCOLA

Das espécies migradoras em análise, apenas a enguia (migrador catádromo, que efectua migrações para reprodução para o mar no período Outono/Inverno, apresentando uma fase de crescimento mais ou menos longa em diferentes tipos de ecossistemas aquáticos) foi detectada com regularidade através dos métodos de amostragem directa (dieta de lontra ou pesca eléctrica).

A única excepção foi observada na amostragem realizada em Março de 2007 no ponto de amostragem localizado na Foz do Sousa (7), onde foi detectada a presença de lampreia-marinha através da dieta de lontra, pela observação, num

dos excrementos, de odontóides (estruturas que se assemelham morfológicamente a dentes; Figura 19). De salientar que, durante os dois anos e meio de amostragens regulares (num total de 30 amostragens por local), apenas num dos meses foi detectada a presença de lampreia-marinha na dieta de lontra, presença essa detectada apenas num excremento em cerca de 15 recolhidos nesse mês, nesse ponto de amostragem.

Dada a dificuldade na obtenção de informação sobre as espécies migradoras através da metodologia directa, a sua presença foi detectada indirectamente através da recolha de informação junto de pescadores profissionais e das entidades reguladoras desta actividade.

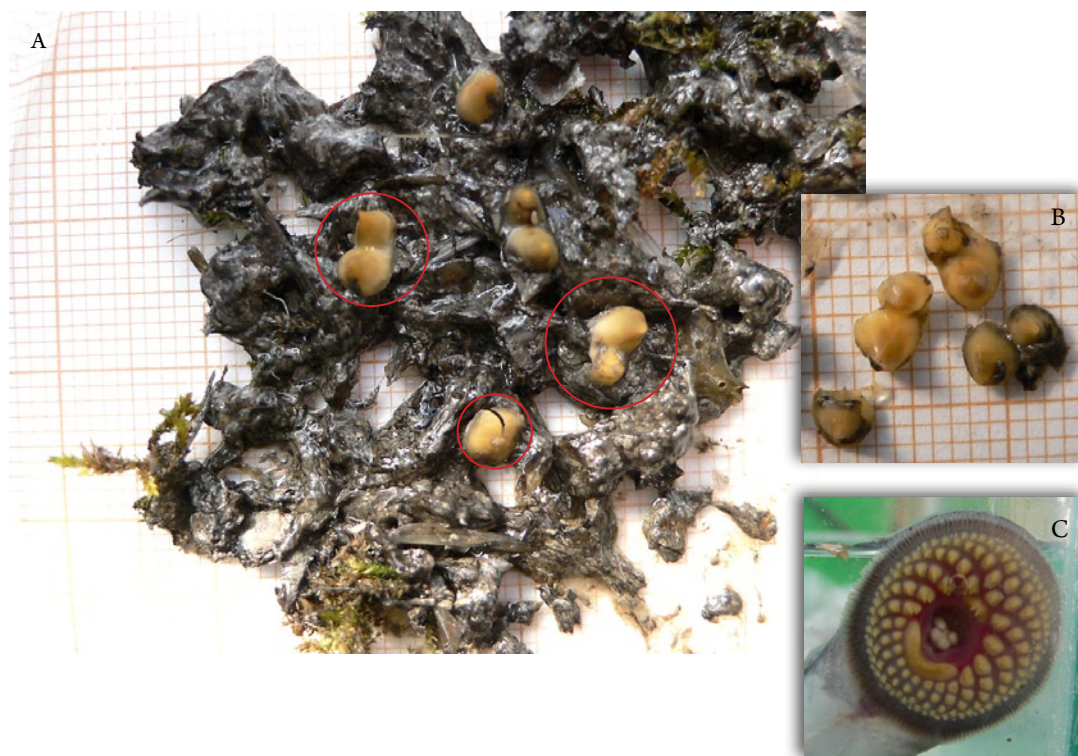


Figura 19 – Excremento de lontra com odontóides (estrutura de lampreia-marinha que se assemelha morfológicamente a um dente) (A), pormenor dos odontóides (B) e disco bucal (C).

5.2.1. Peixes migradores

Uma sondagem preliminar junto da comunidade piscatória apontou para que, de entre os peixes migradores, a lampreia-marinha seja a única espécie anádroma capturada com alguma regularidade na bacia do Douro. Esta espécie é normalmente capturada durante o período de migração para reprodução, que ocorre geralmente entre Dezembro e Maio, no troço compreendido entre a foz do rio Douro e a barragem de Crestuma-Lever (Figura 20).

Os dados recolhidos junto dos pescadores profissionais apontam para uma importante população de lampreias marinhas que frequenta ainda a bacia do rio Douro. Resultados preliminares apontam para 500 a 1000 lampreias por barco por época de pesca. Estes valores devem contudo ser considerados com precaução, dado o reduzido número de pescadores que foi possível entrevistar. Não negligenciável, embora difícil de quantificar, é também o número de capturas efectuadas furtivamente que é possível observar na área imediatamente a jusante da barragem de Crestuma-Lever.

Para além da lampreia-marinha, apenas a enguia revela alguma importância para a comunidade piscatória, em especial a sua forma larvar (enguaide-vidro), aquando da sua passagem pelo estuário.

Em relação às duas espécies de *Alosa* (sável e savelha) referidas na ictiofauna portuguesa, ainda se observam capturas esporádicas, verificando-se um maior número de capturas em pescas realizadas na orla costeira, sendo praticamente inexistentes capturas no rio Douro.

Apenas os primeiros 20 km do rio Douro, e os primeiros quilómetros dos afluentes localizados a jusante da barragem de Crestuma-Lever, são naturalmente acessíveis às espécies migradoras (Figura 20).

Informação adicional, recolhida junto da delegação de Matosinhos da Docapesca, relativa a capturas de peixes migradores efectuadas por pescadores profissionais nos últimos 32 anos, está sintetizada na figura 21.

Relativamente à lampreia-marinha, para além de flutuações anuais, é possível observar um decréscimo acentuado no número de capturas entre 1994 e 2004. Nos últimos anos, no entanto, tem-se observado um aumento considerável do número de capturas registado (Figura 21).

Do mesmo modo, o número de capturas de sável sofreu uma diminuição importante nos anos posteriores à construção da barragem de Crestuma-Lever, tendo-se observado na última década a retoma do número de capturas. O curto período analisado relativamente à savelha não permitiu observar grandes alterações, para além das flutuações anuais (Figura 21).

Estes resultados devem contudo ser analisados com precaução, uma vez que se desconhece a sua fiabilidade, quer em termos de número de capturas (normalmente as declarações nas lotas constituem subestimavas), quer em termos de eventuais incorrecções na distinção entre espécies (como por exemplo entre o sável e savelha).

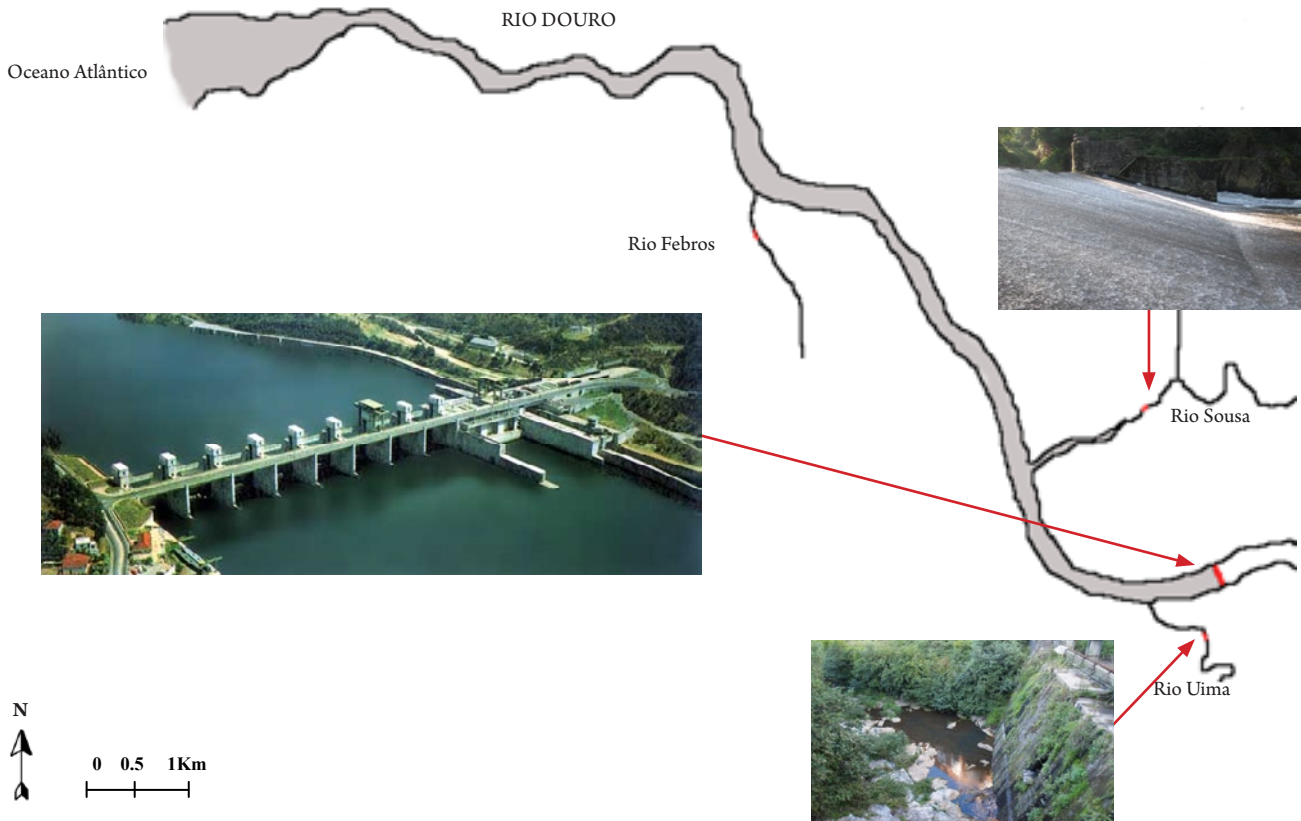


Figura 20 – Primeiros 20 m e primeiros obstáculos nos principais afluentes a jusante da barragem de Crestuma-Lever.

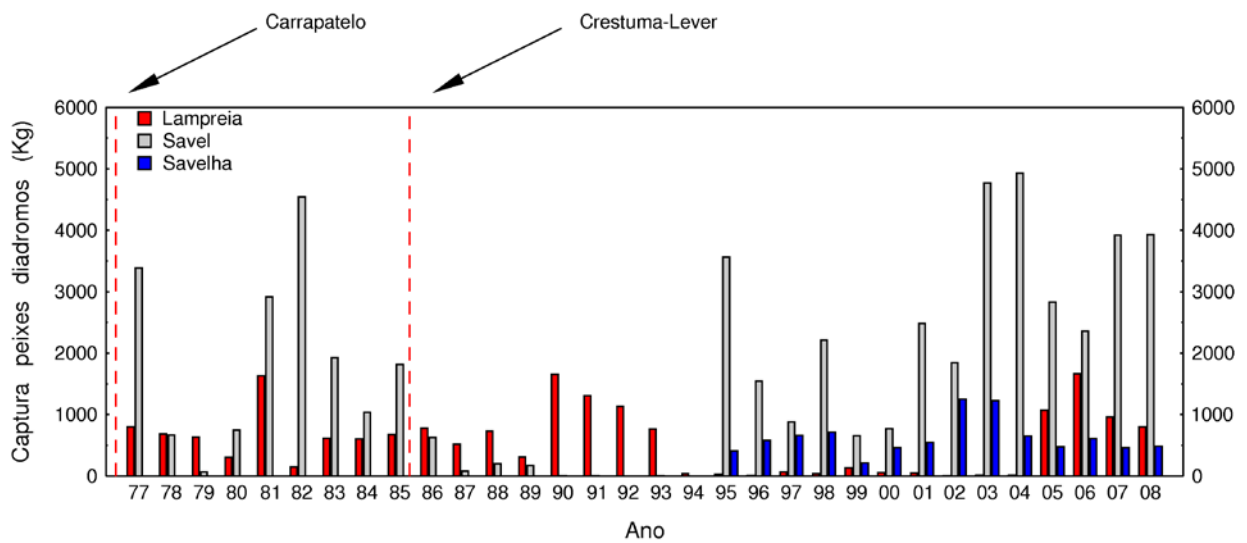


Figura 21 – Declarações de capturas de peixes diádromos efectuadas na lota de Matosinhos nos últimos 32 anos. Indicação do ano de entrada em funcionamento das barragens de Carrapatelo e Crestuma-Lever.

Segundo declarações, o elevado número de capturas de sável e savelha parecem ocorrer na orla costeira, isto é, os indivíduos permanecem junto à entrada do estuário, não parecendo efectuar migrações para montante. No troço principal do rio são muito raras as capturas registadas por pescadores. Através da dieta de lontra também não foi detectada a sua presença nesta bacia hidrográfica.

5.2.1.1. População de lampreia-marinha

Das três espécies de lampreia referidas para a ictiofauna portuguesa, a lampreia-marinha é a mais comum e abundante. Para além do seu valor conservacionista, esta espécie é um recurso de elevado valor económico, fazendo parte do cartaz turístico e gastronómico de várias regiões de Portugal.

As outras duas espécies pertencem ao género *Lampetra*, e são elas a lampreia-de-rio (*L. fluviatilis*), também migradora (efectuando no entanto deslocações inferiores), parasita, não ultrapassando normalmente os 60 cm de comprimento total (Fishbase, 2006); e a lampreia-de-riacho (*L. planeri*), espécie totalmente dulciaquícola, não parasita, que normalmente atinge um comprimento total inferior a 20 cm (Fishbase, 2006).

O ciclo de vida da lampreia-marinha é normalmente dividido nas fases de embrião, larva, juvenil e adulto. Após um período no mar alimentando-se parasitariamente de outros peixes, os adultos iniciam uma migração para os rios, onde ocorrerá a reprodução. Os “ninhos” são normalmente construídos em zonas onde o substrato é maioritariamente composto por cascalho e areia, de velocidade moderada e pouco profundas. Nos rios portugueses, essa migração tem normalmente início no mês de Dezembro, prolongando-se normalmente até Maio (Araújo, 2000; Almeida *et al.*, 2002; Carneiro, 2002). Na fase larvar (normalmente designadas por amocetes), os indivíduos passam a maior parte do tempo enterrados em sedimentos finos, alimentando-se de microorganismos e, essencialmente, de partículas de matéria orgânica em suspensão (Moore & Mallat, 1980; Mallat, 1983). Esta fase pode prolongar-se por vários anos, podendo variar entre 4 a 11 anos. A passagem de amocete a juvenil é caracterizada pela ocorrência de um período de transição ou metamorfose, em que as alterações mais visíveis são o completo desenvolvimento dos olhos, o evidenciar das barbatanas dorsais e o desenvolvimento do aparelho bucal (Hardisty, 1979). Nesta fase, as lampreias são normalmente designadas por macroftalmia (Figura 22).



Figura 22 – Exemplo de um adulto de lampreia-marinha e na fase de macroftalmia (a) capturados no rio Douro.

Espécie classificada de **Vulnerável** no Livro Vermelho dos Vertebrados (Cabral *et al.*, 2005), a lampreia-marinha não é referenciada para a bacia do rio Douro desde a década de 90, à semelhança de outros peixes migradores anádromos. O presente estudo verificou, no entanto, que esta espécie ainda movimenta uma importante actividade piscatória na zona terminal do rio, embora envolva um número inferior de pescadores profissionais, quando comparado com décadas anteriores.

Segundo informação destes pescadores, a lampreia-marinha entra no estuário do rio Douro a partir de finais do mês de Dezembro, prolongando-se a passagem pelo estuário até ao fim de Maio, ocorrendo um período de passagem mais intenso nos meses de Março e Abril, variável de ano para ano.

No troço inferior do rio Sousa, foi feita uma prospecção de larvas e/ou juvenis de lampreia-marinha, em zonas com características adequadas ao seu desenvolvimento, não se efectuando, no entanto, qualquer captura.

Durante as três épocas de pesca seguidas, foram capturados (pelos pescadores profissionais) dois juvenis, que se encontravam agarrados a outros peixes, em fase de macroftalmia (pós-metamorfose). Estes juvenis mediam 35,0 e 21,1 cm, respectivamente o juvenil capturado em 2005 e em 2006. Estes valores revelaram-se superiores aos registados para juvenis de outras bacias hidrográficas, nomeadamente para os rios Minho e Cávado foram registados comprimentos médios de 15,2 e 18,1 cm, respectivamente. Estes indivíduos provavelmente representam juvenis errantes provenientes de bacias hidrográficas próximas, que entraram na bacia hidrográfica do rio Douro parasitando outros peixes.

5.2.1.2. População de enguia-europeia

A enguia europeia (*Anguilla anguilla*) é um migrador catádro, reproduz-se em meio marinho (no Atlântico, junto à América do Norte, no chamado Mar dos Sargaços) e possui a fase de crescimento em meio dulciaquícola (que pode variar entre 5 a 15 anos consoante a latitude e o sexo).

As larvas, chamadas de leptocéfalos, são transportadas pelas correntes quentes do Atlântico Norte em direcção às zonas costeiras dos continentes africano e europeu, desde a Mauritânia até ao círculo polar Ártico. Quando estão próximos do continente, os leptocéfalos sofrem uma metamorfose transformando-se em meixões (enguias-de-vidro), entram pelos estuários e colonizam diversos tipos de habitats marinhos, salobros ou continentais (usando as correntes costeiras e o transporte passivo das marés nesta fase inicial e um transporte activo numa fase mais avançada, após uma fase inicial de crescimento), onde se transformam em enguias amarelas. Após uma fase de crescimento em meio dulciaquícola, sofrem nova transformação, passando a chamar-se enguias prateadas e dirigem-se para o mar, iniciando a sua migração para reprodução.

Espécie classificada com o estatuto de **Em Perigo** no Livro Vermelho dos Vertebrados (Cabral *et al.*, 2005), sendo o principal factor de ameaça a pesca furtiva de juvenis (meixão), actividade proibida em quase todas as bacias hidrográficas nacionais, com excepção do rio Minho, mas que continua a ser praticada de forma ilegal. Um segundo factor igualmente importante que tem contribuído para o declínio destas populações é o aumento do número de obstáculos à sua migração. Estes obstáculos condicionam o acesso dos indivíduos

aos locais de crescimento, diminuem o habitat disponível em meio dulciaquícola, podem promover desequilíbrios na razão de sexos, uma vez que a determinação do sexo nas enguias está dependente da densidade, e limitam as migrações para jusante, em direcção aos locais de reprodução.

Apesar de amplamente distribuída, os seus habitats encontram-se actualmente bastante fraccionados, estimando-se que nas últimas décadas o número de indivíduos maduros decaiu cerca de 75 % (Antunes, 2002).

De um modo geral, os padrões de distribuição da enguia em meio dulciaquícola caracterizam-se pela diminuição da densidade com o aumento da distância ao mar, e pelo aumento do comprimento médio dos indivíduos para montante, ambos resultado em grande parte da ausência de indivíduos das classes de comprimento de menores dimensões nos troços superiores (Ibbotson *et al.*, 2002; Imbert *et al.*, 2008).

Estes padrões são, no entanto, intensificados com a presença de obstáculos e com a redução da conectividade longitudinal dos sistemas aquáticos. De um modo geral, habitats descontínuos são menos “procurados”, quer devido à impossibilidade de colonização (principalmente para os indivíduos de menores dimensões), mas também pela alteração e/ou redução de habitats propícios a montante (Lasne *et al.*, 2008).

A construção de passagens para peixes permite, para muitas espécies, minimizar o efeito-barreira (Briand *et al.*, 2005). Na situação particular da eclusa para peixes da barragem de Crestuma-Lever, foi referido por Bochechas (1995) a sua utilização por enguias, em especial durante os meses de Outono

e com uma actividade principalmente nocturna (entre as 18,00 e as 8,00 horas). O mesmo autor refere ainda que o comprimento dos indivíduos que utilizaram a eclusa variou entre 15 e 40 cm, e que estes preferiram velocidades (de chamamento à entrada da eclusa) entre 1,5 e 2,2 m.s⁻¹.

As características deste tipo de estruturas fazem com que apenas indivíduos de maiores dimensões, capazes de superar maiores velocidades de caudal, as consigam ultrapassar (White & Knights, 1997). Assim, para além da alteração do padrão de distribuição ao longo do rio, também se observa um atraso na colonização dos troços mais a montante, que serão de um modo geral ocupados apenas por indivíduos de maiores dimensões.

No caso particular da enguia; o período de migração ocorre normalmente entre Abril e Setembro, período relativamente extenso o que poderá maximizar as oportunidades, no entanto, o comportamento essencialmente nocturno poderá reduzir essas mesmas oportunidades se as eclusas não estiverem em funcionamento durante o período nocturno, para além do diurno.

Como referido anteriormente, a concentração de indivíduos a jusante de barragens poderá ter consequências relacionadas com mecanismos dependentes da densidade, nomeadamente a alteração das taxas de crescimento, maiores taxas de mortalidade (aumento da competição, aumento da eficácia de pesca) e alteração da razão entre sexos e, conseqüentemente, o decréscimo da biomassa desovante (um crescimento mais rápido nos troços a jusante e a rápida maturação sexual promove um maior aparecimento de machos; as fêmeas tendencialmente têm um crescimento mais lento e uma maturação sexual mais tardia,

com maiores dimensões) (Lasne & Laffaille, 2008).

Como referido anteriormente, na bacia hidrográfica do rio Douro a enguia foi detectada em todos os pontos monitorizados através da amostragem directa (através da dieta de lontra e pesca eléctrica em alguns dos pontos de amostragem), com maior expressão nos pontos localizados a jusante da barragem de Crestuma-Lever (Figura 23).

Para além da maior abundância da espécie no troço inferior da bacia, também se pode observar uma maior diversidade das classes de tamanho encontradas. De registar a presença, apenas neste troço, de indivíduos com tamanho inferior a 20 cm (Figura 24).

Um padrão de distribuição das classes de tamanho semelhante é observado nos afluentes cujos

pontos de amostragem se localizam próximos do troço principal da bacia, de que são exemplo os rios Sousa e Uima, a jusante, e o rio Inha a montante (Figura 25).

No rio Febros, em amostragens de pesca eléctrica realizadas em colaboração com FCUP (cujos resultados fazem parte de uma tese de mestrado em preparação, Costa, 2008), foi detectada a presença de enguias juvenis, ainda na fase de enguia-de-vidro, em números relevantes.

De salientar ainda a presença, essencialmente a montante, de indivíduos de dimensões consideráveis (quase 100 cm), o que evidencia a retenção destes indivíduos a montante destes empreendimentos, impossibilitando-os de iniciarem a sua migração descendente para reprodução em meio marinho. Um padrão semelhante é observado no rio Uima, afluente que, como foi referido anteriormente, possui um obstáculo de dimensões consideráveis nos primeiros quilómetros do rio.

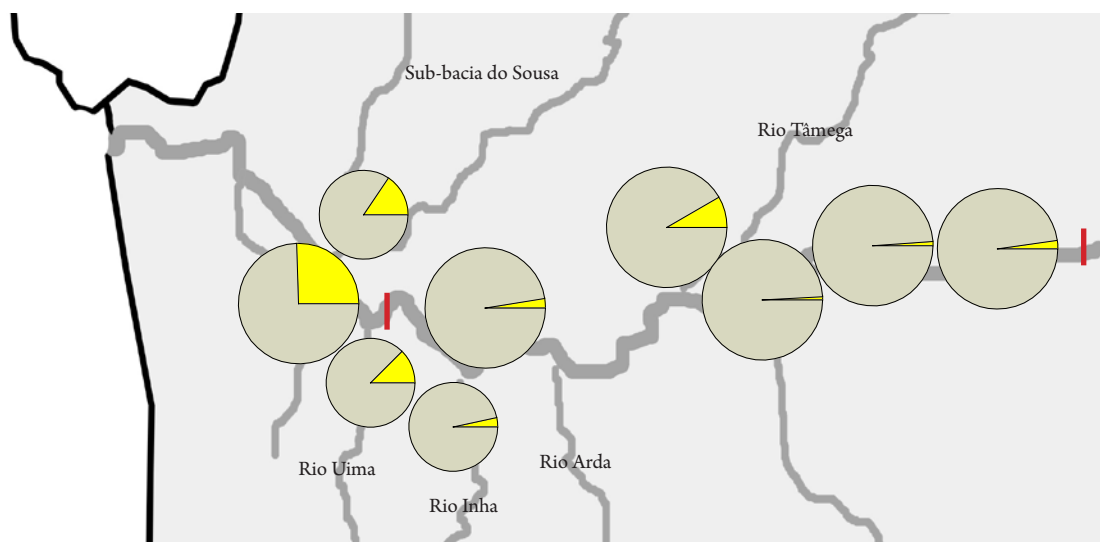


Figura 23 – Frequência relativa de ocorrência da enguia na dieta de lontra nos pontos de amostragem localizados ao longo do rio Douro e nos troços inferiores de alguns afluentes. Localização da barragem de Crestuma-Lever (a jusante) e do Carrapatelo (a montante).

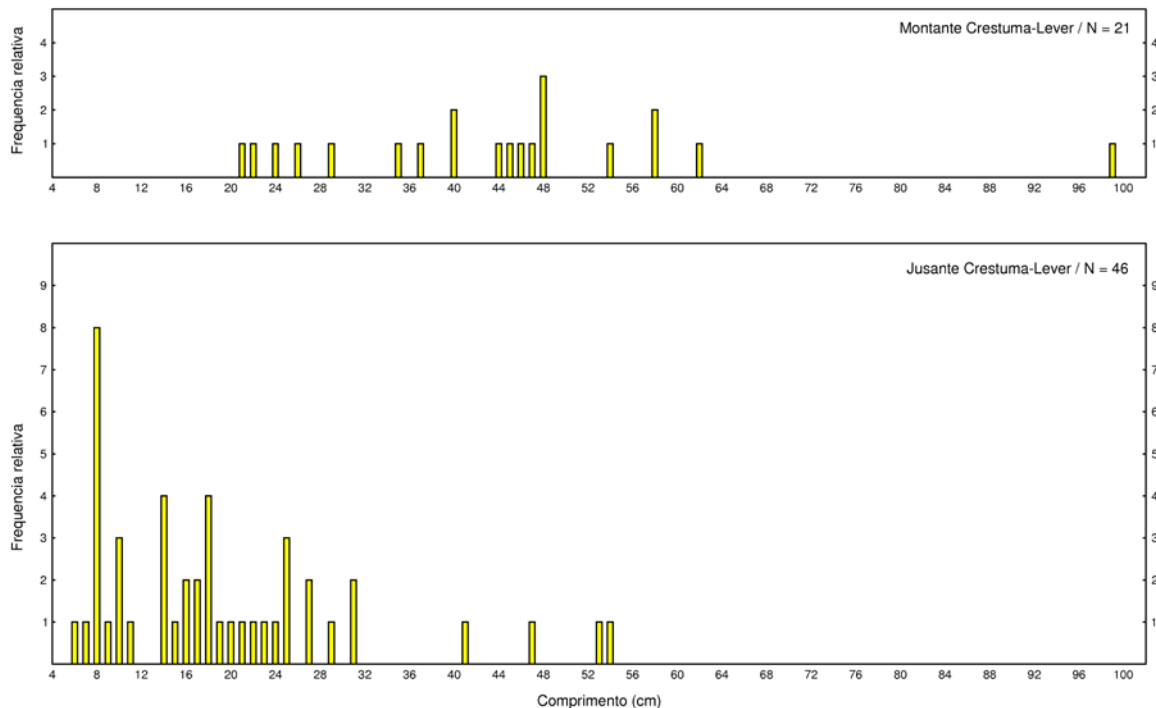


Figura 24 – Distribuição das classes de comprimento (cm) das enguias inventariadas através da dieta de lontra, nos pontos de amostragem localizados a jusante (1) e a montante (2,3,4,5 e 6) da barragem de Crestuma-Lever.

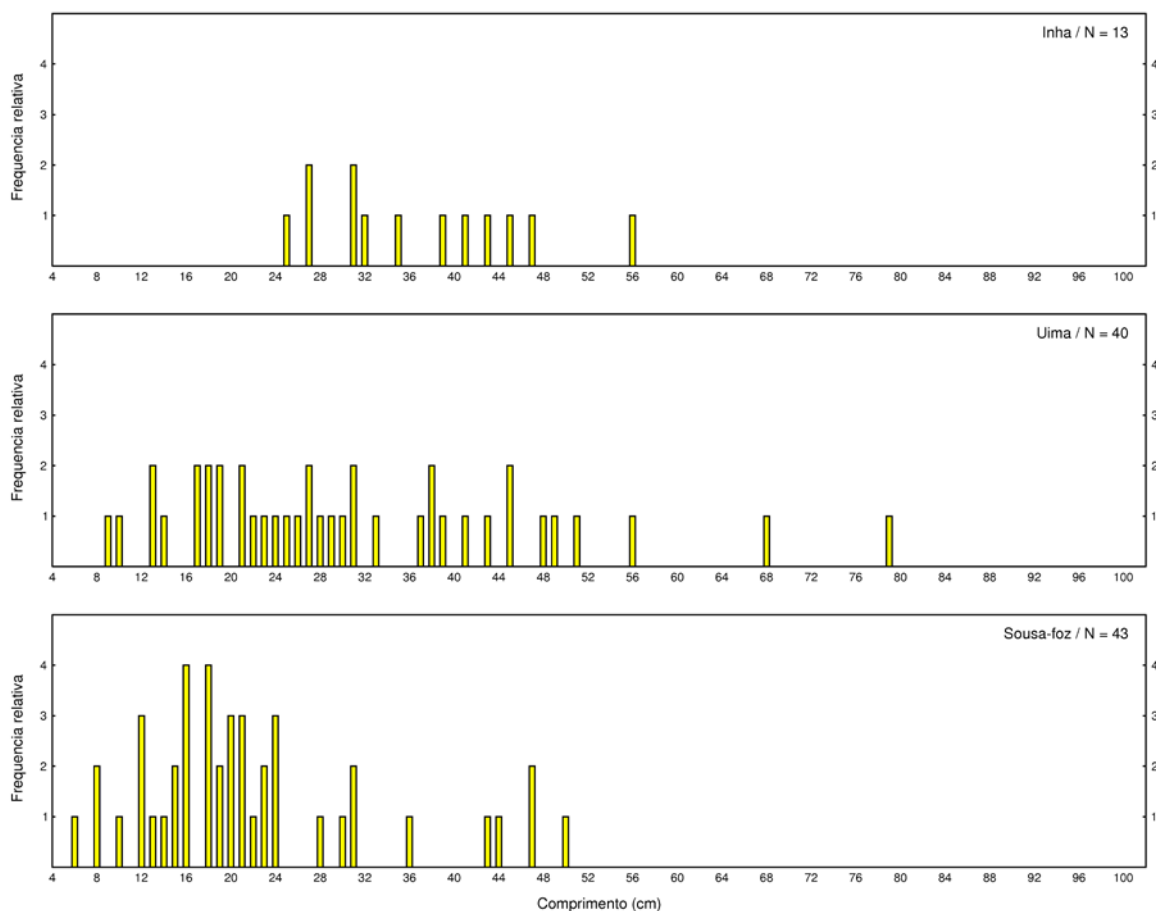


Figura 25 – Distribuição das classes de comprimento (cm) das enguias inventariadas através da dieta de lontra, nos pontos de amostragem localizados em afluentes próximos do troço principal da bacia (rio Douro).

5.2.2. Comunidade íctica

A análise da comunidade piscícola através da dieta de lontra teve início em Janeiro de 2005 e foi realizada com uma periodicidade mensal nos pontos previamente seleccionados. As amostragens prolongaram-se até Julho de 2007.

As amostragens por pesca eléctrica (Figura 26) tiveram início em Setembro de 2005, e foram realizadas, sempre que possível, com uma periodicidade trimestral. As condições hidrológicas extremas dos locais em estudo não permitiram a realização de todas as amostragens inicialmente previstas, em especial as realizadas nos meses de Inverno, e após longos períodos de precipitação.

As espécies piscícolas identificadas na área de estudo, por ambas as metodologias utilizadas, estão descritas na tabela 3. Das espécies referenciadas, a lampreia-de-riacho e o verdemã-do-Norte, foram detectadas apenas através da pesca eléctrica, enquanto que o achigã, a lucioperca, o peixe-rei, a solha, o rodovalho e a lampreia-marinha (esta última apenas numa ocasião) foram detectados apenas pela análise da dieta de lontra.

Da comunidade piscícola inventariada, é de salientar a presença de uma população importante de lampreia-de-riacho no rio Inha, cuja presença era, até ao presente trabalho, desconhecida.

De um modo geral, as espécies mais abundantes dentro da área de estudo foram os ciprinídeos, nos afluentes amostrados, enquanto que no troço principal as espécies exóticas (essencialmente a montante) e espécies características de zonas estuarinas que sobem periodicamente o troço principal (a jusante) são as mais representadas.

Na dieta de lontra, observou-se uma preferência nítida por peixes. O aparecimento de outros itens alimentares, nomeadamente o lagostim-vermelho-do-Louisiana (*Procambarus clarkii*), anfíbios (quase exclusivamente rã verde, *Rana perezi*), as cobras d'água (*Natrix* sp.) e vários insectos, surgiram com alguma importância nos pontos de amostragem localizados nas partes altas dos afluentes (representando, em alguns meses, mais de 50% da composição da dieta de lontra), locais onde se observou uma menor densidade piscícola.



Figura 26 – Diferentes etapas da amostragem por pesca eléctrica (A) e recolha de dados biométricos (B e C).

Tabela 3 – Lista de espécies identificadas nos quinze pontos de amostragem, através da dieta de lontra (L) e da pesca eléctrica (P).

FAMILIA	ESPECIE	NOME VULGAR	TIPO DE OCORRENCIA	METODO DE AMOSTRAGEM
SALMONIDAE	<i>Salmo trutta</i>	Truta	Autoctone	L-P
CYPRINIDAE	<i>Barbus bocagei</i>	Barbo	Autoctone	L-P
	<i>Condrostoma duriensis</i>	Boga	Autoctone	L-P
	<i>Condrostoma oligolepis</i>	Ruivaco	Autoctone	L-P
	<i>Squalius alburnoides</i>	Bordalo	Autoctone	L-P
	<i>Squalius carolitertii</i>	Escalo	Autoctone	L-P
	<i>Gobio gobio</i>	Gobio	Exotica	L-P
	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa	Exotica	L-P
	<i>Carassius auratus</i>	Pimpao	Exotica	L-P
	CENTRARCHIDAE	<i>Micropterus salmoides</i>	Achiga	Exotica
<i>Lepomis gibbosus</i>		Perca-sol	Exotica	L-P
PERCIDAE	<i>Sander lucioperca</i>	Lucioperca	Exotica	L
MUGILIDAE	<i>Liza sp.</i>	Tainha	Autoctone	L-P
ATHERINIDAE	<i>Atherina boyeri</i>	Peixe-rei	Autoctone	L
POECILIIDAE	<i>Gambusia holbrooki</i>	Gambusia	Exotica	L-P
COBITIDAE	<i>Cobitis calderoni</i>	Verdema-do-Norte	Autoctone	P
ANGUILLIDAE	<i>Anguilla anguilla</i>	Enguia-europeia	Autoctone	L-P
PETROMYZONTIDAE	<i>Lampetra planeri</i>	Lampreia-de-riacho	Autoctone	P
	<i>Petromyzon marinus</i>	Lampreia-marinha	Autoctone	L
PLEURONECTIFORMES	<i>Platichthys flesus</i>	Solha-das-pedras	Autoctone	L
	<i>Scophthalmus rhombus</i>	Rodvalho	Autoctone	L

**Figura 27** – Exemplos das espécies capturadas aquando da amostragem por pesca eléctrica (A – bordalo e B – verdemã-do-Norte, dois exemplos de endemismos ibéricos; C – perca-sol e D –góbio, dois exemplos de espécies introduzidas).

5.2.2.1. Rio Douro

Relativamente aos pontos localizados no troço principal do rio Douro, observou-se uma grande diversidade piscícola. No troço superior da bacia (i.e. a montante da barragem de Crestuma-Lever) é de registar a importância de espécies exóticas, de que são exemplo o achigã e a perca-sol (CENTRARCHIDAE), espécies melhor adaptadas a ecossistemas do tipo albufeira e mais tolerantes em relação aos parâmetros abióticos (toleram temperaturas mais elevadas, variações bruscas de temperatura, contaminação orgânica, etc). Os resultados obtidos apontam para uma fracção desta família superior a 40% na dieta de lontra, (Figuras 28 e 29).

Dentro desta família, a perca-sol surge como a espécie mais frequente, representando mais de 75% dos indivíduos ingeridos. Esta espécie domina claramente o rio Douro e os troços inferiores dos afluentes mais eutrofizados, como por exemplo o rio Inha (Figuras 28 e 30).

Nos afluentes localizados no troço inferior do rio Douro (i.e. a jusante da barragem de Crestuma-Lever) estas espécies estão menos representadas na dieta de lontra, constituindo apenas cerca de 15% do total de itens ingeridos.

Relativamente ao padrão de distribuição das classes de tamanho, não se observaram diferenças significativas entre a população presente a montante e a jusante deste empreendimento (Figuras 29 e 30), de registar apenas a abundância de indivíduos de classes de tamanho inferiores da espécie perca-sol no troço superior do rio, enquanto que no troço inferior a distribuição das classes de tamanho é mais uniforme (Figuras 29 e 30).

Em segundo lugar, nos itens alimentares identificados na dieta de lontra, surgem normalmente as famílias CYPRINIDAE e MUGILIDAE, variando, de um modo geral, inversamente aos valores obtidos para a família CENTRARCHIDAE nos diferentes pontos de amostragem.

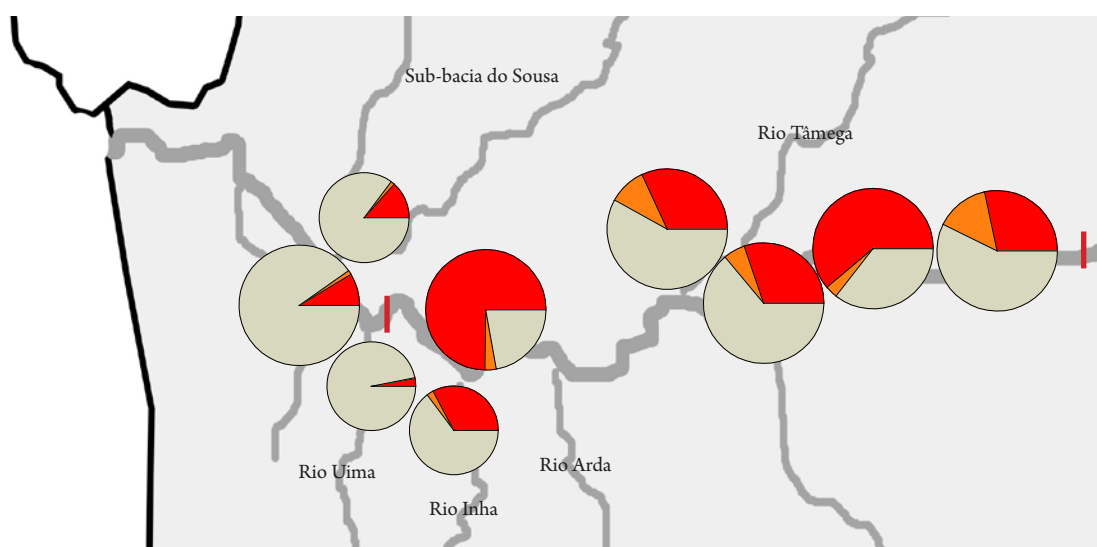


Figura 28 – Frequência relativa de ocorrência da família CENTRARCHIDAE na dieta de lontra, nos pontos de amostragem localizados ao longo do rio Douro e nos troços inferiores de alguns afluentes amostrados. Localização da barragem de Crestuma-Lever (a jusante) e do Carrapatelo (a montante).

Legenda: perca-sol ■; achigã ■.

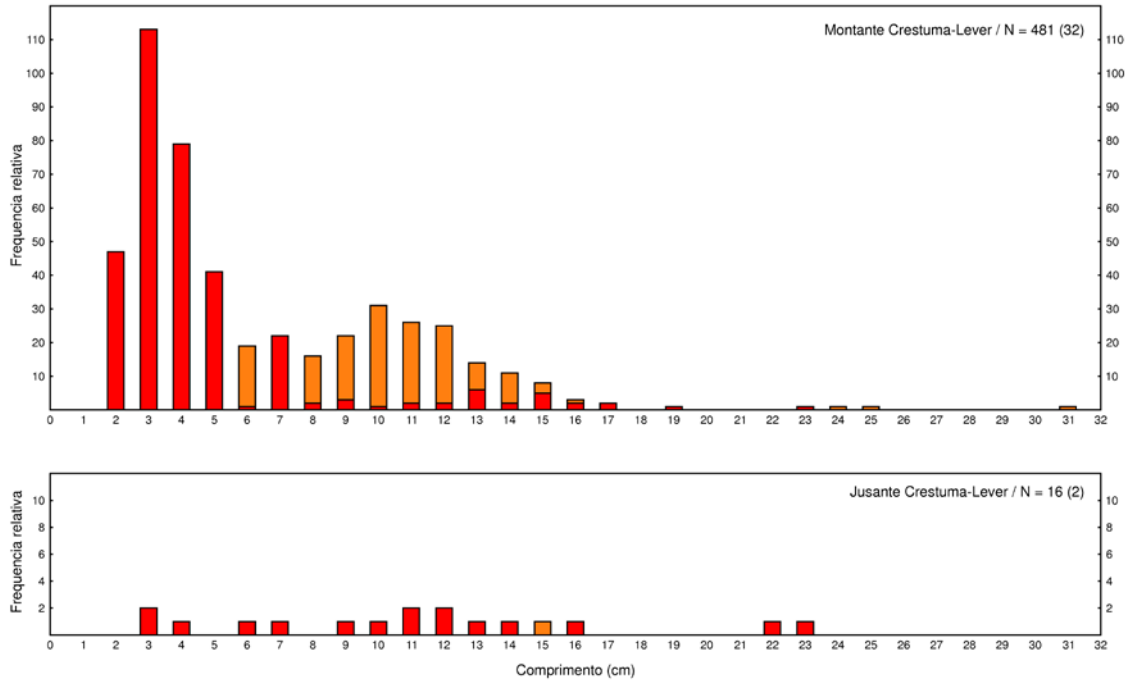


Figura 29 – Distribuição das classes de comprimento (cm) de perca-sol (■) e achigã (■) inventariadas através da dieta de lontra, nos pontos de amostragem localizados a jusante (1) e a montante (2,3,4,5 e 6) da barragem de Crestuma-Lever.

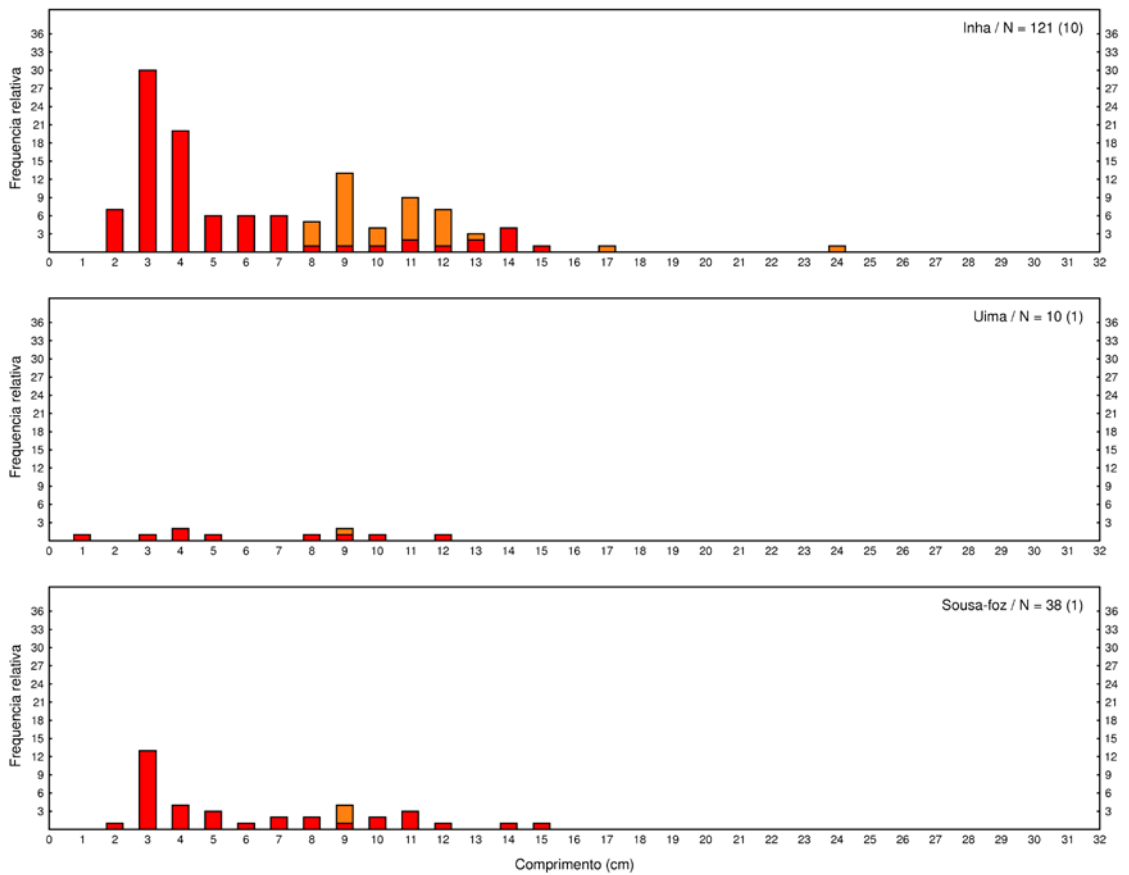


Figura 30 – Distribuição das classes de comprimento (cm) de perca-sol (■) e achigã (■) inventariadas através da dieta de lontra, nos pontos de amostragem localizados em afluentes próximos do troço principal da bacia (rio Douro).

A família MUGILIDAE surge com maior relevância nos pontos de amostragem a jusante das barragens de Carrapatelo e Crestuma-Lever, representando cerca de 35% dos itens consumidos. Contribuindo com valores significativamente inferiores (cerca de metade) nos pontos de amostragem intermédios (Figura 31).

À semelhança das enguias, as tainhas são também migradores catádromos, i.e., espécies que se reproduzem em meio marinho (em áreas próximas da costa, entre os meses de Setembro e Fevereiro) sendo vulgar durante a fase de crescimento a ocupação de habitats estuarinos e de água doce. Os juvenis do ano entram normalmente nos estuários entre Fevereiro e Março, enquanto que os adultos ocupam habitats dulciaquícolos entre os meses de Abril e Julho (Fishbase, 2006).

A sua presença a montante da barragem de Crestuma-Lever, em proporções superiores às observadas para a enguia deve-se provavelmente a uma maior utilização por parte desta espécie do dispositivo de

transposição para peixes localizado na barragem de Crestuma-Lever. Segundo Bochechas (1995) 62 % dos peixes que utilizaram esta eclusa eram tainhas, que apresentaram um comportamento essencialmente diurno, com picos nos períodos de anoitecer e amanhecer. Adicionalmente, foi também observada a utilização por parte desta espécie, em percentagens elevadas, da eclusa de navegação, em movimento para montante.

O padrão de distribuição das classes de tamanho é, de um modo geral, semelhante entre os vários pontos considerados. De realçar a presença de indivíduos de classes de tamanho inferiores (juvenis) tanto a montante como a jusante deste empreendimento e ainda uma maior representação destas classes de tamanho a montante, provavelmente juvenis em migração (Figura 32). A maior expressão das diferentes classes de tamanho observada a montante na figura 32 deve-se provavelmente ao facto de estarmos a considerar 5 pontos de amostragem enquanto que no troço inferior só consideramos um.

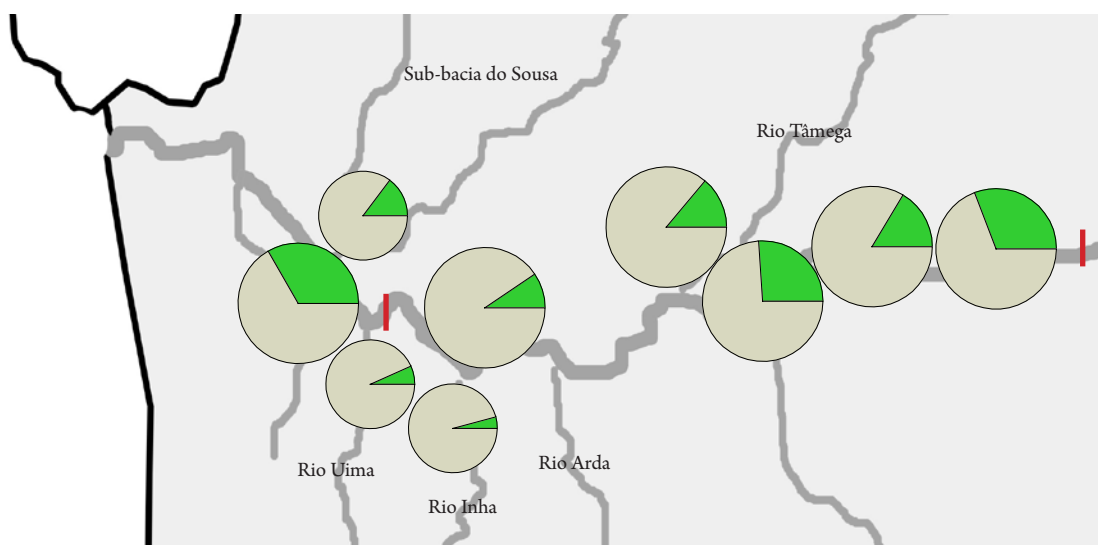


Figura 31 – Frequência relativa de ocorrência da família MUGILIDAE na dieta alimentar de lontra nos vários pontos amostrados ao longo do rio Douro e nos troços inferiores de alguns afluentes. Localização da barragem de Crestuma-Lever (a jusante) e do Carrapatelo (a montante).

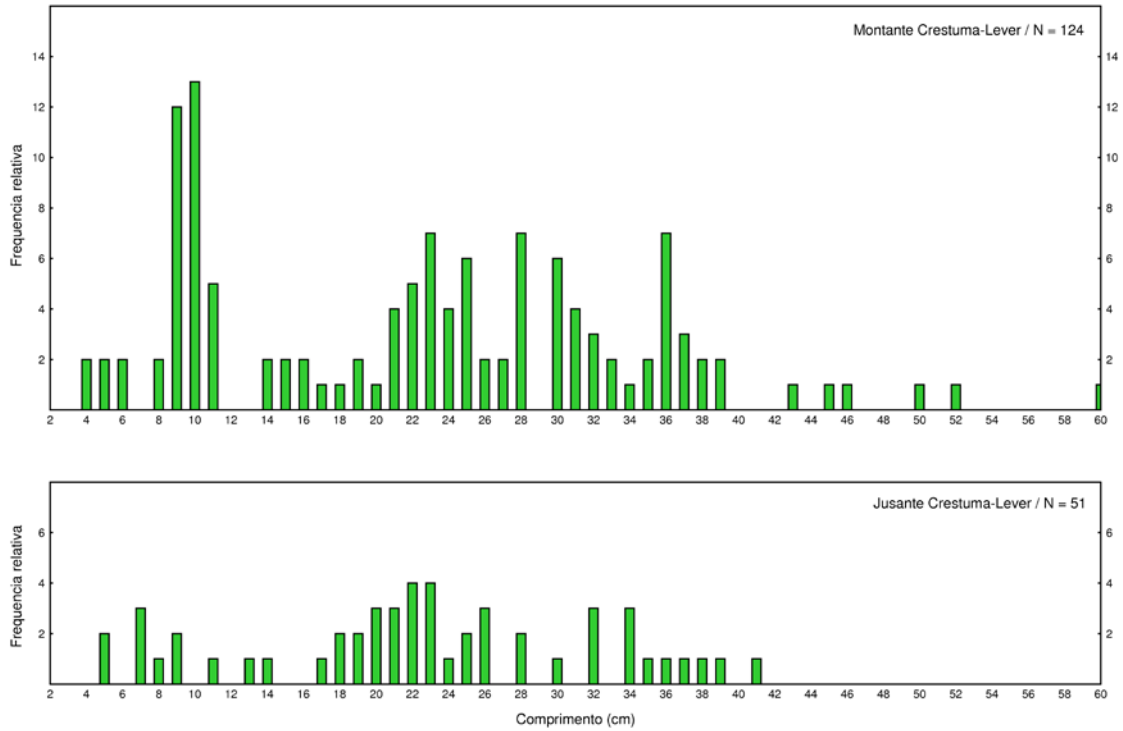


Figura 32 – Distribuição das classes de comprimento (cm) de tainha inventariadas através da dieta de lontra, nos pontos de amostragem localizados a jusante (1) e a montante (2,3,4,5 e 6) da barragem de Crestuma-Lever.

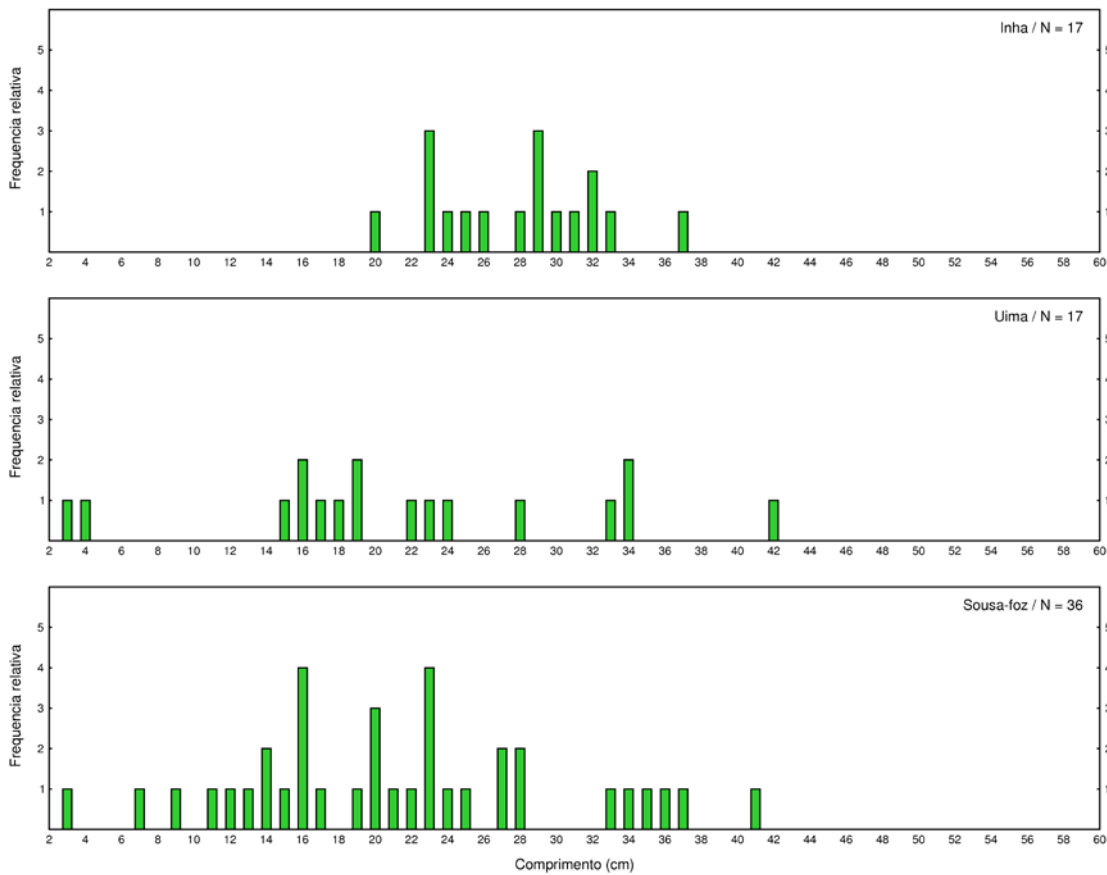


Figura 33 – Distribuição das classes de comprimento (cm) de tainha inventariadas através da dieta de lontra, nos pontos de amostragem localizados em afluentes próximos do troço principal da bacia (rio Douro).

Como referido anteriormente, a família CYPRINIDAE assume também importância no troço principal do rio Douro. No entanto, é nos afluentes que esta família representa uma maior fracção na dieta de lontra.

Dentro da família CYPRINIDAE, o góbio assume maior relevância, surgindo frequentemente como uma das espécies mais consumidas, seguida do barbo e da boga (Figura 34). Tanto o barbo como a boga estão mais representados nos pontos de amostragem localizados a montante da barragem de Crestuma-Lever.

O góbio apresenta uma distribuição generalizada ao longo da bacia do Douro, revelando um padrão de distribuição de classes de tamanho comum entre o troço principal do rio Douro e os afluentes amostrados. Relativamente ao barbo, foram identificadas classes de tamanho entre os 4 e os 38 cm, com maior abundância das classes entre 20 e 30 cm, ao contrário do que se verifica nos afluentes, onde estão mais representadas as classes de tamanho menores.

As restantes espécies da família CYPRINIDAE, nomeadamente o bordalo, o ruivaco e o escalo aparecem muito esporadicamente na dieta de lontra.

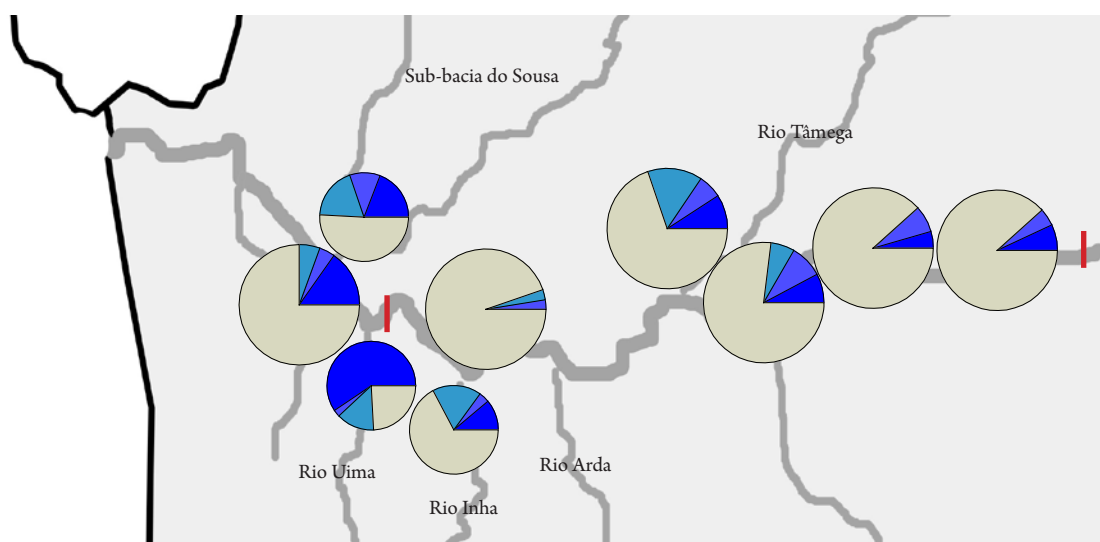


Figura 34 – Frequência relativa de ocorrência da família CYPRINIDAE (góbio ■, barbo ■ e outros ■) na dieta alimentar de lontra nos vários pontos amostrados ao longo do rio Douro e nos troços inferiores de alguns afluentes. Localização da barragem de Crestuma-Lever (a jusante) e do Carrapatelo (a montante).

Das famílias menos representadas é de salientar a presença da truta (SALMONIDAE), em ambos os pontos de amostragem localizados junto às duas barragens consideradas no troço principal, nomeadamente 1 e 6 (a jusante) e 2 (a montante). Esta presença foi detectada apenas nas amostragens realizadas durante o mês de Dezembro, em percentagens baixas, 1,54, 0,44 e 2,38 respectivamente (Figura 35).

Menos frequentemente, foi detectada a presença de uma outra espécie exótica, a lucioperca (família PERCIDAE), designadamente junto das barragens de Carrapatelo (6) e do Torrão (3), e nos pontos de amostragem 2 e 4, surgindo sempre em percentagens nunca superiores a 3% do total de itens consumidos (Figura 35).

Dentro do item *Outras Famílias*, foram agrupadas

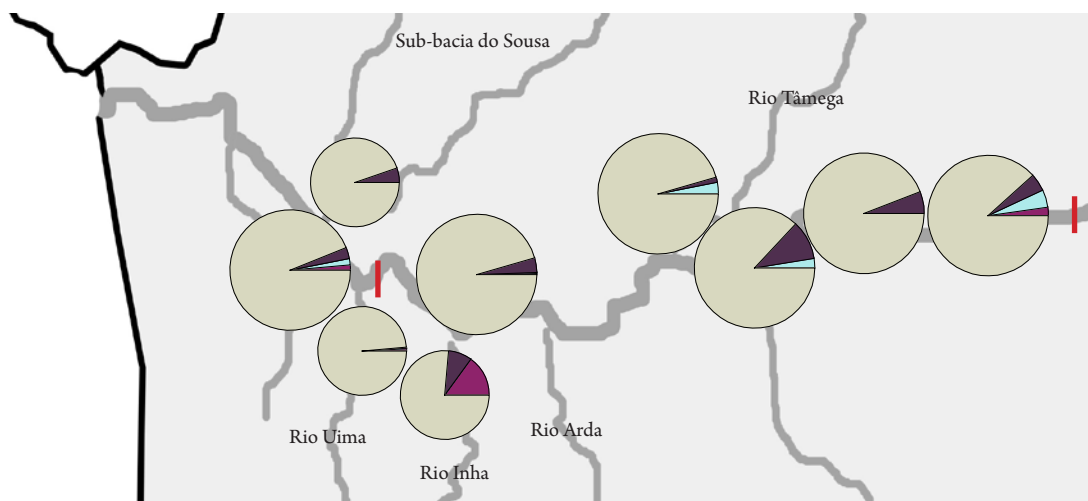


Figura 35 – Frequência relativa de ocorrência das famílias SALMONIDAE ■, PERCIDAE ■ e Outras Famílias ■ presentes na dieta de lontra, para os 6 pontos amostrados no rio Douro. Localização da barragem de Crestuma-Lever (a jusante) e do Carrapatelo (a montante).

as famílias menos representadas, de que são exemplo as famílias POECILIIDAE (gambusia) e ATHERINIDAE (peixe-rei), que surgem essencialmente nas zonas de albufeira, em percentagens quase sempre inferiores a 10% (Figura 35). É de realçar, contudo, que o peixe-rei é uma espécie com populações marinhas e dulciaquícolas, que poderão efectuar migrações semelhantes às da tainha, o que poderá indicar a passagem desta espécie na barragem de Crestuma-Lever.

Para além destas famílias, foram também incluídas neste item os PLEURONECTIFORMES, característicos da zona estuarina, de que são exemplo a solha e o rodovalho, detectados a jusante da barragem de Crestuma-Lever em percentagens reduzidas.

5.2.2.2 Tributários

Dos afluentes em estudo, foi na sub-bacia do rio Sousa que se exerceu um maior esforço de amostragem, quer através da dieta de lontra (em 5 pontos de amostragem), quer através de amostragens por pesca eléctrica (em 4 pontos de amostragem). Apenas no ponto localizado

mais a montante, Paço de Sousa, não foi possível realizar amostragens por pesca eléctrica devido às condições hidrológicas adversas, nomeadamente profundidade e velocidade da corrente, que condicionaram este tipo de metodologia. Dada a diversidade de habitats encontrada, na maior parte dos pontos de amostragem foram seleccionados dois sectores de pesca para uma melhor caracterização da comunidade piscícola.

Nesta bacia, ambas as metodologias apontam para uma fracção importante da comunidade piscícola constituída por várias espécies da família CYPRINIDAE, sendo menos frequente a presença de outras famílias. Dentro dos Ciprinídeos, destaca-se a importância do barbo, da boga e do góbio (Figuras 36 e 37).

Das espécies não piscícolas, o lagostim-vermelho-Louisiana é daquelas que mais contribuiu para a dieta de lontra na bacia do Sousa, seguida dos anfíbios e cobras de água. No total, estes itens alimentares representaram cerca de 16% da dieta da lontra, sendo nos pontos 9 e 10 que se observou o maior número de ocorrências.

Entre as espécies piscícolas, as maiores diferenças entre as duas metodologias foram observadas no ponto de amostragem localizado mais a jusante (7), a cerca de 2 km da confluência com o rio Douro. Na dieta de lontra surgem neste ponto espécies como a perca-sol, o achigã e as tainhas, espécies que, como foi referido no ponto anterior, ocorrem com regularidade no troço principal da bacia, e espécies características da zona estuarina, como a solha e o rodovalho. Espécies como a tainha e a perca-sol surgem em ambas as metodologias, no entanto assumem particular relevância na dieta de lontra (Figuras 36 e 37). Enquanto que a maior parte da informação respeitante à dieta de lontra foi recolhida junto ao açude da antiga estação de captação de água da Foz do Sousa (primeiro obstáculo do rio Sousa de jusante para montante), as condições hidrológicas difíceis (essencialmente profundidade elevada) junto a este ponto obrigaram à selecção de um ponto de amostragem para pesca eléctrica ligeiramente afastado, cerca 500 m a montante. Dado que este açude aparenta constituir uma importante barreira à progressão das espécies neste afluente, a sua presença contribui possivelmente para a concentração de espécies provenientes do rio do Douro a jusante, facilitando assim a sua captura pela lontra. Por outro lado, a curta distância entre o ponto de amostragem de lontra e o troço principal permite, provavelmente, deslocações frequentes desta ao troço principal para aí se alimentar, utilizando a zona de amostragem essencialmente como refúgio.

De realçar ainda neste ponto a detecção de lampreia-marinha num excremento de lontra, espécie não capturada pela pesca eléctrica. A sua detecção ocorreu junto ao mesmo açude, em Março de 2007 (dentro do período de migração das lampreias).

No ponto de amostragem 8 (no rio Ferreira) verifica-se uma maior concordância entre as espécies mais representadas na comunidade, inventariadas pela pesca eléctrica, e as espécies mais frequentes na dieta de lontra (Figuras 36 e 37). Variações sazonais da abundância das diferentes espécies são, no entanto, mais visíveis através do método de pesca eléctrica.

A presença de espécies como a tainha, embora em percentagens reduzidas, parece apontar para uma maior deslocação da lontra para zonas relativamente afastadas do local de amostragem, para aí capturar as suas presas. Por outro lado, e apesar da existência de obstáculos entre o ponto de amostragem e a confluência com o rio Sousa, a ocorrência de cheias provavelmente facilitará a migração desta espécie neste afluente.

A pequena representatividade na comunidade piscícola de espécies como o pimpão, a carpa e o verdemã-do-Norte, poderá explicar a sua detecção por apenas uma das metodologias.

Dadas as condições hidrológicas difíceis do ponto de amostragem 10 (profundidade e velocidade da corrente elevadas) o sector seleccionado para pesca não coincidiu com os transectos realizados para a recolha dos excrementos de lontra, estando distanciados cerca de 1 km.

Apesar da distância, observa-se um padrão semelhante a outros pontos de amostragem, isto é, as espécies mais abundantes estão representadas em ambas as metodologias, em percentagens próximas, enquanto que as espécies menos representadas estão normalmente ausentes de uma das metodologias (Figuras 36 e 37).

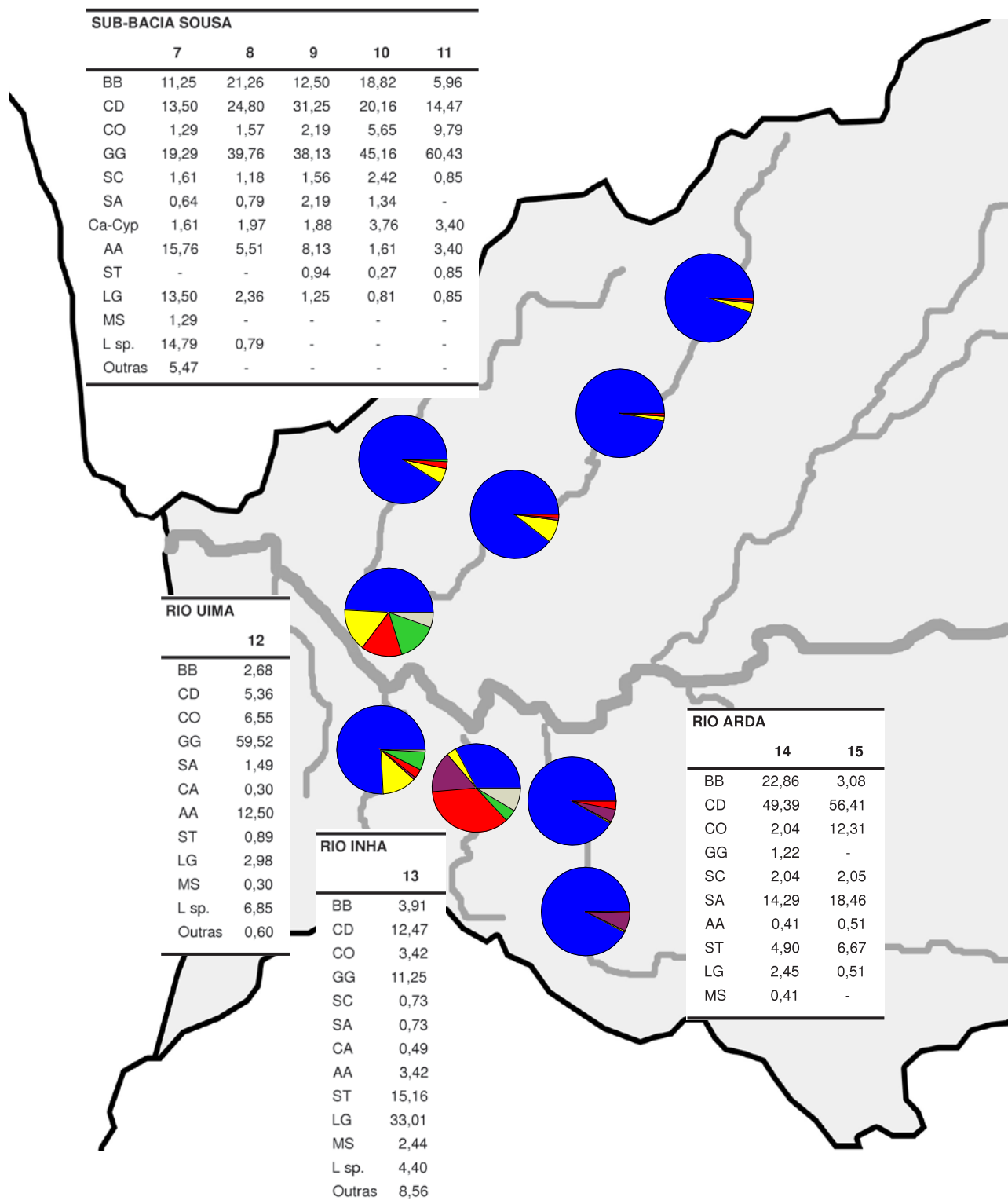


Figura 36 – Frequência relativa média de ocorrência das várias famílias (gráfico) e respectivas espécies (tabelas) detectada nos pontos de amostragem localizados nos afluentes, através da dieta de lontra.

Famílias: CENTRARCHIDAE ■; CYPRINIDAE ■; MUGILIDAE ■; SALMONIDAE ■; ANGUILIDAE ■ e OUTRAS FAMÍLIAS ■.

Espécies: BB (*Barbus bocagei*); CD (*Chondrostoma duriensis*); CO (*Chondrostoma oligolepis*); GG (*Gobio gobio*); CA (*Carassius auratus*); CyC (*Cyprinus carpio*); SC (*Squalius carolitertii*); SA (*Squalius alburnoides*); ST (*Salmo trutta*); MS (*Micropterus salmoides*); LG (*Lepomis gibbosus*); Lsp. (*Liza sp.*); AA (*Anguilla anguilla*).

Apenas no ponto de amostragem 9 se observou uma completa correspondência entre as espécies inventariadas pela pesca e detectadas na dieta de lontra (Figuras 36 e 37). Da comparação das duas metodologias verificou-se que a lontra captura as suas presas nos dois tipos de habitat amostrados pela pesca eléctrica (um numa zona de alternância rápidos/fundões, de substrato essencialmente rochoso; e outro, mais próximo da margem, de velocidade reduzida e substrato essencialmente arenoso), pois as proporções das espécies que surgem na dieta de lontra são intermédias aos valores estimados para os dois sectores de pesca.

A truta foi detectada apenas neste ponto de amostragem (para além do ponto mais a montante, 11, não considerado na análise devido à impossibilidade de realizar amostragens por pesca eléctrica), através de ambas as metodologias, embora em percentagens bastante reduzidas.

De realçar ainda a presença de uma população de ruivaco, detectada em proporções apreciáveis pela pesca, espécie sobre a qual o conhecimento é ainda relativamente reduzido, decorrendo actualmente vários estudos quanto à sua ecologia e diferenciação genética.

Na maior parte dos pontos de amostragens observa-se uma ligeira selectividade positiva por parte da lontra em relação à enguia. Em relação a esta espécie, é possível observar também uma distribuição ao longo da sub-bacia do Sousa semelhante à descrita para o troço principal, caracterizada pela diminuição da abundância da espécie com o aumento da distância à confluência.

A jusante da barragem de Crestuma-Lever foi ainda amostrado o rio Uima (ponto de amostragem 12), afluente da margem esquerda. À semelhança da sub-bacia do Sousa, também neste afluente a família CYPRINIDAE surge como a mais representada na comunidade piscícola, quanto à sua frequência relativa de ocorrência. O góbio é a espécie mais abundante, enquanto que a boga, o ruivaco e o barbo surgem com menos frequência (Figuras 36 e 37).

A tainha é também uma das espécies que surge com alguma importância através da dieta da lontra, no entanto não foi capturada através de amostragens por pesca eléctrica. A localização deste ponto, próximo da confluência com o rio Douro (a cerca de 2,5 km da confluência e 1 km a montante de um obstáculo de dimensões consideráveis), poderá explicar o aparecimento desta espécie na dieta de lontra, assim como a progressão desta espécie neste afluente, pelo menos até aos primeiros obstáculos relevantes.

Dos afluentes localizados entre as barragens de Crestuma-Lever e Carrapatelo, o rio Arda representa o afluente em estudo localizado mais a montante, estando o ponto de amostragem por pesca eléctrica localizado a cerca de 27 km da confluência com o rio Douro.

Também neste afluente os ciprinídeos surgem como a família mais representada, sendo a boga e o bordalo as espécies mais frequentes na dieta de lontra e as únicas capturadas através da pesca eléctrica (Figuras 36 e 37).

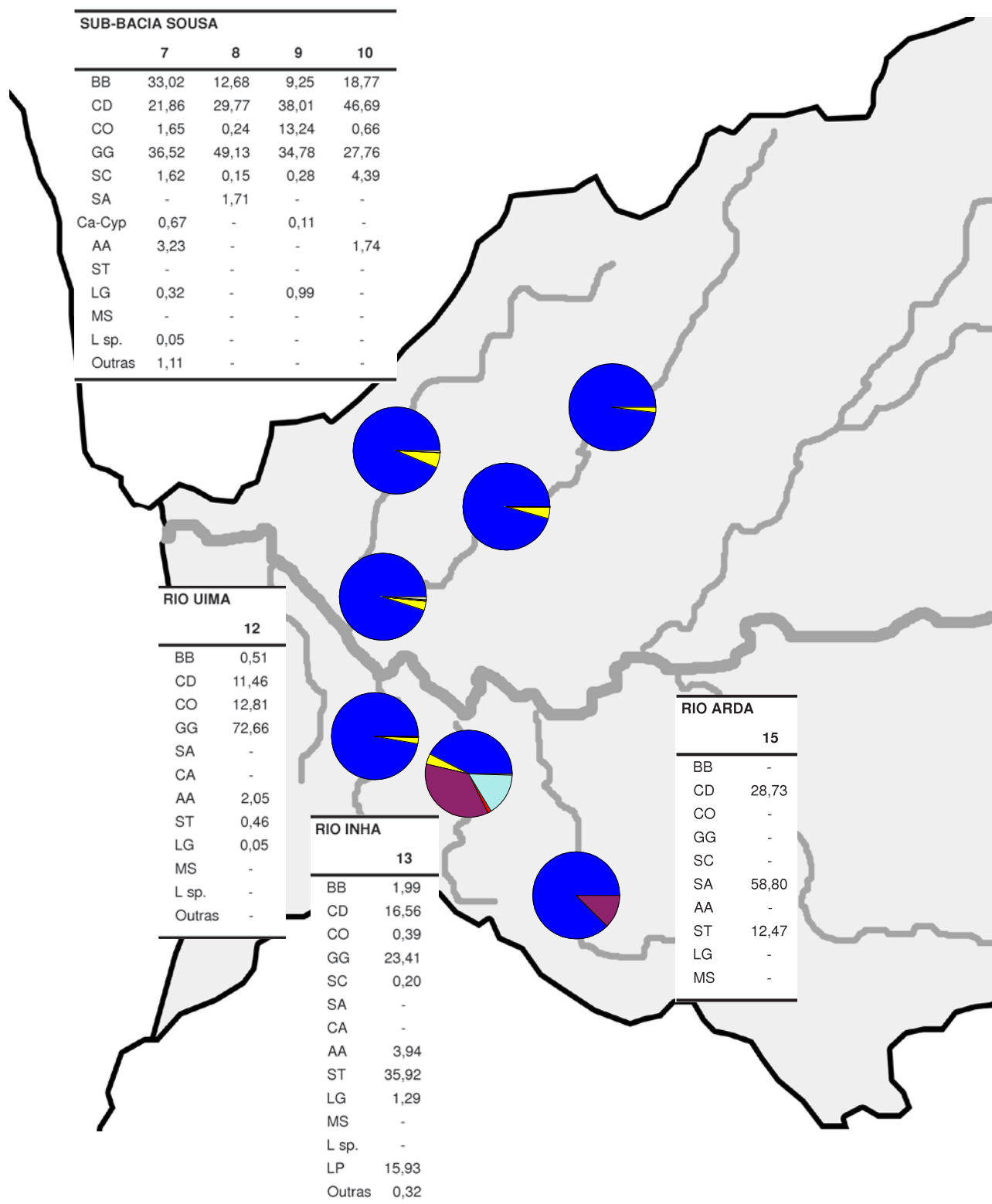


Figura 37 – Frequência relativa média de ocorrência das várias famílias (gráfico) e respectivas espécies (tabelas) detectada nos pontos de amostragem localizados nos afluentes, por pesca eléctrica.

Famílias: CENTRARCHIDAE ■; CYPRINIDAE ■; MUGILIDAE ■; SALMONIDAE ■; ANGUILLIDAE ■ e OUTRAS FAMÍLIAS ■.

Espécies: BB (*Barbus bocagei*); CD (*Chondrostoma duriensis*); CO (*Chondrostoma oligolepis*); GG (*Gobio gobio*); CA (*Carassius auratus*); CyC (*Cyprinus carpio*); SC (*Squalius carolitertii*); SA (*Squalius alburnoides*); ST (*Salmo trutta*); MS (*Micropterus salmoides*); LG (*Lepomis gibbosus*); Lsp. (*Liza sp.*); AA (*Anguilla anguilla*); LP (*Lampetra planeri*).

Espécies frequentes no rio Douro e/ou no troço terminal de outros afluentes não foram detectadas neste ponto de amostragem. O barbo, a enguia, a perca-sol e a truta (esta última também presente nas amostragens por pesca eléctrica) têm alguma importância na dieta de lontra.

O item alimentar *não peixe* representa neste afluente cerca de 46% da dieta de lontra. Esta diversidade de presas resulta provavelmente da baixa densidade piscícola, (factor limitante para este mustelídeo), confirmada através da amostragem por pesca eléctrica.

O rio Inha (ponto de amostragem 13), à semelhança de outros pontos de amostragem próximos da confluência com o rio Douro, revelou uma maior diversidade de espécies piscícolas. De realçar neste afluente a presença de uma importante população de lampreia-de-riacho (Figuras 37). Esta detecção só foi possível através da amostragem por pesca eléctrica. Embora não fizesse parte do plano de trabalho inicial, esta população foi submetida a uma atenção especial (análise detalhada no ponto 5.2.2.4).

Esta metodologia permitiu ainda a caracterização uma importante população de truta, espécie autóctone de elevado interesse, pouco representada nos restantes afluentes amostrados. A enguia também está presente, embora em baixas proporções, confirmada quer pela pesca eléctrica quer pela dieta da lontra.

Dada a proximidade do ponto de amostragem à confluência com rio Douro (a cerca de 2 km) não é de estranhar a presença de espécies características da albufeira, de que são exemplo a perca-sol, o achigã e as tainhas, dado que a lontra poderá aí alimentar-se e utilizar o rio para refúgio.

A comunidade piscícola do rio Paiva foi estudada por Pópulo *et al.* (2002) em anos anteriores, através do estudo da ecologia alimentar de lontra. Nesse trabalho, verificou-se que, e tendo em consideração apenas a comunidade piscícola, as espécies mais abundantes na dieta da lontra foram a boga e o ruivaco, seguidas do escalo e do barbo. O góbio e a truta são menos frequentes, bem como a enguia e a perca-sol. O achigã também apareceu na dieta de lontra, embora em proporções muito reduzidas.

Após prospecções iniciais realizadas no rio Febros, verificou-se não existir elementos suficientes para efectuar uma análise da comunidade piscícola através da dieta de lontra. Os resultados obtidos através de pesca eléctrica (Costa, 2008), apontam para uma comunidade piscícola constituída essencialmente por Ciprinídeos. Destes, é de realçar o góbio (pelas elevadas densidades registadas e por ser uma espécie exótica), mas também o ruivaco (por ser endemismo lusitânico). De destacar ainda as elevadas densidades de enguias-de-vidro registadas no troço terminal do rio.

5.2.2.3. Pesca eléctrica versus dieta de lontra

A utilização de metodologias muito distintas para caracterização da comunidade piscícola levantou algumas dificuldades na comparação directa dos resultados obtidos e consequentemente na validação da dieta de lontra como metodologia de inventariação da comunidade piscícola. Apesar das limitações e desvios característicos de cada uma das metodologias, relacionados quer com a aplicação do método (nomeadamente a área amostrada e a periodicidade) quer com determinados parâmetros bióticos e abióticos condicionantes (nomeadamente o tipo de espécies capturadas, tamanhos, características do meio), procurou-se confrontar a informação

recolhida através de cada um dos métodos, de modo a avaliar a importância da análise da dieta de lontra como metodologia, ainda que complementar, para inventariação da comunidade piscícola.

Na execução das amostragens por pesca eléctrica foram registadas dificuldades adicionais nos meses de elevado caudal. Para a execução destas pescas, é necessária a conjugação de uma série de factores (nomeadamente largura do rio, profundidade, velocidade de corrente e condutividade da água) para uma adequada execução da técnica, o que nem sempre foi possível garantir nos pontos de amostragem seleccionados, em grande parte resultante das importantes variações de caudal.

Outro factor relevante prendeu-se com a limitação das áreas amostradas com esta metodologia, sendo que a lontra explora uma área muito maior e mais diversificada no que diz respeito a habitats aquáticos, difíceis de amostrar pela pesca eléctrica.

Relativamente à metodologia de lontra, em alguns períodos do ano foi recolhido um número reduzido de excrementos, devido em grande parte a factores associados a aspectos comportamentais da espécie e a dificuldades relacionadas com o tipo de margens e locais de deposição dos excrementos, o que poderá afectar a precisão dos resultados, tanto no que diz respeito às proporções das diferentes espécies como na detecção de espécies menos frequentes. Este factor é particularmente relevante na análise dos padrões de variação sazonais.

É também importante referir que as lontras ocupam territórios relativamente extensos ao longo do rio, e por isso, em determinadas situações, a sua dieta poderá não reflectir os sectores seleccionados para as pescas (normalmente sectores curtos), mas sim as

comunidades piscícolas existentes no seu domínio vital, que embora esteja dependente da produtividade piscícola de cada rio, atinge de um modo geral alguns quilómetros (Erlinge, 1967; Kruuk & Moorhouse, 1991; Kruuk, 1996; Ruiz-Olmo *et al.*, 2001).

Apesar das dificuldades enunciadas, foi possível verificar uma concordância entre das duas metodologias, quer quanto à composição da comunidade piscícola, quer quanto à sua ordem de grandeza na comunidade.

Nos pontos de amostragem próximos do troço principal do rio Douro (entre 1 a 2 km da confluência com o rio Douro), para além das espécies inventariadas através da pesca eléctrica, verificou-se que espécies características do troço principal da bacia também fazem parte da dieta de lontra, representando em algumas situações uma fracção importante na dieta.

Relativamente a espécies menos representadas, que surgem esporadicamente e em proporções reduzidas, são frequentemente detectadas apenas por uma das metodologias. Entre as espécies detectadas apenas pelo método de pesca eléctrica encontram-se a lampreia-de-riacho e o verdemã-do-Norte. Quanto à lampreia-de-riacho, dificilmente seria detectada pela lontra, uma vez que não possui estruturas ósseas passíveis de detecção pelo método utilizado, constituindo esta a principal limitação da técnica. Relativamente ao verdemã-do-Norte, a sua ausência na dieta de lontra resultará provavelmente da reduzida representatividade desta espécie na comunidade piscícola.

O comportamento fugidivo da espécie, sendo normalmente capturada em zonas de refúgio pela pesca eléctrica, reduzirá a probabilidade de captura

pela lontra, embora seja uma espécie passível de ser detectada pela dieta de lontra, como é evidenciado pela bibliografia (Clavero *et al.*, 2004).

Assim, na análise comparativa das duas metodologias, não foram consideradas as espécies inventariadas apenas por uma das metodologias bem como as espécies pouco representadas, capturadas por ambas as metodologias mas esporadicamente. Dada a especificidade de cada ponto de pesca, características particulares dos locais amostrados bem como das espécies detectadas, optou-se por uma análise global das espécies consideradas (Figura 38).

Para as oito espécies mais frequentes, inventariadas por ambas as metodologias, observou-se uma correspondência entre a frequência relativa estimada para o meio (através da pesca eléctrica) e na dieta de lontra (Figura 38A). De um modo geral não se observou uma efectiva selectividade, quer negativa quer positiva, por parte da lontra, tendo-se obtido

Índices de preferência de Jacobs (IJ) reduzidos para a maior parte das espécies consideradas (Figura 38B).

A única excepção é observada para o bordalo (IJ=-0,6), no entanto este resultado deve ser analisado com precaução, uma vez que esta espécie apresenta uma distribuição localizada e restrita o que poderá influenciar a detectabilidade/capturabilidade por parte da lontra, bem como a sua abundância relativa ao longo do domínio vital da lontra, podendo não representar assim uma efectiva selectividade negativa por parte desta.

A selectividade ligeiramente positiva estimada para a enguia (IJ=0,42), embora frequentemente referida em estudos de ecologia alimentar de lontra, que apontam a enguia como uma presa preferida devido ao seu elevado valor energético (Beja, 1996; Carss *et al.*, 1998), no caso particular do rio Douro, poderá também resultar de uma subestimação das densidades obtidos através da pesca eléctrica, pois

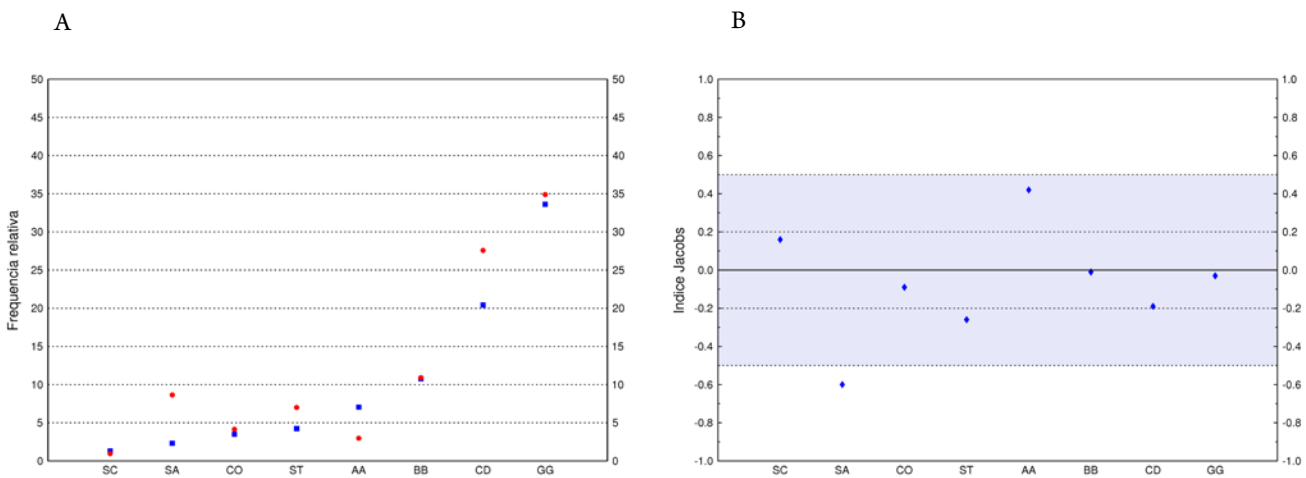


Figura 38 – Frequência relativa média de ocorrência (A) estimada para as espécies mais representadas detectadas por ambas as metodologias (■ dieta de lontra; ■ pesca eléctrica), e índice de preferência de Jacobs (B).
Espécies: BB (*Barbus Bocagei*); CD (*Chondrostoma duriensis*); CO (*Chondrostoma oligolepis*); GG (*Gobio gobio*); SC (*Squalius carolitertii*); SA (*Squalius alburnoides*); ST (*Salmo trutta*) e AA (*Anguilla anguilla*).

é uma espécie para a qual se obtêm normalmente eficácias de pesca menores, para além de ocorrerem em maior abundância no troço principal da bacia, principalmente na zona de estuário (locais não amostrados pela pesca).

Relativamente à truta, os resultados parecem apontar para uma ligeira selectividade negativa por parte da lontra (IJ=-0,26). No entanto, os poucos núcleos populacionais presentes na bacia do Douro, associado à provável maior dificuldade de captura desta espécie por parte da lontra (Erlinge, 1967; Jenkins *et al.*, 1979), poderão ser responsáveis pelas menores proporções observadas na sua dieta.

Para as restantes espécies o IJ sugere uma ligeira selecção negativa, em grande parte resultado da captura de outras espécies no troço principal da bacia pela lontra (de que são exemplo os pontos Inha e Foz do Sousa).

Para as oito espécies anteriormente referidas, foram igualmente analisadas as **distribuições das classes de comprimento** encontradas através de cada uma das metodologias (Figuras 39 e 40).

Numa análise global, onde foram considerados todos os indivíduos detectados por cada uma das metodologias nos diferentes pontos de amostragem, verificou-se que, de um modo geral, a dieta de lontra reflecte a distribuição de tamanhos descrita pela pesca eléctrica.

Independentemente da espécie considerada, não se observa uma efectiva selectividade por parte da lontra relativamente a qualquer classe de comprimento, observando-se um padrão de dis-

tribuição semelhante para ambas as metodologias utilizadas. No entanto, é referida com regularidade na bibliografia a preferência positiva deste mustelídeo por determinadas classes de comprimento, tanto para ciprinídeos e salmonídeos (para classes entre 4 a 13 cm) como para as enguias (para classes entre 15 e 20 cm) (Hansen & Jacobsen, 1992; Taastrom & Jacobsen, 1999; Britton *et al.*, 2006). Pequenas diferenças são, contudo, observadas para as classes de comprimento extremas, isto é, indivíduos do ano (extremamente pequenos) ou indivíduos de grandes dimensões.

Para a maior parte das espécies, em particular para a enguia, observa-se uma maior incidência das classes de comprimento maiores na dieta lontra, provavelmente resultado da captura destas espécies em locais normalmente não amostrados pela pesca eléctrica, como por exemplo zonas profundas ou no curso principal da bacia, locais onde predominam estes indivíduos. A única excepção foi observada para o barbo, espécie para qual foi encontrada uma grande amplitude de comprimentos através da pesca eléctrica (em particular no rio Sousa estão representadas classes de tamanho entre 2 e 46 cm). Apesar da ausência de indivíduos superiores a 40 cm na dieta de lontra, as classes ligeiramente inferiores estão bem representadas. Esta ausência provavelmente resultará, não de uma rejeição por parte da lontra, mas da menor probabilidade de detecção das estruturas ósseas correspondentes na dieta, uma vez que indivíduos destas dimensões são com frequência parcialmente ingeridos, o que é confirmado pela presença de vértebras grandes de ciprinídeos na dieta lontra, no entanto impossíveis de identificar até à espécie.

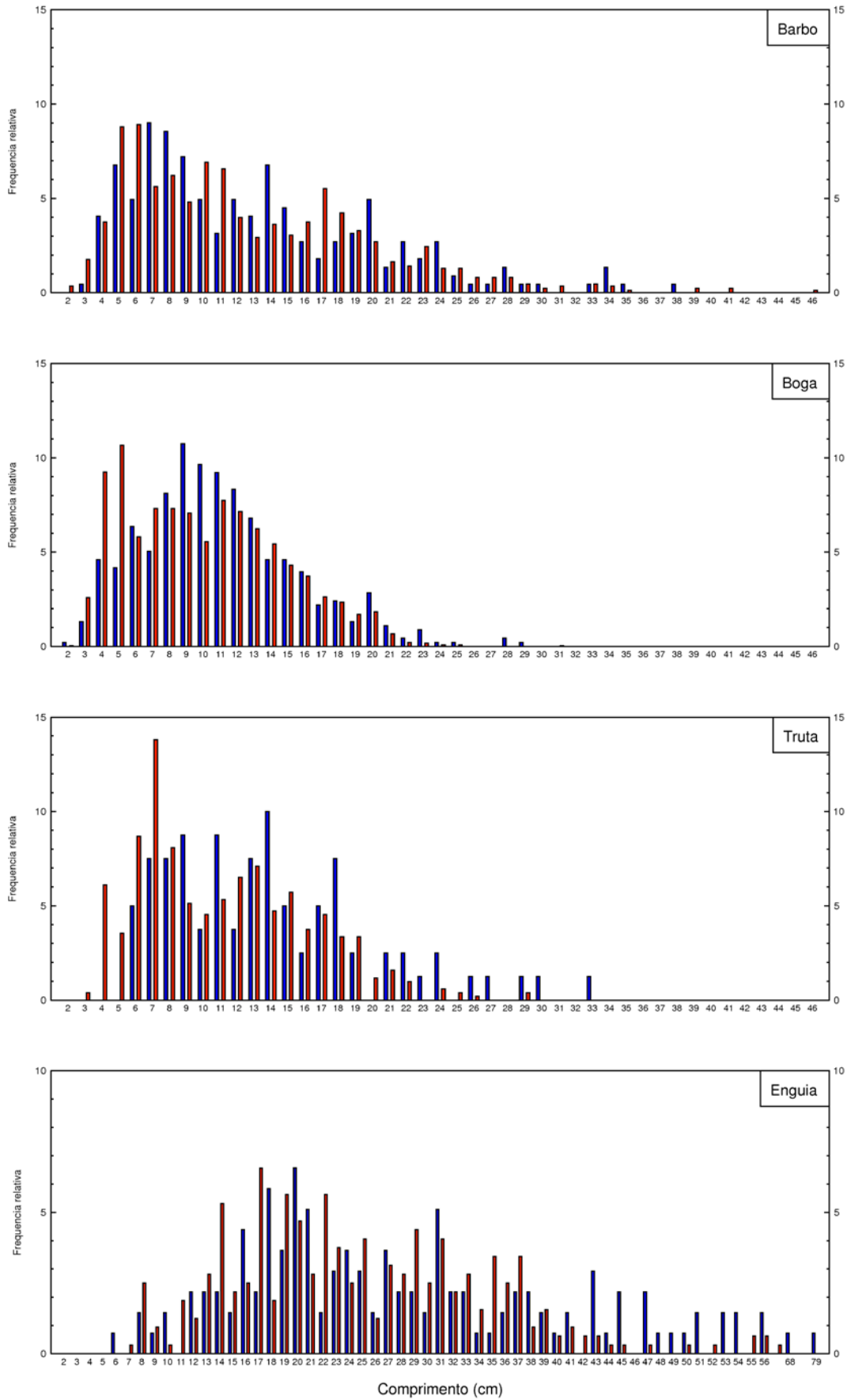


Figura 39 – Distribuição das classes de comprimento (cm) encontradas para as espécies consideradas, através da pesca eléctrica (■) e na dieta de lontra (■).

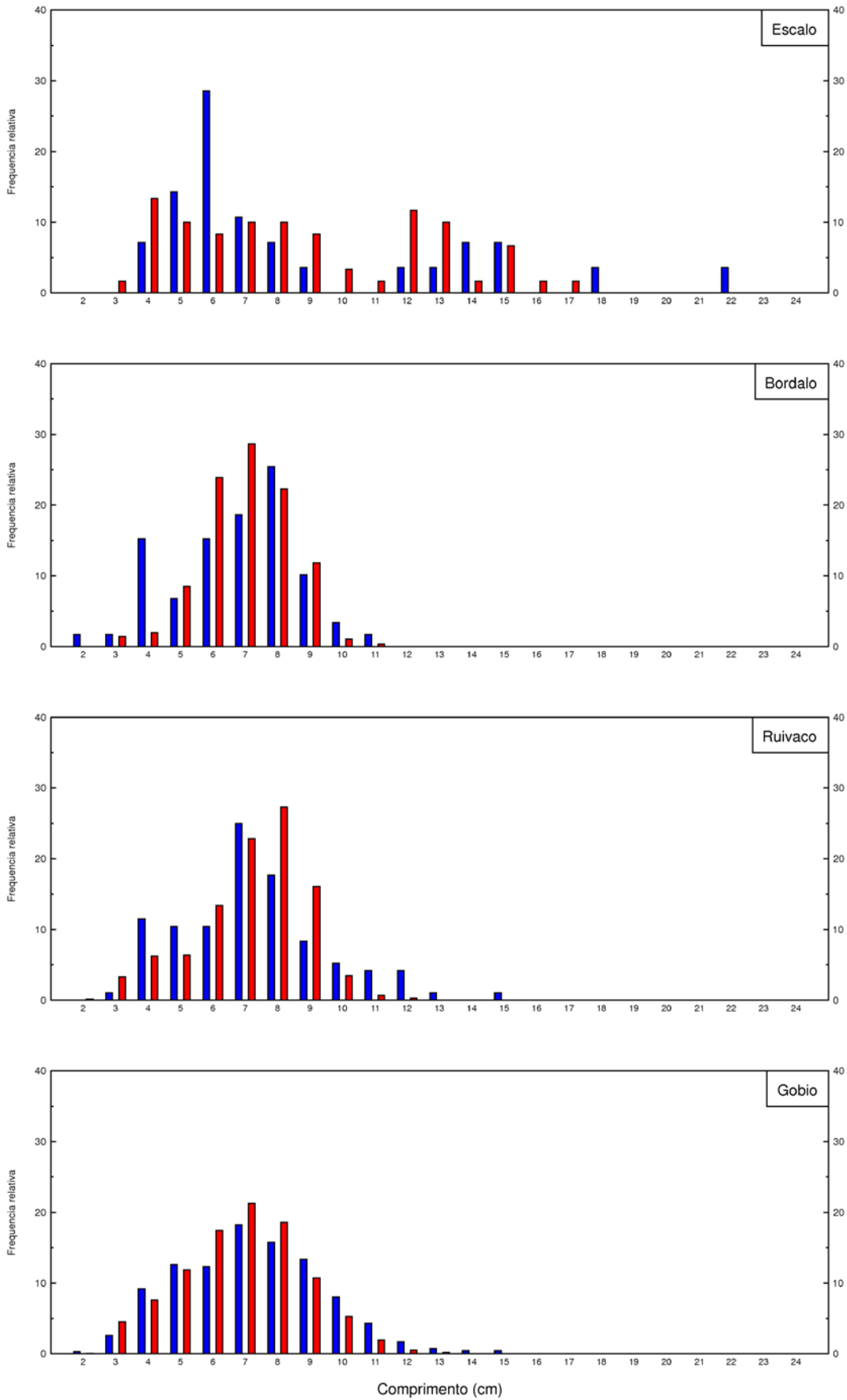


Figura 40 – Distribuição das classes de comprimento (cm) encontradas para as espécies consideradas, através da pesca eléctrica (■) e na dieta de lontra (■).

Inversamente, observou-se uma rejeição por parte da lontra por comprimentos inferiores a 4/5 cm, provavelmente resultado do reduzido valor energético que os peixes de pequenas dimensões representam ou, ainda, devido à elevada fragilidade óssea, embora nem sempre se verifique, dada a captura por parte da lontra de espécies como a gambusia e o peixe-rei (espécies de pequenas dimensões). A procura de locais de refúgio por parte dos peixes do ano, encontrados normalmente pela pesca eléctrica em zonas de vegetação aquática, poderá igualmente diminuir a probabilidade de detecção/captura por parte da lontra.

5.2.2.4. População de lampreia-de-riacho

Como referido anteriormente, as amostragens por pesca eléctrica permitiram a detecção de um importante núcleo populacional de lampreia do género *Lampetra* no rio Inha. A cuidada observação de características morfológicas dos indivíduos

adultos capturados aponta para a presença da espécie lampreia-de-riacho (*L. planeri*).

Dada a sobreposição frequente das áreas de distribuição das duas espécies, nomeadamente da lampreia-de-riacho e da lampreia-de-rio (*L. fluviatilis*), e da difícil distinção entre elas, especialmente na fase larvar, é possível a presença de ambas as espécies neste afluente.

A distinção entre as duas espécies de *Lampetra* é normalmente facilitada com a transformação dos amocetes na sua forma adulta e pela adopção de diferentes estratégias de ciclo de vida. Enquanto que a lampreia-de-riacho (Figura 41) desenvolve características sexuais secundárias e se prepara para a reprodução, que acontecerá na Primavera, a lampreia-de-rio prepara-se para iniciar uma migração para o estuário e zonas costeiras, onde passa o estado adulto parasitando essencialmente peixes, entrando novamente nos rios no Outono, para se reproduzir em água doce na Primavera.

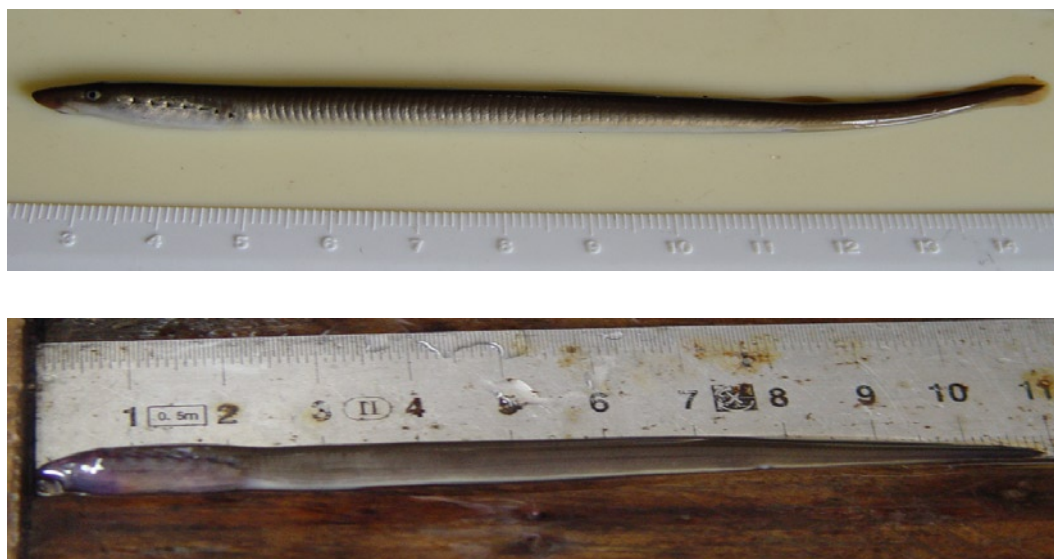


Figura 41 – Adulto de lampreia-de-riacho (*Lampetra planeri*) e indivíduo na fase de amocete.

A passagem de amocete a juvenil/adulto é caracterizada pela ocorrência de um período de transição ou metamorfose, em que as alterações mais visíveis são o completo desenvolvimento dos olhos, o evidenciar das barbatanas dorsais e o desenvolvimento do aparelho bucal (Hardisty & Potter, 1971). Nesta fase, as lampreias são normalmente designadas por macroftalmia.

Ambas as espécies estão classificadas no Livro Vermelho dos Vertebrados como espécies **Criticamente em Perigo** (Cabral *et al.*, 2005). Esta classificação deve-se, em grande parte, à permanência dos factores de ameaça, comuns à maior parte dos peixes migradores, mas também à pouca informação disponível sobre estas populações.

A população do rio Inha reveste-se, assim, de extrema importância, tanto em termos de conservação como por contribuir para o aumento do conhecimento e distribuição da espécie.

Embora não fizesse parte do plano de trabalho inicial, esta população foi submetida a uma atenção especial. Para além da realização regular de amostragens por pesca eléctrica, dois lotes, com cerca de 30 indivíduos cada, foram mantidos em cativeiro para caracterização morfológica e genética, ensaios de manutenção em cativeiro e dieta, e caracterização da actividade reprodutora e do desenvolvimento larvar.

Uma prospecção preliminar realizada ao longo dos primeiros quilómetros do rio Inha aponta para a distribuição desta espécie por toda a área prospectada (cerca de 5km). A maior parte dos exemplares foram, no entanto, capturados em zonas pouco profundas (até 50 cm), de velocidade da água reduzida, próximas das margens, em

substrato fino, constituído essencialmente por vaza e areia.

Em particular no local de amostragens regulares pela pesca eléctrica, verificou-se que os maiores valores de densidade e biomassa foram obtidos nas amostragens realizadas nos meses de Outono/Inverno, chegando a representar neste período cerca de 50% do total de indivíduos capturados. Estes resultados são coincidentes com os períodos de maior movimentação da espécie. Os índices populacionais diminuem consideravelmente nos restantes períodos do ano, com a lampreia-de-riacho a representar, em média, cerca de 15% do total de indivíduos capturados.

Durante o período de estudo foram capturados indivíduos com tamanhos compreendidos entre 0,8 cm (indivíduos capturados no mês de Maio durante uma prospecção de habitat) e 16,8 cm (indivíduo adulto). O comprimento máximo observado para a forma larvar (amocete) foi de 16 cm, enquanto que para a fase de macroftalmia (juvenil/adulto) foram observados indivíduos com tamanhos compreendidos entre 10,1 e 16,8 cm (Figura 42). Flutuações sazonais foram observadas, quer na abundância, quer no tamanho dos indivíduos, ao longo dos dois anos de monitorização.

No pequeno lote de indivíduos mantido em cativeiro, desde Março de 2006, na fase de amocete, foi possível observar o início do processo de metamorfose (evidenciado essencialmente pelo aparecimento dos olhos) entre o fim do mês de Setembro e início do mês de Outubro, coincidente com a observação do mesmo processo no meio natural aquando das amostragens por pesca eléctrica (Figura 42).

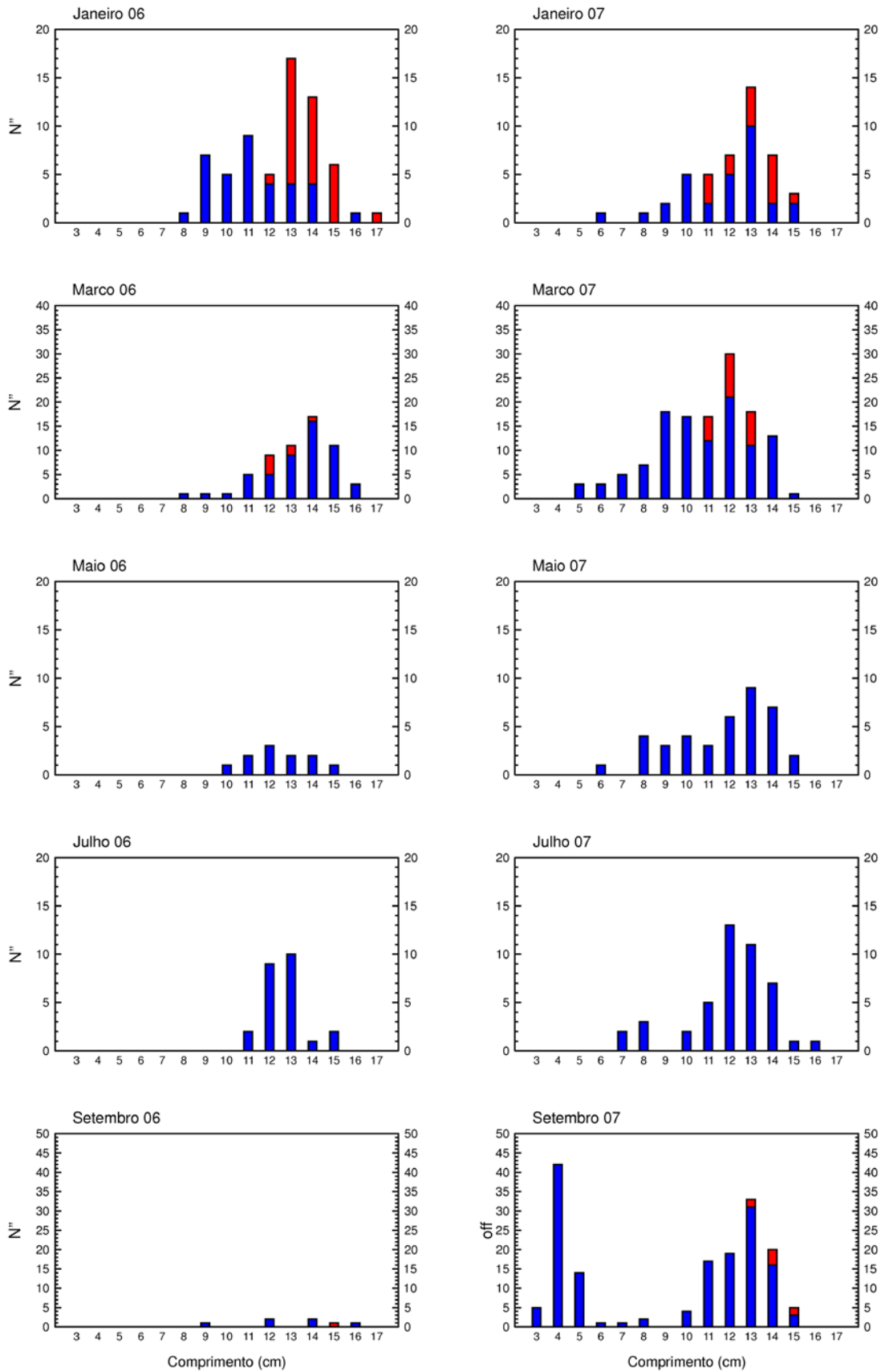


Figura 42 – Distribuição por classes de comprimento dos exemplares de lampreia-de-riacho capturados aquando das pescas eléctricas (fase de amocete ■ e macroftalmia ■).

A observação de actividade reprodutora nos indivíduos mantidos em cativeiro, poucos meses após a ocorrência do processo de metamorfose, veio confirmar que, neste lote específico, estamos perante exemplares de lampreia-de-riacho. Após a sua morte (que ocorreu poucas semanas após o fim da reprodução) alguns exemplares foram dissecados em laboratório para observação do desenvolvimento das gónadas e confirmação do estado adulto.

A caracterização genética desta população e a sua comparação com outras populações portuguesas e europeias, tanto de lampreia-de-riacho como de lampreia-de-rio, não evidenciou, até ao momento, diferenças genéticas significativas entre as duas espécies. A informação resultante foi submetida recentemente sob a forma de artigo científico (Pereira *et al.*).

5.3. CARACTERIZAÇÃO GENÉTICA DE LAMPREIA-MARINHA

Durante as épocas de migração para reprodução em estudo, foram recolhidas amostras (um pedaço de barbatana dorsal conservado em álcool) de adultos e juvenis, sempre que possível, para caracterização genética das populações de lampreia-ma-

rinha presentes nas bacias portuguesas e na Europa Ocidental. Foram analisadas as populações que frequentam os rios Minho, Lima, Cávado, Vouga, Mondego, Tejo e Guadiana em Portugal, e os rios Loire e Reno na Europa Ocidental.

Como se pode observar pela tabela 4, os dados biométricos dos exemplares amostrados nas diferentes bacias hidrográficas (comprimento total, peso e factor de condição de Fulton) são semelhantes. As maiores diferenças foram observadas quanto à relação entre machos e fêmeas, no entanto, dado o reduzido número de exemplares amostrado, este valor será pouco representativo.

No que se refere à distribuição geográfica dos haplótipos, os dados estão ainda a ser tratados, mas a evidência já disponível aponta para ausência de diferenciação entre as bacias estudadas, do Reno ao Guadiana. A confirmarem-se estes resultados preliminares, conclui-se que não existem stocks de lampreia-marinha de bacias particulares nem em Portugal nem na Europa ocidental. Esta conclusão confirma os estudos anteriores de colegas espanhóis que tinham constatado ausência de diferenciação populacional entre as bacias do Minho e do Celta (Rodríguez-Muñoz *et al.*, 2004).

Tabela 4 – Valores médios de comprimento (cm), peso (g), factor de condição de Fulton ($100 \times \text{Peso} / \text{Comprimento}^3$) e relação machos/fêmeas dos exemplares de lampreia-marinha observados nas bacias hidrográficas portuguesas.

RIO	COMPRIMENTO	PESO	FC	RELACAO M/F	N
Douro	81,4	1077,9	0,21	2	10
Mondego	80,9	991,7	0,19	-	6
Cavado	83,4	1097,6	0,19	0,8	15
Lima	86,2	1332,8	0,22	0,5	29
Minho	86,7	1246,7	0,19	-	17

Está igualmente de acordo com a falta de *homing* que se tem observado nesta espécie, o que significa que as lampreias não vão sistematicamente desovar ao rio onde nasceram.

Estamos, assim, perante um único stock de lampreia-marinha, que se move no Atlântico nordeste e entra, aparentemente, de forma aleatória, nos estuários da área. Nestas condições, pode suspeitar-se que parte das pescarias portuguesas possam estar a ser suportadas por animais que se desenvolveram noutras bacias hidrográficas e que entram acidentalmente nos nossos rios. Só um estudo das populações de larvas de cada bacia e uma avaliação dos adultos que migram para cada rio permitirá esclarecer até que ponto Portugal contribui com um número de recrutas suficiente para compensar os reprodutores capturados, ou se, pelo contrário, somos “parasitários” relativamente a outros países europeus.

5.4. MONITORIZAÇÃO POR TELEMETRIA DE LAMPREIA-MARINHA

A localização da sub-bacia do rio Sousa, a jusante da barragem de Crestuma-Lever, torna este afluente naturalmente acessível aos peixes migradores, pelo menos nos primeiros quilómetros que antecedem o primeiro obstáculo. No entanto, a presença de um número elevado de pequenos obstáculos com dimensões variáveis (Tabela 5), e em diferentes estados de conservação, dificultam consideravelmente a progressão para montante de toda a comunidade íctica, em especial durante os períodos de baixo caudal, período em que o desnível entre montante e jusante é superior (Tabela 5).

A figura 43 representa o troço terminal desta sub-bacia, área limitada a jusante pela foz do rio Sousa e a montante por obstáculos que se revelaram intransponíveis para os indivíduos monitorizados.

Tabela 5 – Características dos obstáculos inventariados no troço inferior dos rios Sousa e Ferreira.

N	TIPO OBSTACULO	PERFIL	COMPRIMENTO RAMPA-DESNIVEL	USO	FACILIDADE TRANSPOSICAO PARA MONTANTE
S1	Artificial (acude)	Rampa	12m / 3,2m	Abastecimento (desactivado)	Impossivel
S2	Artificial (acude)	Vertical	- / 1,5m	Moinho (desactivado)	Variavel
S3	Artificial (acude)	Vertical (semi-destruido)	- / 0,9m	Moinho (desactivado)	Variavel
S4	Natural (pedras)	(semi-destruido)	- / -	-	Facil
S5	Artificial (acude)	Rampa (semi-destruido)	2,2m / 0,6m	Moinho (desactivado)	Difícil
S6	Artificial (acude)	Rampa	6,5m / 1,7m	Regadio	Impossivel
S7	Artificial (acude)	Rampa	7,5m / 2m	Regadio	Impossivel
F1	Artificial (acude)	Vertical	- / 0,5m	Recreativo	Variavel
F2	Natural (pedras)	Rampa (semi-destruido)	2m / 0,7m	Regadio	Difícil
F3	Artificial (acude)	Vertical (semi-destruido)	- / 0,5m	Regadio	Variavel

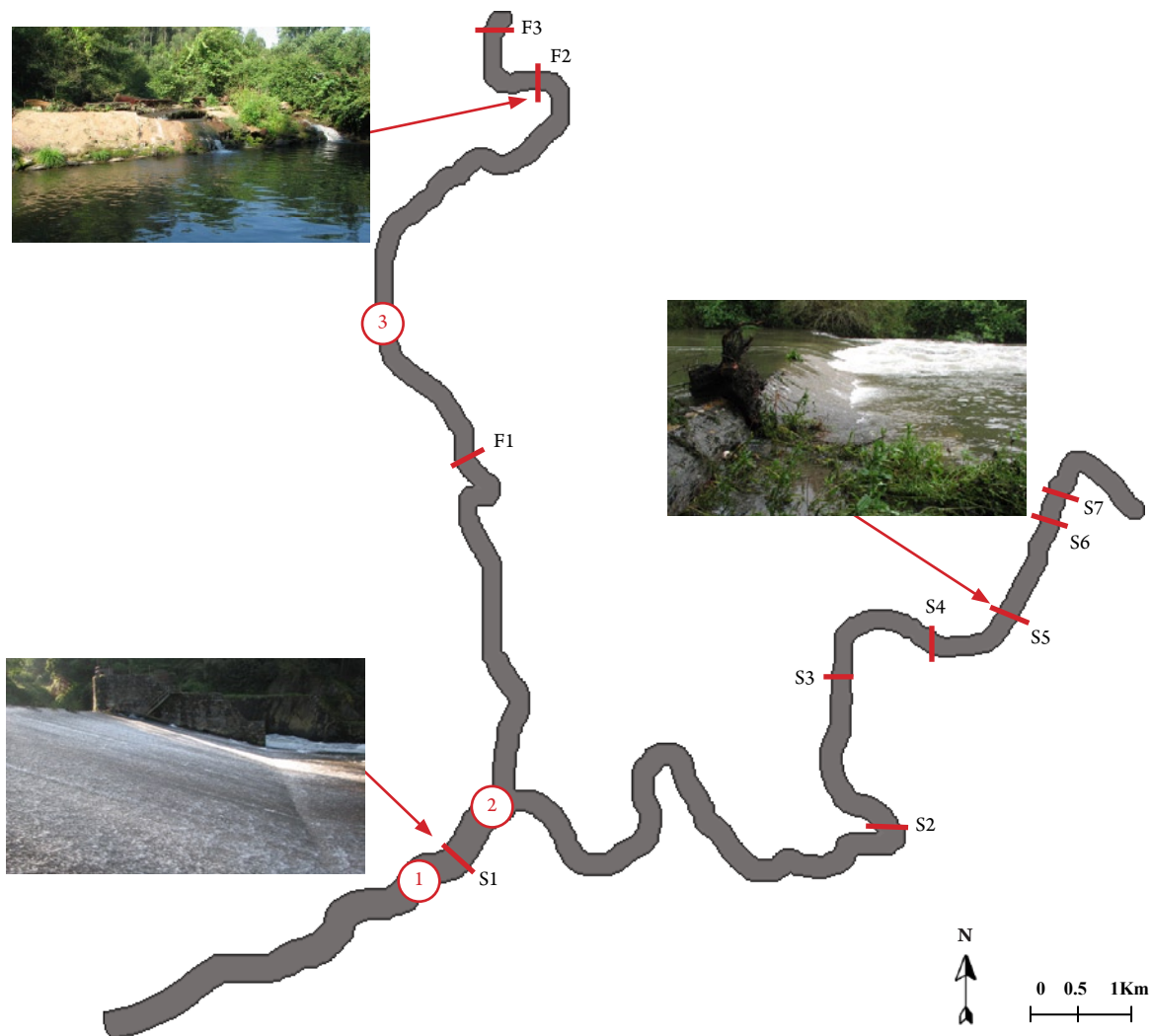


Figura 43 – Troço terminal da sub-bacia do Sousa; últimos 10 e 6 quilómetros respectivamente nos rios Sousa e Ferreira. Localização dos obstáculos inventariados no troço considerado e dos locais de libertação dos exemplares monitorizados.

- ① Local de libertação a jusante do obstáculo S1, no rio Soura;
- ② Local libertação junto à confluência do rio Ferreira no rio Sousa;
- ③ Local libertação a montante do obstáculo F1, no rio Ferreira;
- Localização dos principais obstáculos inventariados no troço em monitorização.

O grau de dificuldade de transposição dos obstáculos inventariados, referenciado na tabela 5, tem como base a maior ou menor dificuldade que os indivíduos monitorizados tiveram em transpor estes obstáculos. Relativamente aos valores de desnível apresentados, estes referem-se a períodos de estio (isto é de menor caudal e consequentemente maior desnível).

Durante a época de migração 2007/08 foram adquiridas quinze lampreias-marinhas adultas, capturadas por pescadores profissionais no estuário do Douro aquando da sua migração para reprodução. Nestes exemplares foi implantado, cirurgicamente, um pequeno emissor rádio interno (150 MHz A.T.S. Inc., com peso total inferior a 2% do peso corporal) para posterior monitorização por telemetria.

A utilização de 15 exemplares marcados permitiu formar três conjuntos de indivíduos. Tendo em consideração as características anteriormente enunciadas, estes foram libertados a jusante do obstáculo S1, no rio Sousa (1), a montante deste obstáculo, junto à confluência do rio Ferreira com o rio Sousa (2) e a montante do obstáculo F1, no rio Ferreira (3).

Sob efeito de anestesia, foi realizada uma pequena incisão na zona anterior da região abdominal, através da qual foi inserido o emissor. Seguidamente a incisão foi suturada, com dois a quatro pontos, utilizando um fio de sutura esterilizado (Figura 44).

Adicionalmente, foram recolhidos os dados biométricos (comprimento-cm; peso-g) e uma pequena amostra da barbatana dorsal para caracterização genética, sempre que possível era ainda determinado o sexo dos indivíduos.

Todas as operações foram realizadas com a maior celeridade e tentando reduzir ao mínimo o *stress* resultante do manuseamento dos indivíduos. Todas as operações ocorreram junto ao local de libertação, e após recuperação os indivíduos foram libertados em locais previamente seleccionados na bacia do rio Sousa.

Após a implantação dos emissores (que decorreu entre os dias 9 e 14 de Abril de 2008), o acompanhamento e posicionamento dos indivíduos portadores de emissores foi realizado diariamente, utilizando para tal um receptor rádio com antena externa (R4000 A.T.S. Inc.; Figura 45). No primeiro mês, sempre que possível, foi registado o posicionamento dos indivíduos duas vezes ao dia (de manhã e ao entardecer). Nos meses seguintes, o posicionamento passou a ser de uma vez ao dia (sempre que possível de manhã).



Figura 44 – Procedimento cirúrgico para implantação de um emissor rádio interno numa lampreia-marinha adulta (A a D), exemplo de um emissor (E).



Figura 45 – Posicionamento, utilizando um receptor rádio com antena externa, dos indivíduos portadores de emissores.

O período de monitorização dos indivíduos marcados esteve condicionado ao período de vida da bateria do emissor (duração variável entre dois a

quatro meses), assim o tempo total de monitorização dos indivíduos variou entre 1 e 100 dias (Tabela 6).

Tabela 6 – Dados biométricos das lampreias monitorizadas, posições e períodos de monitorização.

* Sinal activo no último dia de monitorização (18/07/08);

** Perda do sinal num curto período de tempo após implantação do emissor.

EMISSOR	COMPRIMENTO (cm)	PESO (g)	LOCAL LIBERTACAO	PERIODO (dias) MONITORIZACAO	POSICAO MAIS A MONTANTE
LM1	88	934	1	2**	-
LM2	76	902	1	100*	S1
LM3	83	1168	1	52	S1
LM4	78	932	2	54	Local libertacao
LM5	89	1425	2	49	Local libertacao
LM6	81	1005	2	100*	Entre S1 e S2
LM7	91	1659	2	53	Jusante S4
LM8	96	1760	2	55	Entre S1 e S2
LM9	90	1599	2	41	Entre S1 e S2
LM10	75	916	3	95*	Jusante F2
LM11	83	1121	3	95*	Entre F1 e F2
LM12	92	1348	3	1**	-
LM13	85	1253	2	46	Entre S4 e S5
LM14	84	1304	2	43	Entre S4 e S5
LM15	87	1214	3	50	Entre S1 e S2

Após implantação do emissor rádio, os indivíduos foram libertados em três pontos pré-seleccionados na bacia do rio Sousa. Na selecção dos locais de libertação, foram consideradas as características do habitat aquático (em especial a existência de áreas próximas adequadas à reprodução e desenvolvimento dos primeiros estádios larvares) mas também a localização de obstáculos possivelmente limitantes à migração ascendente. Assim sendo, foram libertados três exemplares no local de libertação 1; oito exemplares no local de libertação 2 e quatro exemplares no local de libertação 3.

Uma vez o sinal detectado, e recorrendo à diminuição da sua intensidade, conseguia-se obter uma precisão de posicionamento de cerca de 10 metros.

Dos quinze indivíduos inicialmente marcados, treze foram considerados para caracterização dos movimentos, os restantes dois exemplares foram seguidos durante curtos períodos de tempo:

a) o exemplar com o emissor LM1 (libertado no ponto 1) movimentou-se para jusante e, dois dias após a sua libertação, foi posicionado pela última vez junto à confluência do rio Sousa com o rio Douro;

b) o exemplar com o emissor LM12 (libertado no ponto 3), um dia após a sua libertação não foi localizado dentro da área monitorizada (limitada a jusante pela confluência do rio Sousa com o rio Douro e a montante por obstáculos que se revelaram intransponíveis para outros indivíduos).

Os treze indivíduos considerados para caracterização dos movimentos foram seguidos por períodos entre 40 a 100 dias, tendo-se verificado que:

a) as maiores deslocações ocorreram essencialmente durante curtos períodos de tempo, coincidindo com importantes aumentos de caudal, consequência de períodos de intensa pluviosidade;

b) excluindo movimentações nas primeiras horas após libertação, os movimentos foram essencialmente nocturnos;

c) uma fracção importante dos obstáculos inventariados revelaram-se transponíveis durante períodos de aumento de caudal, no entanto, os obstáculos S1 e S5, no rio Sousa e F2, no rio Ferreira, revelaram-se limitantes à progressão, para montante, das lampreias monitorizadas;

d) apesar de não se ter conseguido observar nem confirmar a ocorrência de actividade reprodutora, a observação dos padrões de movimentos apresentados pelos indivíduos mais activos, nomeadamente grandes deslocações em direcção montante (coincidentes com períodos de elevado caudal e transposição de alguns obstáculos), e posteriormente grandes deslocações em direcção jusante (tendo-se inclusivé seguido alguns dos indivíduos até ao rio Douro), representam padrões de movimentos característicos de espécies migradoras num período pré e pós-reprodução, respectivamente.

5.4.1. Parâmetros abióticos

O período de estudo abrangeu os meses de Abril a Julho de um ano hidrológico moderado, cujo valor total de precipitação entre Outubro de 2007 e Setembro de 2008 (representando um ano hidrológico) não ultrapassou os 750 mm anuais (Figura 46).

Nos últimos dez anos apenas os períodos 1997/98 e 2000/01 se revelaram anos excepcionalmente chuvosos, em que se registaram valores de precipitação anuais superiores a 2000 mm. Os últimos cinco anos foram anos hidrológicos de um modo

geral moderados, que apresentaram alguma variabilidade mensal de precipitação (Figura 46). Os valores diários de precipitação e temperatura registados durante o período de monitorização estão representados na figura 47.

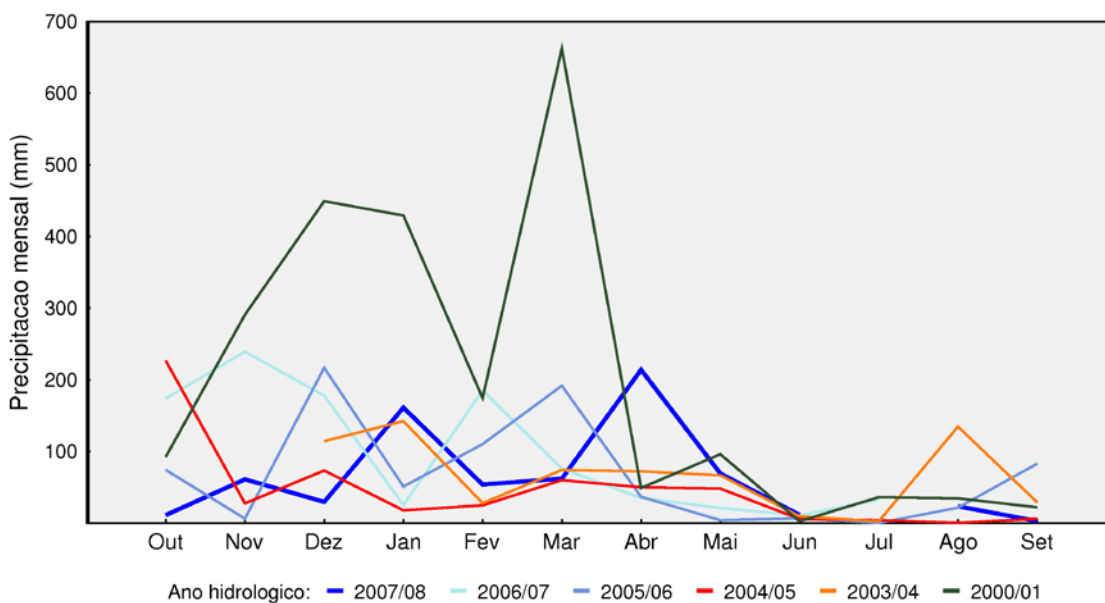


Figura 46 – Precipitação mensal para 6 dos últimos 8 anos hidrológicos (SNIRH, 2008).

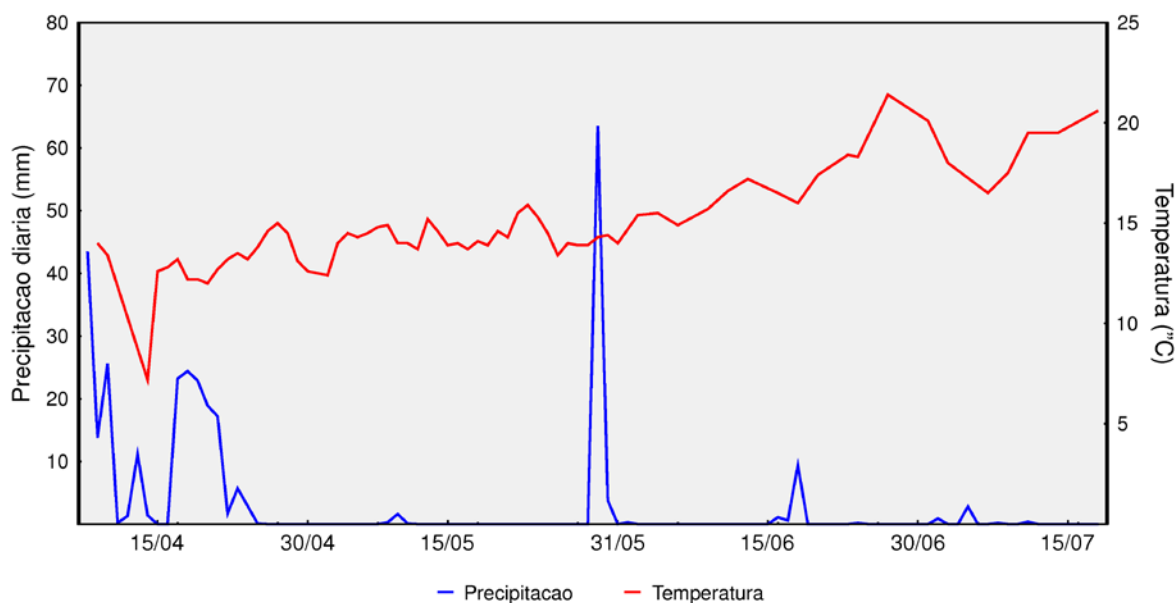


Figura 47 – Valores de precipitação (SNIRH, 2008) e temperatura diários estimados para o período de monitorização.

5.4.2. Local libertação 1

Após libertação dos indivíduos no ponto 1, todos efectuaram pequenas deslocações para jusante. Dois deles, após um curto período de tempo, e coincidindo com ocorrência de chuvas e aumento de caudal, movimentaram-se ligeiramente para montante, até à zona imediatamente a jusante do obstáculo S1, local onde permaneceram durante

quase todo o período de monitorização (nomeadamente os exemplares LM2 e LM3).

Um terceiro exemplar (LM1, referido anteriormente) deslocou-se continuamente para jusante, tendo sido detectado pela última vez junto à confluência com o rio Douro (Figura 48a). A utilização de emissores de rádio (que funcionam apenas em água doce) não permitiu o seguimento deste indivíduo em meio salobro.

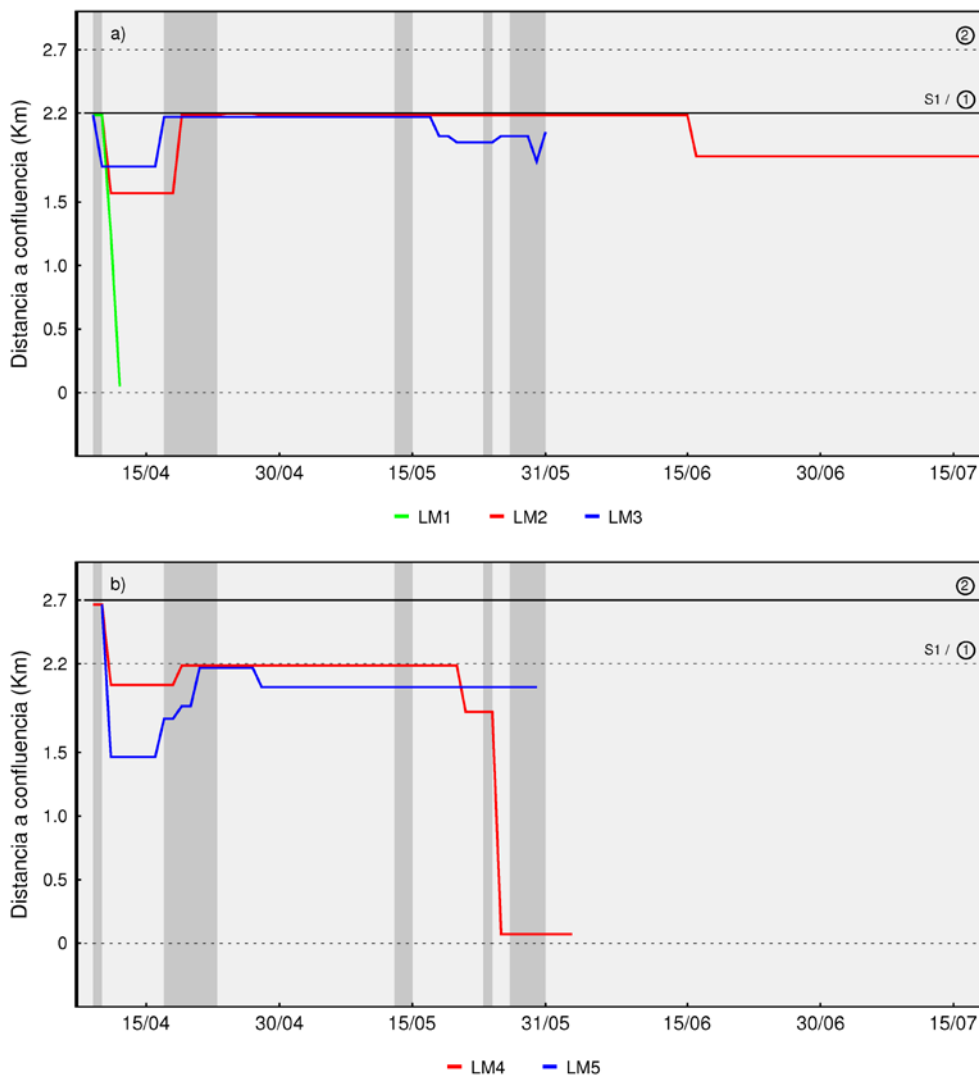


Figura 48 – Padrão de movimentos efectuados pelos indivíduos LM-1, LM-2, LM-3, LM-4 e LM-5.

Linha preta contínua representa local de libertação; linhas pretas a tracejado representam localizações relevantes, nomeadamente açudes e zonas de confluência (nomeadamente entre rio Ferreira e o rio Sousa e entre o rio Sousa e o rio Douro); área a sombreado mais escuro representa períodos de aumento de caudal.

Dois dos oito exemplares libertados no ponto 2 (nomeadamente os indivíduos LM4 e LM5) efectuaram igualmente deslocações para jusante nas primeiras horas após a sua libertação (Figura 48b), transpondo o obstáculo S1 para jusante. À semelhança dos indivíduos LM2 e LM3, num período de aumento de caudal movimentaram-se para junto do obstáculo S1, permanecendo a jusante deste obstáculo durante a maior parte do período de monitorização.

De um modo geral, e apesar da existência de uma passagem lateral (com cerca de 5,5 m de largura) e da rampa do açude apresentar um pequeno fio de água durante períodos de aumento de caudal e sucessivas cheias, este obstáculo revelou-se intransponível e limitante à progressão das lampreias para montante.

5.4.3. Local libertação 2

Dos exemplares libertados no ponto 2 os indivíduos LM7, LM13 e LM14 foram os que apresentaram uma maior mobilidade, tendo percorrido, nos dias seguintes à sua libertação, em sentido montante, distâncias entre 5 a 6 km, num curto período de tempo (entre 3 a 9 dias) (Figura 49). As maiores deslocações para montante ocorreram nos dias seguintes à libertação dos indivíduos e foram igualmente coincidentes com períodos de chuva e consequente aumento de caudal, o que permitiu a transposição de obstáculos que apresentaram menores dificuldades de transposição (nomeadamente os obstáculos S2, S3 e S4), por parte de algumas das lampreias monitorizadas.

No fim do mês de Maio, as lampreias LM7 e LM13 efectuaram pequenas deslocações para montante, igualmente durante períodos de chuva e aumento de caudal, permanecendo em posições próximas, a jusante do obstáculo S5, durante um curto período de tempo. Após este período iniciaram grandes deslocações para jusante. Três dias após o início da movimentação, a lampreia LM13 atingiu o rio Douro, tendo percorrido uma distância de cerca de 8 km (percorrendo distâncias entre 1 a 4 km por dia). A lampreia LM7, após uma deslocação inicial de cerca de 2 km para jusante foi posicionada durante alguns dias próximo da localização da lampreia LM15 (Figura 50), após este período deixou de se detectar ambos os indivíduos, provavelmente resultado da perda de bateria do emissor, uma vez que nos dias anteriores à perda do sinal este tinha diminuído de intensidade.

Os restantes três indivíduos libertados no ponto 2 (nomeadamente LM6, LM8, LM9) efectuaram deslocações menores, também em sentido montante, permanecendo no troço compreendido entre o local de libertação e o obstáculo S2 durante a maior parte do período de monitorização (Figura 49). Um comportamento semelhante foi observado pela lampreia LM15, que após a sua libertação no rio Ferreira, efectuou as primeiras movimentações em sentido jusante, e uma vez atingido o rio Sousa, deslocou-se para montante, permanecendo neste troço do rio durante o restante período de monitorização (Figura 50).

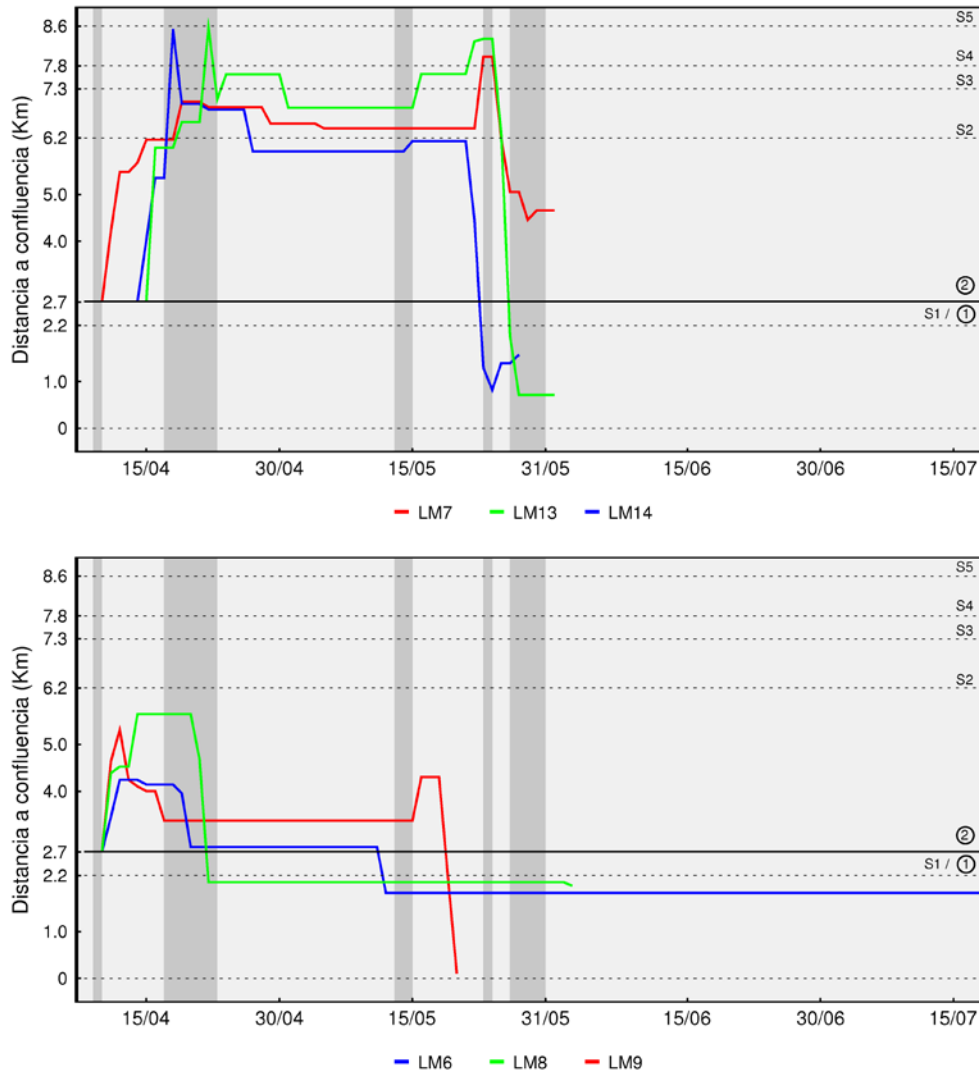


Figura 49 – Padrão de movimentos efectuados por seis das lampreias libertadas no ponto 2 (rio Sousa).

Linha preta contínua representa local de libertação; linhas pretas a tracejado representam localizações relevantes, nomeadamente açudes e zonas de confluência (nomeadamente entre rio Ferreira e o rio Sousa e entre o rio Sousa e o rio Douro); área a sombreado mais escuro representa períodos de aumento de caudal.

5.4.4. Local libertação 3

Dos quatro indivíduos libertados junto ao ponto 3, no rio Ferreira (Figura 50), como referido anteriormente, um dos exemplares (LM12) foi monitorizado até cerca de 500 m a jusante do local de libertação (deslocação efectuada no dia de marcação e libertação), não se tendo detectado, nos dias posteriores, sinal de presença dentro da área monitorizada.

Um segundo exemplar (LM15), como referido anteriormente, movimentou-se para jusante e após entrar no rio Sousa (5 dias após libertação) movimentou-se para montante, permanecendo neste troço do rio durante quase todo o período de monitorização (Figura 50, linha verde tracejada).

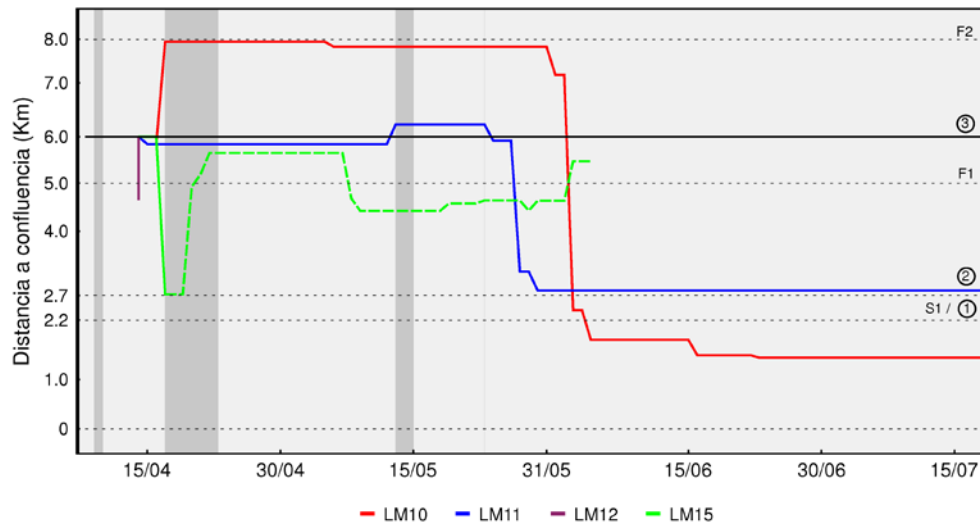


Figura 50 – Padrão de movimentos efectuados pelas quatro lampreias libertadas no ponto 3 (rio Ferreira).

Linha preta contínua representa local de libertação; linhas pretas a tracejado representam localizações relevantes, nomeadamente açudes e zonas de confluência (nomeadamente entre rio Ferreira e o rio Sousa e entre o rio Sousa e o rio Douro); área a sombreado representa períodos de aumento de caudal. Parte da movimentação do indivíduo representado pela cor azul claro ocorreu no rio Ferreira (contínua) e parte no rio Sousa (tracejado).

Os dois indivíduos restantes (nomeadamente LM10 e LM11) permaneceram no rio Ferreira durante o período de monitorização considerado. Enquanto que um dos exemplares permaneceu junto ao local de libertação, o outro efectuou uma

grande deslocação para montante, percorrendo cerca de 2 km em menos de 24 horas, alcançando a zona do obstáculo F2, local onde permaneceu durante o restante período de tempo.

5.5. REPRODUÇÃO E DESENVOLVIMENTO LARVAR EM CATIVEIRO.

5.5.1. Lampreia-marinha

Para a realização de reprodução artificial com sucesso, isto é fertilização artificial dos ovos de lampreia em cativeiro, foi indispensável a utilização de progenitores num estágio de maturação sexual avançado, de preferência quando os caracteres sexuais secundários se tornam perceptíveis. Idealmente, os reprodutores são capturados próximo dos locais de desova.

Apesar da possibilidade de obtenção de adultos reprodutores provenientes da bacia hidrográfica do rio Douro, estes indivíduos encontram-se, de um modo geral, sexualmente imaturos. A reduzida área naturalmente acessível à progressão desta espécie nesta bacia hidrográfica faz com que os indivíduos sejam capturados em meio estuarino, no início da sua migração para reprodução. Por conseguinte, os progenitores utilizados para reprodução

artificial tiveram origem em bacias geograficamente próximas. A ausência de diferenciação genética entre indivíduos que procuram as bacias hidrográficas portuguesas, e não só, possibilitou a utilização de indivíduos de bacias hidrográficas próximas, uma vez que estamos na presença de um único stock de lampreia-marinha, que se move no Atlântico nordeste.

Após um pequeno período de adaptação ao cativeiro, os indivíduos foram manuseados para recolha dos produtos sexuais, seguida de fertilização externa e incubação (Figura 51). Este processo repetiu-se em três épocas de reprodução consecutivas, nomeadamente 2005/06, 2006/07 e 2007/08. Foi utilizado um a dois casais por ensaio, tendo-se observado pequenas diferenças entre os três ensaios (Tabela 7). A reduzida informação disponível relativa ao desenvolvimento larvar desta espécie em cativeiro associada às limitações em cativeiro, conduziu a pequenos ajustes ao longo das três épocas de reprodução.

Tabela 7 – Taxas de eclosão, períodos de incubação, e outras informações relativas à reprodução em cativeiro.

EPOCA REPRODUCAO	TOTAL OVOS POR FEMEA	TAXA ECLOSAO (%)	PERIODO INCUBACAO (dias)	TEMPERATURA AQUARIO (°C)
2005-06	12 000	35,0	8	19
2006-07	50 000	7,4	11	18
2007-08	200 000	46,7	12	17

As condições de manutenção nos aquários durante as diferentes fases de desenvolvimento foram sendo aperfeiçoadas ao longo dos vários ensaios realizados. Diferentes tipos de incubadoras, maior controle dos parâmetros abióticos, diferentes tipos de substrato, alterações na alimentação artificial, foram sendo considerados.

Os resultados apresentados na tabela reflectem, em parte, o carácter experimental dos ensaios realizados, mas também as dificuldades observadas durante todo processo (nomeadamente na obtenção de indivíduos sexualmente maduros e no controlo de determinados factores em cativeiro, como por exemplo a temperatura). Apesar das limitações apresentadas, foram obtidos resultados positivos e taxas de eclosão e desenvolvimento larvar relevantes.

O acompanhamento do desenvolvimento

embrionário e larvar permitiu constatar que os diferentes estádios de desenvolvimento observados (Figura 52) ocorreram dentro dos períodos previstos (Piavis, 1971).

Após a reabsorção da vesícula vitelina, as larvas eram colocadas em aquários com 5 a 10 cm de espessura de substrato (maioritariamente sedimentos finos, areia proveniente dos rios Inha e/ou Sousa ou, em alternativa, areia comercial), de forma a permitir que estas se enterrassem. A partir do momento em que todas as larvas se encontravam enterradas, iniciou-se a alimentação externa. O sistema de circulação da água foi adaptado de modo a criar um fluxo unidireccional que permitisse a distribuição do alimento junto ao substrato em condições próximas das do meio. Na alimentação larvar, optou-se pela utilização, em simultâneo de leveduras (*Saccharomyces cerviciae*) com culturas de microalgas, em concentrações variáveis.



Figura 51– Recolha de ovos de lampreia-marinha, distribuição por maternidades e diferentes tipos de maternidades utilizadas.

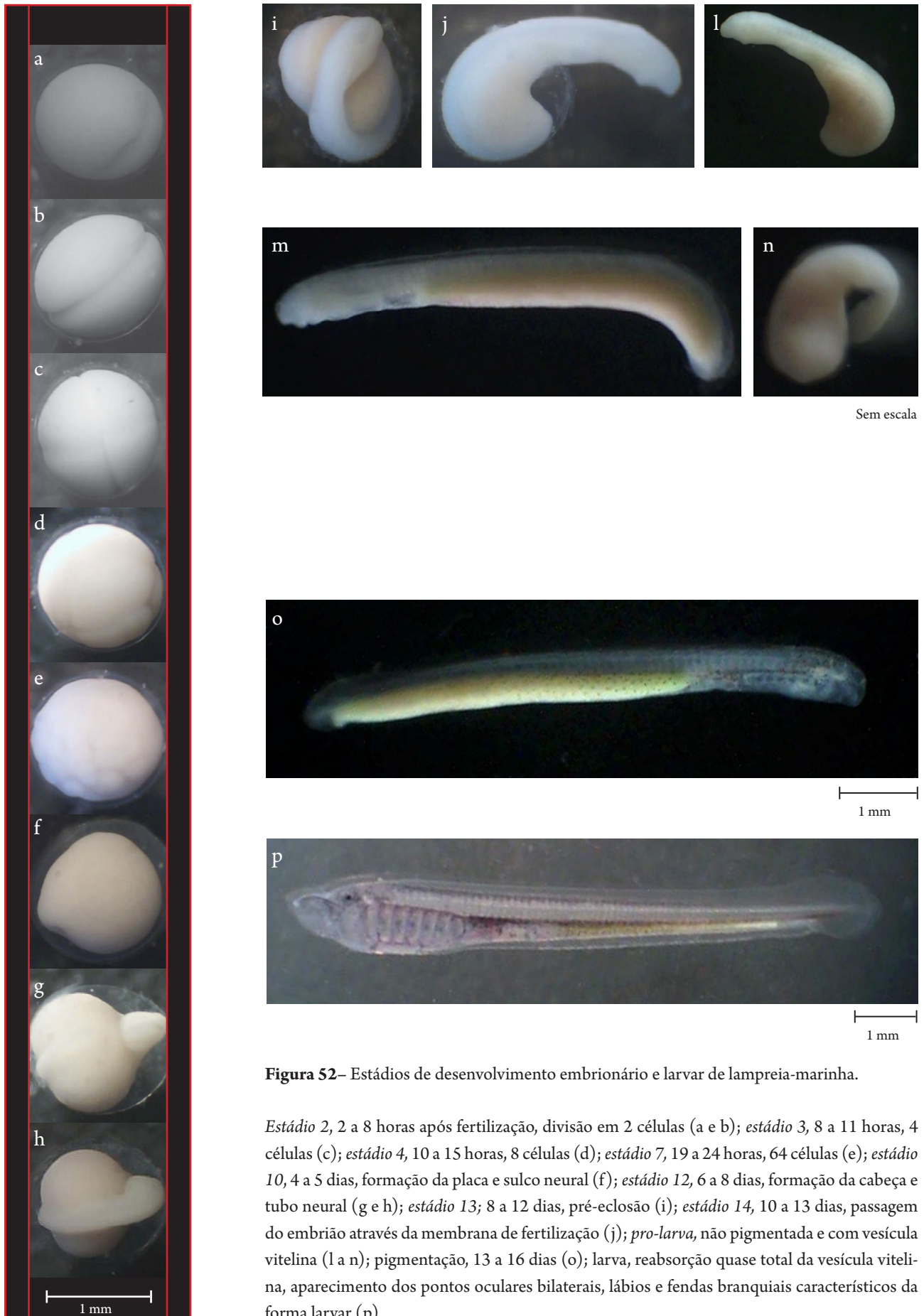


Figura 52– Estádios de desenvolvimento embrionário e larvar de lampreia-marinha.

Estádio 2, 2 a 8 horas após fertilização, divisão em 2 células (a e b); *estádio 3*, 8 a 11 horas, 4 células (c); *estádio 4*, 10 a 15 horas, 8 células (d); *estádio 7*, 19 a 24 horas, 64 células (e); *estádio 10*, 4 a 5 dias, formação da placa e sulco neural (f); *estádio 12*, 6 a 8 dias, formação da cabeça e tubo neural (g e h); *estádio 13*; 8 a 12 dias, pré-eclosão (i); *estádio 14*, 10 a 13 dias, passagem do embrião através da membrana de fertilização (j); *pro-larva*, não pigmentada e com vesícula vitelina (l a n); pigmentação, 13 a 16 dias (o); larva, reabsorção quase total da vesícula vitelina, aparecimento dos pontos oculares bilaterais, lábios e fendas branquiais característicos da forma larvar (p).

O alimento, inicialmente fornecido com uma periodicidade bi-semanal passou, numa fase posterior, a ser adicionado a cada dois dias.

Nos dois primeiros ensaios, nomeadamente nas épocas de reprodução de 2005/06 e 2006/07, o crescimento das larvas foi monitorizado de dois em dois dias durante o primeiro mês e mais espaçadamente nos meses seguintes, evitando assim o manuseamento das larvas.

No primeiro ano de monitorização do desenvolvimento larvar, conseguiu-se manter larvas em cativeiro durante cerca de mês e meio, altura a partir da qual as temperaturas elevadas observadas

poderão ter condicionado a sua sobrevivência. Após uma fase inicial de crescimento regular, independentemente do tipo de alimentação utilizado, observou-se uma redução nos tamanhos registados (Figura 53).

No segundo ano de monitorização, foi possível manter em cativeiro larvas por períodos mais longos. Um ano após a eclosão ainda se mantinham em cativeiro alguns indivíduos. Durante este período, foi possível seguir o crescimento larvar, no entanto este crescimento foi inferior ao observado em meio natural para indivíduos do ano (Quintella, 2003).

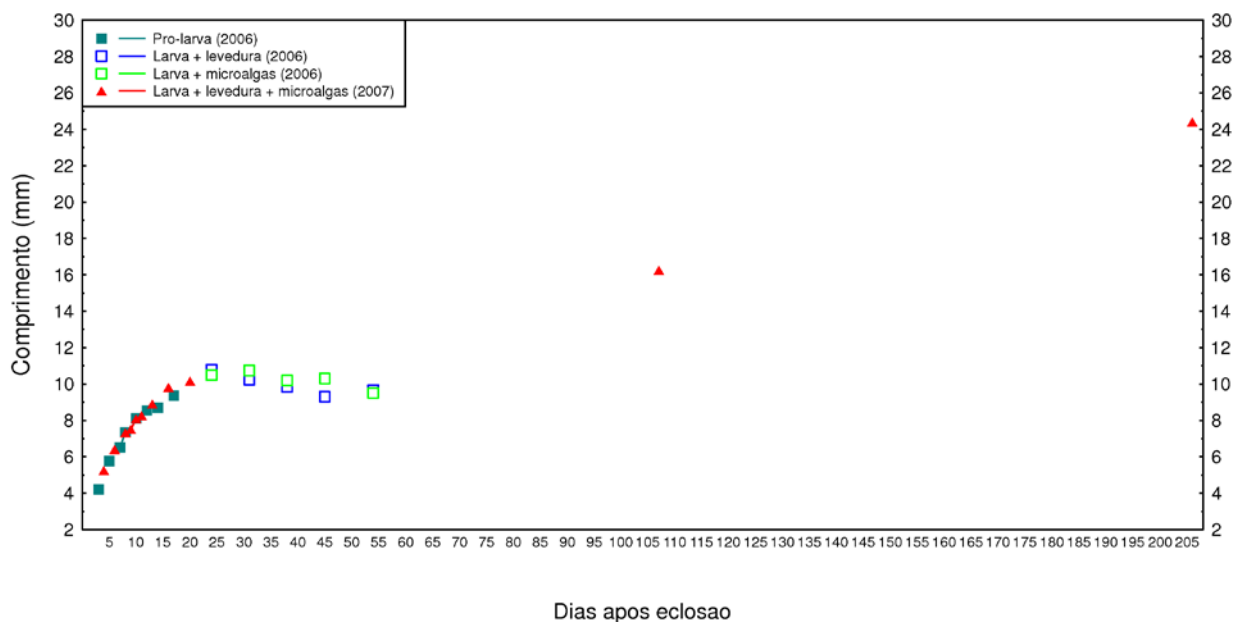


Figura 53– Crescimento larvar durante os dois períodos de monitorização (2006 e 2007) e para os diferentes tipos de alimentação utilizado (2006).

5.5.2. Lampreia-de-riacho

Para além da manutenção em cativeiro de indivíduos adultos e larvas de lampreia-marinha, foi também possível a manutenção em cativeiro de alguns exemplares de lampreia-de-riacho, quer na fase larvar (26 amocetes) quer na fase de macroftalmia (juvenil ou adulto, 7 indivíduos).

Estes indivíduos foram mantidos, desde meados do mês de Março de 2006, num aquário com cerca de 80 l de capacidade, com cerca de 5 cm de substrato arenoso, a uma temperatura constante de 17°C e arejamento.

Nos primeiros três meses foram alimentados com cultura de microalgas, duas vezes por semana, no entanto, como não se observou qualquer crescimento, passou-se a uma alimentação diária à base de leveduras (*Saccharomyces cerviciae*). Mensalmente foram recolhidos dados biométricos.

Duas semanas após a sua manutenção em cativeiro (fins do mês de Março), todos as lampreias que se encontravam na fase de macroftalmia iniciaram comportamento reprodutor (construção de ninhos, deposição e fertilização dos ovos). O comportamento reprodutor prolongou-se até meados do mês de Abril. Duas semanas após a diminuição da actividade reprodutora, todos os indivíduos envolvidos nesta actividade morreram.

Uma pequena amostra de ovos foi recolhida do substrato e mantida num pequeno aquário (maternidade) nas mesmas condições dos adultos. O seu desenvolvimento foi registado a cada dois dias. Cerca de um mês após a eclosão, e apesar de se ter iniciado o fornecimento de alimento externo (após a reabsorção da vesícula vitelina) sob a forma

de microalgas, todos os indivíduos morreram.

Os restantes indivíduos, que se encontravam ainda na fase de amocete, foram distribuídos por dois aquários (80 l aproximadamente) e mantidos em condições semelhantes de temperatura e aerificação. Ambos os aquários eram alimentados diariamente com leveduras (*Saccharomyces cerviciae*), sendo mensalmente recolhidos os parâmetros biométricos. Estes indivíduos foram mantidos em cativeiro até Setembro de 2006, altura em que se começou a observar a maturação de alguns, evidenciado pelo aparecimento dos olhos. À semelhança do ano anterior, todos os indivíduos que se metamorfosearam iniciaram comportamento reprodutor no fim do mês de Março, prolongando-se até ao mês de Abril. Ao contrário do ano anterior, não foi possível durante esta época de reprodução recolher ovos fecundados e monitorizar o desenvolvimento larvar.

De um modo geral, os períodos de maturação dos indivíduos mantidos em cativeiro foram coincidentes com os dados registados no meio.

5.6 ENSAIOS PRELIMINARES DE REPOVOAMENTO COM LAMPREIA-MARINHA

A realização de pescas de prospecção no troço inferior do rio Sousa, área naturalmente acessível aos reprodutores de lampreia-marinha que entram anualmente nesta bacia hidrográfica, não detectou a presença de larvas e/ou juvenis desta espécie. Consequentemente, e com o objectivo de contribuir para o recrutamento da espécie, foram realizadas acções de repovoamento/re-introdução de lampreia-marinha em diferentes estádios de desenvolvimento (ovo embrionário e larva), neste afluente.

A selecção do rio Sousa para a realização dos repovoamentos deveu-se à sua estratégica localização, a jusante da barragem de Crestuma-Lever (facilitando, assim, a migração descendente dos possíveis juvenis), mas também por possuir, embora em áreas limitadas, características de habitat próximas das adequadas ao desenvolvimento dos primeiros estádios larvares.

A metodologia utilizada e o local específico para o repovoamento dependeram do estágio de desenvolvimento utilizado.

5.6.1. Ovos embrionados

Na época de reprodução 2006/07, um pequeno lote de ovos recém fecundados, obtidos por reprodução artificial, foi utilizado para repovoamento no rio Sousa.

Para a colocação dos ovos no rio, foram adaptadas caixas de Vibert (pequeno recipiente de plástico, rígido e transparente, medindo 70x63x45 mm, normalmente utilizado para acções de repovoamento com ovos de salmonídeos). A especificidade destas estruturas para ovos de salmonídeos (de maiores dimensões) implicou ligeiras adaptações para a sua utilização com ovos de lampreia-marinha. Estas adaptações passaram pela aplicação de um revestimento externo, para tornar as aberturas menores e impedir a saída dos ovos de lampreia, e pelo preenchimento de parte do interior da caixa com substrato grosseiro, permitindo uma melhor distribuição dos ovos (Figura 54).

Os locais para implantação das caixas Vibert foram seleccionados tendo em consideração as características dos locais de desova natural, isto é, uma zona de cascalho (onde não ocorra colmatção do



Figura 54– Caixas de Vibert adaptadas para receber ovos de lampreia-marinha e repovoamento dos mesmos no rio Sousa.

substrato), de corrente moderada (que permita uma boa oxigenação dos ovos e condições de estabilidade para os alevins) e com zonas de abrigo (para refúgio dos alevins, após a eclosão, quer de predadores quer da corrente).

No local previamente seleccionado, procurou-se simular a construção de um ninho, colocando as caixas Vibert em depressões escavadas no leito do rio, que foram cobertas com pequenas pedras e cascalho. Um total de 30 caixas de Vibert foi distribuído por seis “ninhos” artificiais (Figura 54).

Dois meses após a implantação das caixas de Vibert, estas foram recolhidas para controlo. A presença de larvas vivas, bem como a ausência de uma percentagem importante dos ovos colocados em cada caixa, confirmam a ocorrência de eclosão bem como a dispersão das larvas. No entanto, foi possível observar a deposição de sedimentos finos em torno dos ovos não eclodidos, o que poderá ter contribuído para uma taxa de eclosão inferior à observada em condições ideais.

5.6.2. Larvas

Na época de reprodução 2007/08 optou-se pela manutenção em cativeiro dos ovos artificialmente fecundados, local onde ocorreu a eclosão e onde permaneceram até à completa reabsorção da vesícula vitelina (sensivelmente um mês após a eclosão).

As larvas utilizadas foram transportadas em malas térmicas com capacidade de 30l, permitindo assim a manutenção das condições de temperatura e oxigénio durante a fase de transporte. Antes da libertação, nos locais previamente seleccionados, procedeu-se à aclimação progressiva dos indivíduos ao meio (Figura 55).

Na selecção dos locais para libertação das larvas teve-se em consideração características de habitat propícias ao desenvolvimento larvar. Foram assim seleccionados locais com substrato de granulometria fina (areia, lodo), de profundidade média/baixa, corrente fraca ou mesmo nula (para impedir a dispersão das larvas nesta primeira fase)

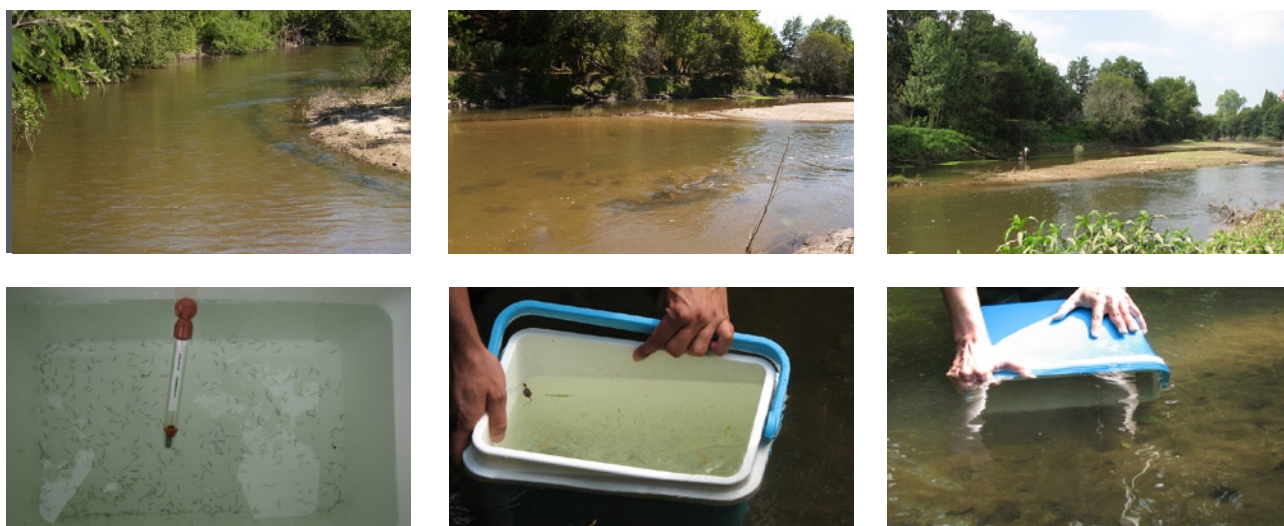


Figura 55– Rio Sousa, repovoamento com larvas de lampreia-marinha.

e com alguns abrigos naturais (que lhes permitisse refugiar numa fase inicial, caso não se enterrassem de imediato).

Num pequeno troço com cerca de 2 km foram seleccionados quatro locais para o repovoamento, tendo-se libertado cerca de 50 000 larvas de lampreia-marinha.

A monitorização deste repovoamento passa pela realização de pescas de prospecção nos locais de libertação e nas zonas imediatamente a jusante. Para evitar *stress* extra dos indivíduos numa fase inicial do desenvolvimento larvar pretende-se realizar pescas de prospecção um ano após a libertação.

5.7. DISPOSITIVOS DE TRANSPOSIÇÃO

A área de estudo tem como principal barreira à progressão dos peixes migradores a barragem de Crestuma-Lever, embora todos os afluentes em estudo também apresentem açudes e outras barreiras que poderão condicionar os movimentos

migratórios dos peixes, como se pôde observar nos rios Sousa e Uima.

No que respeita à barragem de Crestuma-Lever, este empreendimento é do tipo móvel, com uma altura máxima de 25,5 m e capacidade de descarga máxima de 26 000 m³s⁻¹. Localiza-se a cerca de 20 km da foz do Douro e criou uma albufeira a montante com cerca de 44 km de extensão. Está equipada com 3 grupos geradores do tipo bolbo com turbinas Kaplan. Este aproveitamento dispõe ainda de uma eclusa de navegação e de um dispositivo de transposição para peixes do tipo Borland (Figura 56), à semelhança das restantes quatro barragens localizadas do troço nacional do Douro (Carrapatelo, Régua, Valeira e Pocinho).

Este dispositivo força a subida dos peixes através da elevação do nível da água no interior da conduta. Resumidamente, o seu funcionamento consiste em três fases (1) atracção dos peixes de jusante para uma câmara inferior (2) elevação do nível da água para a passagem dos peixes para a câmara superior e (3) abertura da câmara superior para montante.

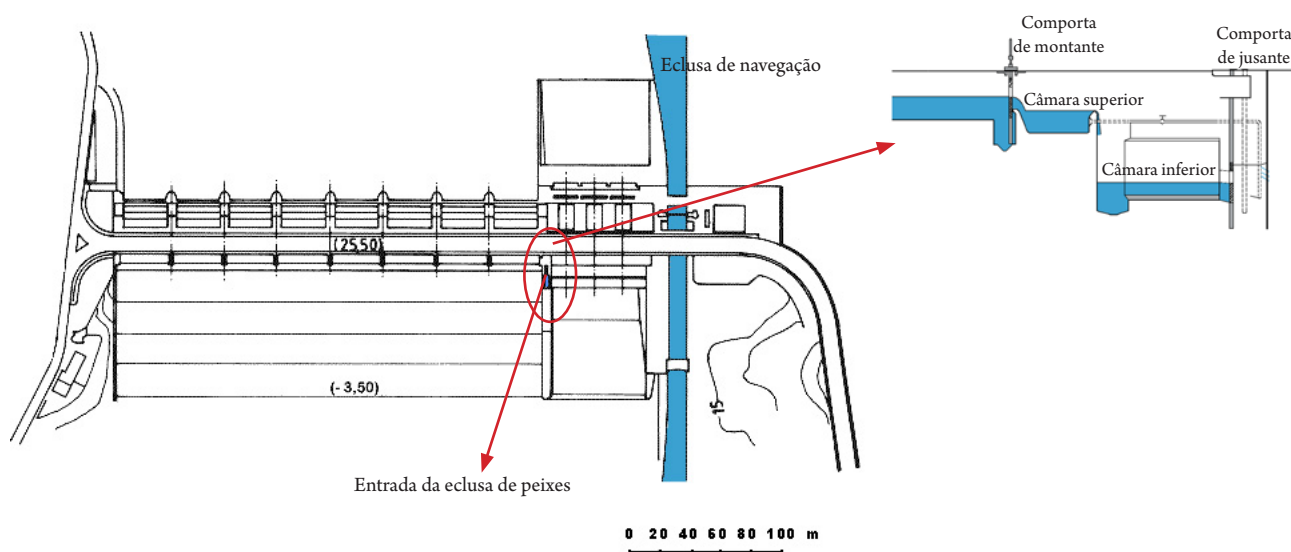


Figura 56– Esquema da barragem de Crestuma-Lever (adaptado de CNPGB, 2006) e pormenor da eclusa de peixes (corte longitudinal).

Estes dispositivos revelaram, no entanto, alguns factores limitantes à sua eficácia, evidenciados pelo estudo desenvolvido por Bochechas (1995), em particular para a eclusa de Crestuma-Lever. O estudo decorreu entre 25 de Outubro de 1994 e 16 de Março de 1995. Durante este período, observou-se uma utilização quase exclusiva da eclusa por mugilídeos (tainhas) e enguias, tendo-se observado em menor escala a passagem de bogas, barbos e achigãs.

A utilização da eclusa pelas enguias foi observada essencialmente nos meses de Outubro e Dezembro, desaparecendo até ao final do estudo e, de um modo geral, ocorreu durante o período nocturno. Estes dados parecem indicar alguma eficácia deste tipo de eclusas para esta espécie, como referido anteriormente apenas indivíduos de maiores dimensões (comprimento superior a 20 cm) utilizaram a eclusa de peixes. O período relativamente extenso em que ocorrem as migrações para montante, entre Abril e Setembro, poderá maximizar as oportunidades de utilização da eclusa, no entanto o comportamento essencialmente nocturno poderá reduzir essas mesmas oportunidades.

As tainhas apresentaram um padrão semelhante, utilizando a eclusa com regularidade até ao final de Novembro, aparecendo depois esporadicamente até Março, altura em que ressurgem em números consideráveis. As suas passagens são sobretudo durante o dia.

Durante o período de estudo, foram recolhidas localmente informações que indicam a captura, ilegal, de um número indeterminado de lampreias marinhas a jusante desta barragem, em especial nos meses de Fevereiro e Março, junto ao canal de fuga da central. Apesar da presença a jusante da

barragem, não foi observada a utilização da eclusa de peixes por esta espécie. Para o mesmo período não houve qualquer registo de capturas de sável ou savelha.

A não passagem de migradores anádromos, essencialmente a lampreia-marinha, poderá indicar que, para estas espécies, o dispositivo de transposição tem uma eficácia muito baixa ou nula, o que é corroborado por Santo (2005), que considera que todos os dispositivos instalados nas cinco barragens localizadas no troço nacional do rio Douro possuem uma baixa atractividade (1, numa escala de 1 a 5) e consequentemente uma baixa potencialidade para serem utilizados por peixes (1, numa escala de 1 a 5).

Nesta eclusa, a baixa atractividade do dispositivo para os peixes é condicionada por factores como o seu posicionamento (fora da influência do caudal turbinado, não permitindo que beneficie do efeito de atracção daquele caudal), a pequena dimensão da entrada (0,75 m de largura e 1,25 m de altura), o caudal de atracção utilizado (reduzido, representando uma percentagem pequena dos caudais em competição) e as condições hidráulicas da zona (nomeadamente a limitação de um mínimo de água a jusante de 0,2 m para que se inicie o funcionamento da eclusa) (Bochechas, 1995).

Para além da eclusa de peixes, as cinco barragens referidas anteriormente foram também munidas com eclusas de navegação, de modo a permitir a navegabilidade no rio Douro. As elevadas dimensões destas eclusas, quando comparadas com as eclusas de transposição para peixes e, consequentemente, o maior volume de água envolvido por eclusagem, poderão tornar estes sistemas mais “atractivos” para os peixes.

No caso particular de Crestuma-Lever a entrada da eclusa tem cerca de 12 m de largura e uma altura variável entre 3,5 e 14 m, respectivamente para a cota mínima e máxima navegável. Por outro lado, e como se pode observar pela figura 58, tem-se verificado um aumento considerável no número de eclusagens para navegação, em resposta à expansão dos sectores industrial e turístico, que tiram partido do troço principal do rio Douro.

Para o ano de 2005, entre os meses de Abril

e Agosto, foram registadas entre 300 e 500 eclusagens mensais, respectivamente nas barragens de Carrapatelo e de Crestuma-Lever, ou seja, em média 10 a 16 eclusagens por dia. Já os ciclos das eclusas de peixes foram bastante inferiores, com um máximo de 27 eclusagens em Julho em Crestuma-Lever, e não ultrapassando as 13 em Agosto em Carrapatelo (Figura 57). Isto significa que se efectuou em média menos de uma eclusagem por dia, o que torna este dispositivo muito pouco eficaz, se comparado com a eclusa de navegação.

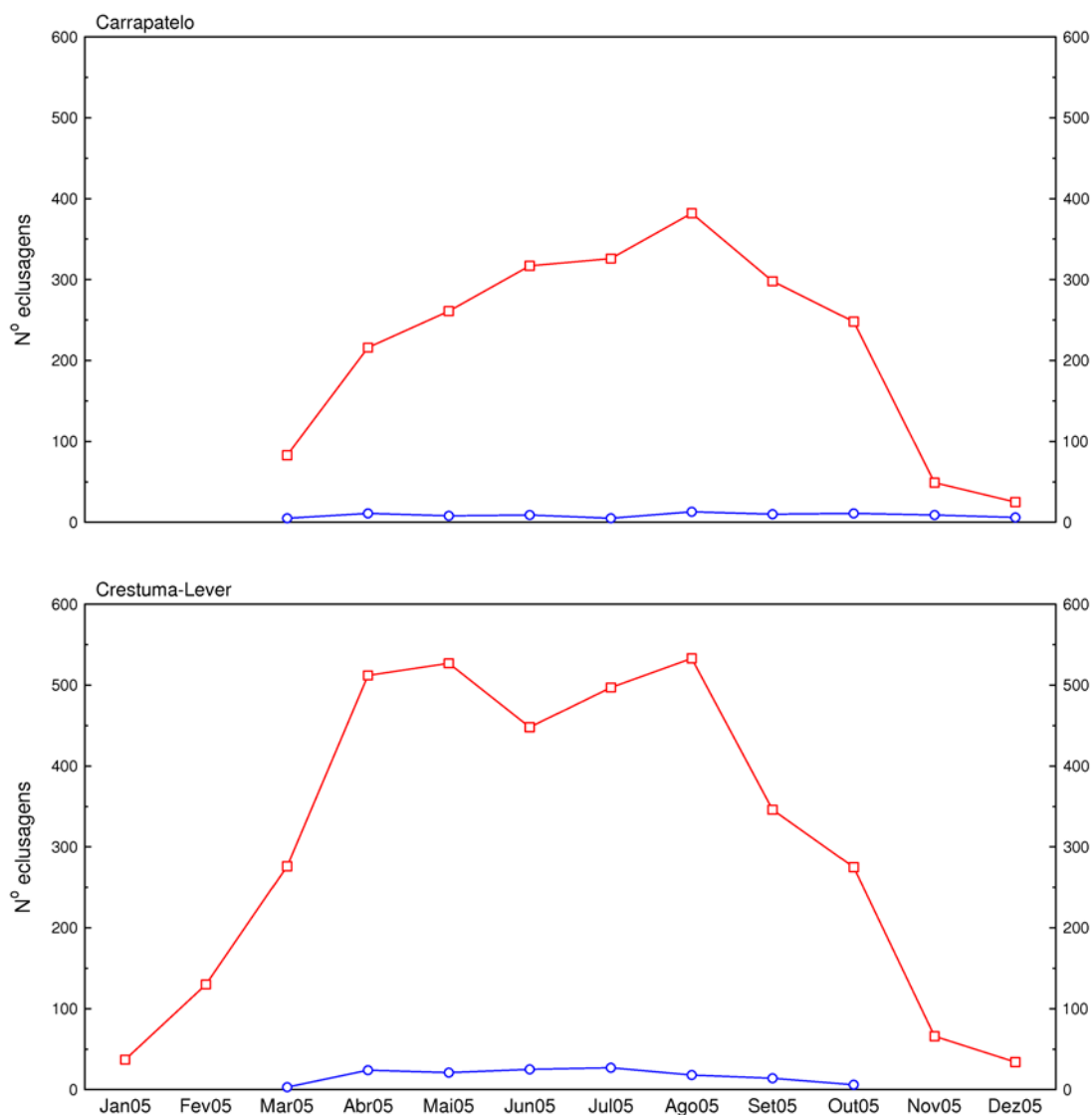


Figura 57– Número de eclusagens registadas na eclusa de navegação (—) e no dispositivo de transposição para peixes (—), nas barragens de Carrapatelo e Crestuma-Lever, para o ano de 2005.



6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 SÍNTESE

O trabalho realizado constituiu sobretudo uma etapa importante no levantamento da actual situação da comunidade peixes migradores na bacia hidrográfica do rio Douro. Dada a fragilidade destas populações, e o seu actual estado de ameaça, foram, ainda durante a execução do presente projecto, iniciados ensaios que poderão contribuir para a conservação e/ou recuperação destas populações. Do presente estudo, sobressaíram os seguintes aspectos:

1. A recolha de informação relativa à comunidade de peixes migradores permitiu verificar que a lampreia-marinha ainda é alvo de uma actividade piscatória relevante a jusante da barragem de Crestuma-lever:

- a) das espécies de peixes migradores anádromos em estudo, apenas a lampreia-marinha entra com regularidade nesta bacia hidrográfica, entre os meses de Dezembro a Maio, sendo de assinalar o aumento no número de capturas efectuadas por pescadores profissionais observado nos últimos anos;
- b) na última década tem se assistido igualmente a um número de capturas considerável de sável e savelha, estas capturas ocorrem no entanto na orla costeira, sendo raras as capturas registadas por pescadores na zona estuarina ou no troço principal da bacia;
- c) a enguia é a única espécie migradora diádromo capturada em toda a área de estudo, o seu padrão de distribuição ao longo do rio Douro e afluentes revela, no entanto, o efeito barreira da presença dos obstáculos e da redução conectividade longitudinal dos sistemas aquáticos, observando-se uma redução da densidade para montante bem como alterações na distribuição das classes de tamanho.

2. O alargamento da caracterização piscícola a toda a comunidade íctica permitiu descrever uma boa diversidade piscícola para esta bacia hidrográfica:

- a) no troço principal da bacia é de salientar a importância de espécies exóticas, como a perca-sol e o achigã, melhor adaptadas a ecossistemas do tipo albufeira, que surgem com maior frequência na análise da dieta de lontra, especialmente nos pontos localizados a montante do empreendimento de Crestuma-Lever;
- b) ainda no troço principal da bacia, as famílias CYPRINIDAE e MUGILIDAE, também importantes na dieta de lontra, surgem normalmente com uma distribuição inversa aos valores obtidos para a família CENTRARCHIDAE;
- c) em todos os afluentes amostrados, a família CYPRINIDAE revelou-se como a mais abundante, independentemente da metodologia utilizada; dentro desta família é de realçar a caracterização de sub-populações de bordalo, ruivaco e verdemã-do-Norte, espécies de grande interesse conservacionista;
- d) de salientar ainda a detecção de um núcleo populacional de lampreia-de-riacho, espécie classificada no Livro Vermelho dos Vertebrados como espécies **Criticamente em Perigo**, num dos afluentes em estudo (rio Inha);
- e) neste afluente é ainda de realçar uma importante sub-população de truta, espécie característica de rios com boa qualidade da água, surgindo muito esporadicamente na restante área de estudo.

3. A utilização de duas metodologias na caracterização da comunidade piscícola permitiu resultados concordantes para além de complementares:

- a) as limitações e desvios característicos de cada

uma das metodologias condicionou a comparação directa dos resultados bem como a consequente validação da dieta de lontra como método de inventariação da comunidade piscícola;

b) apesar das dificuldades, a standardização dos dados permitiu a comparação da informação global de cada uma das metodologias, com resultados muito próximos quanto à composição da comunidade piscícola e à relevância das diferentes espécies presentes;

c) espécies mais representadas são normalmente detectadas por ambas as metodologias, observando-se uma concordância quanto à sua ordem de grandeza na comunidade e ao padrão de distribuição das classes de tamanho;

d) espécies menos representadas, que surgem esporadicamente e em proporções reduzidas, foram detectadas, de um modo geral, apenas por uma das metodologias.

4. A interposição de obstáculos ao longo da bacia do rio Douro nas últimas décadas tem contribuído para o declínio de espécies outrora importantes nesta bacia hidrográfica:

a) a área naturalmente acessível à progressão e reprodução dos peixes migradores anádromos está actualmente reduzida aos últimos 20 km do troço principal do rio;

b) importantes alterações na comunidade piscícola ocorreram após a interposição destes obstáculos, bem como a disponibilidade de determinados tipos de habitat;

c) o efeito-barreira é visível nas diferenças acentuadas observadas na caracterização piscícola entre os pontos de amostragem localizados a jusante e a montante dos obstáculos.

5. Os dispositivos de transposição para peixes instalados nestes empreendimentos revelaram-

se muito limitantes:

a) as eclusas para peixes, em especial a localizada na barragem de Crestuma-Lever, revelou-se ineficaz para os peixes migradores anádromos;

b) para espécies como a enguia e as tainhas este dispositivo revelou-se parcialmente eficaz, com uma fracção da população a utilizar este dispositivo; determinados factores (como o tamanho e comportamento das espécies) poderão no entanto condicionar esta utilização;

c) no mesmo empreendimento foi possível verificar que a eclusa de navegação poderá representar uma alternativa viável para a transposição do obstáculo.

6. A análise das características de habitat dos afluentes em estudo, permitiu verificar que:

a) a jusante da barragem de Crestuma-Lever o rio Sousa revelou-se um afluente importante na recuperação destas populações, quer pela sua localização, quer pela disponibilidade de áreas favoráveis à reprodução e desenvolvimento larvar de espécies migradoras;

b) este afluente apresenta, no entanto, algumas características que poderão condicionar estas actividades biológicas, nomeadamente a baixa qualidade da água e um elevado nível de sedimentos finos;

c) adicionalmente, a presença de um elevado número de obstáculos ao longo deste afluente, como de outros, condiciona em grande parte todas as movimentações em sentido montante, migratórias ou não.

7. A monitorização individual por telemetria de adultos reprodutores de lampreia-marinha na sub-bacia do Sousa permitiu verificar que:

a) a maior parte dos indivíduos permaneceu na sub-bacia, com uma fracção importante a empreender movimentações para montante;

- b) um importante número de obstáculos inventariados revelou-se intransponível, mesmo em períodos de caudal elevado, condicionando assim as movimentações e a área naturalmente acessível a esta espécie;
- c) a sincronização dos movimentos de maior amplitude com variáveis hidrológicas (aumento considerável do nível da água e do caudal) permitiu a transposição de obstáculos intermédios, no entanto a eliminação dessas variáveis poderá ter efeitos negativos no desenrolar das movimentações.

8. A caracterização genética de lampreia-marinha permitiu verificar que estamos perante um único stock reprodutor, que se move no Atlântico nordeste e entra de forma aleatória nos estuários da área:

- a) muito provavelmente, as pescarias realizadas na bacia do Douro estão a ser suportadas por animais que se desenvolveram noutras bacias hidrográficas e que entram acidentalmente nesta bacia;
- b) a não diferenciação genética entre as sub-populações permitiu utilizar indivíduos de bacias hidrográficas próximas em ensaios de reprodução artificial e acções de repovoamento.

9. Durante a execução do projecto foram abordadas algumas medidas de recuperação das espécies em estudo, particularmente a lampreia-marinha:

- a) o sucesso da reprodução artificial de lampreia-marinha em cativeiro, bem como as consistentes taxas de eclosão obtidas ao longo dos vários ensaios e a manutenção das larvas em cativeiro por períodos de tempo cada vez mais longos, torna possível a re-introdução/repovoamento desta espécie em locais onde se encontrem em declínio;
- b) a confirmação da eclosão em meio natural dos

ovos de lampreia-marinha utilizados no repovoamento/re-introdução é um dado relevante para a recuperação desta espécie nesta bacia hidrográfica, no entanto também se verificou que determinados parâmetros abióticos poderão condicionar estes processos;

- c) a utilização de estádios mais avançados nas acções de repovoamento/re-introdução poderá maximizar o sucesso destas acções, no entanto a monitorização do êxito destas acções não teve cabimento no âmbito do presente projecto, pelo que terão que ser realizadas posteriormente.

6.2. PRESPECTIVAS FUTURAS

A informação recolhida, para além responder às principais questões inicialmente propostas, levantou seguramente novas questões e novas pistas de investigação. A monitorização dos ensaios iniciados (nomeadamente as acções de repovoamento) e o acompanhamento de espécies com elevado estatuto de conservação, detectadas durante o presente projecto e sobre as quais o conhecimento é muito reduzido, são essenciais e exigem estudos mais prolongados. Adicionalmente, e para a correcta gestão destes recursos piscícolas, espécies com um ciclo de vida tão complexo, é necessário um conhecimento o mais completo possível sobre a biologia e a ecologia das espécies, dada a grande variabilidade observada de ano para ano e mesmo entre bacias hidrográficas.

A recuperação destas espécies (peixes migradores), bem como a conservação de espécies de estatuto de conservação elevado (de que são exemplo as lampreias do género *Lampetra*), passa necessariamente pelo aumento do conhecimento sobre as mesmas, pela gestão sustentada destes recursos e, principalmente, pela redução ou mesmo eliminação

dos factores que estão na origem da seu declínio.

Assim, e na continuação do trabalho desenvolvido, é proposto o prolongamento do actual projecto, direccionado essencialmente para a elaboração e execução de medidas concretas que promovam a recuperação de espécies cujo ciclo de vida está, nas condições actuais, interrompido nesta bacia hidrográfica. Para além da continuação dos estudos desenvolvidos com lampreia-marinha, pretende-se alargar os ensaios a espécies como o sável e a savelha.

1. A recuperação destas espécies passará necessariamente por:

- a) um aumento da área acessível aos adultos reprodutores;
- b) pela maior disponibilidade de habitats para reprodução e desenvolvimento dos estádios larvares e juvenis.

2. Várias alternativas poderão ser apontadas de maneira a ultrapassar os grandes obstáculos, nomeadamente:

- a) a passagem pontual, para montante, de adultos reprodutores no período de migração para reprodução;
- b) um papel mais preponderante da eclusa de navegação na passagem destes indivíduos para montante deverá ser futuramente analisado.

3. Nos principais afluentes são igualmente importantes:

- a) intervenções ao nível dos pequenos açudes (sua remoção ou modificação para torná-los transponíveis) de maneira a aumentar a área acessível a estas espécies;
- b) a melhoria da qualidade da água no rio/estuário

é também uma condição necessária ao desenvolvimento normal de espécies com um ciclo de vida complexo e menos tolerantes em relação à degradação das condições ambientais.

4. De maneira a contribuir para o aumento do recrutamento será ainda importante implementar um plano contínuo de repovoamentos:

- a) para além de dar continuidade aos ensaios de reprodução artificial em cativeiro com lampreia-marinha, pretende-se alargar estes ensaios a outras espécies de migradores;
- b) a continuação dos estudos permitirá aumentar o conhecimento sobre a reprodução e manutenção destas espécies em cativeiro, bem como avaliar o real sucesso destas acções;
- c) a monitorização por telemetria de exemplares adultos, sexualmente maduros, poderá contribuir para a determinação da área efectiva acessível a estes reprodutores, bem como analisar o seu comportamento durante esse período.

5. A protecção de populações importantes (como por exemplo a população de lampreia-de-riacho), espécie em risco de extinção e sobre a qual a informação disponível é bastante reduzida, é extremamente importante:

- a) O aumento do conhecimento científico desta espécie, suas exigências ecológicas e disponibilidades do meio, permitirá propor zonas especiais de conservação, bem como desenvolver planos de gestão dos rios e suas populações.

O desenvolvimento e restauração destas populações será uma mais valia para a economia local, contribuirá para o aumento da biodiversidade e para a importância ecológica da bacia do rio Douro.



BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDRINO, P., 1990 - *Dispositivos de transposição de barragens para peixes migradores em deslocação para montante*. Relatório, FCUP, 36 pp.
- ALMADA, V.C, PEREIRA, A.M., ROBALO, J., FONSECA, J.P., LEVY, A., MAIA, C. & VALENTE, A., 2008 - Mitochondrial DNA fails to reveal genetic structure in sea-lampreys along European shores. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **46**: 391-396.
- ALMEIDA, P.R., QUINTELLA, B.R. & DIAS, N.M., 2002 – Movement of rádio-tagged anadromous sea lamprey during the spawning migration in the river Mondego (Portugal). *Hydrobiologia*, **483** (1-3): 1-8.
- ARAÚJO, R., 2000 - *Estudo da população de lampreia-marinha (Petromyzon marinus) nos rios Estorãos e Cávado*. Relatório de Estágio em Biologia Animal Aplicada. FCUP, 49 pp.
- BEJA, P.R., 1996 - An analysis of otter *Lutra lutra* predation on introduced American crayfish *Procambarus clarki* in Iberian streams. *Journal of Applied Ecology*, **33**: 1156-1170.
- BOCHECHAS, J., 1995 - Preliminary data on Borland fish passes efficiency for non-salmonids in two Portuguese large rivers. In Proc Internat Symp Fishways, River Division, GIFU Prefectural Government, GIFU, Japan, S, Komura. ed, Gifu, Japan: 377-383.
- BRITTON, J.R., PEG1, J., SHEPHERD, J.S. & TOMS, S., 2006 - Revealing the prey items of the otter *Lutra lutra* in South West England using stomach contents analysis. *Folia Zoology*, **55**(2): 167-174.
- BRIAND, C., FATIN, D., FONTENELLE, G. & FEUNTEUN, E., 2005 – Effect of re-opening of a migratory pathway for eel (*Anguilla anguilla*, L.) at a watershed scale. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, **378-379**: 67-86.
- CABRAL, M.J., ALMEIDA, J., ALMEIDA, P.R., DELLINGER, T., FERRAND DE ALMEIDA, N., OLIVEIRA, M.E., PALMEIRIM, J.M., QUEIROZ, A.I., ROGADO, L. & SANTOS-REIS, M. (Eds.). 2006. **Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal**. Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa.
- CARNEIRO, S., 2002 - *Comportamento migratório e reprodutor da lampreia marinha (Petromyzon marinus) no rio Estorãos (Rio Lima)*. Dissertação de Mestrado em Ecologia Aplicada, FCUP, 48 pp.
- CARSS, D.N., NELSON K.C., BACON P.J. & KRUUK, H., 1998 - Otter (*Lutra lutra* L.) prey selection in relation to fish abundance and community structure in two different fish habitats. *Symposium of the Zoological Society of London*, **71**: 191-213.
- CLAVERO, M., PRENDA, J. & DELIBES, M., 2003 - Trophic diversity of the otter (*Lutra lutra* L.) in temperate and Mediterranean freshwater habitats. *Journal of Biogeography*, **30**: 761-769.
- CLAVERO, M., PRENDA, J. & DELIBES, M., 2004 - The influence of spatial heterogeneity on coastal otters (*Lutra lutra*) prey consumption. *Annales Zoologici Fennici*, **41** : 545-549.
- CNPGB, 2008 - http://cnpgb.inag.pt/gr_barragens
- COSTA M.J., 2008 – *A diversidade ictiofaunística do rio Febros: da lenta recuperação ao rápido desaparecimento*. Dissertação de Mestrado em Ecologia Aplicada, FCUP, 130 pp.
- COSTA M.J., ALMEIDA, P.R., DOMINGOS, I.M., COSTA, J.L., CORREIA, M.J., CHAVES, M.L. & TEIXEIRA, C.M., 2001 - Present status of the main shads populations in Portugal. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture*, **362/363**: 1109-1116.
- DECRETO-LEI 236/98 de 1 de Agosto de 1998- Estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade da água. Diário da Republica nº176, Série I-A: 3676-3722.

- EIRAS, J., 1977 - *Algumas medidas de protecção ao sável (Alosa alosa L.) do rio Douro*. Publicações do Instituto de Zoologia Dr, Augusto Nobre, **134**, FCUP.
- EIRAS, J., 1981 - *Contribuição para o conhecimento da biologia de Alosa alosa, L., estudo de algumas modificações sométicas, fisiológicas e bioquímicas durante a migração anádroma no rio Douro*. Dissertação de Doutoramento. FCUP, 193 pp.
- ERLINGE, S., 1967 - Food habits of the fish-otter *Lutra lutra L.*, in south Swedish habitats. *Viltrevy*, **4**: 371-443.
- ERLINGE, S., 1968 - Territoriality of the otter *Lutra lutra L.*. *Oikos*, **19**: 81-98.
- FISHBASE, 2008 - <http://www.fishbase.org/search.php>
- HANSEN, H.M. & JACOBSEN L., 1992 - The diet of otters *Lutra lutra* in Danish freshwater localities, estimated by spraint analysis, compared to prey fish populations. Article 2 in *Aspekter af odderens Lutra lutra L. fodebiologia i Danmark*. Institute of Biology, Aarhus University, Denmark.
- HARDISTY, M. W., 1979-**Biology of the Cyclostomes**. Chapman and Hall, Lond. 428 pp.
- HARDISTY, M.W. & POTTER, I.C., 1971 - The general biology of adult lampreys. *In*: Hardisty M.W. & I.C. Potter (eds.). **The biology of lampreys, Vol 1**. London, Academic Press: 127-247.
- IBBOTSON, A., SMITH, J., SCARLETT, P. & APRHAMIAN, M., 2002 - Colonisation of freshwater habitats by the European eel *Anguilla anguilla*. *Freshwater Biology*, **47**: 1696-1706.
- IMBERT, H., DE LAVERGNE, S., GAYOU, F., RIGAUD, C. & LAMBERT, P., 2008 - Evaluation of relative distance as new descriptor of yellow European eel spatial distribution. *Ecology of Freshwater Fish*, **17**(4): 520-527(8).
- JACOBS, J., 1974 - Quantitative measurement of food selection, a modification of the forage ratio and Ivlev's electivity index. *Oecologia*, **14**: 413-417.
- JENKINS, D., J., WALKER G. K. & McCOWAN D., 1979 - Analyses of otter (*Lutra lutra*) faeces from Deeside, *N. E. Scotland*. *J. Zool.*, **187**: 235-244.
- LASNE, E., LAFFAILLE, P., 2008 - Analysis of distribution patterns of yellow European eels in the Loire catchment using logistic models based on presence-absence of different size-classes. *Ecology of Freshwater Fish*, **17**: 30-37.
- LASNE, E., AÇOU, A., VILA-GISPER, A. & LAFFAILLE, P., 2008 - European eel distribution and body condition in a river floodplain: effect of longitudinal and lateral connectivity. *Ecology of Freshwater Fish*, **17**: 567-576.
- MALLAT J., 1983 - Laboratory growth of larval lampreys (*Lampetra tridentate* Richardson) at different food concentrations and animal densities. *J. Fish Biol.*, **22**: 293-301.
- MOORE, J.W. & MALLAT, J.M., 1980 - Feeding of larval lamprey. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **37**, 1658-1664.
- PEREIRA, A.M., ROBALO, J., FREYOF, J., VALENTE, A., MAIA, C., FONSECA, J.P. & ALMADA, V.C. - Satellite species in lampreys: an example of sympatric speciation? *Submetido*.
- KRUUK, H. (1996)-**Wild otters: predation and populations**. Oxford. Oxford University Press.

- KRUUK, H. & A. MOORHOUSE, 1991 - The spatial organization of otters (*Lutra lutra*) in Shetland. *J. Zool.*, **224**: 41-57.
- KRUUK, H., CONROY, W.H. & MOORHOUSE, A., 1991 - Recruitment to a population of otters (*Lutra lutra*) in a Shetland in relation to fish abundance. *Journal of Applied Ecology*, **28**: 95-101.
- PIAVIS, G.W., 1971 – Embriology. In **The Biology of lampreys**. Edited by M.W. Hardisty & I.C. Potter. Academic Press, London.
- PÓPULO, H., LEITE, M., SILVA, E. & GOMES, N., 2002 - *Comunidade de vertebrados aquáticos e ribeirinhos do rio Paiva na zona de implantação de uma barragem*. Relatório solicitado pela Águas do Douro e Paiva S.A.. ICETA-CECA, UP.
- PRENDA, J. & GRANADO-LORENCIO C., 1996 - The relative influence of the riparian habitat structure and fish availability on the otter, *Lutra lutra* L., sprainting activity in a small Mediterranean catchment. *Biological Conservation*, **76**: 9-15.
- QUINTELLA, B.R., ANDRADE, N.O., ALMEIDA, P.R., 2003 - Distribution, larval stage duration and growth of the sea lamprey ammocoetes, *Petromyzon marinus* L., in a highly modified river basin. *Ecology of Freshwater Fish*, **12**(4): 286-293(8).
- RODRIGUEZ-MUÑOZ, J.R., WALDMAN, C. GRUNWALD, N.K., ROY & WIRGIN, I., 2004 – Absence of shared mitochondrial DNA haplotypes between se lamprey from North American and Spanish rivers. *Journal of Fish Biology*, **64**(3): 783-787.
- RUIZ-OLMO, J.; LOPEZ-MARTIN, J.M. & PALAZON, S., 2001 - The influence of fish abundance on the otter (*Lutra lutra*) population in the Mediterranean habitats. *Journal of Zoology*, **254**: 325-336.
- SANTO, M., 2005 – *Dispositivos de passagens para peixes em Portugal*. DGRF, ed. Divisão de recursos aquícolas de águas interiores. Lisboa.
- SANTOS, J. M., FERREIRA, M. T., GODINHO, F. N. & BOCHECHAS, J. 2002 - Performance of fish lift recently builds at the Touvedo Dam on the Lima River, Portugal. *Journal of Applied Ichthyology*, **18**: 118-123.
- SNIRH, 2008 - http://snirh.inag.pt/snirh/dados_sintese/main_nav_fr.html
- TAASTROM, H.M., & JACOBSEN, L., 1999 - The diet of otters (*Lutra lutra* L.) in Danish freshwater habitats: comparisons of prey fish populations. *Journal of Zoology*, **248**: 1-13.
- VALENTE, A., GONÇALVES, F. & MAIA, C., 1995 - Controlo do dispositivo de transposição da barragem de Touvedo - Resultados preliminares sobre a comunidade íctica do rio Lima. *Congresso Nacional de Conservação da Natureza - Ecossistemas Ribeirinhos*, 144-151.
- WHITE, E.M. & KNIGHTS, B., 1997 – Dynamics of upstream migration of the European eel, *Anguilla anguilla* (L.), in the river Severn and Avon, England, with special reference to the effects of man-made barriers. *Fisheries Management and Ecology*, **4**: 311-324.



LISTA DE FIGURAS E TABELAS

- 22 **Figura 1** – Pormenor da bacia hidrográfica do rio Douro, localização dos locais de amostragem e das principais barragens localizadas na área de estudo (Crestuma-Lever - ponto de amostragem 1; Torrão - ponto de amostragem 3 e Carrapateiro - ponto de amostragem 6).
- 35 **Figura 2** - Valores mensais de oxigénio dissolvido (% de saturação) e carência bioquímica de oxigénio (CBO₅) estimados para alguns dos pontos de amostragem em estudo, entre Agosto de 2006 e Julho de 2007.
- 36 **Figura 3** - Valores mensais de amónia e fósforo total estimados para alguns dos pontos de amostragem em estudo, entre Agosto de 2006 e Julho de 2007.
- 37 **Figura 4** – Sub-bacia hidrográfica do rio Sousa (pormenor adaptado do *Google Earth*). Identificação do troço de caracterização do habitat aquático.
- 38 **Figura 5** - Perfil longitudinal do rio Sousa, localização dos pontos de amostragem e principais obstáculos inventariados nos primeiros 9 km do rio.
- 39 **Figura 6** – Exemplos de alguns dos obstáculos inventariados no rio Sousa. Na figura é apresentado o mesmo obstáculo num período de caudal médio ou reduzido (à esquerda) e num período de caudal elevado/cheia (à direita).
- 40 **Figura 7** - Obstáculo nº1, Estação de captação da Foz do Sousa, (A) num período de cheia (única ocasião em que se forma uma pequena lâmina de água sobre o açude) e (B) pormenor da passagem lateral da margem esquerda.
- 41 **Figura 8** - Perfil longitudinal do rio Ferreira, localização do local de amostragem e dos principais açudes identificados no troço inferior deste afluente.
- 41 **Figura 9** – Exemplos de alguns dos obstáculos inventariados na área no rio Ferreira. Na figura é apresentado o mesmo obstáculo num período de caudal médio ou reduzido (à esquerda) e num período de caudal elevado/cheia (à direita).
- 42 **Figura 10** – Bacia hidrográfica do rio Uima (pormenor adaptado do *Google Earth*). Identificação do troço de caracterização do habitat aquático.
- 43 **Figura 11** - Perfil longitudinal do rio Uima, localização do local de amostragem e principal obstáculo identificado no troço inventariado.
- 43 **Figura 12** – Diferentes tipos de habitat (A e B) e obstáculos artificiais (C e D) inventariados no rio Uima.
- 44 **Figura 13** – Bacia hidrográfica do rio Inha (pormenor adaptado do *Google Earth*). Identificação do troço de caracterização do habitat aquático.
- 45 **Figura 14** - Perfil longitudinal do rio Inha, localização do local de amostragem e principal obstáculo identificado no troço inventariado. Identificação do ponto mais a montante onde foi detectada a presença de lampreia-de-riacho.
- 45 **Figura 15** – Diferentes tipos de habitat (A, B e D) e obstáculo artificial (C) inventariados no rio Inha.
- 46 **Figura 16** – Bacia hidrográfica do rio Arda (pormenor adaptado do *Google Earth*).
- 46 **Figura 17** – Perfil longitudinal do rio Arda, localização dos locais de amostragem e principais obstáculos identificados no troço inventariado.

- 47 **Figura 18** – Obstáculos artificiais (A e B) e diferentes tipos de habitat (C e D) inventariados no rio Arda.
- 48 **Figura 19** – Excremento de lontra com odontóides (estrutura de lampreia-marinha que se assemelha morfológicamente a um dente) (A), pormenor dos odontóides (B) e disco bucal (C).
- 50 **Figura 20** – Primeiros 20 Km e primeiros obstáculos nos principais afluentes a jusante.
- 51 **Figura 21** – Declarações de capturas de peixes diádromos efectuadas na lota de Matosinhos nos últimos 32 anos. Indicação do ano de entrada em funcionamento das barragens de Carrapatelo e Crestuma-Lever.
- 51 **Figura 22** – Exemplar adulto de lampreia-marinha e na fase de macroftalmia (a) capturados no rio Douro.
- 54 **Figura 23** – Frequência relativa de ocorrência da enguia na dieta de lontra nos pontos de amostragem localizados ao longo do rio Douro e nos troços inferiores de alguns afluentes.
- 55 **Figura 24** – Distribuição das classes de comprimento (cm) das enguias inventariadas através da dieta de lontra, nos pontos de amostragem localizados a jusante (1) e a montante (2,3,4,5 e 6) da barragem de Crestuma-Lever, respectivamente o ponto 1 a jusante e os pontos 2,3,4,5 e 6 a montante.
- 55 **Figura 25** – Distribuição das classes de comprimento (cm) das enguias inventariadas através da dieta de lontra, nos pontos de amostragem localizados em afluentes próximos do troço principal da bacia (rio Douro).
- 56 **Figura 26** – Diferentes etapas da amostragem por pesca eléctrica (A) e recolha de dados biométricos (B e C).
- 57 **Figura 27** – Exemplos das espécies capturadas aquando da amostragem por pesca eléctrica (A – bordalo e B – verdemã-do-Norte, dois exemplos de endemismos ibéricos; C – perca-sol e D –góbio, dois exemplos de espécies introduzidas).
- 58 **Figura 28** – Frequência relativa de ocorrência da família CENTRARCHIDAE na dieta de lontra, nos pontos de amostragem localizados ao longo do rio Douro e nos troços inferiores de alguns afluentes amostrados.
- 59 **Figura 29** – Distribuição das classes de comprimento (cm) de perca-sol e achigã inventariadas através da dieta de lontra, nos pontos de amostragem localizados a jusante (1) e a montante (2,3,4,5 e 6) da barragem de Crestuma-Lever, respectivamente o ponto 1, a jusante, e os pontos 2,3,4,5 e 6, a montante.
- 59 **Figura 30** – Distribuição das classes de comprimento (cm) de perca-sol e achigã inventariadas através da dieta de lontra, nos pontos de amostragem localizados em afluentes próximos do troço principal da bacia (rio Douro).
- 60 **Figura 31** – Frequência relativa de ocorrência da família MUGILIDAE na dieta de lontra nos vários pontos amostrados ao longo do rio Douro e nos troços inferiores de alguns afluentes.
- 61 **Figura 32** – Distribuição das classes de comprimento (cm) de tainha inventariadas através da dieta de lontra, nos pontos de amostragem localizados a jusante (1) e a montante (2,3,4,5 e 6) da barragem de Crestuma-Lever, respectivamente o ponto 1, a jusante, e os pontos 2,3,4,5 e 6, a montante.
- 61 **Figura 33** – Distribuição das classes de comprimento (cm) de tainha inventariadas através da dieta de lontra, nos pontos de amostragem localizados em afluentes próximos do troço principal da bacia (rio Douro).
- 62 **Figura 34** – Frequência relativa de ocorrência da família CYPRINIDAE na dieta de lontra nos vários pontos amostrados ao longo do rio Douro e nos troços inferiores de alguns afluentes.

- 63 **Figura 35** – Frequência relativa de ocorrência das famílias SALMONIDAE, PERCIDAE e itens *Outras Famílias* presentes na dieta de lontra, para os 6 pontos amostrados no rio Douro.
- 65 **Figura 36** – Frequência relativa média de ocorrência das várias famílias (gráficos) e respectivas espécies (tabelas) detectada nos pontos de amostragem localizados nos afluentes, através da dieta de lontra.
- 67 **Figura 37** – Frequência relativa média de ocorrência das várias famílias (gráfico) e respectivas espécies (tabelas) detectada nos pontos de amostragem localizados nos afluentes, por pesca eléctrica.
- 70 **Figura 38** - Frequência relativa média de ocorrência (A) estimada para as espécies mais representadas, detectadas por ambas as metodologias e índice de preferência de Jacobs (B).
- 72 **Figura 39** – Distribuição das classes de comprimento (cm) encontradas para as espécies consideradas, através da pesca eléctrica e na dieta de lontra.
- 73 **Figura 40** - Distribuição das classes de comprimento (cm) encontradas para as espécies consideradas, através da pesca eléctrica e na dieta de lontra.
- 74 **Figura 41** – Adulto de lampreia-de-riacho (*Lampetra planeri*) e indivíduo na fase de amocete.
- 76 **Figura 42** – Distribuição por classes de comprimento dos exemplares de lampreia-de-riacho capturados aquando das pescas eléctricas.
- 79 **Figura 43** – Troço terminal da sub-bacia do Sousa; últimos 10 e 6 quilómetros respectivamente nos rios Sousa e Ferreira. Localização dos obstáculos inventariados no troço considerado e dos locais de libertação dos exemplares monitorizados.
- 80 **Figura 44** – Procedimento cirúrgico para implantação de um emissor rádio interno numa lampreia-marinha adulta (A a D), exemplo de um emissor (E).
- 81 **Figura 45** – Posicionamento, utilizando um receptor rádio com antena externa, dos indivíduos portadores de emissores.
- 83 **Figura 46** – Precipitação mensal para 6 dos últimos 8 anos hidrológicos (SNIRH, 2008).
- 83 **Figura 47** – Valores de precipitação (SNIRH, 2008) e temperatura diários estimados para o período de monitorização.
- 84 **Figura 48** – Padrão de movimentos efectuados pelos indivíduos LM-1, LM-2, LM-3, LM-4 e LM-5.
- 86 **Figura 49** – Padrão de movimentos efectuados por seis das lampreias libertadas no ponto 2 (rio Sousa).
- 87 **Figura 50** – Padrão de movimentos efectuados pelas quatro lampreias libertadas no ponto 3 (rio Ferreira).
- 89 **Figura 51** – Recolha de ovos de lampreia-marinha, distribuição por maternidades, diferentes tipos de maternidades utilizadas.
- 90 **Figura 52** – Estádios de desenvolvimento embrionário e larvar de lampreia-marinha.
- 91 **Figura 53** – Crescimento larvar durante os dois períodos de monitorização (2006 e 2007) e para os diferentes tipos de alimentação utilizado (2006).

- 93 **Figura 54** – Caixas de Vibert adaptadas para receber ovos de lampreia-marinha e repovoamento dos mesmos no rio Sousa.
- 94 **Figura 55** – Rio Sousa, repovoamento com larvas de lampreia-marinha.
- 95 **Figura 56** – Esquema da barragem de Crestuma-Lever (adaptado de CNPGB, 2006) e pormenor da ecluda de peixes (corte longitudinal).
- 97 **Figura 57** – Número de eclusagens registadas na eclusa de navegação e no dispositivo de transposição para peixes, nas barragens de Carrapatelo e Crestuma-Lever, para o ano de 2005.
-
- 33 **Tabela 1** – Valores médios (máximos e mínimos) registados para os parâmetros físico-químicos obtidos nos 15 pontos de amostragem considerados.
- 34 **Tabela 2** – Valores médios (máximos e mínimos) registados para os parâmetros físico-químicos obtidos nos 15 pontos de amostragem considerados.
- 57 **Tabela 3** – Lista de espécies identificadas nos quinze pontos de amostragem, através da dieta alimentar de lontra e das pescas eléctricas.
- 77 **Tabela 4** – Valores médios de comprimento (cm), peso (g), factor de condição de Fulton ($100 \times \text{Peso} / \text{Comprimento}^3$) e relação machos fêmeas dos exemplares de lampreia-marinha observados por bacia hidrográfica.
- 78 **Tabela 5** – Características dos obstáculos inventariados no troço inferior do rio Sousa e Ferreira.
- 81 **Tabela 6** – Dados biométricos das lampreias monitorizadas, posições e períodos de monitorização.
- 88 **Tabela 7** – Taxas de eclosão, períodos de incubação, e outras informações relativas à reprodução em cativeiro.



FICHA TÉCNICA

GESTÃO TÉCNICA E FINANCEIRA:

Centro de Investigação Ambiental, Lda
 Travessa de Cedofeita, 62 4050-448 Porto
 www.planetavivo.net
 email: planetavivo@planetavivo.net
 Tel. 222 058 024/25 Fax 222 058 026

COORDENAÇÃO:

Dr. Nuno Gomes

EQUIPA TÉCNICA:

Doutora Carla Maia
 Dr. Duarte Mendes

ESTUDO FINANCIADO POR:

Financiador principal:



Energias de Portugal, SA

Outros apoios:



Rede Eléctrica Nacional



Agência de Inovação

ENTIDADES CO-PARTICIPANTES:

ICNB - Instituto da Conservação da Natureza e Biodiversidade



AFN - Autoridade Nacional Florestal



INAG - Instituto da Água



UIEE – Unidade de Investigação em Eco-Etologia do ISPA

MIGRADO

