

REABILITAÇÃO DOS HABITATS DE PEIXES DIÁDROMOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO MONDEGO



Relatório Final



DEZEMBRO 2016

REABILITAÇÃO DOS HABITATS DE PEIXES DIÁDROMOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO MONDEGO

Relatório Final (dezembro de 2016)

Coordenação:

Pedro Raposo de Almeida^{1,2}
Bernardo Quintella^{2,3}

Universidade de Évora

Catarina S. Mateus^{1,2}, Carlos M. Alexandre^{1,2}, Esmeralda Pereira^{1,2}, Gabriela Cardoso^{1,2}, Elsa Ganhão¹, Helena Adão^{1,2}, Maria João Lança⁴, Mónica Lima¹, Paulo Pinto¹, Pedro Félix^{1,2}, Maria Teresa Pinheiro Alves⁵

Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Isabel Domingos^{2,3}, José Lino Costa^{2,3}, Rui Monteiro^{2,3}

Fluviário de Mora

Ana Filipa Belo^{2,6}, João Lopes⁶, Luisa Sousa⁶

Agência Portuguesa do Ambiente

Maria Felisbina Quadrado⁷, Ana Telhado⁷, Carlos Batista⁷, José Manuel Proença⁷, João Ferreira⁷, Paulo Castro⁷

Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

Adolfo Franco⁸, Gonçalo Lopes⁸, Marta Santo⁸, Sofia Bruxelas⁸

Restantes Entidades Parceiras

Cristina Rosa⁹, Yorgos Stratoudakis¹⁰, Fernanda Veiga¹¹, João Pardal¹², Mário Magalhães Maia¹³, Fernando Lopes¹⁴



Elaborado para:

promar

Programa Operacional Pesca 2007 - 2013

1. *Departamento de Biologia, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Largo dos Colegiais 2, 7004-516 Évora.*



2. *MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande, 1749-016 Lisboa.*



3. *Departamento Biologia Animal, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Grande 1749-016 Lisboa. (representado legalmente pela FFCUL)*



4. *Departamento de Zootecnia, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Largo dos Colegiais 2, 7004-516 Évora.*



5. *Serviços Técnicos, Casa Cordovil, Rua Dr. Joaquim Henrique da Fonseca, 7000-890 Évora.*



6. *Fluviário de Mora, Parque Ecológico do Gameiro, Apartado 35, 7490-909 Cabeção – Mora.*



7. *Agência Portuguesa do Ambiente, Av. Almirante Gago Coutinho, nº 30, 1049-066 Lisboa.*



8. *Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, Avenida da República, 16, 1050-191 Lisboa.*



9. *Direção Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos, Av. Brasília 1449-030 Lisboa.*



10. *Instituto do Mar e da Atmosfera, Av. de Brasília 6, 1449-006 Lisboa.*



11. *Câmara Municipal de Penacova, Largo da República, 3350 - 156 Vila Nova de Poiares.*



12. *Câmara Municipal de Coimbra, Praça 8 de Maio - 3000-300 Coimbra.*



13. *Câmara Municipal de Vila Nova de Poiares, Largo da República, 3350 - 156 Vila Nova de Poiares.*



14. *Confraria da Lampreia de Penacova, Av. 5 de Outubro, 11, 3360-191 Penacova.*



AGRADECIMENTOS

Este foi um projeto que pela sua complexidade e abrangência territorial, envolveu direta- ou indiretamente mais de uma centena de participantes, muitos deles permaneceram no anonimato, ajudando de forma desinteressada, ou simplesmente porque os nossos caminhos se cruzaram na esfera da sua atividade profissional. É para essas pessoas que vão as primeiras palavras de agradecimento, pela forma profissional e eficiente com que trataram de todas as questões científicas, técnicas e administrativas inerentes ao trabalho patente neste relatório.

Não podendo elencar todas as pessoas que de alguma forma nos ajudaram desde a fase de candidatura, até à data da entrega deste relatório, seria injusto não destacar algumas pessoas pelo papel primordial que desempenharam em determinadas fases do projeto. Assim, gostaríamos de agradecer:

- À Dra. Cesaltina Frade (UÉ) pela confiança demonstrada desde a primeira hora, e pela simpatia e pragmatismo com que desenleou os inúmeros imbróglios administrativos que nos foram surgindo pelo caminho;
- À Eng^a Teresa Pinheiro Alves (UÉ) pelo acompanhamento incansável da empreitada de construção de passagens para peixes nos açudes do rio Mondego;
- Ao Eng.^o Nuno Portal (EDP) pela amizade e visão ao apadrinhar esta ideia;
- À Eng.^a Felisbina Quadrado, Eng.^a Ana Telhado, Eng.^o Carlos Batista, Eng.^o José Manuel Proença, Eng.^o Paulo Castro e Dr. João Ferreira pelo profissionalismo, frontalidade, coerência e apoio técnico prestado pela APA, o qual foi fundamental para levar este projeto a bom porto;
- À Dra. Teresa Rafael (ex-DGRM) pela amizade e espírito inovador ao acreditar no conceito de gestão de recursos haliêuticos com compatibilização de usos que lhe foi apresentado;
- À Dra. Cristina Rosa (DGRM) pela disponibilidade para considerar as propostas de alteração à regulamentação da pesca de diádromos na zona de jurisdição marítima que lhe foram apresentadas;
- À Eng.^a Ana Rita Berenguer (DGRM) pelo apoio institucional e prossecução das medidas de gestão dirigidas à pesca de peixes diádromos na zona de jurisdição marítima;
- Ao Eng.^o Gonçalo Lopes, Eng.^a Sofia Bruxelas, Eng.^a Marta Santo e Eng.^o Adolfo Franco e restante equipa do ICNF pela disponibilidade para analisar e propor alterações aos regulamentos de pesca de peixes migradores diádromos em águas interiores;

Agradecimentos

- Ao Dr. Yorgos Stratoudakis (IPMA) pelo inconformismo e objetividade demonstrado na discussão das ideias que foram surgindo;
- Ao Dr. Paulo Morenito (DRAP-C) pelo apoio técnico e entusiasmo contagiante;
- Ao Dr. Humberto Oliveira (CM Penacova) pela forma calorosa como nos recebeu no seu concelho, pelo apoio incondicional e franca amizade;
- À Dra. Fernanda Veiga (CM de Penacova) pela simpatia e pelos vários anos de dedicação ao trabalho desenvolvido em prole da reabilitação do Mondego;
- Ao Dr. João Miguel Henriques (CM Vila Nova de Poiares) e ao Dr. Manuel Machado (CM de Coimbra) pela disponibilidade e apoio nas ações que decorreram nos respetivos concelhos;
- Ao Eng.º Mário Magalhães Maia (CM de Vila Nova de Poiares) e ao Dr. João Pardal (CM de Coimbra) pelo acompanhamento dos processos relativos aos açudes do Louredo e Palheiros, respetivamente;
- Ao Com.^{te} Joaquim Sotto Maior (Administração do Porto da Figueira da Foz) por ter autorizado a colocação de equipamento científico nas suas boias de sinalização à navegação;
- Aos pescadores profissionais que conosco colaboraram, cedendo-nos os dados relativos às suas capturas;
- À Dra. Cristina Silva (SADM/UÉ) pela forma eficiente como geriu o processo administrativo deste projeto;
- À EDP-Produção pelo apoio financeiro prestado ao projeto;
- Ao Fluviário de Mora pelo apoio logístico;
- À Confraria da Lampreia pela promoção do projeto;
- Ao MARE pelo apoio técnico-científico;
- Aos restantes elementos da equipa da UÉ e da FFCUL;

Por fim, fica o nosso reconhecimento pelo acolhimento que as pessoas dos concelhos da Figueira da Foz, Montemor-o-Velho, Coimbra, Vila Nova de Poiares e Penacova sempre nos prestaram, pela disponibilização de informações e pelas palavras de incentivo que nos foram dirigindo.

A Equipa de Coordenação,

P.R. Almeida

B.R. Quintella

Índice

1. Enquadramento	1
2. Ações do Projeto	4
Ação 1. Intervenções nos açudes existentes no troço principal do rio Mondego desde o Açude da Formoselha até ao Açude de Penacova (inclusive).....	4
Tipologia e características dos açudes e intervenções realizadas	7
Ação 2. Instalação de um dispositivo para passagem de enguias.....	24
Instalação da Passagem para Enguias	24
Monitorização da Passagem para Enguias	29
Ação 3. Ações de repovoamento com enguia-europeia	36
Identificação e análise das condições ecológicas e geomorfológicas do troço de rio para a ação de repovoamento	36
Realização de ações de repovoamento do troço a montante do Açude do Monte Redondo, no rio Ceira, com exemplares de meixão.....	40
Ação 4. Monitorização do impacto do restabelecimento da continuidade longitudinal do médio Mondego.....	48
Determinar o impacto da desobstrução do Médio Mondego (Açude-Ponte de Coimbra e pequenos açudes a montante) na população de enguia na fase continental.....	49
Impacto da desobstrução do Médio Mondego (Açude-Ponte de Coimbra e pequenos açudes a montante) na taxa de produção e fuga dos reprodutores de enguia	55
Impacto da desobstrução do Médio Mondego (Açude-Ponte em Coimbra e pequenos açudes a montante) na fase larvar da lampreia-marinha larvar	60
Monitorização do percurso migratório de lampreia-marinha	64
Inquéritos a pescadores profissionais de lampreia-marinha, sável e savelha.....	66
Ação 5. Divulgação e envolvimento do público em geral e das partes intervenientes na conservação, gestão e exploração dos migradores diádromos	71
Conceção de modelos à escala real das espécies diádromas existentes no rio Mondego	71

Índice

Painéis exteriores e desdobrável do itinerário interpretativo da reabilitação do rio Mondego.....	72
Portal do projeto	76
Sessões de sensibilização – Dia Mundial dos Peixes Migradores	77
Reuniões com os pescadores profissionais de sável e lampreia do rio Mondego	77
Divulgação científica para pares.....	78
Colóquio Final do Projeto	82
3. Considerações Finais	83
4. Referências Bibliográficas	87
5. Anexos.....	i

1. ENQUADRAMENTO

O presente documento constitui o Relatório Final referente ao projeto intitulado “Reabilitação dos habitats de peixes diádromos na bacia hidrográfica do Mondego”, com a referência PROMAR 31-03-02-FEP-5. Este projeto foi financiado pelo Ministério da Agricultura e do Mar e cofinanciado pelo Fundo Europeu das Pescas, através do PROMAR – Programa Operacional Pesca 2007-2013, e pela EDP-Energias de Portugal, S.A. A Universidade de Évora, entidade proponente, contou com o apoio técnico-científico do MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente, e dos seguintes parceiros institucionais: a Agência Portuguesa do Ambiente (APA, I.P.), o Fluvial de Mora (FM), a Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FFCUL), o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), Energias de Portugal (EDP), a Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos (DGRM), o Instituto Português da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), a Confraria da Lampreia e os Municípios de Penacova, Vila Nova de Poiares e Coimbra.

As barragens, açudes e outros obstáculos construídos nos rios e ribeiras portuguesas, ao interromperem a continuidade longitudinal dos cursos de água, têm contribuído para a redução dos efetivos populacionais de espécies piscícolas migradoras, podendo, em situações extremas, ser responsáveis pela extinção regional de *taxa* mais sensíveis a alterações hidromorfológicas fluviais, que para além do seu valor conservacionista, também possuem um elevado valor económico (Lucas & Baras, 2001, Mateus *et al.*, 2012). Para esta situação contribuem também outros fatores como a poluição, a destruição de habitats e a sobrepesca. No entanto, e atendendo ao elevado número e diversidade de usos associados às diferentes infraestruturas hidráulicas presentes nos nossos rios (p.e. captação para abastecimento humano, rega, proteção de cheias, produção de energia, recreio e lazer, entre outros) é fundamental apostar na compatibilização das atividades com impacte socioeconómico local e regional, com os objetivos de manutenção e recuperação dos ecossistemas aquáticos (Vörösmarty *et al.*, 2010).

A perda de continuidade longitudinal nos ecossistemas fluviais pode ser particularmente deletéria para as espécies diádromas, ao diminuir o habitat disponível para os peixes migradores ou, em situações ainda mais gravosas, ao bloquear o acesso aos habitats de reprodução (espécies anádromas) ou crescimento (espécies catádromas), impedindo-as de completar o seu ciclo de vida (Petts, 1984). O termo diádromos vem do grego clássico e é um

adjetivo formado por duas palavras, [Dia], que significa “entre”, e [Dromos] que significa “correm”, ou seja, peixes que migram entre dois meios distintos, a água doce dos rios e a água salgada do mar. No Rio Mondego encontram-se espécies que evidenciam dois tipos de diadromia, os peixes anádromos (grego: Ana “sobem”) e os catádromos (grego: Cata “descem”), cuja classificação está relacionada com o sentido da migração reprodutora, entre o mar e o rio. Espécies anádromas como a lampreia-marinha *Petromyzon marinus* (Linnaeus, 1758), o sável *Alosa alosa* (Linnaeus, 1758), a savelha *Alosa fallax* (Lacépède, 1803) e a truta *Salmo trutta* (Linnaeus, 1758) sobem os rios para se reproduzirem, ao passo que para as espécies catádromas como enguia-europeia *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) e o muge *Liza ramada* (Cuvier, 1826), que também ocorrem no rio Mondego, a migração reprodutora é em direção ao mar.

Um outro tipo de peixes migradores também ocorre no rio Mondego, os potamódromos (Grego: Potamos “rio”). A reabilitação de habitat desenvolvida no âmbito do presente projeto foi dirigida sobretudo às espécies diádromas mas tendo em consideração os aspetos particulares dos ciclos de vidas de espécies como o barbo-comum *Luciobarbus bocagei* (Steindacher, 1864) e a boga-comum *Pseudochondrostoma polylepis* (Steindacher, 1866), que realizam os seus movimentos migratórios apenas em água doce.

A construção de uma nova Passagem Para Peixes (PPPeixes) no Açude-Ponte de Coimbra, com entrada em funcionamento em julho de 2011, contribuiu de forma decisiva para a recuperação das populações piscícolas do rio Mondego, já que permitiu o acesso a mais um troço deste rio, com cerca de 31 km, entre o Açude-Ponte de Coimbra e a mini-hídrica de Penacova, ao qual acrescem a parte terminal dos dois afluentes mais importantes a confluir com este troço fluvial, os rios Ceira e Alva (Figura 1). A contribuição destes dois afluentes corresponderá a um acréscimo de, aproximadamente, 20 km de habitat para as espécies diádromas, em particular as anádromas (Almeida *et al.*, 2015).

Para além do Açude-Ponte de Coimbra, identificou-se um conjunto de outros constrangimentos que obrigam a intervenção urgente, com vista à recuperação das populações de peixes migradores diádromos na bacia hidrográfica do Mondego. Alguns dos principais problemas com que as espécies migradoras são confrontadas, nomeadamente o esforço de pesca excessivo e o furtivismo, foram alvo de ações concretas de regulamentação e fiscalização no âmbito deste projeto, implementadas desde o final de 2012 (Stratoudakis *et al.*, 2016; Ação 5). A promoção da transponibilidade de uma sucessão de obstáculos (um total de seis infraestruturas hidráulicas) existentes ao longo do percurso migratório das espécies diádromas no rio Mondego, sobretudo no troço a montante da PPPeixes de Coimbra, foi outra

ação implementada (Ação 1) e resultou numa reabilitação efetiva de uma extensão muito significativa de habitat favorável para as espécies em apreço (Figura 1).

Paralelamente, ao longo do período de execução do projeto foram desenvolvidos os estudos necessários à avaliação do sucesso das medidas implementadas. A reabilitação de habitat foi garantida através da instalação de dispositivos de transposição piscícola multiespecíficos e uniespecíficos, neste último caso direcionados apenas à fase juvenil da enguia-europeia. Paralelamente, foram realizadas diversas ações de divulgação no sentido de promover as medidas implementadas no âmbito do projeto, utilizando diferentes estratégias de comunicação.

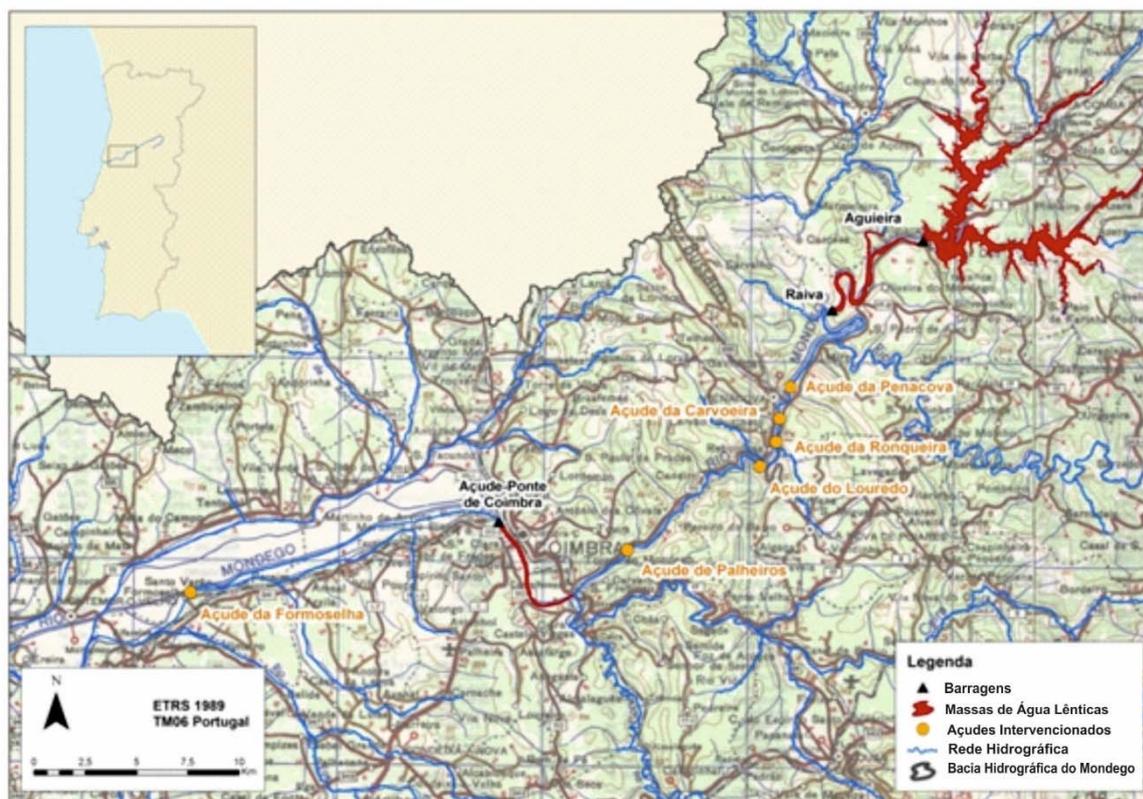


Figura 1. Bacia hidrográfica do rio Mondego, e localização das seis infraestruturas hidráulicas intervenzionadas no troço de rio reabilitado.

2. AÇÕES DO PROJETO

O presente projeto foi estruturado em cinco ações distintas descritas de seguida.

Ação 1. Intervenções nos açudes existentes no troço principal do rio Mondego desde o Açude da Formoselha até ao Açude de Penacova (inclusive)

O principal objetivo da ação 1 incidiu sobre a recuperação do habitat disponível para peixes diádromos no rio Mondego através da realização de intervenções em seis obstáculos existentes neste curso de água, tornando-os transponíveis para as espécies alvo durante as respetivas épocas migratórias.

Ao manter a funcionalidade das estruturas existentes, incorporando as adaptações necessárias de forma a permitir a livre circulação de peixes migradores e ainda a transposição para jusante de caiaques, pretendeu-se com esta ação contribuir para um incremento do efetivo populacional destas espécies e, com isso, promover a sustentabilidade da atividade da pesca, bem como a rentabilidade de outras atividades com importância económica na região, como é o caso da canoagem.

De um modo geral, um Dispositivo de Passagem para Peixes (DPP) consiste num caminho artificial, alternativo ao curso de água onde foi implementado um obstáculo intransponível ou de difícil transposição para a ictiofauna. Este tipo de estrutura funciona através da atração dos peixes migradores para um determinado ponto transposição com recurso a uma estrutura hidráulica com condições adequadas à progressão/transporte das espécies piscícolas. Os referidos mecanismos representam a principal medida de mitigação implementada no restabelecimento da conectividade longitudinal dos rios (Larinier *et al.* 2000, FAO/DVWK 2002).

Existem várias tipologias de DPP, de que são exemplo os ascensores, eclusas, passagens por bacias sucessivas e passagens naturalizadas. No presente projeto, dado as características dos obstáculos presentes e do rio Mondego, optou-se pela construção de uma passagem por bacias sucessivas, no açude do Reconquinho, e de passagens naturalizadas nos restantes açudes. De entre os vários tipos de passagens naturalizadas existentes, optou-se pelo desenho em rampa com blocos de enrocamento distribuídos uniformemente (Larinier *et al.* 2000, FAO/DVWK 2002, Larinier *et al.* 2006).

As rampas para peixes consistem em estruturas integradas no próprio obstáculo a transpor, onde são colocados blocos ou pedras, de modo possibilitar a dissipação de energia, com a

consequente redução da velocidade de escoamento e criação de zonas de descanso para espécimes com capacidade natatória mais reduzida (Larinier *et al.* 2006). Os blocos podem ser distribuídos segundo diferentes alinhamentos, no presente caso optou-se pela disposição uniforme (Figura 2).

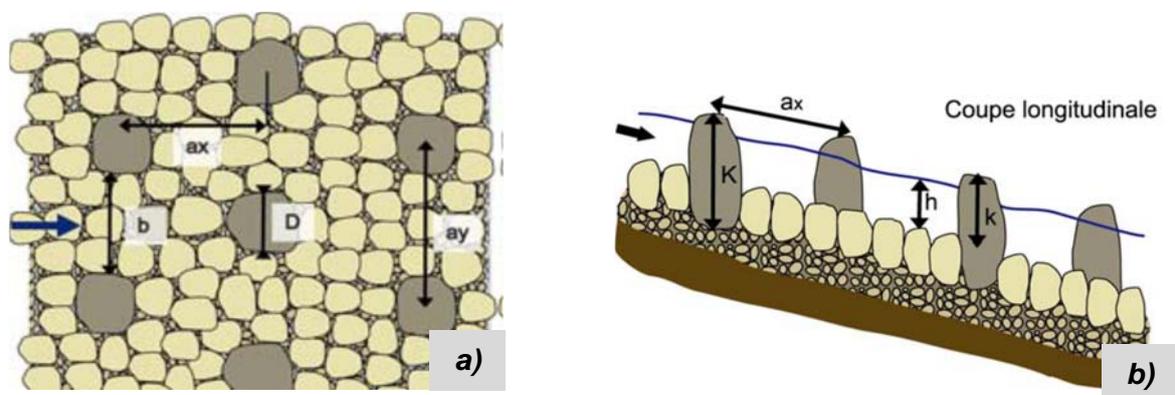


Figura 2. Esquematização da disposição de enrocamento uniforme numa rampa para peixes (adaptado de Larinier *et al.*, 2006).

Relativamente à passagem para peixes do tipo “bacias sucessivas” estas são muito utilizadas e adequam-se quando o desnível a vencer é pouco expressivo. As bacias sucessivas são delimitadas por septos, podendo a comunicação entre as bacias ser efetuada de diferentes formas alternativas: orifício, descarregador, fenda vertical ou por soluções combinadas. O dimensionamento hidráulico das mesmas deve garantir condições hidrodinâmicas compatíveis com a capacidade natatória das espécies-alvo e a criação de zonas de descanso (Larinier *et al.* 2000).

As soluções adotadas tiveram em consideração as espécies-alvo deste projeto e as suas características biológicas que possam limitar o sucesso da transposição deste tipo de dispositivos (Tabela 1). Apesar do projeto ser sobretudo dirigido à recuperação de habitat para as espécies diádromas, os projetos que dimensionaram em termos hidráulicos as passagens para peixes construídas tiveram em conta também as espécies potamódromas que ocorrem no rio Mondego. Outro parâmetro que também foi tido em consideração no desenho e dimensionamento dos dispositivos de passagem foi o período do ano em que há maior probabilidade de umas das referidas espécies utilizar o açude e a compatibilização dos caudais espectáveis para esses meses com os requisitos hidráulicos das espécies (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Critérios hidráulicos de dimensionamento de acordo com a espécie alvo (valores de referência indicados por Larinier et al., 2006)

Taxa	Velocidade máxima (m/s)	Altura mínima de água (cm)	Potência máxima dissipada (Watts/m ³)
<i>P. marinus</i> e <i>S. trutta</i> (forma anádroma)	2,5	0,40	500-600
<i>A. alosa</i> e <i>A. fallax</i>	2,0	0,40	300-450
<i>S. trutta</i> (forma residente)	2,0	0,30	500-600
Ciprinídeos reofílicos*	2,0	0,30	300-450

* - valores considerados para as espécies *L. bocagei* e *P. polylepis*

Tabela 2. Épocas de migração por espécie alvo (assinaladas a azul)

Taxa	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<i>Petromyzon marinus</i>											
<i>Alosa</i> sp.											
<i>Salmo trutta</i> (residente)											
<i>Salmo trutta</i> (migradora)											
<i>Luciobarbus bocagei</i>											
<i>Pseudochondrostoma polylepis</i>											
<i>Liza ramada</i>											

Deste modo, o dimensionamento das passagens foi concebido atendendo às condições hidrológicas associadas ao período migratório compreendido entre os meses de março e julho, de modo a abranger a época migratória da maioria das espécies-alvo. É no entanto importante salientar que os níveis de água estimados para o mês de março (em ano médio) promovem a transposição através do corpo do açude, dada a lâmina de água disponível. Consequentemente, o período compreendido entre dezembro e fevereiro foi excluído do dimensionamento hidráulico.

Os principais parâmetros a ter em conta ao realizar o dimensionamento hidráulico associado a este tipo de passagem consistem na largura dos blocos na face oposta ao escoamento (D), na concentração de blocos e na inclinação da rampa.

Foi necessário adotar soluções como a criação de um declive não uniforme, como consequência dos condicionalismos associados à necessidade de manter a entrada das passagens junto ao corpo dos açudes e os constrangimentos orçamentais. O que resulta em

características de escoamento sobre a rampa (altura e velocidade de escoamento e potência dissipada) difíceis de prever.

Em geral a extensão das rampas apresenta um declive de 5%, sendo que pontualmente este aumenta para 10%, com a introdução de um desnível de 8 cm no fundo da rampa. Este desnível tem pouca influência para a gama de caudais de funcionamento da rampa observados entre março e julho.

A verificação das condições hidráulicas sobre a rampa foi efetuada para o declive médio da linha de energia, que corresponde à situação mais desfavorável, e para o declive mais representativo (5%), situação mais favorável, obtendo deste modo uma gama de funcionamento para as passagens que deverá incluir a “situação real”.

Globalmente, os valores da velocidade máxima de escoamento previstos variam entre 1,5 e 2,5 m/s, enquanto os valores da potência volúmica dissipada estão compreendidos entre 200 e 600 W/m³.

Tipologia e características dos açudes e intervenções realizadas

No total, ao abrigo desta ação foram intervencionadas seis estruturas existentes no rio Mondego (Figura 3), cuja presença dificultava/impedia a migração para montante de espécies migradoras. Na Tabela 3 apresenta-se um resumo de algumas das principais características destes açudes.

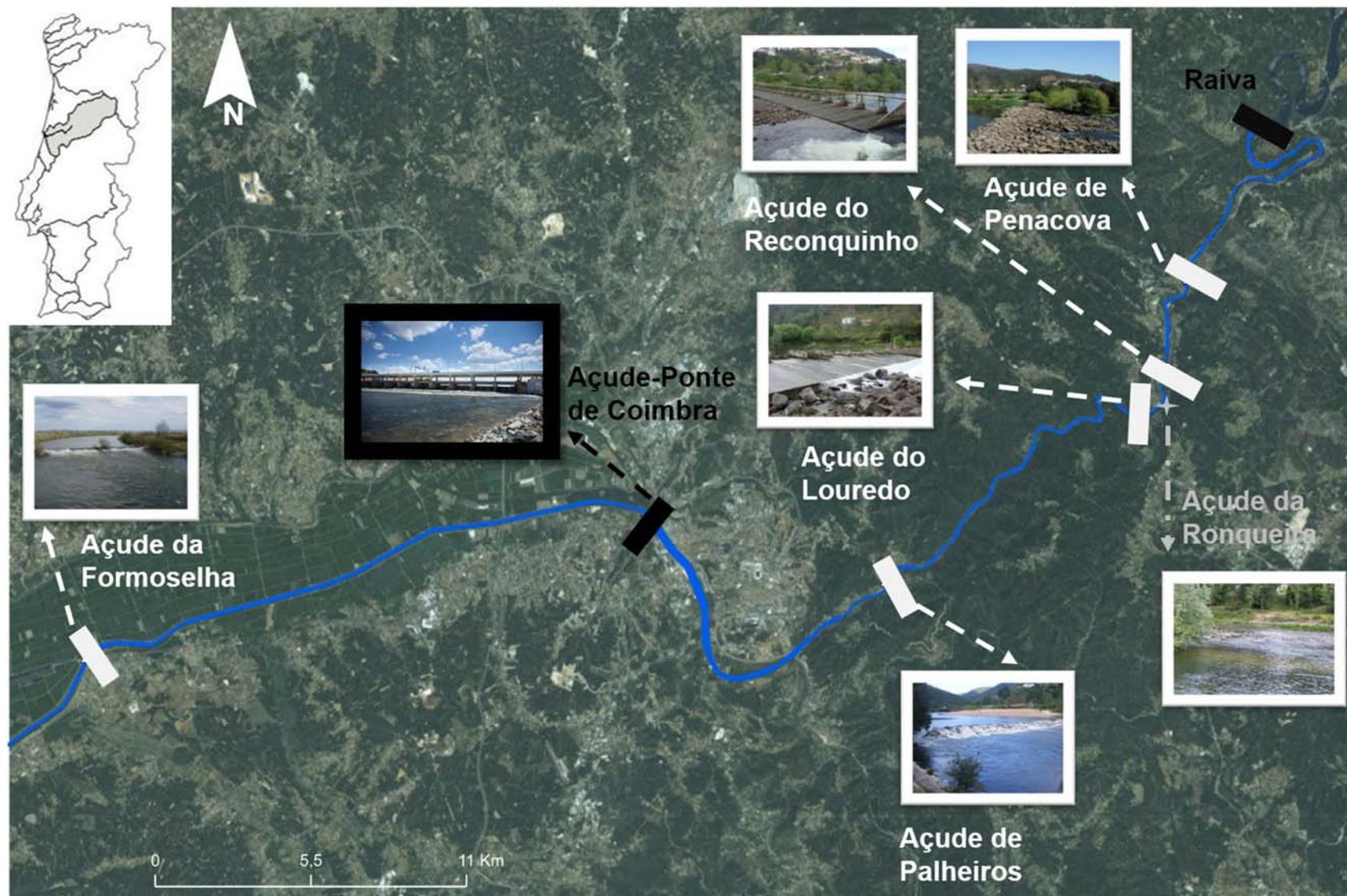


Figura 3. Troço do rio Mondego alvo de reabilitação com a localização dos principais obstáculos à migração piscícola.

Açude da Formoselha

O Açude da Formoselha localiza-se no rio Mondego, a cerca de 17 km do Açude-Ponte de Coimbra, no concelho de Montemor-o-Velho, freguesias de Montemor-o-Velho, Carapinheira e Santo-Varão. Este açude é constituído por enrocamento/blocos soltos de betão e tem a finalidade de permitir a captação de água para rega e indústria, bem como a criação de uma pista de remo (Figura 4).

Tal como referido, neste açude foi construída uma passagem para peixes naturalizada do tipo rampa com enrocamento uniforme, com cerca de 29,4 m de extensão até ao último bloco (Figuras 4, 5 e 6).



Figura 4. Açude da Formoselha, antes (a) e depois (b) da intervenção realizada. Pormenor da (c) rampa para peixes e (d) e da disposição dos blocos utilizados para reduzir a velocidade de escoamento.

A distribuição transversal dos blocos sobre a rampa segue as seguintes secções longitudinais, alternadamente, 4 aberturas (com dimensão média 1,4 m) / 5 blocos e 5 aberturas (com dimensão média 1,4 m) / 4 blocos (Figura 5). A largura média dos blocos é de 0,80 m na face do escoamento e de 1,60 m na faixa central e lateral da rampa. A sua altura total é de 1,50 m, 0,50 m de cravação e 1 m de altura útil (Figura 6).

Tanto a estrutura das aberturas/blocos como a sua dimensão serão idênticos para as restantes passagens naturalizadas.



Figura 5. Rampa para peixes do Açude da Formoselha, vista em planta. Vista aérea com o local da intervenção assinalado.

Tabela 3. Características dos açudes intervencionados no plano da ação 1 do presente projeto

Açude	Formoselha	Palheiros	Louredo	Ronqueira	Reconquinho/ Carvoeira	Penacova
Ano de Construção	1984	1993	2006	Desconhecido	2000/01	Desconhecido
Coordenadas (PT-TM06/ETS89)	M (m) = -41163,61 e P (m) = 57377,08	M (m) = -19836,68 e P (m) = 59412,31	M (m) = -13367,66 e P (m) = 63541,26	M (m) = -12585,19 e P (m) = 64745,62	M (m) = -12411,94 e P (m) = 65891,75	M (m) = -11883,16 e P (m) = 67441,46
Altura a montante	2,00 m	1,00 m	1,80 m	0,50 m	1,50 m	2,70 m
Altura do obstáculo	3,00 m	2,00 m	3,00 m	0,60 m	3,00 m	4,00 m
Extensão do coroamento	107,00 m	97,00 m	74,00 m	50,00 m	100,00 m	111,00 m
Titularidade do Terreno	Domínio Público Hídrico	Domínio Público Hídrico	Domínio Público Hídrico	Domínio Público Hídrico	Domínio Público Hídrico	Domínio Público Hídrico
Entidade administradora	Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.	Junta de Freguesia de Torres do Mondego	Câmara Municipal de Vila Nova de Poiares	Câmara Municipal de Penacova	Câmara Municipal de Penacova	Câmara Municipal de Penacova

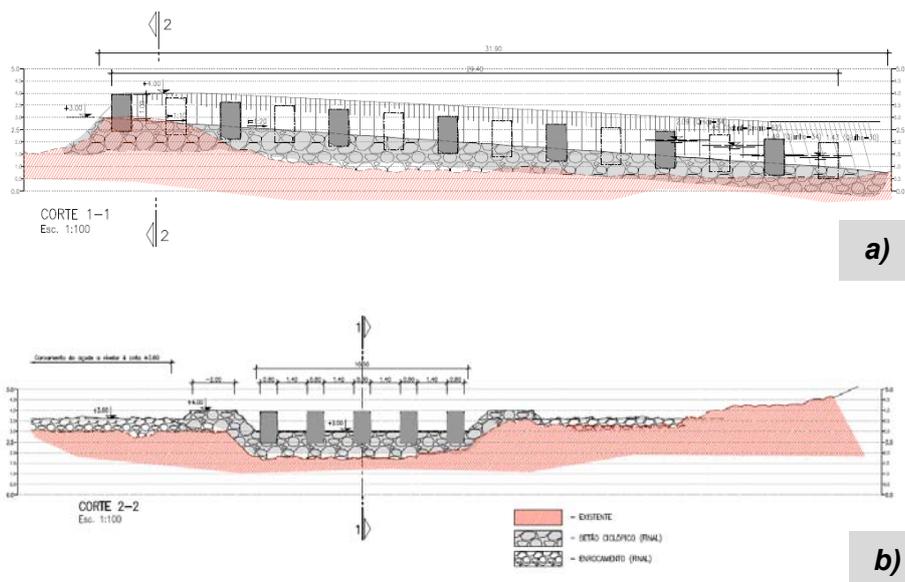


Figura 6. Distribuição dos blocos sobre a rampa para peixes, vista em corte (a) e transversal (b).

A soleira da estrutura de controlo da rampa (a montante) situa-se à cota de 3,00, cerca de 0,60 m acima da cota atual do coroamento do açude (que foi fixa à cota 3,60).

O fundo da rampa apresenta dois declives distintos (1:20 [5%] entre fiadas de blocos consecutivas e 1:10 [10%] na zona dos blocos), com um declive médio de 7%. Estes declives são apenas indicativos, uma vez que o fundo da rampa apresenta um acabamento rugoso (± 10 cm), e são semelhantes para todas as passagens deste tipo (Figuras 5 e 6).

Para melhorar a atratividade da passagem, foi implementada uma rotação do 5° do eixo em relação ao sentido do escoamento, sendo que este foi colocado a 35 m da margem esquerda do rio (Figura 4).

Açude de Palheiros

O Açude de Palheiros localiza-se no rio Mondego na freguesia de Torres do Mondego, no concelho de Coimbra, a cerca de 11 km a montante do Açude-Ponte de Coimbra. A utilização deste açude encontra-se associada a atividades de recreio e lazer, como o uso balnear e descidas de caiaques. Este obstáculo, galgável em toda a sua extensão, situa-se imediatamente a jusante da praia fluvial de Palheiros e Zorro. Não apresentava estruturas especificamente direcionadas para peixes ou caiaques.

A sua composição inclui betão e enrocamento, sendo que a parte central é constituída por enrocamento e os encontros por estruturas de betão em degraus (Figura 7).



Figura 7. Açude de Palheiros, antes (a) e depois (b) das intervenções realizadas. Pormenor da (c) passagem para caiaques e (d) da rampa para peixes.

No açude de Palheiros, a solução implementada incluiu a construção de uma passagem para peixes “naturalizada”, do tipo rampa com enrocamento distribuído uniformemente na margem direita do rio Mondego e de uma rampa para caiaques, localizada entre a passagem para peixes e a margem, de modo a facilitar o acesso à mesma (Figuras 7, 8 e 9).

A rampa tem 10 m de largura por 20,6 m de extensão. A sua saída encontra-se a cerca de 10 m do eixo do coroamento do açude, dada a necessidade de localizar a sua entrada relativamente próxima do mesmo.

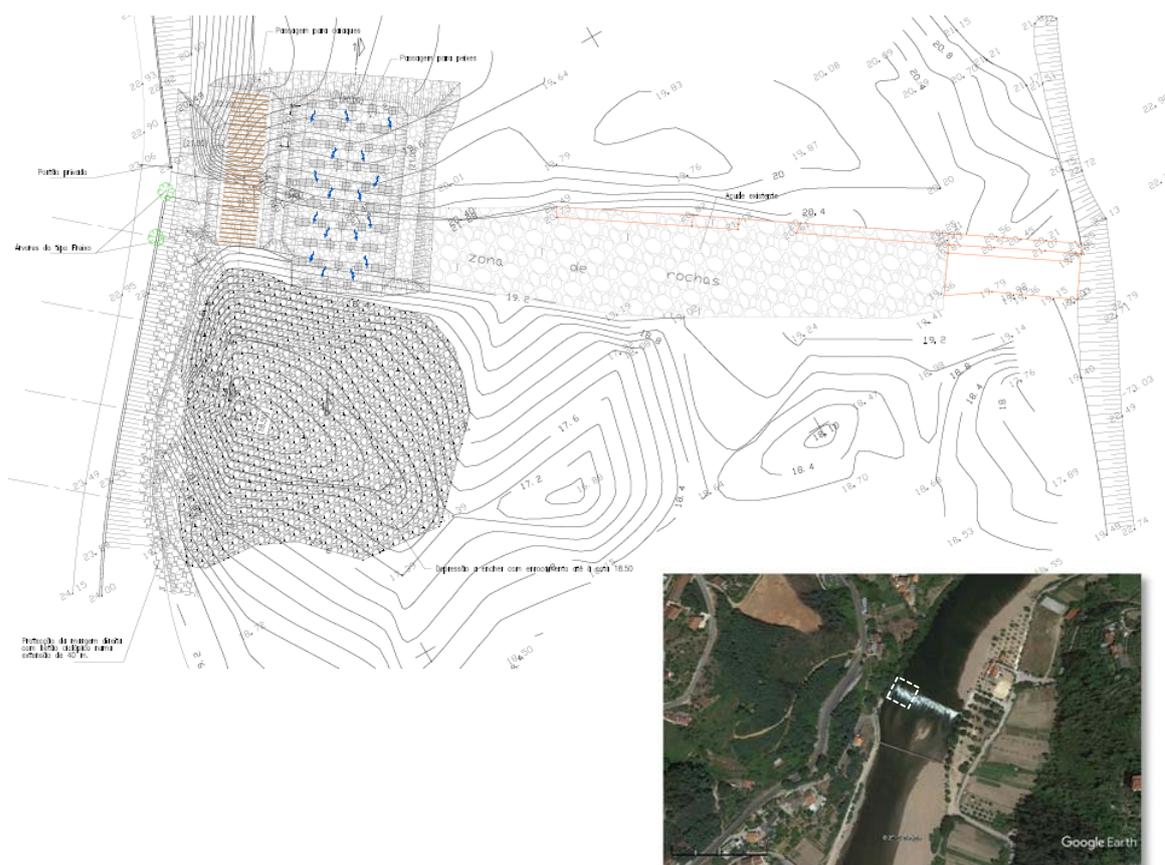


Figura 8. Rampa para peixes do Açude de Palheiros, vista em planta. Vista aérea com o local da intervenção assinalado.

A soleira da estrutura de controlo da rampa (a montante) situa-se à cota 20,00, cerca de 0,50m abaixo da cota atual do coroamento do açude (cota 20,50).

O dispositivo de transposição de caiaques tem uma largura de 5 m e desenvolve-se sobre o paramento de jusante do açude existente. É constituído por um patamar com 4 m de comprimento, à cota 20,20 (0,20 m acima da soleira da passagem para peixes), seguido de um troço com 13,50 m de extensão e um declive 1:10 (Figura 8).

O revestimento da secção de ambas as passagens é em betão ciclópico no entanto o fundo da rampa para caiaques tem um acabamento liso (Figuras 7 e 9).

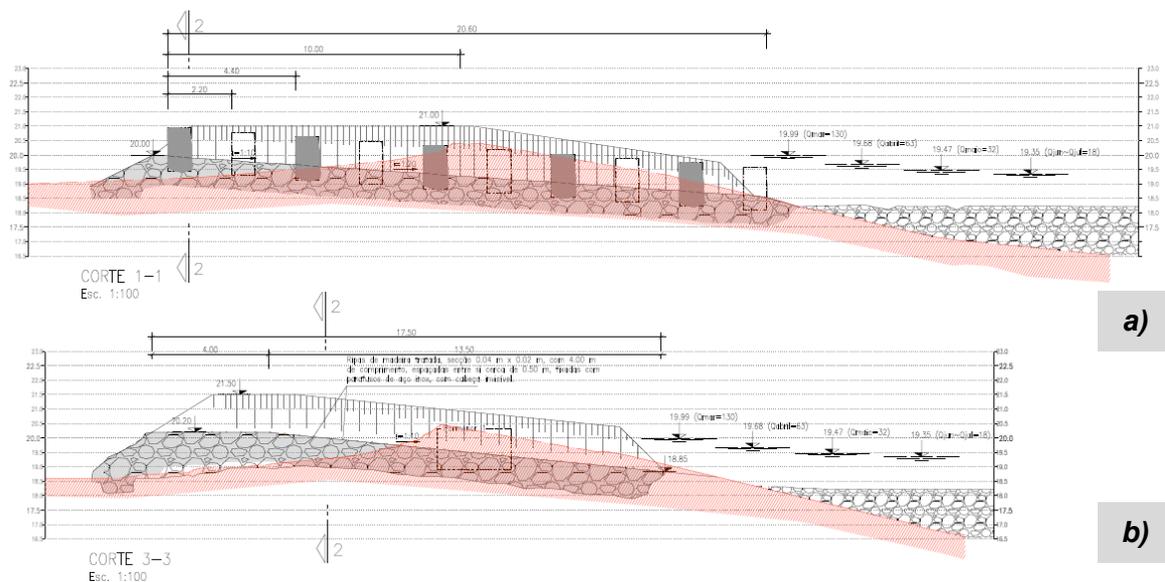


Figura 9. Vista em corte: (a) da distribuição dos blocos inseridos na rampa para peixes; e (b) da passagem para caiaques.

No fundo da rampa para caiaques foram colocadas ripas de madeira tratada para proteção do casco das canoas. Idealmente, a altura de água na passagem de caiaques deve ser superior a 0,25, sendo a altura mínima de funcionamento 0,12 (Figura 7). Estas características são transversais a todas as passagens deste tipo construídas.

Açude de Louredo

O Açude do Louredo localiza-se entre as freguesias de Lorvão e de Arrifana, nos concelhos de Penacova e de Vila Nova de Poiares, a cerca de 21 km a montante do Açude-Ponte de Coimbra. Esta infraestrutura foi construída com o intuito de assegurar atividades de recreio e lazer.

O açude apresentava 10 vãos de iguais dimensões, ao centro, com ranhuras para colocação de comportas ensecadeiras, seguidos de uma soleira contínua de declive constante. O açude dispunha ainda de dois canais em betão, um em cada uma das margens, sendo que a soleira de montante do canal existente no encontro direito situava-se elevada 0,60 m acima das cotas das restantes (Figura 10).

Neste obstáculo foi construída uma passagem para peixes naturalizada com o aproveitamento de parte da soleira descarregadora do açude, localizada na zona do encontro direito imediatamente anexa ao canal dessa margem e foi aproveitado o canal do lado direito do açude para implantação de uma passagem para caiaques (Figuras 10, 11 e 12).

Ações do Projeto: Ação 1



Figura 10. Açude de Louredo, antes (a) e depois (b) das intervenções realizadas. Vista aérea (c) e pormenor da rampa para caiaques, fotografia tirada pela empresa de canoagem “O Pioneiro do Mondego” (d).

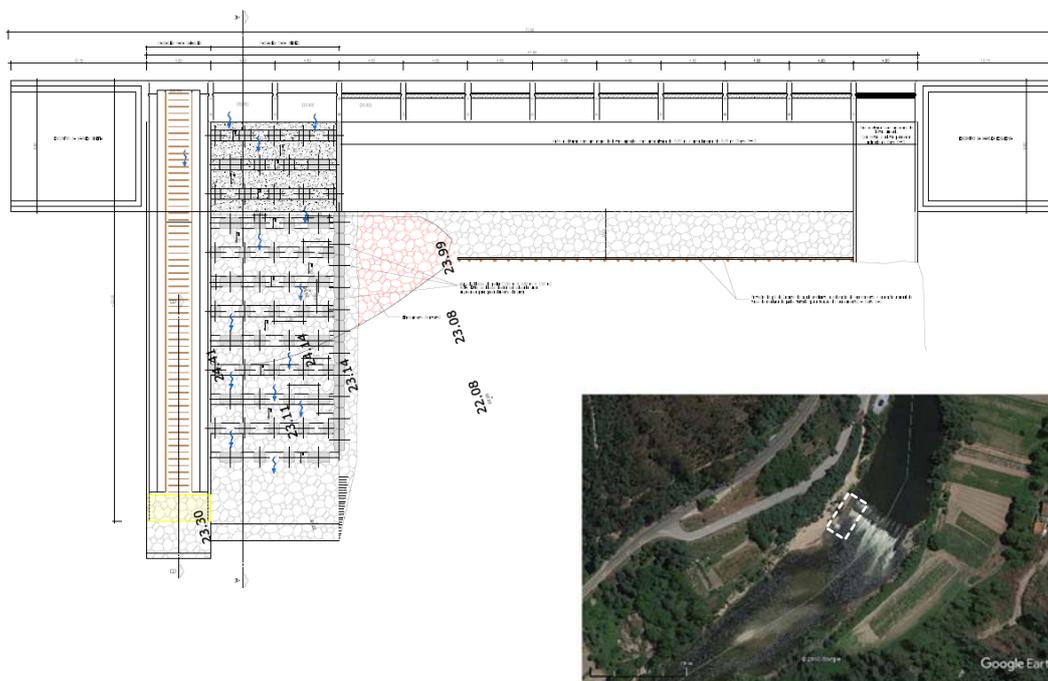


Figura 11. Rampas para peixes e para caiaques do açude de Louredo, vista em planta. Vista área com o local da intervenção assinalado.

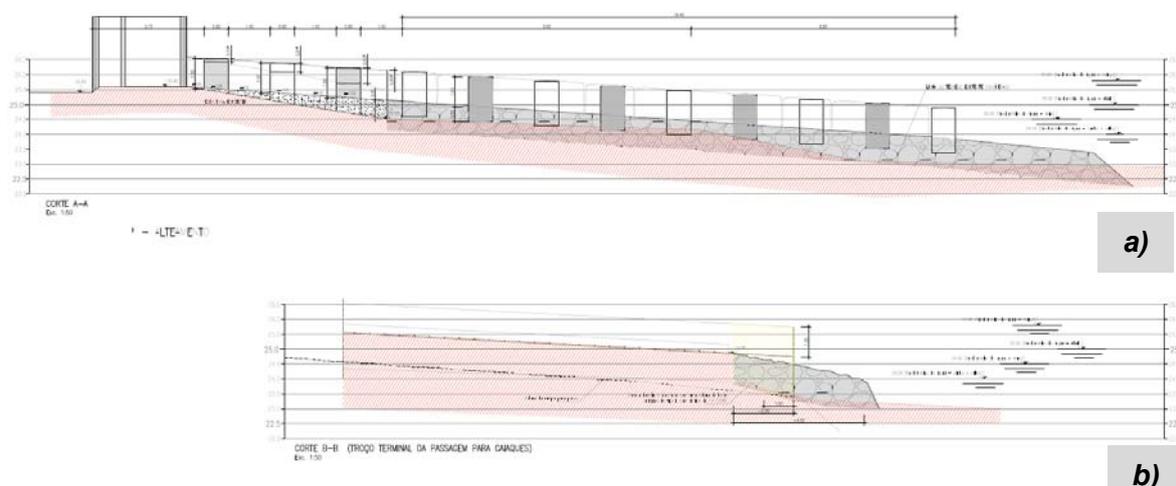


Figura 12. Cortes longitudinais das rampas: (a) para peixes; e (b) para caiaques do açude de Louredo.

Uma vez que a estrutura não garantia as alturas de água na estrutura de saída da rampa para peixes (a montante) compatíveis com a transposição das espécies piscícolas, optou-se por obturar os oito vãos do descarregador de cheias adjacentes à rampa para elevar os níveis de água, em cerca de 0,20 m, com recurso a um muro de betão. Dado o valor elevado do declive, a solução implementada passou pelo enchimento da soleira de betão de modo a criar uma rampa com 5% de declive entre fiadas de blocos e de 10% na zona dos blocos (Figuras 11 e 12).

O troço inicial da rampa para peixes inicia-se imediatamente a jusante do patamar horizontal da soleira existente à cota 35,00. Neste trecho procedeu-se ao alteamento da soleira de betão para reduzir o declive do fundo atual.

Para promover a concentração do caudal na zona da passagem para peixes foi construído um muro de betão do lado esquerdo da rampa para peixes com uma altura de 1,00 m (Figura 10).

Do ponto de vista de funcionamento da passagem para caiaques, dada a impossibilidade de rebaixar a soleira de betão no troço inicial, não foi possível garantir alturas de água compatíveis com a passagem dos caiaques pelo canal nos meses de maio, junho e julho, em ano médio (Figura 10).

Açude da Ronqueira

O Açude da Ronqueira situava-se entre a freguesia de Lorvão, no concelho de Penacova, e a freguesia de Arrifana, no concelho de Vila Nova de Poiares, a cerca de 23 km a montante

do Açude-ponte de Coimbra. Esta estrutura não apresentava nenhum uso associado, sendo a sua função desconhecida.

Apesar de se considerar que o Açude da Ronqueira não apresentava à data um obstáculo intransponível quer para os peixes quer para os caiaques, como foram levantadas questões de segurança pelas empresas de canoagem que exploram as descidas do rio Mondego, optou-se pela sua remoção (Figura 13) e aproveitamento do material removido (enrocamento) para utilização nas restantes intervenções.



Figura 13. Açude da Ronqueira, antes (a – vista margem direita) e depois (b – vista da margem esquerda) da sua remoção.

Açude do Reconquinho (ou da Carvoeira)

O açude do Reconquinho (ou da Carvoeira) localiza-se entre as freguesias de Lorvão e Penacova, no concelho de Penacova, e a freguesia de Arrifana, no concelho de Vila Nova de Poiares, a cerca de 24 km a montante do açude-ponte de Coimbra.

Esta infraestrutura apresentava 16 vãos de dimensão idêntica na zona central, seguido de uma soleira contínua de declive constante. Cada vão detém ranhuras para colocação de comportas ensecadeiras. Este açude já dispunha de uma passagem para peixes e de um canal, de secção retangular, localizados na margem direita e esquerda, respetivamente. A passagem para peixes, constituída por seis bacias de 1,36 m por 1,5 m, foi considerada desadequada à utilização pelas espécies-alvo (Figura 14).



Figura 14. Açude do Reconquinho, (a) pormenor da antiga passagem para peixes (vista margem direita); açude antes (b) e depois (c) das intervenções realizadas (vista margem direita) (d) pormenor da bacia da passagem para peixes técnica.

Nesta infraestrutura, a solução passou pela implementação de uma passagem para peixes de bacias sucessivas no canal existente na margem esquerda e de uma passagem para caiaques. Foi também implantada uma rampa auxiliar para facilitar a passagem de peixes sobre a soleira de betão do açude, com uma largura equivalente a quatro vãos (~20 m), em planta, sobre a qual foram implantados blocos de betão armado com $0,50 \times 0,50 \times 0,50 \text{ m}^3$ (largura x comprimento x altura), dispostos alternadamente (Figura 15).

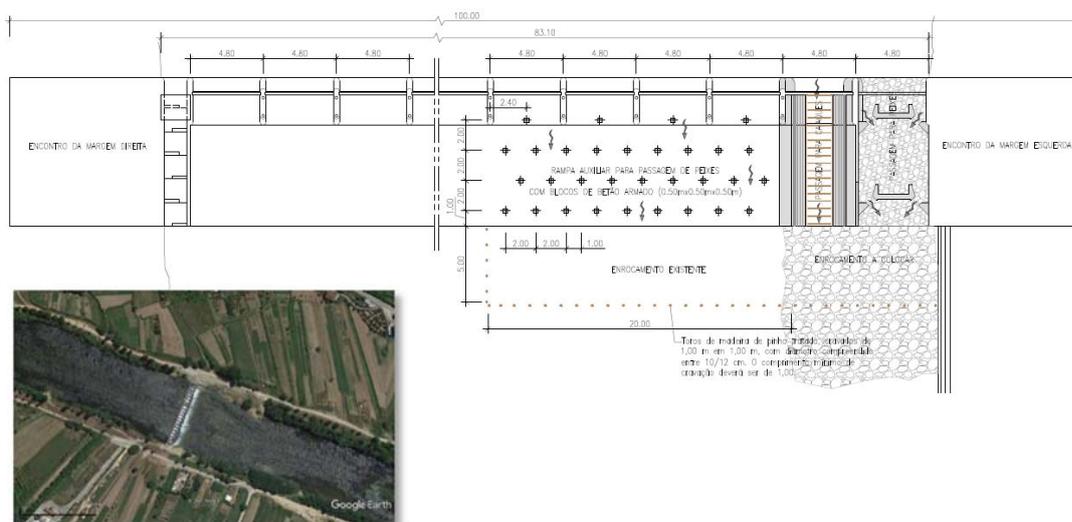


Figura 15. Passagens para peixes e caiaques construídas no açude do Reconquinho. Vista em planta. Vista aérea com o local da intervenção assinalado.

Relativamente à passagem de bacias sucessivas, é constituída por uma única bacia com 4,60 m de largura por 5,00 m de comprimento e uma dupla fenda vertical constituída por dois septos de 0,60 m de largura e 2,00 m de altura (Figura 14). O desnível entre bacias consecutivas é de 0,20 m, conseguido através da aplicação de betão ciclópico que resulta num fundo de aspeto rugoso (± 2 cm).

Relativamente à passagem para peixes existente não foi realizado qualquer tipo intervenção, uma vez que esta não tem influência sobre as infraestruturas projetadas e não apresenta sinais de instabilização (Figura 14).

A passagem para caiaques encontra-se à direita da nova passagem para peixes, sendo que a soleira à entrada da passagem de caiaques situa-se a uma cota relativa de 0,60 e desenvolve-se para jusante com declive igual ao da soleira existente (Figura 14). Os muros da passagem foram posicionados à cota relativa de 1,80 (~ nível de água relativo ao mês de março), pelo que a sua utilização com níveis de água superiores não é recomendada.

Açude de Penacova

O açude de Penacova localiza-se na freguesia de Penacova, concelho de Penacova, a cerca de 26 km a montante do Açude-Ponte de Coimbra. Este açude tem como função assegurar os níveis de água na pista de pesca imediatamente a montante do mesmo, bem como garantir outros usos de recreio e o lazer associados ao parque de campismo.

Neste obstáculo foi construída uma rampa para peixes na margem esquerda com enrocamento distribuído de forma uniforme, com 10 m de largura e 28,6 m de comprimento. A saída da rampa situa-se aproximadamente a 5 m do eixo do coroamento do açude, para que a entrada, a jusante, esteja próxima do açude (Figuras 16, 17 e 18). A distribuição e dimensão dos blocos sobre a rampa, bem como o declive e fundo da rampa, são semelhantes ao colocado nas restantes passagens já apresentadas.

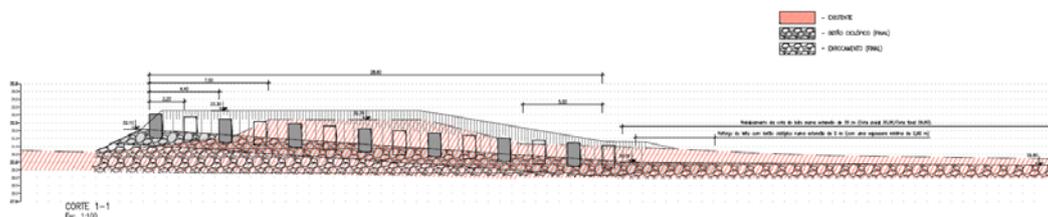


Figura 18. Corte longitudinal da rampa para peixes do açude de Penacova,

A soleira da estrutura de controlo da rampa, a montante, situa-se à cota 32,10, cerca de 0,60 m abaixo da cota do coroamento do açude (Figura 17).

Foi ainda realizado o rebaixamento da cota do leito a jusante da rampa para peixes em toda a sua largura, numa extensão de 35 m, com o objetivo de promover as condições de funcionamento hidráulico em meses de caudal mais reduzido (Figura 18).

As intervenções nos seis açudes foram realizadas entre julho e outubro de 2015. Durante o Inverno e Primavera do ano de 2016 registou-se uma cheia com um período de retorno de 20 anos (o caudal de ponta de cheia atingiu os 1963,50 m³/s) no médio e baixo Mondego (*cf.*, Figura 19) sendo de assinalar que a estrutura das rampas para os peixes construídas não foi afetada por este período de caudal elevado que pôs à prova a resiliência das intervenções.



Figura 19. Açudes do rio Mondego durante um período de cheia. Pormenor das passagens para peixes do (a) Açude de Penacova, (b) Açude de Palheiros, (c) Açude de Louredo, (d) Açude da Carvoeira, (e) Açude de Penacova.

Ação 2. Instalação de um dispositivo para passagem de enguias

A enguia-europeia é um peixe catádromo com elevado valor económico. A sua reprodução ocorre no Mar dos Sargaços e as respetivas larvas (leptocéfalos) migram através do Oceano Atlântico em direção às costas da Europa e do Norte de África, onde se transformam em enguias de vidro ou meixão. Uma parte destes exemplares juvenis permanece nas zonas marinhas litorais ou salobras, como estuários e lagoas costeiras, mas uma fração importante desloca-se para montante, colonizando sistemas dulçaquícolas, como rios e lagos. Uma vez instalados nas massas de água continentais, crescem como enguias amarelas e assim se mantêm até iniciarem a metamorfose para enguias prateadas, ou seja, até se transformarem nos exemplares reprodutores que efetuam a migração de volta ao Mar dos Sargaços, onde morrem após a desova (Domingos, 2003).

Outrora muito abundante, sobretudo na Europa Ocidental, a espécie encontra-se desde há cerca de 30 anos em franca regressão em toda a sua área de distribuição, tendo os respetivos níveis de recrutamento global diminuído cerca de 90% na última década e representando atualmente apenas 1% dos valores registados na década de oitenta (Dekker, 2003). Embora se suspeite que algumas alterações recentes verificadas a nível das correntes oceânicas, como resultado das alterações climáticas em curso, possam contribuir para tal declínio, em virtude de imporem constrangimentos adicionais à sobrevivência dos estados larvares da espécie durante a migração oceânica, é amplamente reconhecido, pela comunidade científica, que as principais causas para a redução dos seus efetivos ocorrem já na fase continental do seu ciclo de vida (Feunteun, 2002). Entre estas, assume particular relevância a interrupção das rotas migratórias com a construção de obstáculos nos cursos de água.

Assim, o principal objetivo da ação 2 consistiu na instalação de um dispositivo experimental de transposição específico para a enguia com vista à reabilitação de habitat para esta espécie na bacia hidrográfica do rio Mondego. De salientar que a passagem para enguias construída no Açude-Ponte de Coimbra foi a primeira a ser implementada em Portugal.

Instalação da Passagem para Enguias

A localização considerada mais adequada para a instalação da passagem para as enguias no Açude-Ponte de Coimbra, o primeiro obstáculo à migração trófica desta espécie no troço principal do rio Mondego, foi na margem esquerda junto à entrada da passagem multiespecífica (Figura 20).

A passagem para enguias é constituída por uma série de caleiras cobertas por um tapete de cerdas que, atendendo às características de reptação da espécie, facilitam a progressão das

enguias juvenis para montante (Figura 20). Ao longo do dispositivo foram incorporadas bacias de descanso em locais estratégicos, para permitir a recuperação do esforço físico desenvolvido pelas enguias durante a transposição da passagem. No final do dispositivo, foi instalado um tanque de contenção que permite a contagem dos indivíduos que utilizaram o dispositivo, antes de se proceder à sua libertação a montante.

A solução apresentada para o dispositivo de transposição dirigido à enguia no Açude-Ponte de Coimbra pode ser dividido em três zonas com características distintas.

A primeira zona corresponde à entrada do dispositivo (Zona de Entrada) e termina no primeiro tanque de contenção (Bacia nº 5, Abrigo nº1; Figura 21). As componentes que constituem o dispositivo nesta zona são caleiras em fibra de vidro (5 caleiras montadas com uma inclinação de 45°) e bacias de descanso (4 bacias de descanso montadas em locais estratégicos para permitir que as enguias descansem do esforço que desenvolveram para superar as caleiras). O fundo de todas as caleiras é coberto por um substrato apropriado (tapete de cerdas, Figura 20) para auxiliar a progressão das enguias. Todo o sistema é alimentado por um fluxo contínuo de água. Esta primeira zona termina no primeiro abrigo.



Figura 20. Passagem para enguias construída no Açude-Ponte de Coimbra: a) vista da entrada da passagem, a jusante; b) rampa de cerdas e bacia nº3; c) juvenil de enguia a reptar pela caleira de cerdas, d) abrigo de monitorização.

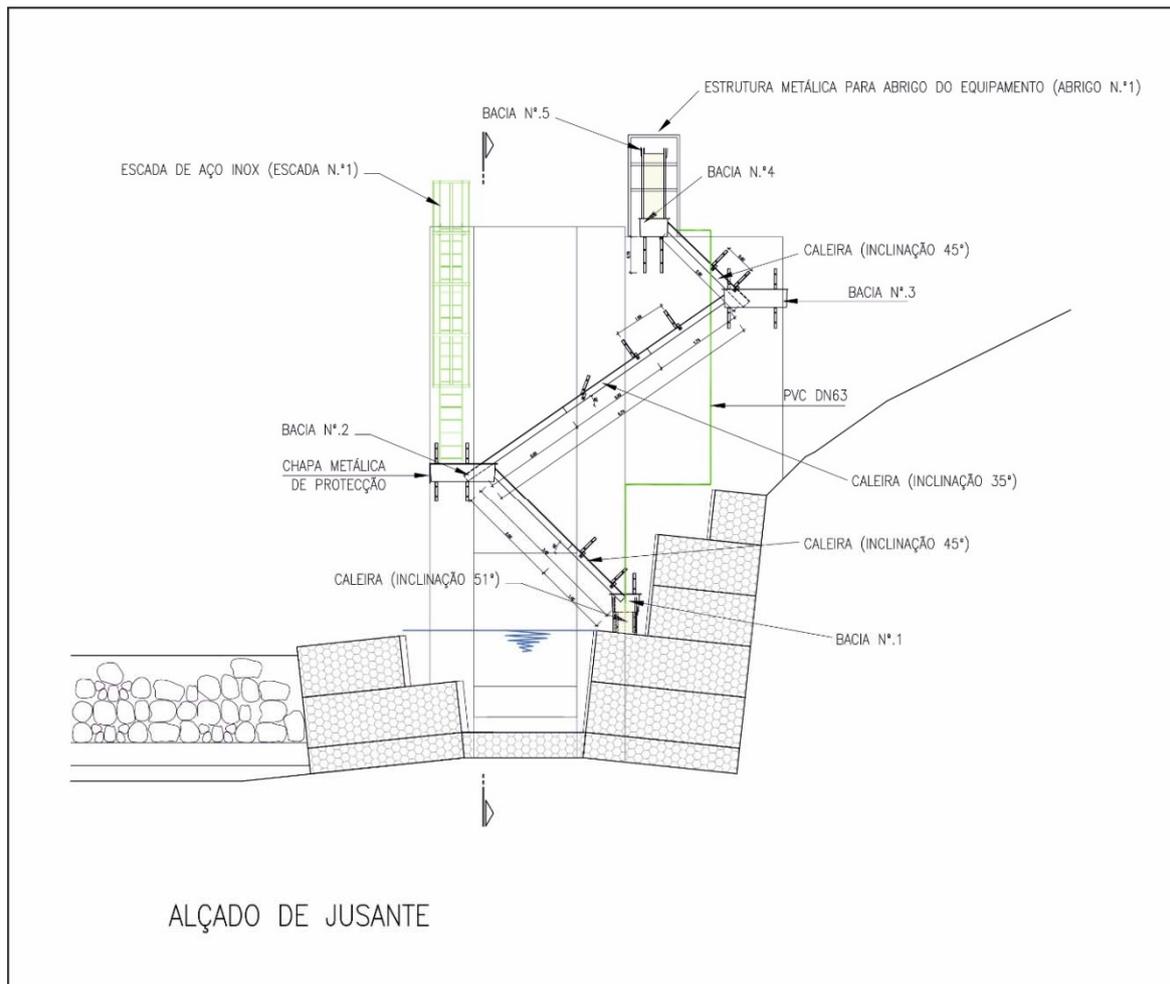


Figura 21. Esquema da zona de entrada da passagem para enguias.

A segunda zona do dispositivo (Zona de Progressão) começa no tubo que evolui da Bacia nº5 para o interior da PPPeixes de Coimbra. Nesta zona, o dispositivo é constituído por tubagens PRFV DN 200 que evoluem ao longo da passagem multiespecífica numa extensão com cerca de 60 m e um declive nulo (Figura 22). Esta foi a solução considerada mais adequada para permitir a progressão das enguias ao longo de uma extensão que garanta que, após libertação a montante, o risco de as enguias serem arrastadas para jusante através da comporta é considerado reduzido. Esta segunda zona do dispositivo termina na Bacia nº 7.



Figura 22. Zona de progressão da passagem para enguias.

A terceira zona do dispositivo (Zona de Monitorização-Libertação) começa na Bacia nº7 e termina num tubo PVC DN 63, que evolui em vala até ao ponto de libertação que se situa a, aproximadamente, 32 m da comporta do Açude-Ponte de Coimbra encostada à margem esquerda. Esta zona do equipamento é composta por uma bacia de descanso (Bacia nº 7) e uma bacia de contenção (Bacia nº 8). A Bacia nº 8 corresponde ao local onde as enguias ficarão contidas para posterior contagem no âmbito das ações de monitorização do funcionamento do dispositivo (Figura 23). É de salientar que este dispositivo tanto pode funcionar como um sistema aberto, onde os indivíduos são libertados diretamente no troço de montante sem serem aprisionados, como em sistema fechado, com a retenção das enguias para posterior contagem. A Bacia nº 8, e à semelhança do que foi projetado para a Bacia nº 5, encontra-se coberta por um abrigo metálico.

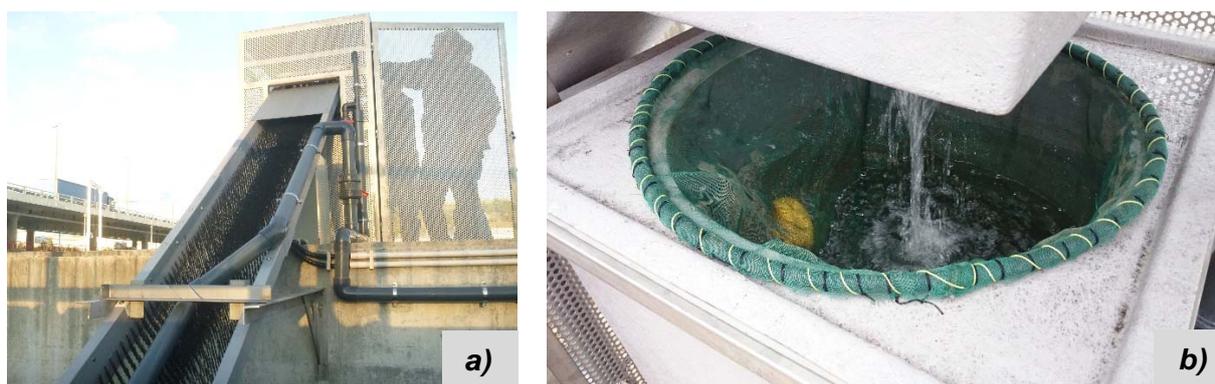


Figura 23. (a) Zona de monitorização da passagem para enguias, (b) pormenor da rede que aprisiona as enguias para posterior contagem dos indivíduos que utilizam o dispositivo.

Monitorização da Passagem para Enguias

No rio Mondego os movimentos migratórios do meixão para montante intensificam-se no outono-inverno, ou seja, sensivelmente entre outubro e março (Domingos, 2003). No entanto, dada a falta de informação recente optou-se por definir um período de monitorização que abrange um ciclo anual completo. Uma vez que a passagem só entrou em pleno funcionamento em junho de 2016, apesar da sua construção ter sido terminada em dezembro de 2015, a monitorização tem sido realizada com periodicidade semanal desde essa altura. Findo este 1º ano operacional, o funcionamento/monitorização do dispositivo para o 2º ano deverá ser ajustado tendo em conta os resultados obtidos durante esta primeira fase de monitorização, sendo expectável que seja reduzido para o período em que se concentram os movimentos migratórios para montante efetuados pelos juvenis de enguia.

A monitorização do dispositivo é realizada através do acesso à Bacia nº 8, onde foi colocada uma rede com uma malha inferior a 1 mm para retenção dos exemplares que transpõe com sucesso o obstáculo. Em cada monitorização os indivíduos retidos são contabilizados, medidos e seguidamente libertados a montante.

Após entrada em funcionamento da passagem esta verificação foi realizada com uma periodicidade semanal, e as enguias presentes na rede de monitorização contabilizadas e medidas, antes de serem libertadas a montante da passagem.

A monitorização deste dispositivo contemplou ainda a caracterização da progressão dos indivíduos na rampa, com recurso a métodos de marcação.

Com base nas monitorizações semanais realizadas, foi observado um pico no número de exemplares que utilizou a PPEnguias em agosto, seguido de um decréscimo acentuado (Figura 24a). Relativamente ao comprimento dos indivíduos, o valor médio mais baixo foi registado em agosto, seguido de um aumento progressivo nos meses seguintes (Figura 24b). Considera-se ser necessário continuar esta monitorização para se poder identificar se este padrão de variação de abundância de enguias que utilizam a passagem se repete num segundo ciclo anual de amostragem.

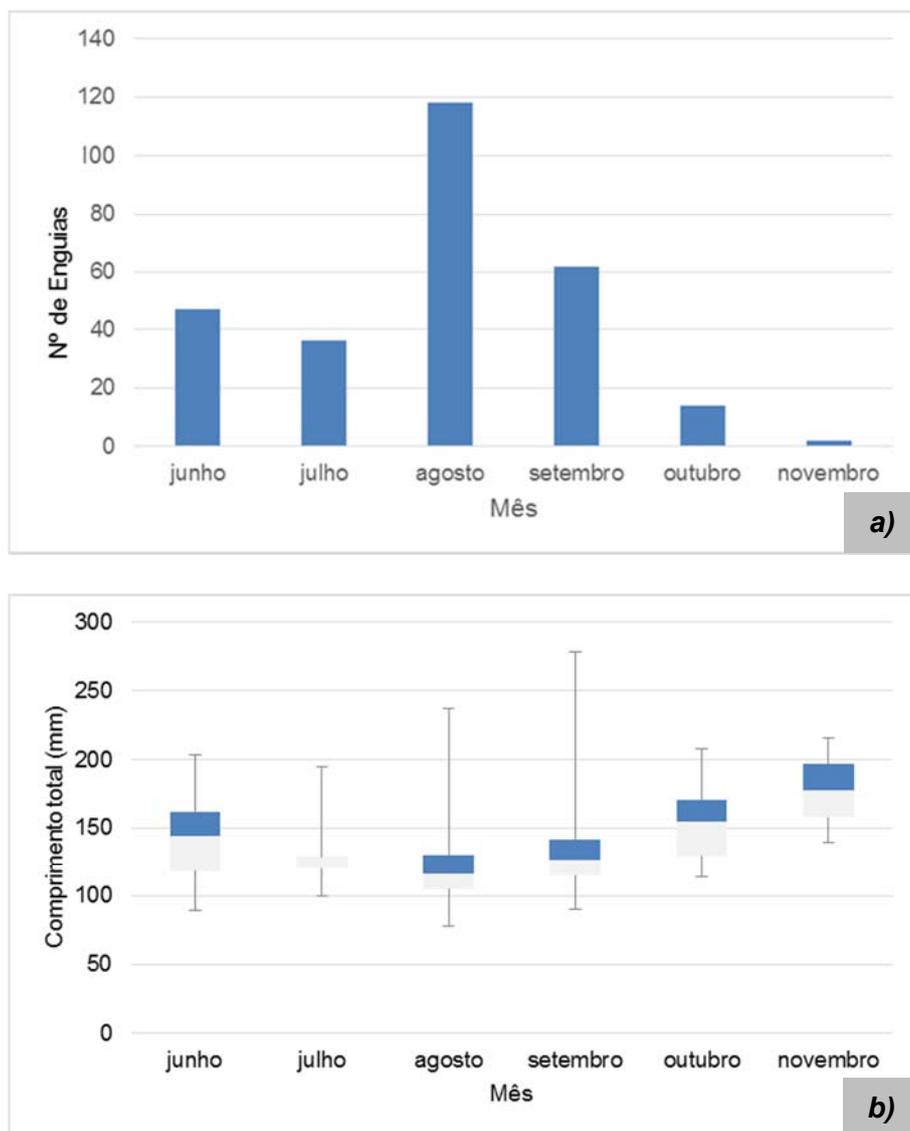


Figura 24. Enguias retidas na rede colocada na bacia de monitorização da PPEnguias: (a) Número de exemplares retidos por mês; (b) Variação do comprimento total dos indivíduos por mês.

No sentido de avaliar a eficiência do desenho da PPEnguias na progressão dos indivíduos ao longo do dispositivo, procedeu-se à marcação com elastómero fluorescente de exemplares de *A. anguilla*, capturados na passagem multiespecífica, e sua posterior libertação na PPEnguias acompanhada da monitorização da progressão ao longo das zonas do dispositivo com características distintas.

Os exemplares utilizados nesta avaliação foram capturados no dia 5 de agosto com recurso a dois camaroeiros e mantidos em nassas submersas num tanque de 600 L com água do rio equipado com uma bomba de arejamento e um filtro (físico e biológico). No total, foram marcadas 195 enguias com elastómero fluorescente segundo o código de cores referido na Tabela 4, de acordo com a sua classe dimensional (Tabela 4, Figura 25), segundo o

procedimento descrito em Northwest Marine Technology, Inc. (2011). Os exemplares foram anestesiados com uma solução de 2-phenoxyethanol a 0.3 ml.dm³, medidos e marcados na região dorsal, entre a cabeça e a origem da barbatana dorsal. Depois de marcados, os indivíduos passaram por um período de recobro acompanhado de 10 dias no tanque referido anteriormente, tal como aconselhado pelo fabricante das marcas, tendo sido seguidamente libertados na primeira bacia de descanso a jusante e monitorizado o seu progresso.

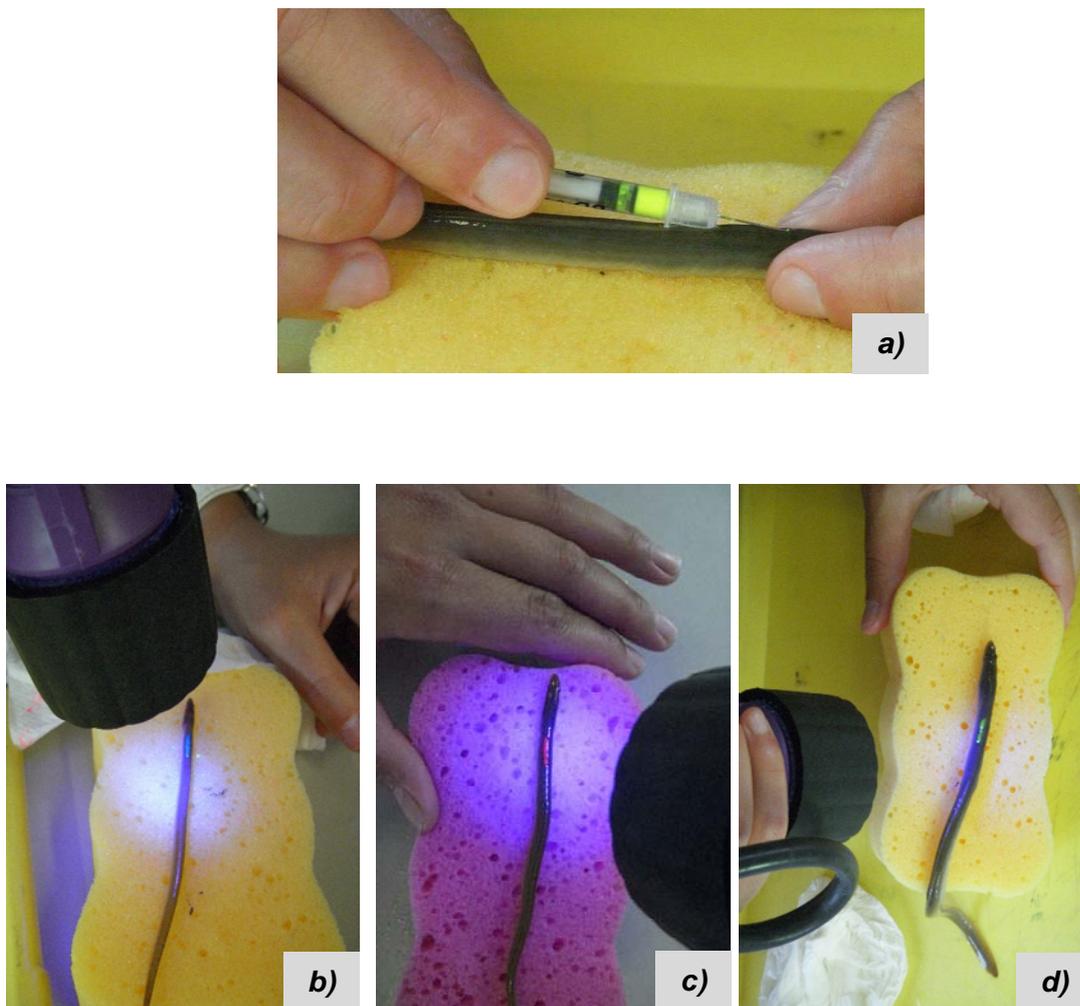


Figura 25. Marcação de exemplares de *A. anguilla* com elastómeros: (a) inserção da marca; (b) exemplar marcado com elastómero azul; (c) exemplar marcado com elastómero vermelho; (d) exemplar marcado com elastómero amarelo.

Tabela 4. Número de indivíduos marcados com elastómero por classe dimensional. Combinação de cores utilizadas de forma a permitir a identificação da classe dimensional a que determinado indivíduo pertence sem ser necessária a sua manipulação

Pigmento utilizado	Classe dimensional (mm)	Número de exemplares marcados	Exemplares libertados
Azul	[100-130]	40	39
Vermelho]130-160]	84	82
Amarelo]160-210]	70	69
Azul + Amarelo]210-250]	1	1

Após do período de recobro de 10 dias estabelecido, observou-se a morte de 4 exemplares nos quais foi detetada a presença de parasitas internos. A libertação dos 191 exemplares marcados ocorreu no dia 16 de agosto ao início do período noturno e na primeira bacia de descanso de jusante. Os primeiros indivíduos a iniciar a progressão fizeram-no imediatamente após libertação. A monitorização do seu percurso decorreu de forma contínua em 2 locais distintos: numa bacia de descanso intermédia, sensivelmente a meio do trajeto total da PPEnguias, e na bacia de monitorização, no fim do trajeto. Em cada um destes locais, com recurso a pequenos baldes com fundos de rede instalados à entrada das bacias e lanternas de UV, contabilizou-se e registou-se em intervalos de tempo regulares o número de exemplares marcados de cada cor e seguidamente, sem os manipular, libertou-se os espécimes nas respetivas bacias. Nos períodos de maior afluência a contabilização fez-se de 5 em 5 minutos, com a redução do número de indivíduos a chegar aumentou-se o intervalo para 10 minutos ou 15 minutos.

O primeiro indivíduo chegou à bacia intermédia ao fim de 52 minutos e ao fim de 3 horas e 30 minutos (212 minutos) já tinham chegado cerca de 85% dos indivíduos marcados (Figura 26). A progressão das enguias marcadas nesta primeira parte do trajeto demorou em média 127 minutos.

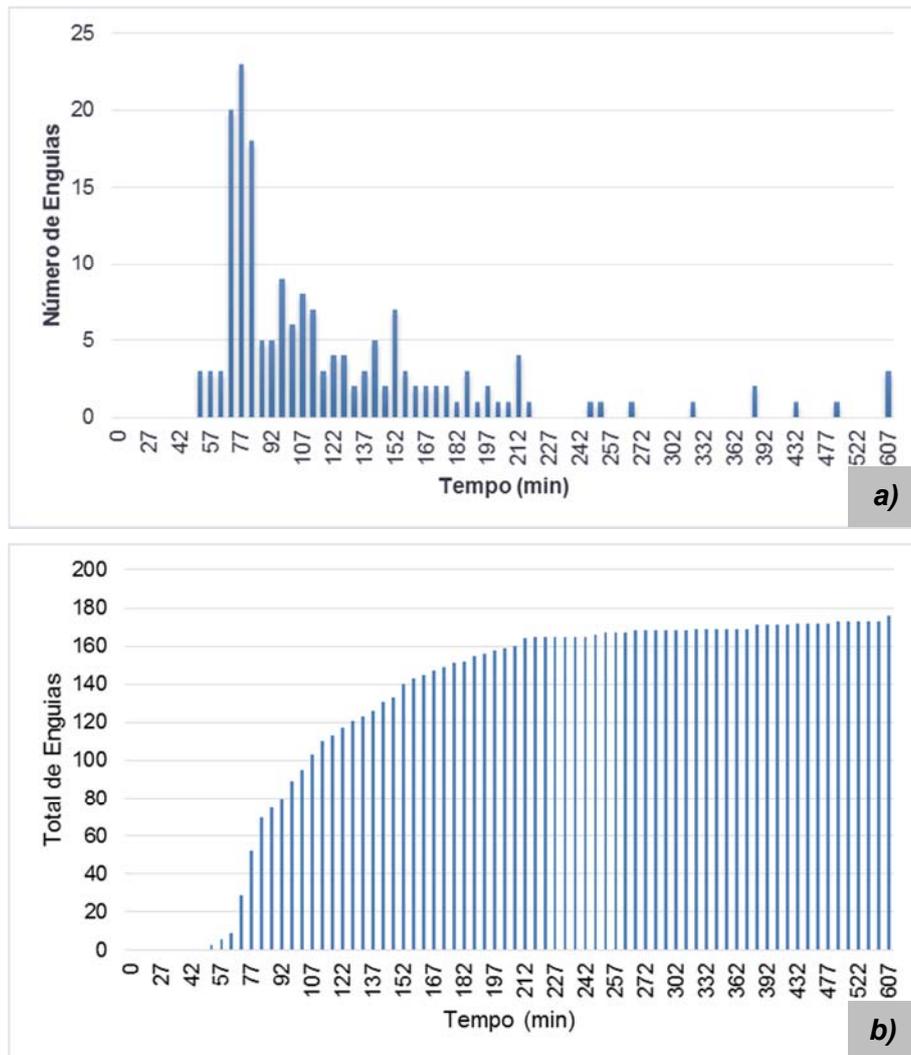


Figura 26. Tempo necessário para chegada à bacia de descanso intermédia. (a) Número de enguias que chegaram à bacia por intervalo de tempo; (b) Enguias que chegaram à bacia intermédia ao longo do ensaio.

O primeiro exemplar a completar a totalidade do percurso até à bacia de monitorização (Bacia 8) demorou 110 min (Figura 27), sendo que em média os restantes exemplares levaram 356 min a concluir o percurso.

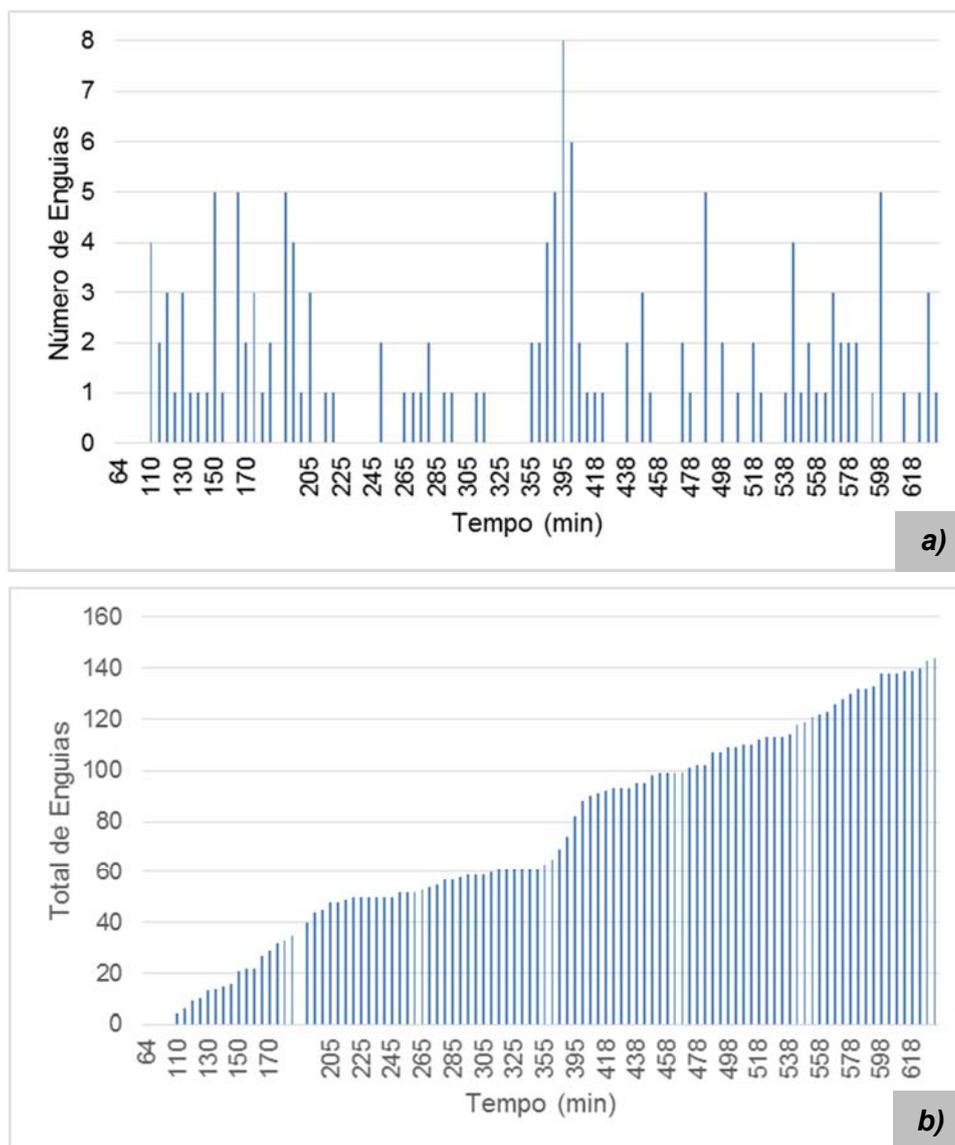


Figura 27. Tempo necessário para chegada à bacia de monitorização. (a) Número de enguias que chegaram à bacia por intervalo de tempo; (b) Enguias que chegaram à bacia monitorização ao longo do ensaio.

Deu-se por concluído o ensaio às 7h00 na bacia intermédia, com a contabilização de 176 indivíduos, 92% dos exemplares marcados, e às 7h30 na bacia 8 com o registo de chegada de cerca de 75% dos indivíduos marcados. Dos indivíduos que chegaram à bacia intermédia neste período, 82% atingiu a bacia de monitorização, os restantes 18% ficaram por completar o trajeto durante o período monitorizado em contínuo.

Nas visitas subsequentes à bacia de monitorização da PPEnguias para contabilizar o número de enguias presentes e registar os respetivos comprimentos, e desde o final do ensaio passou também a verificar-se a presença das enguias marcadas com elastómero que não completaram o percurso até então. Durante este período contabilizaram-se mais 36

exemplares marcados o que significa que, até à data, não conseguiram atravessar o dispositivo apenas 8 enguias marcadas, ou seja, apenas 4% das enguias marcadas. Das enguias marcadas libertadas no início da PPEnguias, 96% conseguiu transpor o dispositivo.

No que respeita à performance de transposição relativamente à dimensão dos indivíduos, as enguias mais pequenas, entre os 100mm e os 130 mm, demoraram mais tempo a atravessar a passagem, ainda assim, a progressão neste dispositivo não aparentou representar um grande desafio para as enguias, dado que o completaram o percurso com relativa facilidade e rapidez.

Apesar da complexidade e extensão da passagem das enguias construída no Açude-Ponte de Coimbra, os resultados da monitorização apontam para uma elevada eficiência na passagem a partir do momento em que as enguias entram no dispositivo.

Ação 3. Ações de repovoamento com enguia-europeia

No rio Ceira (afluente do rio Mondego) existem cerca de duas dezenas de pequenos açudes entre a confluência com o rio Mondego e o troço que fica 3,5 km a montante da localidade de Góis, que, cumulativamente, contribuem para uma redução significativa da densidade de enguias neste troço. As ações de repovoamento com enguias de vidro (também designadas de meixão) constituem de acordo com o Plano de Gestão da Enguia (PGE), uma forma de assegurar a colonização dos troços a montante dos açudes por parte dos exemplares de enguia, contribuindo para o repovoamento das bacias intervencionadas. Neste sentido, no presente projeto foram realizadas ações piloto de repovoamento com meixão num troço do rio Ceira que atualmente se encontra inacessível à migração desta espécie catádroma, localizado cerca de 45 km a montante da confluência com o rio Mondego, a montante do Açude do Monte Redondo (junto à localidade Cortecega). Após a realização das ações de repovoamento, foi avaliado o sucesso do procedimento experimental efetuado, as características da população estabelecida e os eventuais impactes do aumento da densidade de enguias sobre as comunidades biológicas locais. Para tal, a ação foi estruturada em 4 tarefas: (i) identificação e análise das condições ecológicas e geomorfológicas do troço de rio para a ação de repovoamento; (ii) realização de ações de repovoamento do troço a montante do Açude do Monte Redondo, no rio Ceira, com exemplares de meixão; (iii) determinação do sucesso do repovoamento na população de enguia; (iv) avaliação do impacte do repovoamento nas restantes comunidades biológicas locais.

Identificação e análise das condições ecológicas e geomorfológicas do troço de rio para a ação de repovoamento

No troço do rio Ceira selecionado para desenvolver a ação 3 foram definidas cinco estações de amostragem (Ce1-Ce5), localizadas a jusante e a montante dos principais açudes existentes na área de estudo (Figura 28). Para a eliminação de potenciais fontes de erro resultantes da variação natural destes cursos de água, tanto a nível biótico como abiótico, foram igualmente estabelecidas duas estações controlo (CJ e CM) no mesmo curso de água, em tudo idênticas às restantes, mas consideravelmente afastadas do troço a intervir, localizadas a cerca de 10 km a jusante e a montante do troço-alvo (Figura 28).

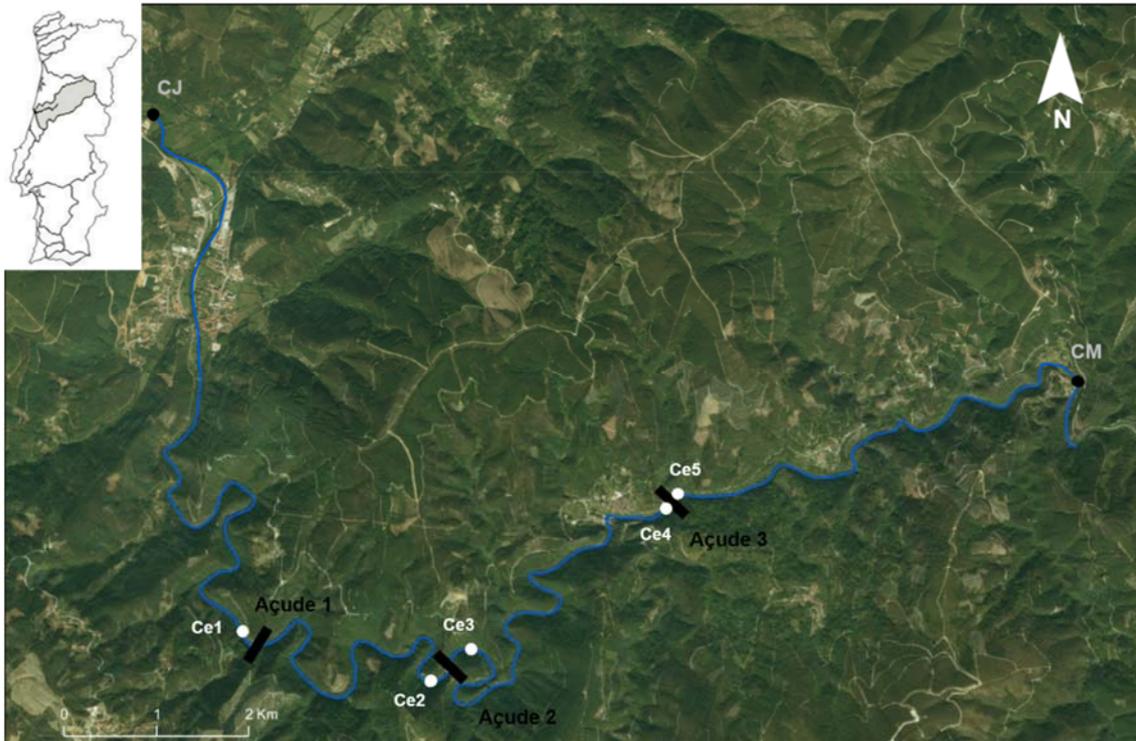


Figura 28. Troço de rio onde a ação foi implementada, com os principais açudes e estações de amostragem. Os locais Ce1 a Ce6 correspondem a estações de amostragem, enquanto que o CM e CJ correspondem, respetivamente, aos controlos de montante e jusante.

Ao longo das sete estações selecionadas, as amostragens foram direcionadas para a comunidade de macroinvertebrados bentónicos e a ictiofauna, tendo sido também caracterizada, em todas as campanhas e estações de amostragem, a composição do substrato (i.e., tipo de sedimento e quantificação de matéria orgânica), bem como as características físico-químicas da água (i.e., pH, temperatura, oxigénio dissolvido - DO, sólidos totais dissolvidos -TDS e condutividade).

Para avaliar o potencial de abrigo para as enguias e complementar a informação referente ao potencial trófico de cada local amostrado (i.e., previamente abordado tendo por base a amostragem da comunidade de macroinvertebrados), foram ainda recolhidos dados hidromorfológicos e biofísicos relacionados com a largura e profundidade média do troço, tipologia de corrente e percentagem de cobertura do leito com potencial de abrigo para as enguias (i.e., seixo, macrófitas, raízes, galhos e troncos submersos).

O período de amostragem decorreu entre abril de 2014 e abril de 2015, tendo sido constituído por diversas campanhas, realizadas em momentos chave do procedimento de repovoamento desenvolvido: (i) campanha de amostragem pré-libertação do meixão, para avaliar a condição do ecossistema no período anterior à alteração introduzida (i.e., repovoamento); (ii)

campanhas de monitorização trimestrais para monitorizar as densidades de enguia nos vários locais, bem como todos os restantes parâmetros bióticos e abióticos, à exceção da comunidade de macroinvertebrados que apenas foi amostrada ao longo de duas campanhas, no início e no final da ação; e (iii) campanha de amostragem final (pós-repovoamento) para avaliar a condição do ecossistema, no período homólogo do ano seguinte em relação à primeira campanha.

As colheitas de macroinvertebrados foram efetuadas na primeira campanha de amostragem (pré-repovoamento), em abril de 2014, e igualmente no período homólogo do ano seguinte (pós-repovoamento), em abril de 2015. Em cada local de amostragem foram recolhidos três replicados a fim de garantir representatividade na amostra recolhida e permitir um tratamento estatístico adequado.

Os macroinvertebrados foram recolhidos com uma rede triangular (30x30x30 cm; malha de 500 µm), utilizando a técnica de *kick sampling*, em arrastos de 60 segundos cada (ou adaptado ao que cada local permite), a fim de se poder calcular o CPUE (neste caso, número de indivíduos de cada *taxon* por unidade de tempo). Em cada local de amostragem foram identificadas as tipologias de habitat mais representativas e feita uma amostragem multi-habitat. As amostras recolhidas foram fixadas com etanol a 96° e os organismos presentes contados e identificados até ao nível taxonómico mais baixo possível (Figura 29).



Figura 29. Amostragem de macroinvertebrados bentónicos com recurso ao método de *kick sampling*.

Os resultados obtidos com esta tarefa indicam que a comunidade de macroinvertebrados não apresentava diferenças significativas entre as várias estações de amostragem distribuídas ao longo do troço de estudo, na fase de pré-libertação de meixão, revelando a existência de uma homogeneidade em termos de diversidade e abundância de grupo biológico.

Relativamente à avaliação da composição e densidade ictiofaunística ao longo do troço de estudo, a primeira campanha de amostragem foi efetuada em abril de 2014 (pré-repovoamento), seguida de amostragens trimestrais, nomeadamente, em julho e outubro de 2014 e em janeiro e abril de 2015 (pós-repovoamento).

A ictiofauna ocorrente em cada local selecionado foi amostrada com recurso a pesca elétrica segundo um procedimento adaptado do Protocolo de Amostragem e Análise para a Fauna Piscícola, desenvolvido ao abrigo da implementação da Diretiva Quadro da Água (INAG, 2008) (Figura 30). O tempo de pesca e área amostrada em cada estação foram registados para cálculo do CPUE (capturas por unidade de esforço, expressa em número de indivíduos de cada espécie capturados por unidade de tempo) e da densidade piscícola (expressa em número de indivíduos capturados / 100 m²).



Figura 30. (a) Amostragem de fauna piscícola com recurso a pesca elétrica. (b) espécies piscícolas capturadas por pesca elétrica da esquerda para a direita: bordalo (*Squalius alburnoides*, Steindachner 1866), bordalo, escalo (*Squalius carolitertii*, Doadrio 1987), bordalo, escalo, bordalo; (c) truta-de-rio.

Todos os exemplares piscícolas capturados foram medidos (precisão de 1 mm) e pesados (precisão de 0.01 g) sendo posteriormente devolvidos ao rio, após um período de recuperação, próximo dos locais de captura.

Durante esta caracterização ictiofaunística foram apenas capturadas duas enguias em duas das estações de amostragem definidas, ambas com mais de 40 cm, pelo que deveriam ter cerca de 5/6 anos (Domingos, 2003). Estes resultados confirmam a dificuldade de transposição destes obstáculos por esta espécie e a inexistência de uma população estruturada no troço de estudo, já que nenhum juvenil da espécie foi observado durante a primeira campanha de amostragem.

Relativamente às campanhas de monitorização trimestrais, a fauna piscícola apresentou fortes variações sazonais, mas sem diferenças significativas entre estações de amostragem,

o que sugere homogeneidade na sua distribuição espacial. As espécies bordalo, barbo-comum, ruivaco (*Achondrostoma oligolepis*, Robalo, Doadrio, Almada & Kottelat, 2005) e verdemã (*Cobitis paludica*, de Buen 1930) foram as mais abundantes (a ordem de abundância variou entre meses), com exceção dos meses de outono e inverno nos quais se verificou uma maior abundância de boga-comum e ciprinídeos juvenis ainda sem características específicas claramente visíveis que permitam a sua inequívoca identificação no campo, tendo neste caso sido designados por *Cyprinidae ni*. Relativamente às variáveis ambientais explicativas, a aplicação de uma análise de ordenação espacial (i.e. SIMPER, cut-off em 50%) a variabilidade em termos de abundância das espécies identificadas ao longo da área de estudo é explicada pela Temperatura, TDS, Condutividade e OD, parâmetros que tipicamente refletem a sazonalidade.

Não foram encontradas diferenças a nível da comunidade piscícola, de macroinvertebrados (pré-repovoamento) e características de habitat entre as estações escolhidas para controlo (CJ e CM) e as demais.

Realização de ações de repovoamento do troço a montante do Açude do Monte Redondo, no rio Ceira, com exemplares de meixão

Após seleção e caracterização do troço-alvo, e de definido o delineamento experimental, foram adquiridos 18 kg de meixão proveniente do rio Minho, única bacia hidrográfica em Portugal onde é legalmente permitida a sua captura. O meixão foi transportado em câmara aclimatada, com oxigenação e uma temperatura de água de cerca de 12 °C, até cada local de libertação (Figura 31). Após um período de aclimação à temperatura da água no local de libertação, os juvenis foram libertados em três das estações de amostragem (Figura 32). Na estação de amostragem Ce1 (a jusante no troço de estudo) foram libertados cerca de 18.157 indivíduos, na estação Ce2 21.750 indivíduos e na estação Ce3 19.385, totalizando perto de 60.000 indivíduos, e 18 kg de peso. Os locais de libertação foram definidos com base na presença de açudes de difícil transposição, a fim de determinar o impacte ecológico de diferentes densidades de enguia. As estações Ce4 e Ce5 foram selecionadas e avaliadas nesta componente do estudo com o objetivo de identificar e avaliar eventuais movimentações e dispersões dos indivíduos libertados para montante (Figura 32).

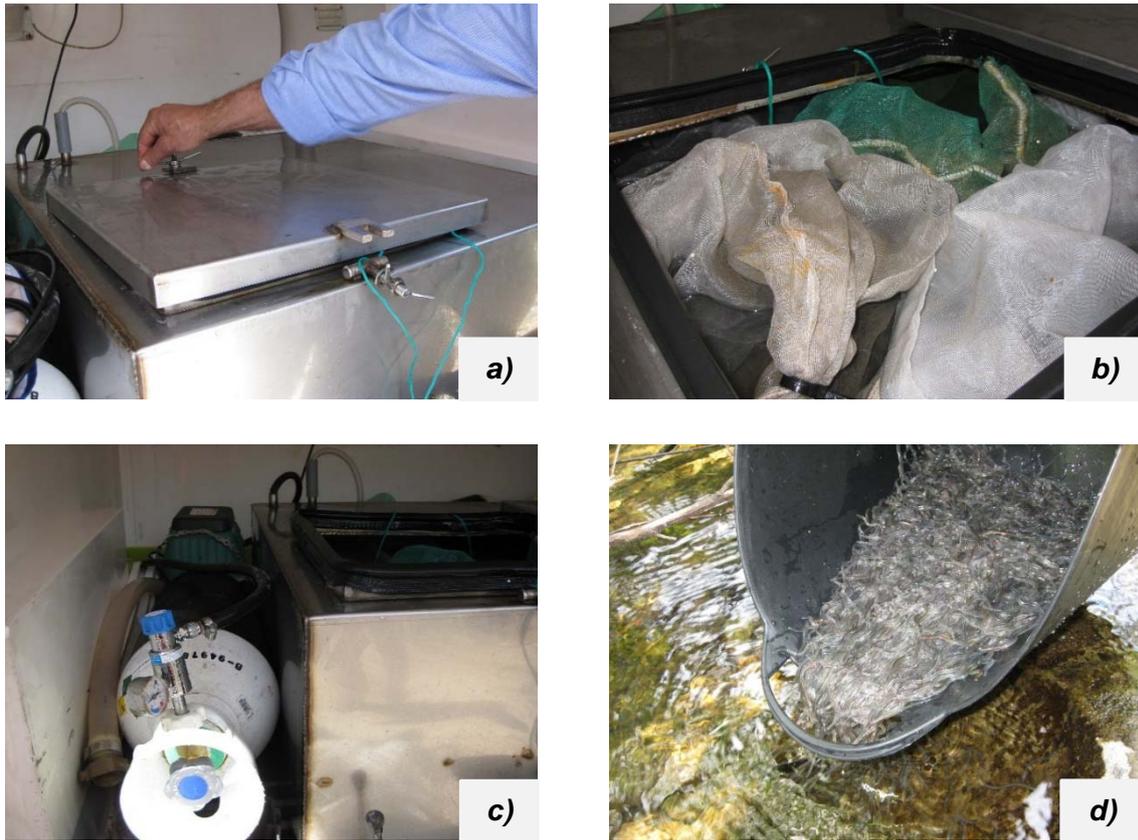


Figura 31. (a) Tanque de transporte do meixão; (b) Redes incorporadas no tanque para transporte dos exemplares; (c) Sistema de refrigeração e oxigenação; (d) Libertação de meixão.

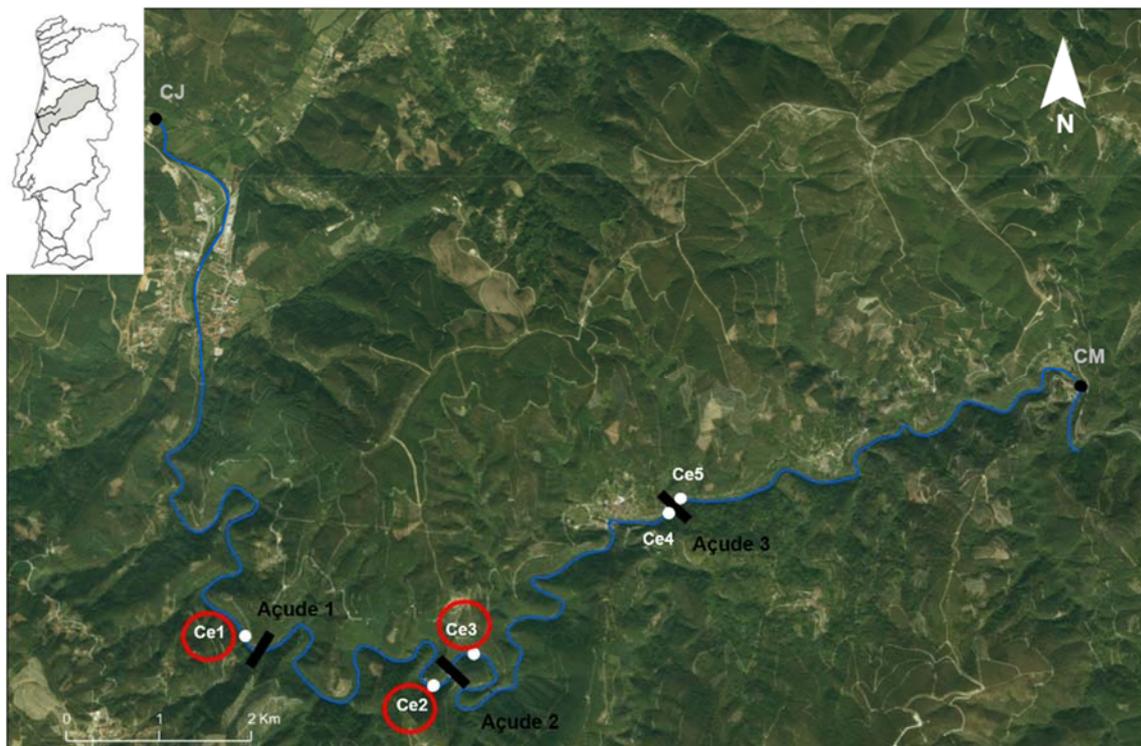


Figura 32. Troço de rio onde a ação foi implementada. As estações onde foram realizadas as ações de repovoamento encontram-se assinaladas com círculos vermelhos (○).

Determinação do sucesso do repovoamento na população de enguia

A densidade do meixão por estação e campanha de amostragem encontra-se representada na Figura 33. Os valores indicam a presença persistente de meixão libertado nos pontos Ce1 e Ce2, estações de amostragem em que a densidade é, em geral, próxima da estimada inicialmente. Na estação Ce3, local de repovoamento a montante do obstáculo de maior relevância (Figura 32, Açude 2) e de açudes considerados como impedimento à progressão de meixão, apenas se registaram ocorrências em janeiro e abril de 2015. As ausências observadas nesta estação poderão dever-se à migração dos exemplares para montante, possivelmente relacionada com preferências de habitat (alimentação/competição/abrigo), com conseqüente dispersão. A captura de indivíduos na estação Ce4 a partir de outubro apoia esta hipótese, uma vez que revela uma dispersão pelo troço de amostragem de cerca de 3,6 km desde o ponto de libertação mais próximo (Ce3). Esta migração não parece ter ido além deste ponto até à data da última amostragem, uma vez que não foram capturados indivíduos em Ce5, estação que se encontra junto à Ce4.

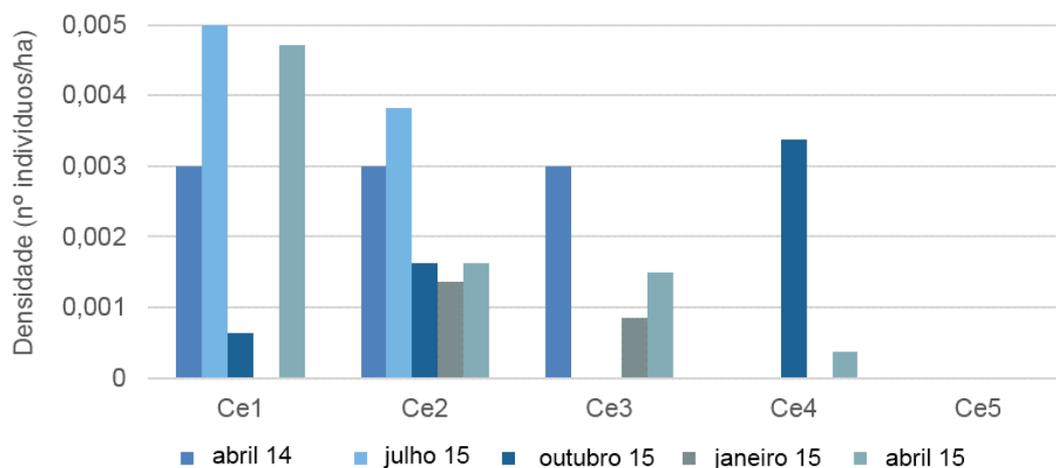


Figura 33. Valores de densidade de meixão registados por recaptura com pesca elétrica, antes (abril 2014 – valor teórico estimado aquando da sua libertação) e após a sua libertação (julho, outubro, janeiro e abril 2015).

Os resultados demonstram ainda que, na presença de uma ampla dispersão e de valores de densidade semelhantes aos iniciais, a taxa de mortalidade do meixão libertado, no primeiro ano, foi baixa. Ainda assim, existem diferenças entre as estações de libertação. Tanto a média do primeiro ano, como o valor de densidade estabelecido no final do ano de amostragem, decresce à medida que se progride para montante (Figura 33).

Foram identificados dois açudes de provável difícil transposição entre as estações Ce1-Ce2 e Ce2-Ce3. O menor valor em Ce3 poderia ser explicado pelo maior potencial de dispersão, tendo em conta a área disponível para montante. No entanto, esse pressuposto implicaria

que Ce1 e Ce2 teriam densidades semelhantes entre si. Apesar da provável influência deste fator, as diferenças encontradas não parecem estar apenas relacionadas com a presença de obstáculos. A Figura 34 indica que a estação de amostragem Ce1, com densidades mais elevadas, apresenta, principalmente na primavera/verão, características de sedimento e cobertura do leito diferentes, nomeadamente, maior percentagem de seixo e areia e menor de matéria orgânica e cascalho. Esta análise parece também ser influenciada por efeitos sazonais, uma vez que existe relativa homogeneidade das propriedades físico-químicas da água no troço, com exceção do OD e pH. A maior atividade da enguia em temperaturas mais elevadas deverá facilitar as capturas nos períodos de verão e primavera, o que justifica um aumento dos valores de densidade. Para o OD e pH, existe uma correlação positiva com a densidade de meixão. Esta diferença de densidades entre locais poderá estar relacionada com maior potencial de abrigo para o meixão e preferências alimentares, uma vez que diferentes condições de substrato e propriedades da água influenciam as comunidades de macroinvertebrados e a exigência de oxigénio desta espécie não é muito elevada, embora possa limitar a sua sobrevivência (Tesch, 2003).

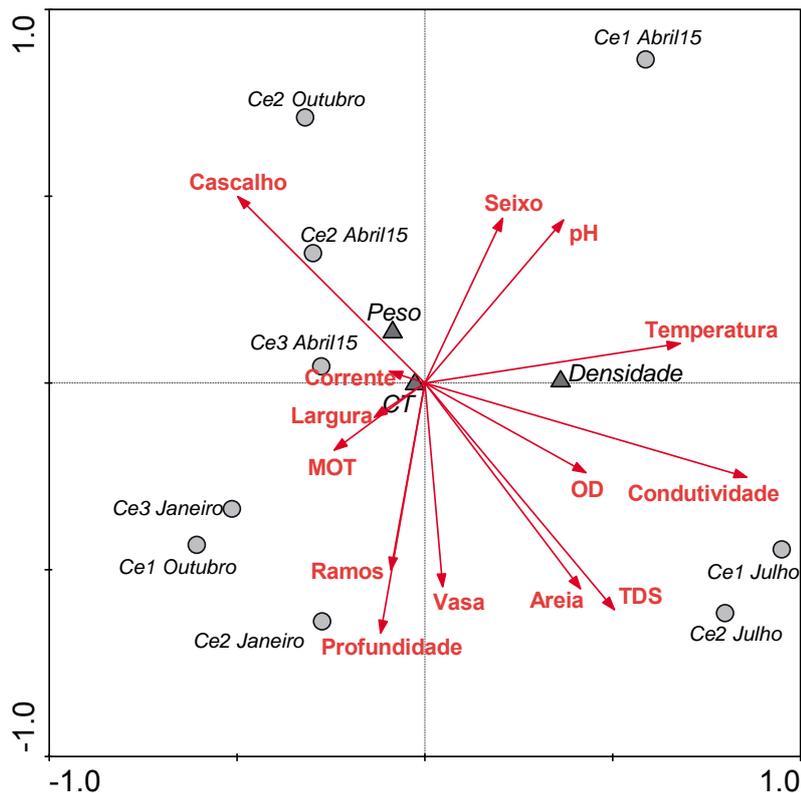


Figura 34. Análise canónica de correspondências, explicando 100% da variância, de parâmetros biológico relativos ao meixão na fase pós-repovoamento: Comprimento Total (CT), Peso, Densidades (em kg/ha); e variáveis ambientais registados em cada uma das estações Ce1, Ce2 e Ce3, representados por vetores:

Entre a fase de pré- e pós-repovoamento, verificou-se ainda um aumento médio do comprimento e do peso dos exemplares de meixão libertados em mais de 2,5x e 5x, respetivamente (Figura 35).

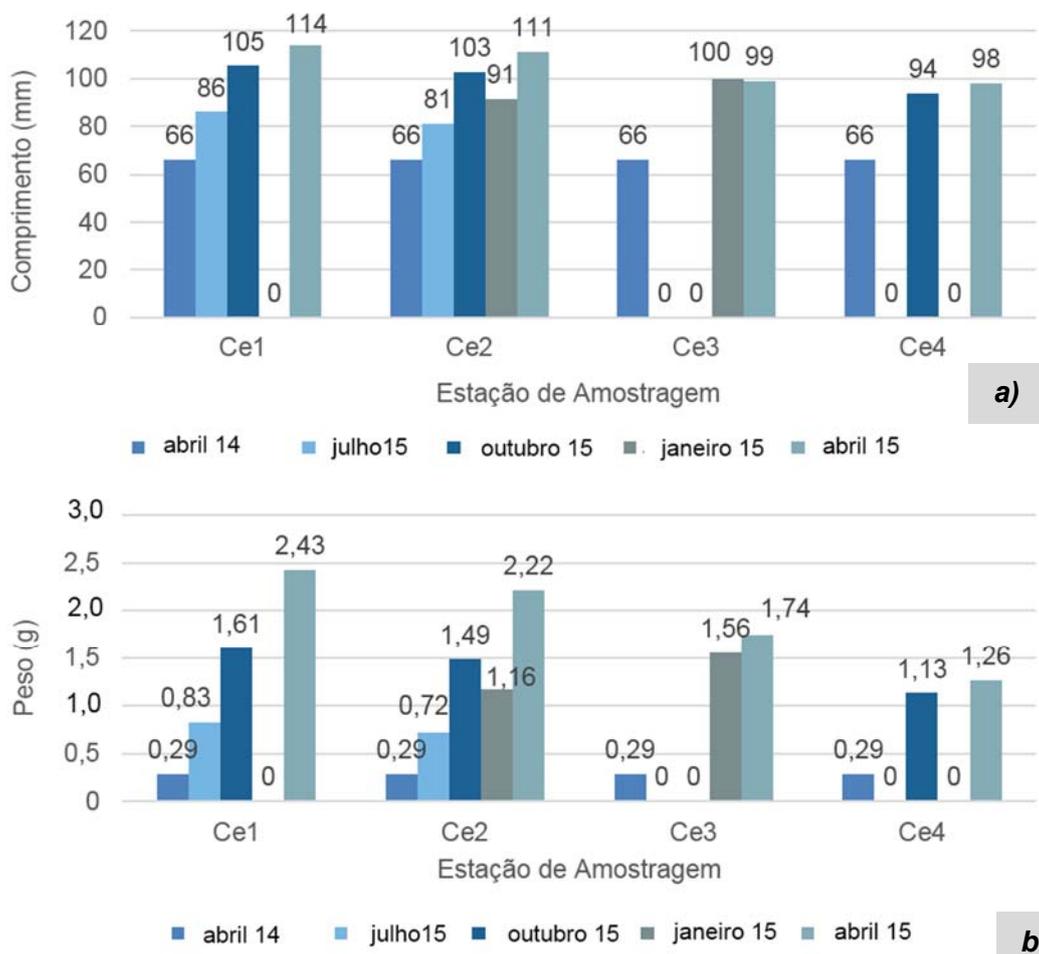


Figura 35. Valores de comprimento (a) e peso (b) médios de meixão, antes (abril 2014) e após a sua libertação (julho, outubro, janeiro e abril 2015).

À semelhança das diferenças encontradas para a densidade, as estações de amostragem mais a jusante apresentaram crescimentos médios superiores, associados a um aumento global de comprimentos e pesos totais. A análise de dados realizada parece apontar no sentido de as condições ambientais a jusante favorecerem o crescimento do meixão, visto que existem, tipicamente, fatores que influenciam o crescimento da enguia, como densidade ou temperatura da água (Tesch, 2003). Dada a relativa homogeneidade hidromorfológica e abiótica do troço de estudo, as diferenças de crescimento encontradas poderão estar relacionadas com a variabilidade em termos de disponibilidade de alimento. Uma vez que não foram encontradas diferenças significativas na comunidade de macroinvertebrados entre estações (pré-repovoamento) e tendo em conta a plasticidade desta espécie, cuja alimentação varia consoante a disponibilidade de alimento, uma resposta a esta questão

implicaria a realização de uma análise espacial e temporal dos conteúdos estomacais de uma subamostra de enguias capturada ao longo dos locais e épocas de amostragem considerados.

Avaliação do impacte do repovoamento nas restantes comunidades biológicas da região

No decurso da amostragem, os locais Ce4 e Ce5, foram alvo de intervenção (reabilitação da praia fluvial associada ao açude intermédio, a Praia Fluvial da Ponte Velha em Cabreira, em junho/julho de 2014), revelando um decréscimo nas capturas de fauna nestes locais na amostragem de julho. Ao contrário da estação Ce5, em Ce4 foi observada uma recuperação acentuada em outubro, o que poderá advir do diferente grau de intervenção a que este troço foi sujeito. Dado o potencial de enviesamento dos resultados estas estações não foram incluídas na análise dos dados para a avaliação do impacte ecológico da ação de repovoamento.

Resultados preliminares obtidos para ambas as comunidades amostradas (i.e. macroinvertebrados e peixes) demonstram não existir diferenças entre as várias estações de amostragem, sempre que o meixão se encontra ausente, tanto em 2014 como em 2015 (incluindo estações controlo). Ou seja, para além de não existir variabilidade anual (entre períodos homólogos), este resultado demonstra igualmente que as estações de amostragem selecionadas como controlo se revelaram adequadas tendo em conta o respetivo objetivo.

As análises que pretendiam avaliar as diferenças entre as fases de pré- e pós-repovoamento com meixão, demonstram a existência de diferenças na comunidade de macroinvertebrados nos locais de ocorrência de meixão. Ou seja, a ocorrência de meixão durante o primeiro ano causou alterações na comunidade de invertebrados, apenas nos próprios locais.

Apesar de terem sido evidenciadas alterações na comunidade de macroinvertebrados, estas não correspondem a um decréscimo na riqueza específica, no número total de indivíduos ou na diversidade de espécies (Figura 36). Na realidade estes parâmetros registaram um aumento na maioria dos casos, sendo precisamente nas estações controlo, onde não houve efeito da libertação de meixão, onde os valores são mais próximos entre os dois anos de trabalho. Apenas na estação CJ existe um valor inferior em 2015 para o parâmetro de diversidade específica (Figura 36).

Além do aumento dos referidos parâmetros populacionais de macroinvertebrados, verificou-se uma alteração nas abundâncias relativas dos *taxa* identificados como mais abundantes na área de estudo. Das alterações mais acentuadas, salienta-se a Família Chironomidae, que

aumentou a sua abundância em cerca de 21%, e uma redução deste parâmetro para os taxa Corixidae, Elmidae (larvas e adultos), Ephemerelidae e Leuctridae. Por outro lado, os efemerópteros Baetidae e Heptageniidae passaram a ter uma representação mais significativa nas comunidades de invertebrados amostradas (Figura 37).

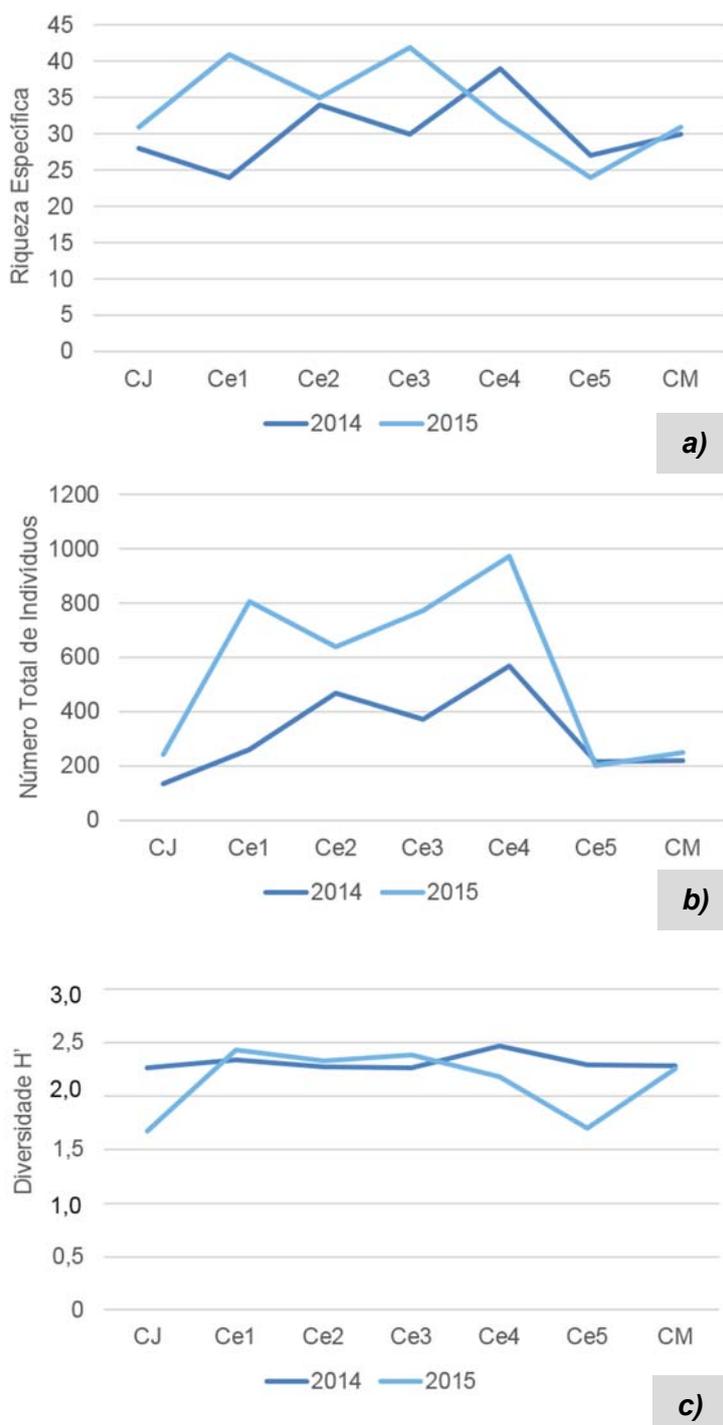


Figura 36. Riqueza específica - S (a), Número total de indivíduos (N) e índice de diversidade Shannon-Wiener - H (c) calculados para a comunidade de macroinvertebrados, para as estações de amostragem com repovoamento e recaptura de meixão e estações controle, em 2014 (pré-repovoamento com meixão) e 2015 (pós-repovoamento com meixão).

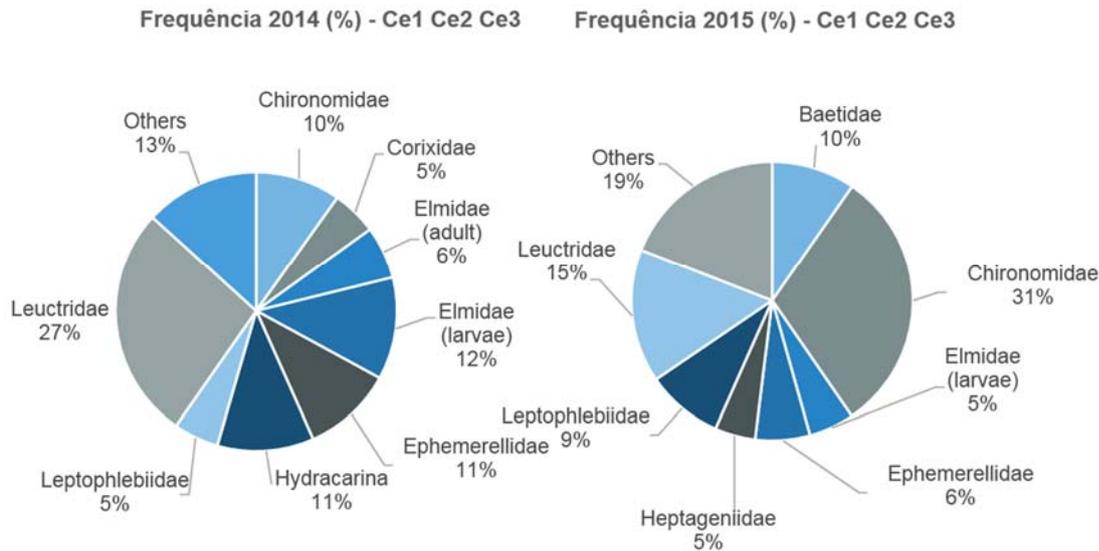


Figura 37. Frequência numérica relativa em Ce1, Ce2 e Ce3 (locais de libertação e recaptura de meixão) dos taxa de macroinvertebrados bentônicos, com expressão superior a 5%, para 2014 (pré-repovoamento com meixão) e 2015 (pós-repovoamento com meixão).

Por outro lado, no caso da comunidade piscícola, os testes de análise multivariada realizados (i.e. PERMANOVA) não revelaram qualquer diferença significativa entre as fases de pré- e pós-repovoamento (abril de 2014 e abril de 2015). Estes resultados indicam que a densidade de meixão introduzida no troço de estudo em questão causou um impacto a nível trófico, na comunidade invertibrada dos locais alvo de repovoamento, mas não causou, neste primeiro ano, um grau de competição interespecífica suficientemente elevado para gerar alterações na restante comunidade piscícola.

Os resultados obtidos na ação 3 apontam para a viabilidade de repovoar com esta espécie-alvo troços de rio obstruídos por pequenos açudes que constituem obstáculos intransponíveis ou dificilmente transponíveis para montante, mas galgáveis pela enguia prateada para jusante. No entanto, os resultados apontam também para a ocorrência de um impacto significativo do repovoamento com meixão ao nível da alteração da composição da comunidade de macroinvertebrados no troço alvo desta ação. Eventuais impactos na comunidade ictiofaunística não foram detetados. Esta aparente ausência de impacto na restante comunidade ictiofaunística pode estar relacionada com a dieta da espécie na sua fase inicial. O meixão e as enguias-amarelas pertencentes a classes dimensionais pequenas alimentam-se sobretudo de macroinvertebrados, e as evidências de piscivoria por parte desta espécie surgem apenas em indivíduos de maior dimensão, não sendo por isso de descartar que no futuro se verifique uma eventual alteração da composição e abundância dos agrupamentos ictiofaunísticos ocorrentes na área de estudo, resultante da ação de repovoamento realizada.

Ação 4. Monitorização do impacto do restabelecimento da continuidade longitudinal do médio Mondego

O Açude-Ponte em Coimbra constituía, até julho de 2011, um obstáculo intransponível para os peixes migradores diádromos, uma vez que o dispositivo de transposição piscícola incorporado nesta infraestrutura era inadequado para a maioria das espécies piscícolas alvo. Por esse motivo, só em anos de cheias, era possível aos peixes diádromos movimentarem-se para o troço a montante.

Com a entrada em funcionamento da nova PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra, em 2011 (Figura 38), o que constituiu a primeira fase de desobstrução da continuidade longitudinal no rio Mondego, esta situação alterou-se permitindo a passagem de um número considerável de peixes migradores através desta infraestrutura (Almeida *et al.*, 2015).



Figura 38. Passagem para peixes do Açude-Ponte de Coimbra.

No contexto do presente projeto, pretendeu-se dar continuidade ao trabalho iniciado em 2011, com a realização das intervenções descritas nas ações 1 e 2, nomeadamente, a construção das passagens para peixes naturalizadas nos açudes da Formoselha, Palheiros, Louredo, Reconquinho e Penacova. Como já foi referido, estas intervenções têm como principal objetivo tornar estes obstáculos transponíveis para as espécies-alvo do projeto, aumentando desta forma o habitat disponível para crescimento da enguia-europeia, e garantindo que os peixes anádromos (e.g., lampreia-marinha, sável) conseguem alcançar as áreas de desova situadas na zona de Penacova (a jusante da mini-hídrica de Penacova) e no troço terminal dos rios Alva e Ceira.

Para assegurar o funcionamento dos dispositivos de transposição piscícola instalados e adequabilidade das intervenções realizadas é necessário proceder à sua monitorização, de forma a garantir que os esforços desenvolvidos cumprem os objetivos preconizados.

Neste sentido, ação 4 foi estruturada em 5 tarefas com objetivos específicos distintos mas complementares entre si, que, em conjunto, pretendem avaliar a eficácia das intervenções realizadas no rio Mondego. Mais especificamente, nesta ação pretendeu-se: (i) determinar o impacto da desobstrução do Médio Mondego na população de enguia na fase continental; (ii) estabelecer bases para determinação do impacto da desobstrução do Médio Mondego na taxa de produção e fuga dos reprodutores de enguia; (iii) determinar o impacto da desobstrução do Médio Mondego na fase larvar da lampreia-marinha; (iv) avaliar a transponibilidade dos pequenos açudes localizados a montante e a jusante do Açude-Ponte de Coimbra, após as alterações estruturais preconizadas na presente candidatura; e (v) estimar as capturas totais de sável e lampreia, com recurso a dados disponibilizados por pescadores profissionais.

Determinar o impacto da desobstrução do Médio Mondego (Açude-Ponte de Coimbra e pequenos açudes a montante) na população de enguia na fase continental

Para responder aos objetivos parcelares i) e ii) foram realizadas três campanhas de amostragem anuais, em 2014 e 2015, ao longo de 33 locais distribuídos pelo troço principal e principais afluentes (i.e., rios Ceira e Alva) do rio Mondego (Figura 39). Ao mesmo tempo, com o objetivo de despistar eventuais flutuações naturais na abundância das populações das espécies-alvo destas tarefas na região, foi realizada uma campanha de amostragem anual numa bacia hidrográfica próxima, o rio Vouga, que incluiu um total de 14 locais de amostragem (Figura 40). Enquanto as amostragens na bacia do Mondego realizaram-se na Primavera, Verão e Outono, para avaliar as flutuações intra-aneais destas populações, na bacia do Vouga estas foram realizadas apenas no Verão, altura em que a técnica de amostragem utilizada (i.e., pesca elétrica) tem uma eficácia superior, em virtude de uma redução mais acentuada do caudal e da profundidade nos locais selecionados. As amostragens de enguia-europeia e larvas de lampreia-marinha foram realizadas com recurso a pesca elétrica (Figuras 44a e b), seguindo um protocolo adaptado do Protocolo de Amostragem e Análise para a Fauna Piscícola desenvolvido no âmbito da implementação da Diretiva Quadro da Água (INAG, 2008).

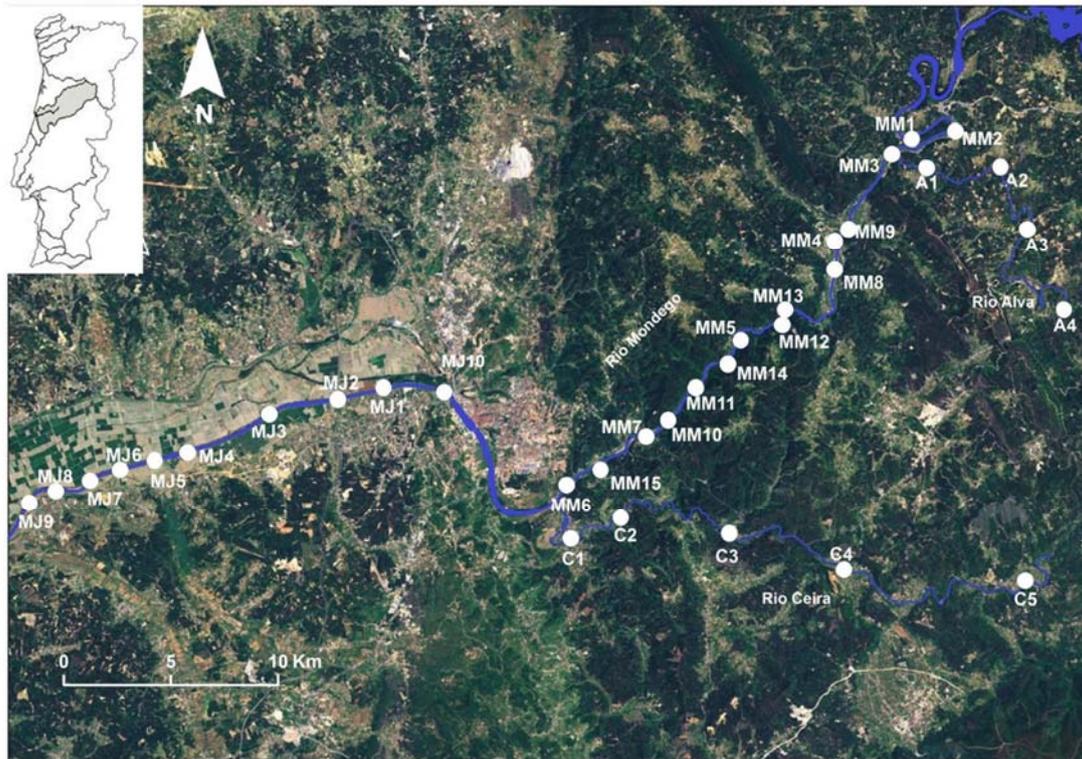


Figura 39. Mapa da área de estudo com a localização das 33 estações de amostragem definidas no troço principal do rio Mondego e principais afluentes (i.e., rios Ceira e Alva).



Figura 40. Mapa da área de estudo com a localização das 14 estações de amostragem definidas no troço principal do rio Vouga.

Todos os exemplares capturados foram contabilizados, medidos e pesados para determinação da abundância e estrutura dimensional. Uma subamostra das enguias capturadas foi sacrificada e levada para o laboratório para determinação da estrutura etária e sexual da população. Os resultados específicos desta componente do estudo são descritos com maior detalhe por Monteiro (2015), mas, em suma, foi possível observar que a proporção de sexos encontrada na bacia hidrográfica favorece claramente os machos em detrimento das fêmeas, situação característica das zonas mais próximas do limite Sul de distribuição (Domingos *et al.*, 2003.). E ainda que a população estudada na fase amarela é uma população jovem, onde a idade máxima atingida pelos machos é 4 anos e pelas fêmeas é 7 anos de idade.

A montante da PPPeixes do Açude-Ponte em Coimbra a abundância de enguias evidencia um aumento entre o observado nas campanhas de amostragem de 2014 e as campanhas realizadas, na estação do ano correspondente, em 2015. Esta tendência não se estende às campanhas de Outono, tendo sido observado um pequeno decréscimo no Outono de 2015, face ao período homólogo em 2014. A jusante do referido açude, este padrão não é tão evidente. Os CPUE calculados para o troço jusante no Verão de 2015, apresentam valores inferiores ao esperado, tendo em conta que corresponde à altura do ano com maior eficácia de pesca (Figura 41). Esta quebra face ao ano anterior poderá estar associada a uma maior escassez de água ou um aumento da temperatura da mesma, comparativamente com o ano de 2014, que tenham conduzido a uma procura de habitats mais profundos por parte das enguias que, naturalmente, conduzem a uma menor probabilidade de captura com recurso ao método de amostragem utilizado.

No rio Vouga, rio controlo, a abundância de enguias observada é em geral superior ao encontrado para o rio Mondego, o que poderá advir do maior número de obstáculos e da regularização de caudal existente no rio Mondego (Figura 42). No entanto, se analisarmos as capturas realizadas a montante e jusante do Açude-Ponte de Coimbra em separado, o troço a jusante do mesmo apresenta valores de CPUE superiores aos do rio Vouga (Figura 41), indiciando alguma acumulação de exemplares a jusante desta estrutura.

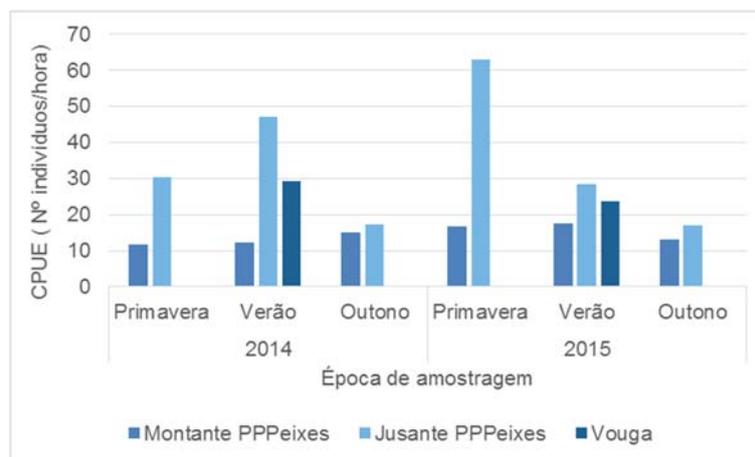
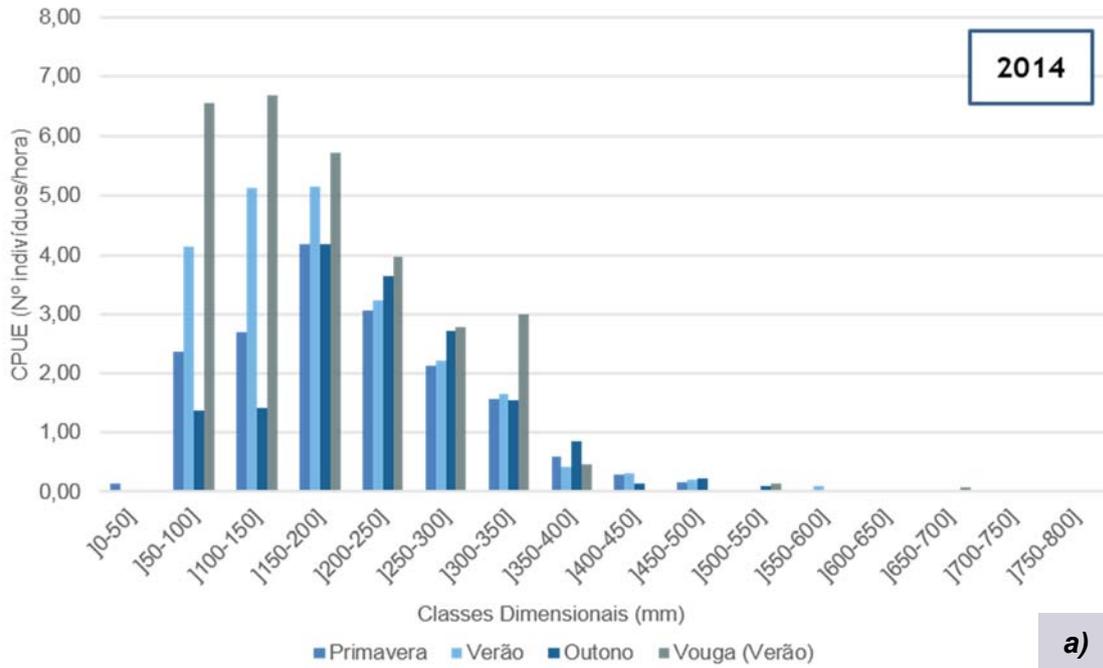


Figura 41. Abundância de enguias no rio Mondego, a Montante (incluindo os rios Ceira e Alva) e Jusante do Açude-Ponte de Coimbra, e no rio Vouga. Parâmetro avaliado por época do ano, em dois anos consecutivos de amostragem e expresso em CPUE médio (número de indivíduos capturados por hora).

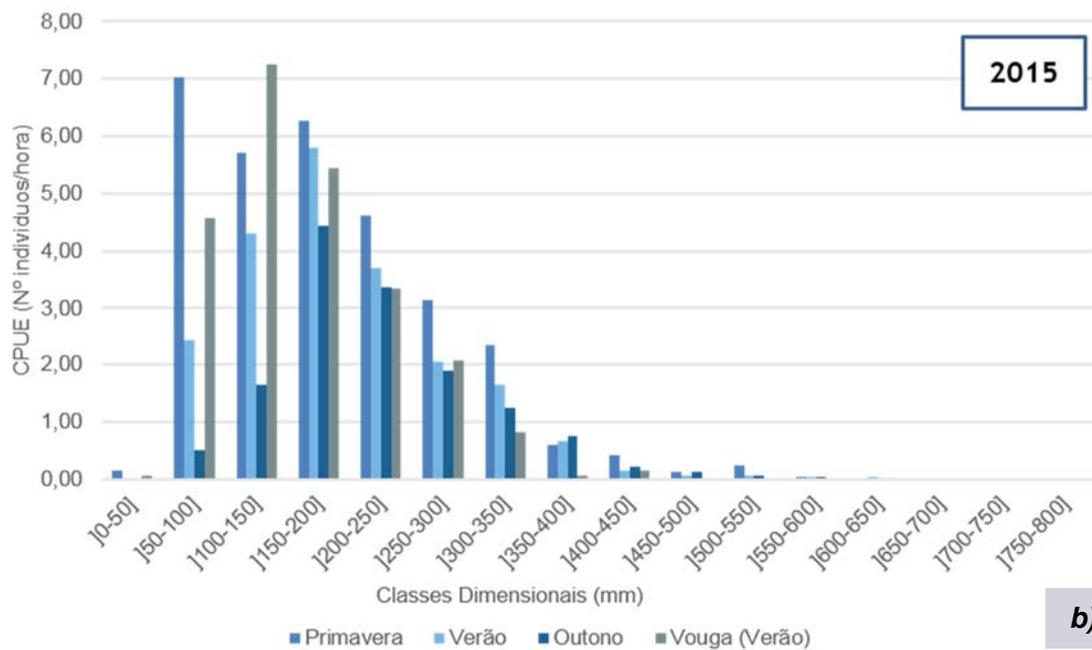
Para ambos os anos de amostragem as classes dimensionais dominantes encontram-se, em geral, entre os 50 mm e os 350 mm. A captura reduzida de exemplares com mais de 50 cm é rara (Figuras 42 e 43), o que poderá estar relacionado com a sua preferência por locais com maior profundidade e consequentemente uma menor eficiência do método de amostragem (Domingos *et al.*, 2006).

Ao comparar a distribuição de comprimentos a jusante do Açude-Ponte de Coimbra (Figura 43) e a montante desta infraestrutura é possível observar que no troço a jusante são mais abundantes enguias com menos de 150 mm, enquanto que a montante são mais frequentes exemplares de maiores dimensões. Estas diferenças vão de encontro ao descrito na bibliografia que indica que troços mais a montante apresentam animais de maiores dimensões (Domingos *et al.*, 2006).

No rio Vouga foram capturados exemplares de maiores dimensões, ainda assim, estes são pouco frequentes e a distribuição de comprimentos encontrada neste rio controlo (Figura 42) é semelhante ao observado no troço jusante do rio Mondego (Figura 43).

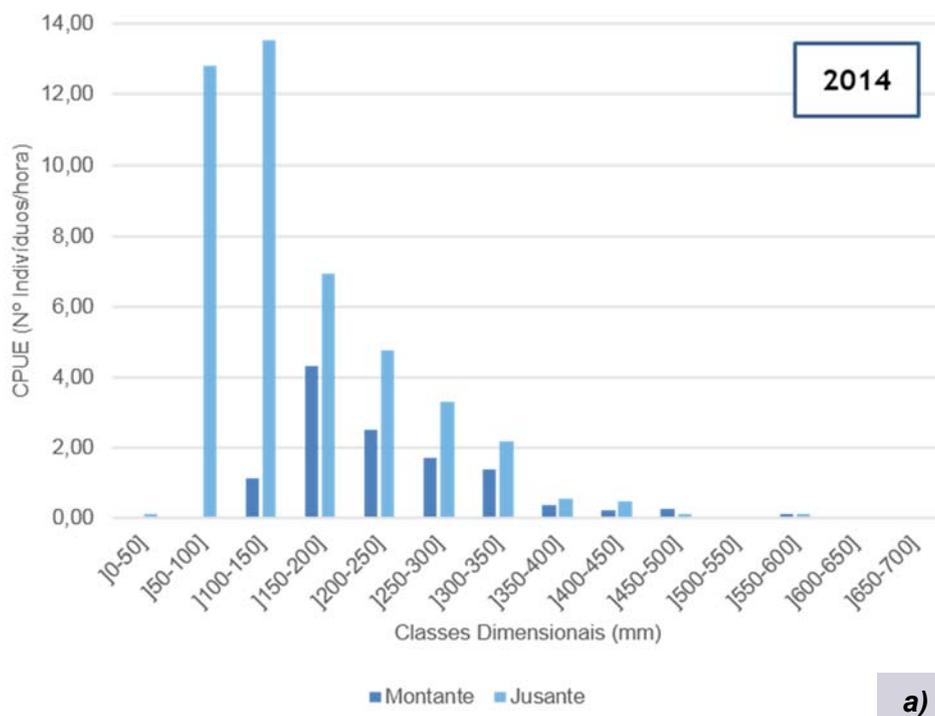


a)

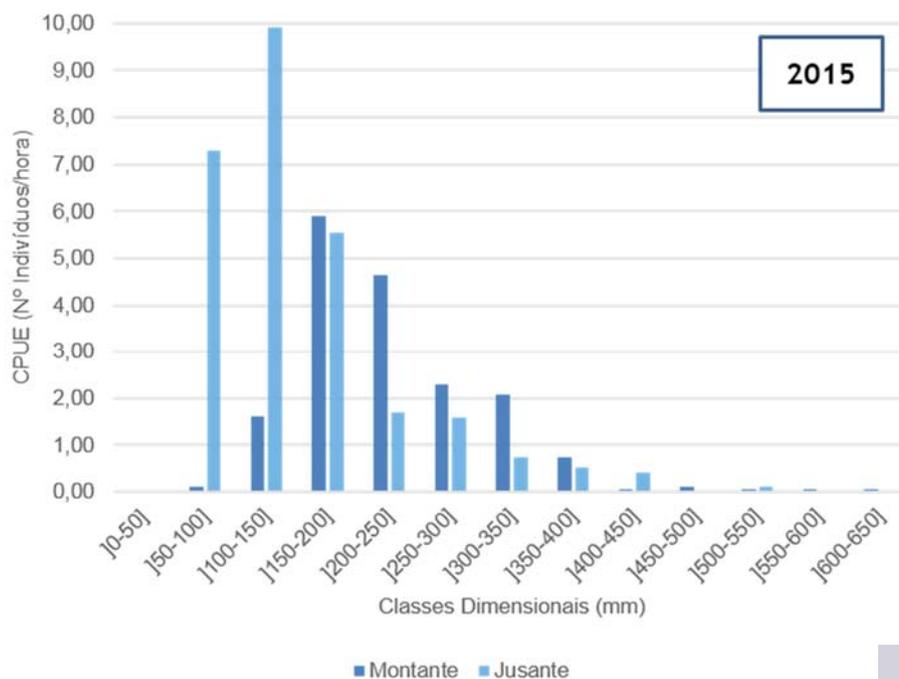


b)

Figura 42. Distribuição por classes dimensionais dos indivíduos de enguia-europeia nos rios Mondego (Primavera, Verão e Outono) e Vouga (Verão), expressa em CPUE (número de indivíduos capturados por hora): a) 2014; b) 2015.



a)



b)

Figura 43. Distribuição por classes dimensionais dos indivíduos de enguia-europeia no rio Mondego (Verão) a montante e jusante do Açude-Ponte de Coimbra, expressa em CPUE (número de indivíduos capturados por hora): a) 2014; b) 2015.

Comparando os resultados apresentados nas Figuras 41 a 43 com o observado para o rio Mondego no verão de anos anteriores (Almeida *et al.*, 2015) ainda não é visível um impacto significativo relacionado com a construção das passagens para peixes naturalizadas nos açudes do rio Mondego, o que se poderá dever ao facto das modificações (*i.e.*,

restabelecimento da continuidade longitudinal) implementadas no âmbito do presente projeto terem sido finalizadas apenas em 2015, numa altura do ano subsequente à migração trófica das enguias juvenis para montante, não sendo espectável encontrar impactos positivos decorrentes do restabelecimento do contínuo fluvial nas amostragens realizadas no mesmo ano.

Impacto da desobstrução do Médio Mondego (Açude-Ponte de Coimbra e pequenos açudes a montante) na taxa de produção e fuga dos reprodutores de enguia

Taxa de prateação

Em Portugal, são necessários, pelo menos, três anos para os exemplares de enguia-europeia atingirem a fase prateada. Por esse motivo, a grande maioria dos espécimes que colonizou a bacia hidrográfica do Mondego depois da entrada em funcionamento da PPPEixes do Açude-Ponte em Coimbra (admitindo que alguns indivíduos desta espécie poderão utilizar esta infraestrutura), não terá ainda abandonado o sistema em direção ao Mar dos Sargãos. A caracterização da condição destes reprodutores à época do desenvolvimento deste projeto constituiu, por isso mesmo, uma boa situação de referência relativamente às intervenções efetuadas ou a efetuar nos diversos açudes do Médio Mondego, assim como em relação à instalação da passagem para enguias. Estes dados permitirão determinar a verdadeira eficácia das medidas ora implementadas, no que diz respeito à sua contribuição para a recuperação da população de enguia. A caracterização da condição atual da população de enguia desta bacia foi realizada no que diz respeito às taxas de prateação e de fuga para o mar destes indivíduos.

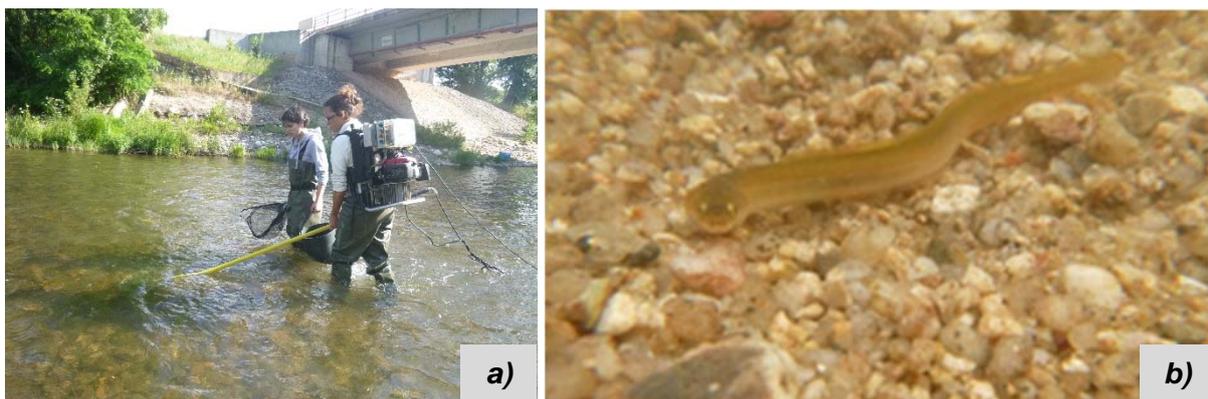


Figura 44. (a) Amostragem com recurso a pesca elétrica; (b) Enguia-europeia na sua fase amarela.

A determinação da taxa de metamorfose das enguias amarelas em enguias prateadas foi efetuada recorrendo a operações específicas no terreno, até ao troço a montante do Açude de Penacova, mais uma vez com recurso a pesca elétrica (Figuras 39 e 44). Estes trabalhos

foram efetuados no início do Outono (2014 e 2015), uma vez que, em Portugal, é nessa altura que a generalidade dos espécimes que vão realizar a migração reprodutora (i.e., fase enguia prateada) nesse ano já se encontra perfeitamente identificável, mas ainda não iniciou o movimento migratório. A proporção entre as densidades de enguias prateadas e amarelas nos vários locais permitiu calcular a taxa de prateação da espécie na bacia hidrográfica do Mondego, de acordo com o trabalho desenvolvido por Pankhurst (1982). Todas as enguias prateadas capturadas foram pesadas e medidas.

Em suma, na amostragem realizada durante o outono de 2014 foram capturadas 445 enguias no total, sendo que destas, 16 evidenciavam características indicativas do estado de pré-migração (Figura 44), bem como um índice ocular (Io) > 6,5, associado à metamorfose destes indivíduos em enguia-prateada (Pankhurst, 1982). Assim a taxa de prateação foi estimada em 3,6%. Em 2015, foram capturados 394 exemplares ao todo e apenas 4 prateadas, o que resultou numa taxa de prateação, inferior à da época anterior, estimada em 1,02% (Figura 45).

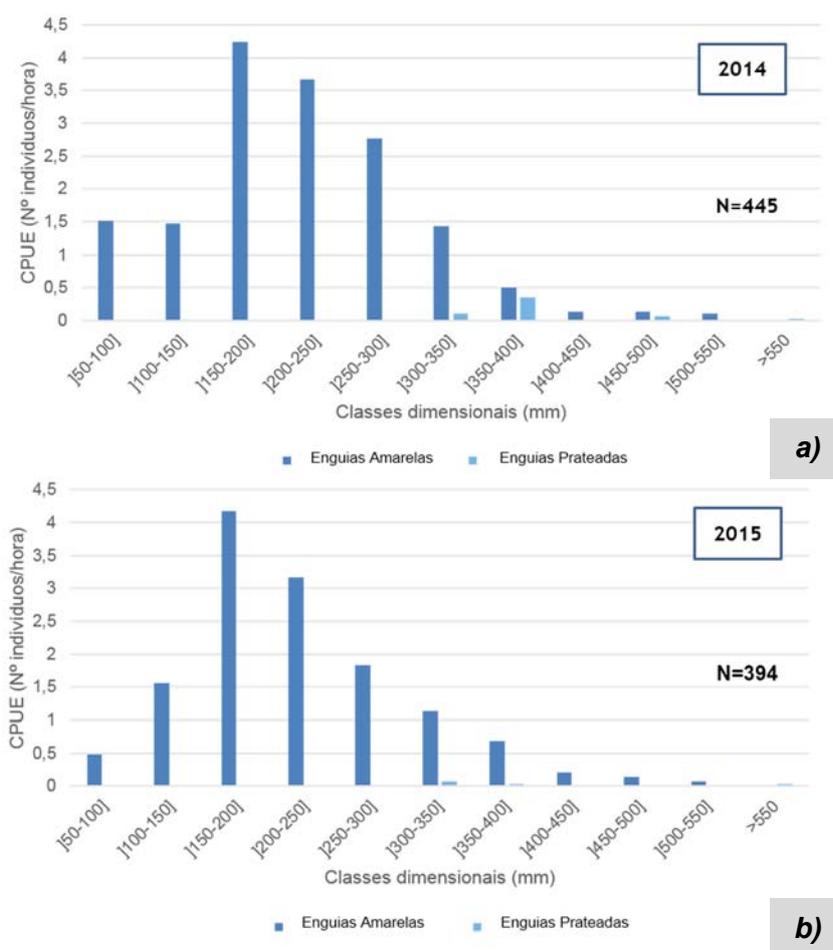


Figura 45. Distribuição por classe dimensional da população amostrada de enguia-europeia, fase amarela e prateada, no rio Mondego (Outono): a) 2014; b) 2015.

É de salientar que os resultados obtidos, e especialmente os valores estimados para 2015, encontram-se abaixo do estimado no Plano de Gestão da Enguia português (PGE) que, extrapolando do “*Plan de Gestion Anguille de la France – Volet National*”, estimava uma taxa de prateação para o território nacional de 5%.

Fuga para o mar dos reprodutores

Tendo em vista o cumprimento do objetivo do Regulamento (CE) nº1100/2007, de garantir uma taxa de fuga para o mar de pelo menos 40% dos reprodutores, torna-se essencial não só conhecer a fração da população de enguia-europeia que se transforma em enguias prateadas, mas também a percentagem de indivíduos que, após iniciarem a migração reprodutora, conseguem escapar das bacias hidrográficas em direção ao local de postura no mar dos Sargaços. Neste sentido, foi determinada no presente projeto, a taxa de fuga para o mar de enguias prateadas no rio Mondego, com recurso a telemetria acústica.

Com este fim, foram marcados e monitorizados um total de 47 indivíduos, 23 em 2014/15 e 24 em 2015/16, com um comprimento total compreendido entre 322 mm e 650 mm e um Índice Ocular – IO entre 6,43 e 19,50 (Figura 46a), indicativo do grau de prateação destes indivíduos (Pankhurst, 1982).

As enguias prateadas foram capturadas durante as amostragens de Outono realizadas ao longo da bacia hidrográfica do rio Mondego (Figura 44). Após a sua captura, cada uma das 47 enguias prateadas foi sujeita à implantação cirúrgica, na cavidade peritoneal (Figura 46b), de um transmissor acústico (modelo V7-4L-69kHz, VEMCO).

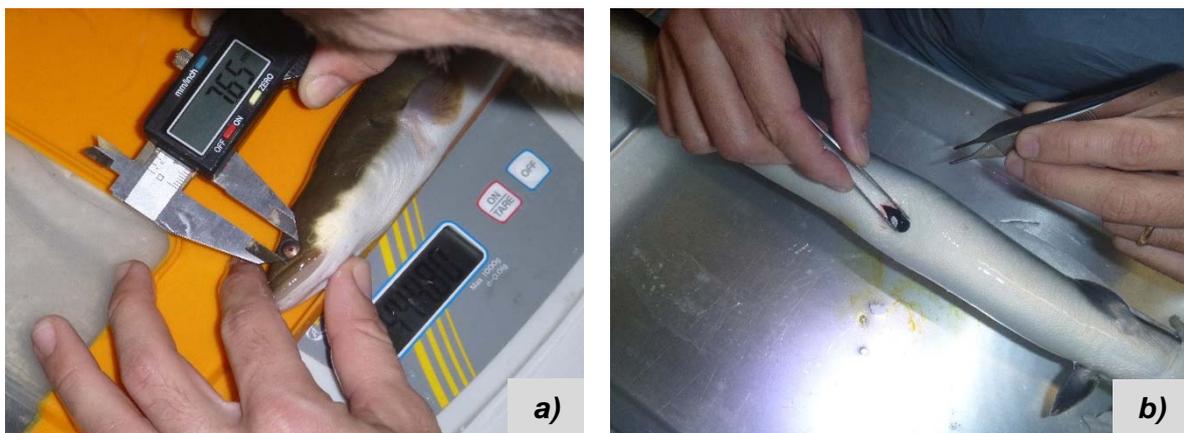


Figura 46. (a) Determinação do índice ocular (IO) nas enguias prateadas. (b) Procedimento de implantação interna de um transmissor acústico.

Para estudar o comportamento das enguias marcadas durante a sua migração para jusante, foram colocados oito recetores acústicos automáticos (VR2w Monitoring Receiver, VEMCO) ao longo do troço principal do rio Mondego, entre a zona de Miro, concelho de Penacova, e o estuário, na localidade de Figueira da Foz (Figuras 47 e 48). Este método de deteção automática foi complementado com uma prospeção manual, com recurso a um hidrofone e um recetor acústico portátil (VR100 Tracking Receiver, VEMCO), por forma a localizar os exemplares não detetados na bateria de recetores automáticos colocados mais a jusante no curso de água.

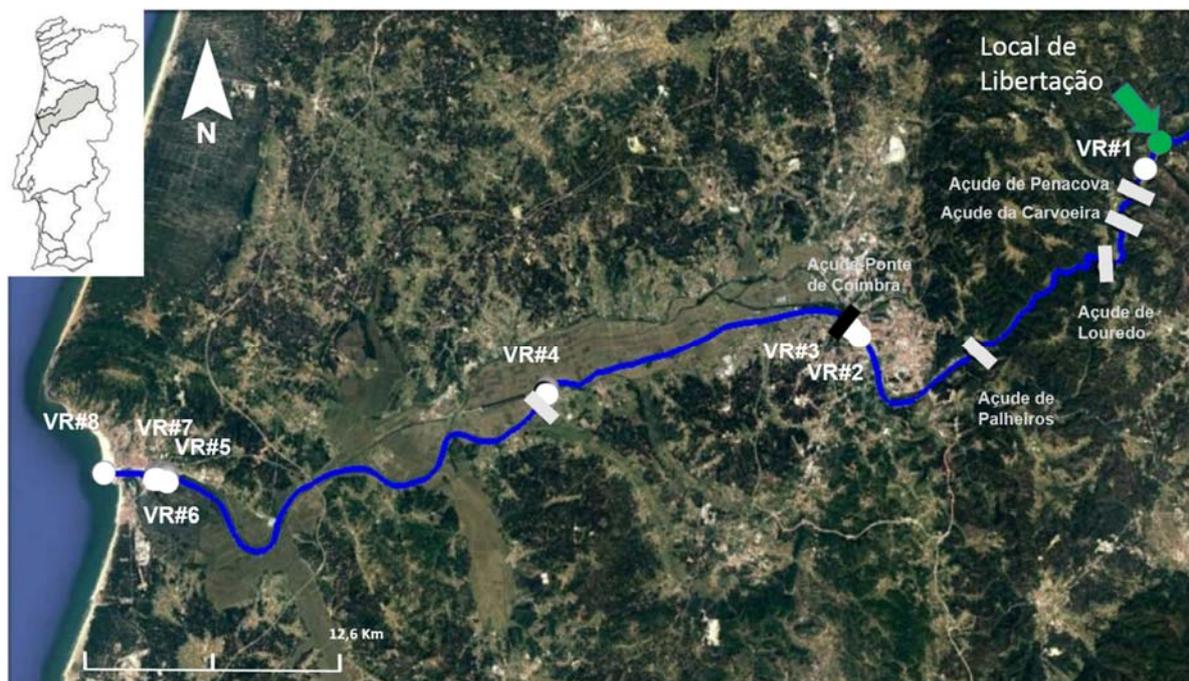
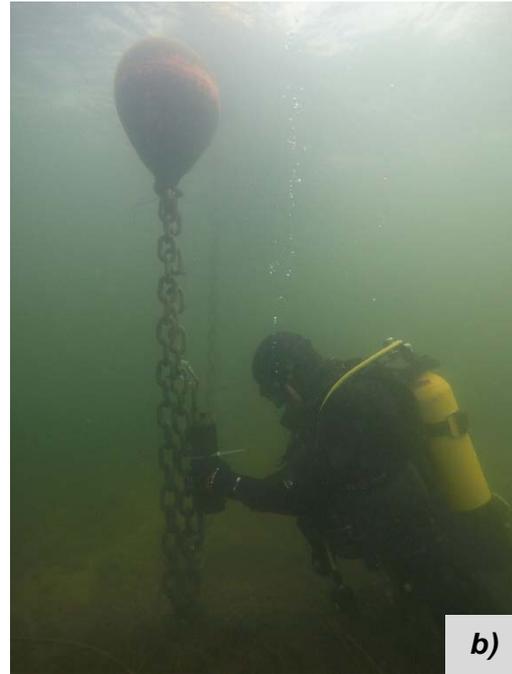


Figura 47. Mapa esquemático da localização dos recetores acústicos colocados no decorrer desta ação, no rio Mondego.



a)



b)



c)

Figura 48. Recetores acústicos utilizados para monitorizar a fuga das enguias prateadas. (a-b) Sistema boia-poita utilizado para fixar o recetor no leito do rio; (c) pormenor do download dos dados recolhidos pelo recetor para um computador portátil.

Na época de migração de 2014/15, quatro das 23 enguias libertadas (17%) nunca foram detetados nos recetores automáticos nem durante a prospeção manual, 12 (52%) foram registados apenas no primeiro recetor (VR#1), localizado imediatamente a jusante do local de libertação, e sete atingiram a zona estuarina na Figueira-da-foz (VR#7). Neste caso, foi considerado que as enguias detetadas pelo recetor VR#7 saíram das águas continentais e iniciaram a sua migração oceânica com sucesso, estimando-se desta forma uma taxa de fuga de enguias prateadas no rio Mondego de 30%, em 2014/2015. As duas sessões de *tracking* manual realizadas nesta época de migração permitiram detetar 3 enguias.

No segundo ano (2015/16), três das 24 enguias marcadas (13%) não foram detetadas pelos recetores automáticos, seis (25%) foram detetadas apenas no primeiro recetor (VR#1) e 11 (46%) foram registadas no dispositivo de receção VR#7, indicando um aumento na taxa de fuga estimada, relativamente ao ano anterior.

Tendo em conta os resultados obtidos em ambos os anos hidrológicos, a taxa de fuga de reprodutores de enguia estimada para o rio Mondego foi, em média, de 40%.

Os indivíduos que efetuaram todo o percurso demoraram em média 30 dias (2 – 92 dias) para percorrer os cerca de 67 km entre o local de libertação e o troço terminal do rio, movimentando-se maioritariamente durante a noite até chegarem ao estuário, local onde se deslocaram preferencialmente durante a tarde. Foi possível verificar que existe uma grande variabilidade individual no tempo necessário para percorrer o troço de rio disponível até ao oceano Atlântico e que esta migração é faseada, mais lenta no início da migração em água doce (velocidade média aparente = 3 km/dia), e mais rápida em troços inferiores do rio onde já se sente a influência das marés (velocidade média aparente= 28 km/dia).

Impacto da desobstrução do Médio Mondego (Açude-Ponte em Coimbra e pequenos açudes a montante) na fase larvar da lampreia-marinha larvar

A monitorização do impacto da desobstrução do Médio Mondego para as populações de peixes anádroos foi desenvolvida através do acompanhamento da evolução da estrutura da população de lampreia-marinha na fase larvar (Figura 49).



Figura 49. Amocetes de lampreia-marinha.

As capturas de amocetes permitiram estimar a abundância (Figura 50) da fase larvar desta espécie no rio e determinar a respetiva estrutura dimensional (Figuras 51 e 52). Os locais de amostragem (Figuras 39 e 40), o respetivo procedimento de captura e o método de processamento das larvas de lampreia capturadas nos rios Mondego e Vouga foi semelhante ao descrito anteriormente neste relatório para a enguia (Figura 44a).

Em geral, observou-se um aumento da abundância de amocetes no rio Mondego entre 2014 e 2015, com exceção das amostragens realizadas a jusante no Verão e a montante no Outono que evidenciam um leve decréscimo face à amostragem homóloga. Esta tendência crescente, em particular nos troços de amostragem situados a montante do Açude-Ponte, está de acordo com o observado para a área de estudo em anos anteriores, tendo sido registado um aumento

muito considerável da abundância de amocetes a montante do Açude-Ponte desde a entrada em funcionamento da nova PPPeixes em 2011 (Almeida *et al.*, 2015).

O rio Vouga, considerado aqui como referência, apresenta, de um modo geral, uma abundância de larvas de lampreia consideravelmente superior ao observado no rio Mondego, tendo sido registado um aumento de abundância desta espécie em 2015, face aos resultados obtidos em 2014 (Figuras 50 e 51).

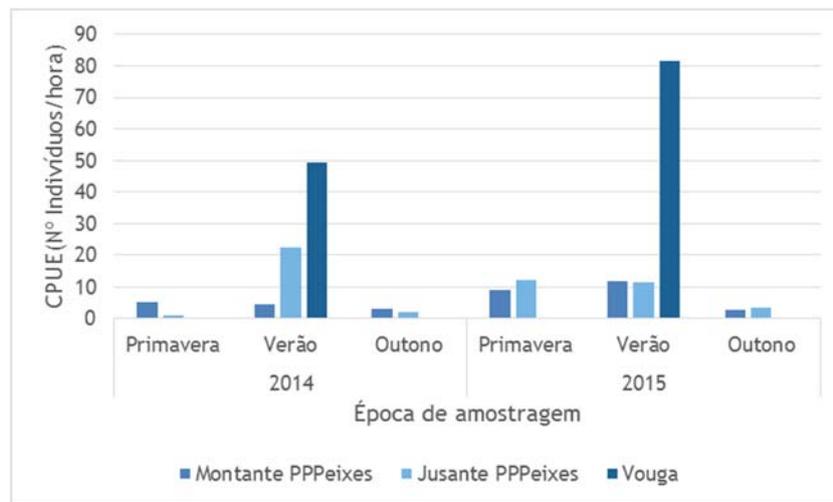


Figura 50. Abundância de larvas de lampreia no rio Mondego, a Montante (incluindo os rios Alva e Ceira) e Jusante do Açude-Ponte de Coimbra, e no rio Vouga. Parâmetro avaliado por época do ano, em dois anos consecutivos de amostragem e expresso em CPUE médio (número de indivíduos capturados por hora).

Em 2014 observou-se que as classes dimensionais superiores a 120 mm eram pouco frequentes, em todas as épocas do ano, verificando-se um pico de distribuição de indivíduos na classe entre 80 e 100 mm (Verão) [Figura 51a].

Em 2015 a distribuição de amocetes capturados por classe dimensional foi relativamente homogénea na Primavera e Verão, com uma maior abundância de exemplares entre os 40 mm e os 160 mm (Figura 51b). A captura reduzida de exemplares com dimensões inferiores a 40 mm poderia indicar uma falha no recrutamento, no entanto o reduzido número de indivíduos de menor dimensão estará provavelmente associado a uma menor eficácia do método de amostragem utilizado para capturar as lampreias de menor dimensão.

No rio Vouga, a distribuição aponta para uma maior abundância de exemplares de dimensão superior, com uma quebra notória em 2014 de animais entre os 100 e os 140 mm (Figura 51).

Larvas com cerca de 120 mm terão aproximadamente 2 anos, pelo que a reduzida abundância de amocetes com mais de 120 mm em 2014 no rio Mondego poderá corresponder

ainda ao efeito da obstrução deste curso de água pelo Açude-Ponte observada até 2011 (Quintella *et al.*, 2003).

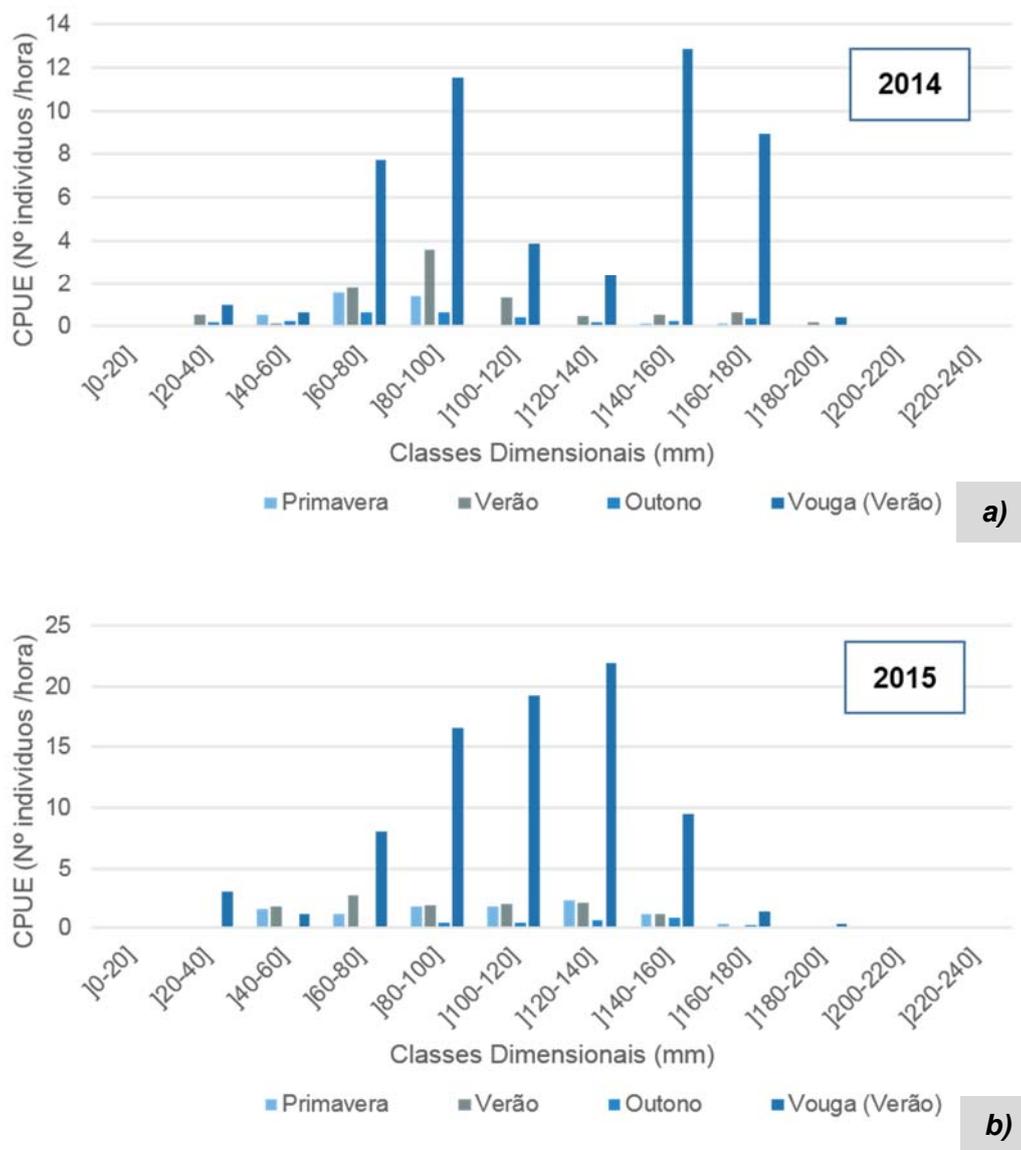


Figura 51. Estrutura dimensional de lampreia-marinha na fase larvar, nos rios Mondego e Vouga, expressa em CPUE (capturas por hora) por classe dimensional: a) 2014, b) 2015.

Na Figura 52 podemos diferenciar a estrutura dimensional da população de lampreia-marinha no rio Mondego, no seu estado larvar, a montante e jusante da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra. É novamente de realçar o aumento na abundância observado sobretudo a montante desta infraestrutura, que vem confirmar a sua eficiência elevada na promoção da acessibilidade aos troços a montante para a lampreia. A estrutura dimensional nos troços de montante apresenta-se bastante diferente, com a presença de exemplares de maior

dimensão nos troços a jusante (> 60 mm) e mais pequenos a montante (<80 mm). De realçar ainda, um aumento nas classes dimensionais imediatamente superiores entre 2014 e 2015.

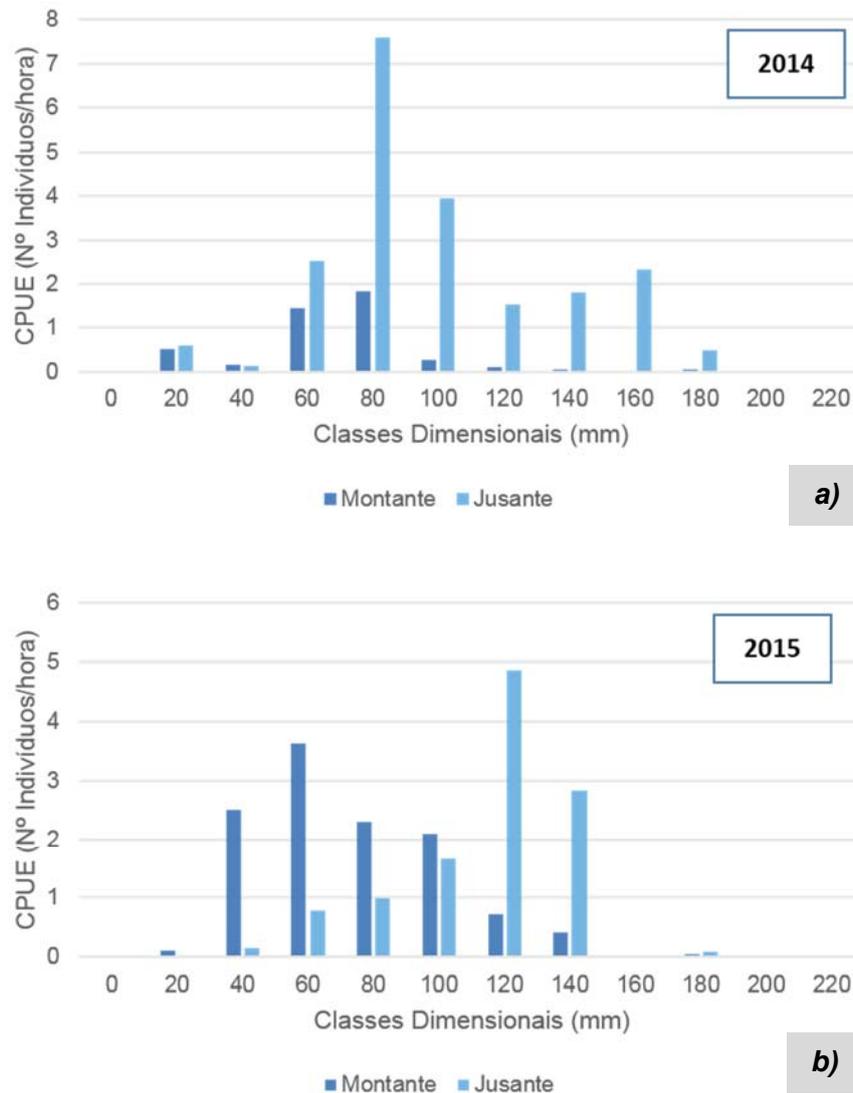


Figura 52. Distribuição por classes dimensionais de lampreia-marinha na fase larvar no rio Mondego (Verão) a montante e jusante do Açude-Ponte de Coimbra, expressa em CPUE (número de indivíduos capturados por hora): a) 2014; b) 2015.

Ao comparar os CPUE obtidos para os troços a montante por Almeida *et al.* (2015), com os observados nas amostragens realizadas no âmbito do presente projeto, obtemos um aumento na abundância desta espécie de aproximadamente 30x, entre 2011 e 2015. Este incremento significativo, em particular nos troços a montante, suporta a hipótese de que as intervenções realizadas, sobretudo a PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra vieram trazer benefícios claros para a população de lampreia-marinha corrente na área de estudo (Almeida *et al.*, 2015).

Monitorização do percurso migratório de lampreia-marinha

Para garantir que as alterações estruturais desenvolvidas nos vários obstáculos intervencionados no âmbito do presente projeto cumprem o objetivo para o qual foram implementadas, nomeadamente a restituição da continuidade longitudinal do Médio Mondego, independentemente do caudal que se verifique, foi necessário desenvolver um trabalho que monitorizasse o percurso migratório das espécies-alvo numa fase posterior à conclusão das intervenções nos açudes. A lampreia-marinha foi a espécie anádroma selecionada para o desenvolvimento desta tarefa uma vez que representa uma das espécies mais emblemáticas e interessantes do ponto de vista e socioeconómico neste sistema, e ao mesmo tempo revela uma elevada resiliência à manipulação habitualmente associada aos procedimentos de marcação com transmissores externos (Almeida *et al.* 2000). Esta espécie é ainda, comparativamente com as restantes espécies-alvo, aquela que em teoria terá maior dificuldade em transpor os obstáculos, por ter um modo de natação (anguiliforme) com uma capacidade de propulsão menos efetiva que os clupeídeos, salmonídeos ou ciprinídeos (carangiforme/sub-carangiforme), e um comportamento e massa corporal que a impede de ultrapassar até os mais pequenos obstáculos, contrariamente ao que se passa, por exemplo, com as enguias jovens. A monitorização da migração da lampreia-marinha foi efetuada com o recurso a radiotelemetria e ao longo de uma época migratória (*i.e.*, 2016). Para o efeito, foram marcadas #26 lampreias com radiotransmissores externos (*ATS – Advanced Telemetry Systems*, modelo F2020, 12 mm x 43 mm, 11 g), após respetiva medição e pesagem (Anexo II). Os animais foram capturados com o auxílio de pescadores profissionais a operar na zona da Figueira da Foz, transportados para os locais onde foram marcados e, após um período de repouso de 1-2h, libertados imediatamente a jusante do Açude de Palheiros (*i.e.*, primeiro obstáculo a montante de Coimbra intervencionado no âmbito deste projeto), em dois momentos da época de migração distintos (#9 lampreias no dia 24 de fevereiro e #17 no dia 7 de abril). O procedimento de marcação seguiu o detalhado em Almeida *et al.* 2000. Resumidamente, as lampreias foram anestesiadas, medidas (precisão de 1 cm), pesadas (precisão de 1 g) e colocados numa mesa cirúrgica especialmente desenvolvida para facilitar o procedimento de marcação. Durante a colocação do transmissor, a sedação e a oxigenação foram mantidas através da administração de uma solução anestésica de concentração semelhante àquela que havia sido previamente utilizada para a sua indução (Figura 53 a-b).

Com esta tarefa pretendia-se avaliar o grau de transponibilidade dos obstáculos intervencionados, assim como, identificar e avaliar a existência de eventuais barreiras à migração da lampreia-marinha nos principais afluentes do Médio Mondego, os rios Ceira e Alva. O seu percurso migratório foi monitorizado com recurso a um recetor radio manual (ATS

R2000- Figura 53d), com uma periodicidade semanal entre fevereiro e junho de 2016 (Figura53c).



Figura 53. (a) Marcação de lampreia-marinha com radiotransmissor, (b) Radiotransmissor implantado na barbatana dorsal de uma lampreia; (c) Localização de lampreia marcada com radiotransmissor; (d) Recetor radio (ATS R2000) e antena (YAGI) utilizados.

No final do período de monitorização, das 26 lampreias libertadas em Palheiros, 10 ficaram a jusante deste açude (38,46%); três permaneceram nas imediações do açude de Palheiros, i.e. dentro da PPPeixes, (11,53%); duas transpuseram este açude e foram registadas pela última vez no troço entre os açudes de Palheiros e Louredo (7,69%); e seis atingiram a zona imediatamente a jusante do açude do Louredo, no entanto sem nunca o conseguirem transpor (23,08%). Para além do referido, um dos exemplares marcados desapareceu no final do período em que decorreu esta tarefa (3,85%) e quatro (15,39%) foram considerados mortos ou capturados por predadores (i.e., lontra) e/ou pescadores furtivos, por terem sido recuperados os respetivos transmissores ou por após um período de registos sempre no mesmo local o sinal ter sido perdido (Figura 54).

Relativamente às lampreias que negociaram com sucesso o açude de Palheiros, o período de tempo máximo para transposição foi de 22 dias e o mínimo de um dia, com uma média de aproximadamente 10 dias para transpor este obstáculo. Destas, as que finalizaram o seu percurso a jusante do Açude do Louredo, demoraram um mínimo de dois e um máximo de nove dias para o fazer, com uma duração média de cinco dias.

É de realçar que nenhum dos indivíduos marcados transpôs com sucesso o Açude do Louredo durante o período de monitorização, o que indicia que, apesar das intervenções realizadas neste açude, este continua a ser um obstáculo de difícil transposição para a espécie. No entanto, o elevado caudal observado durante a época de amostragem e as temperaturas da água atípicas registadas poderão ter contribuído para que as lampreias marcadas não se movimentassem tanto para montante como é hábito em anos em que a temperatura da água está mais elevada, optando por troços de rio mais a jusante. Será necessário repetir este estudo, em anos e períodos de migração com distintas características hidrológicas e climatéricas, para avaliar, com maior fiabilidade, qual o grau de transponibilidade dos açudes intervencionados.

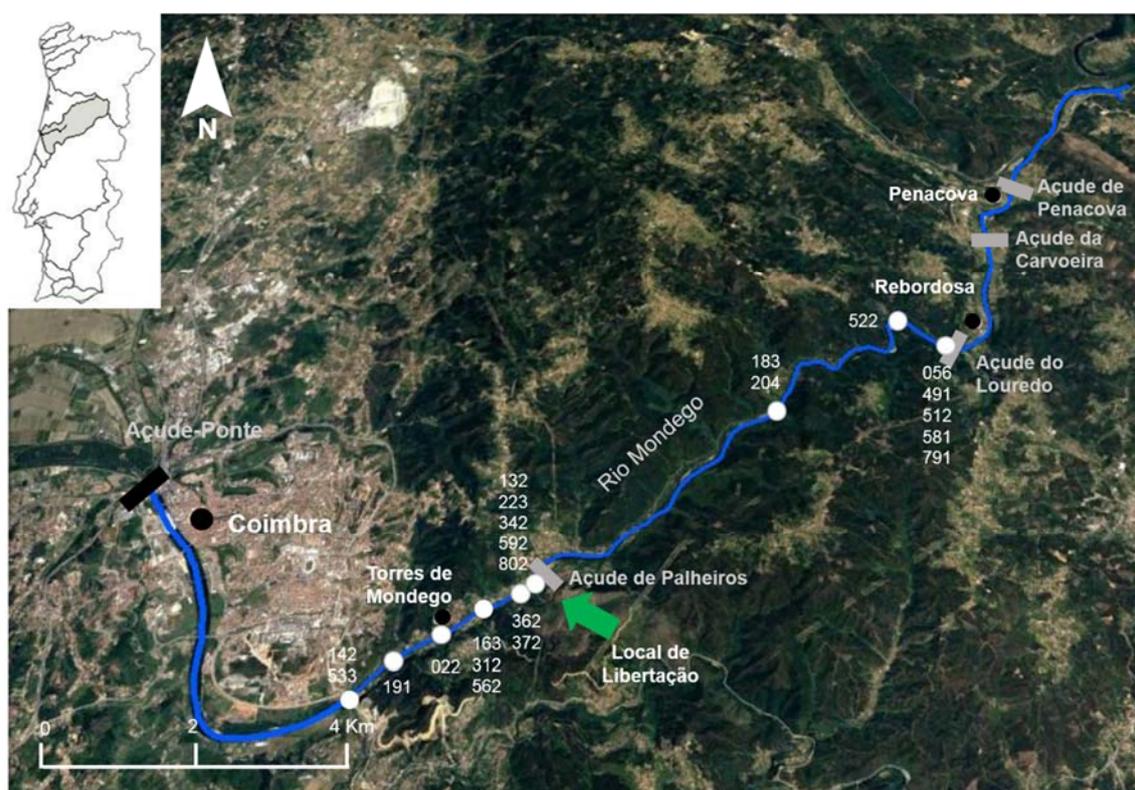


Figura 54. Mapa representativo do rio Mondego, com o local de libertação e da última localização das lampreias-marinhas marcadas com radiotransmissores em 2016. A posição de cada lampreia encontra-se identificada com recurso à frequência do respetivo transmissor.

Inquéritos a pescadores profissionais de lampreia-marinha, sável e savelha

No âmbito deste projeto foi realizado o acompanhamento da pesca profissional de lampreia-marinha, sável e savelha, nas principais bacias hidrográficas onde estas espécies ocorrem (i.e., Minho, Lima, Cávado, Douro, Vouga, Mondego, Tejo e Guadiana), e onde representam uma importante fonte de rendimento para a economia local (Mateus *et al.*, 2012; Stratoudakis

et al., 2016). Esta tarefa teve como propósito comparar as capturas destas espécies efetuadas pelos pescadores profissionais a operar no rio Mondego, bacia hidrográfica alvo do presente projeto, com as capturas observadas nas restantes bacias, neste caso consideradas como controlo.

Para cumprir este objetivo, durante as épocas de pesca de 2014 e 2015, foram contactados pescadores profissionais a operar nos rios acima referidos, aos quais foi pedido que preenchessem, em cadernos entregues no início de cada época de pesca, as capturas efetuadas, bem como outras informações relativas ao esforço de pesca, arte de pesca utilizada, entre outras. Os formulários foram recolhidos no final de cada temporada de pesca.

Com recurso à informação obtida foi calculado o CPUE (capturas por unidade de esforço, i.e., indivíduos/ hora, ou kg/ hora) para cada uma das bacias mencionadas. Nesta análise a lampreia foi considerada à unidade e o sável por quilograma, utilizando desta forma as mesmas unidades pelas quais são habitualmente comercializados.

É de realçar que, apesar dos contactos realizados (Tabela 5), não foram obtidos dados com a quantidade e qualidade necessárias para realizar estimativas fidedignas para a totalidade das bacias consideradas e por arte e zona de pesca. Deste modo, as estimativas apresentadas (Tabelas 6 e 7) deverão ser interpretadas com a devida prudência, uma vez que se baseiam em informações que têm por base uma amostra muito reduzida de pescadores profissionais.

Resumidamente, nas oito bacias consideradas no âmbito deste trabalho foi contactado um total de 115 pescadores profissionais em 2014 e de 137 em 2015, dos quais cooperaram, respetivamente, 42 e 69 indivíduos (Tabela 5). Destes, não foram considerados para análise: (i) pescadores cujas artes de pesca operam em zonas fora das áreas de estudo; (ii) pescadores cujas informações não foram consideradas fidedignas e/ou suficientes; e (iii) ainda aqueles para os quais não foi possível obter o tempo de pesca correspondente, não permitindo o cálculo do respetivo CPUE.

Tabela 5. Pescadores contactados e cooperantes, nas épocas de pesca de 2014 e 2015

	Pescadores Contactados		Pescadores Cooperantes			
	2014	2015	2014		2015	
	n	n	n	%	n	%
Mondego	46,00	29,00	18,00	39,13	14,00	48,28
Minho	14,00	11,00	0,00	0,00	3,00	27,27
Lima	4,00	10,00	0,00	0,00	7,00	70,00
Cávado	2,00	11,00	0,00	0,00	5,00	45,45
Douro	9,00	18,00	0,00	0,00	5,00	27,78
Vouga	9,00	18,00	6,00	66,67	10,00	55,56
Tejo	17,00	25,00	13,00	76,47	16,00	64,00
Guadiana	17,00	15,00	5,00	29,41	9,00	60,00

*n (número de pescadores); % (percentagem de pescadores que contribuíram com dados relativos às capturas realizadas face à totalidade de pescadores contactados).

Tabela 6. Estimativa das capturas de lampreia-marinha por hora, por rio, época de pesca, arte utilizada e zona de operação

Rio	Zona	Arte	2014		2015	
			CPUE*	n**	CPUE*	n**
Mondego	ZJM	Tresmalho	1,22	5	1,46	3
Mondego	ZJM	Botirão	0,51	2	0,18	1
Mondego	ZPP (Baixo Mondego)	Tresmalho	0,36	1	1,20	1
Mondego	ZPP (Baixo Mondego)	Botirão	0,23	10	0,12	7
Rios Controlo						
Minho	ZPP	Pesqueira	-	-	0,07	1
Minho	ZJM	Tresmalho	-	-	4,62	2
Lima	ZJM	Tresmalho	-	-	1,69	1
Lima	ZPP	Pesqueira	-	-	0,39	1
Cávado	ZPP	Estacada	-	-	0,62	2
Douro	ZJM	Tresmalho	-	-	1,51	2
Vouga	ZPP	Botirão	1,25	2	0,18	2
Vouga	ZJM	Tresmalho	2,36	1	0,55	5
Tejo	ZJM	Tresmalho	1,87	2	2,77	2
Tejo	ZPP	Rede Fixa	0,78	2	1,38	1
Tejo	ZPP	Tresmalho	2,97	6	1,54	7
Guadiana	ZPP	Rede Fixa	0,23	3	0,04	3
Guadiana	ZPP	Tresmalho	-	-	0,07	1

*CPUE (capturas por unidade de esforço, expresso em número médio de exemplares capturados por hora); **n (Número de pescadores considerados no cálculo do CPUE). ZJM (Zona de jurisdição marítima); ZPP (Zonas de Pesca Profissional em águas interiores)

Apesar da fraca representatividade dos resultados obtidos, podemos observar que na maioria dos rios avaliados o CPUE de lampreia-marinha é mais elevado na ZJM (Zona de Jurisdição Marítima) e que os rios localizados mais a norte na área de estudo (i.e., Minho, Lima, Cávado e Douro) apresentam, de modo geral, valores de CPUE superiores aos cursos de água na zona centro-sul, com exceção do rio Tejo (Tabela 6). No rio Guadiana, as capturas são significativamente inferiores às observadas para os restantes rios amostrados (Tabela 6).

Para o rio Mondego, os dados recolhidos para Baixo e Médio Mondego foram ponderados com recurso às declarações de captura entregues pelos pescadores profissionais ao ICNF, entidade com jurisdição sobre a pesca profissional em águas interiores, por forma a obter um valor aproximado do número total de lampreias capturadas nestas zonas e, em conjunto com os dados obtidos através dos inquéritos realizados e o número de exemplares que utilizou a PPPeixes de Coimbra, estimar a mortalidade por pesca associada à captura desta espécie. Assim, estima-se terem sido capturadas um total de 26260 lampreias no rio Mondego em 2014 e 24071 em 2015. Considerando a eficiência estimada da PPPeixes de Coimbra para esta espécie (31% em 2014 e 21% em 2015, Pereira *et al.*, 2016) e o número de exemplares que utilizaram esta estrutura nestas épocas de migração (21977 em 2014, Almeida *et al.*, 2015; e 9998 em 2015; P.R. Almeida, *com pess*), a estimativa de capturas efetuadas, representa uma mortalidade por pesca de 27% e 34% nas épocas migratórias de 2014 e 2015, respetivamente.

Para o sável, a amostra de pescadores cooperantes é bastante reduzida, o que poderá derivar de um menor número de profissionais a direcionar o seu esforço de pesca a esta espécie, ou de uma maior relutância em partilhar os dados relativos a esta espécie, possivelmente por ser uma espécie menos abundante. No rio Guadiana a pesca do sável está interdita, pelo que os pescadores desta região direcionam a sua atividade à captura de savelha, espécie com uma procura muito reduzida nas restantes bacias, razão pela qual não são apresentados dados de savelha para as restantes bacias. Em geral, para os rios, artes e zonas de pesca para as quais foi calculado o CPUE, os valores apresentados são sempre reduzidos (Tabela 7).

Tabela 7. Estimativa das capturas de sável e savelha por hora, ponderadas por rio e época de pesca

Rio	Zona	Arte	2014		2015	
			CPUE (KG/hora)	n	CPUE (KG/hora)	n
Mondego	ZJM	Tresmalho	1,32	3	0,40	2
Mondego	ZPP	Tresmalho	7,08	1		-
Rios Controlo						
Minho	ZJM	Tresmalho	-	-	0,04	2
Lima	ZJM	Tresmalho	-	-	0,06	1
Cávado			-	-	-	-
Douro	ZJM	Tresmalho	-	-	0,06	1
Vouga	ZPP	Botirão	0,08	1	-	-
Vouga	ZJM	Tresmalho	0,21	2	0,11	3
Tejo	ZJM	Tresmalho	-	-	0,13	2
Tejo	ZPP	Rede Fixa	0,26	1	-	-
Tejo	ZPP	Tresmalho	0,39	6	0,31	6
Savelha						
Guadiana	ZPP	Rede Fixa	1,53	7	1,40	4
Guadiana	ZPP	Tresmalho	0,06	1	0,11	1

*CPUE (capturas por unidade de esforço, expresso em quilogramas capturados em média por hora); **n (Número de pescadores considerados no cálculo do CPUE). ZJM (Zona de jurisdição marítima); ZPP (Zonas de Pesca Profissional em águas interiores)

Face às limitações encontradas na análise dos dados obtidos, apenas a continuação do trabalho, durante várias épocas de pesca permitirá um eventual aumento da confiança dos pescadores na cedência de dados em quantidade e qualidade apropriadas às estimativas que se pretendem realizar.

Independentemente da dificuldade em obter uma caracterização realista das capturas realizadas, esta tarefa permitiu levar a cabo um acompanhamento da pesca profissional da lampreia-marinha, do sável e da savelha e identificar os principais problemas associados a esta atividade em cada uma das bacias hidrográficas referidas, contribuindo para a integração dos pescadores e suas preocupações na gestão sustentável destes stocks (cf. Ação 5: Reuniões com os pescadores profissionais de sável e lampreia do rio Mondego).

Ação 5. Divulgação e envolvimento do público em geral e das partes intervenientes na conservação, gestão e exploração dos migradores diádromos

Esta ação teve como objetivo sensibilizar o público para a problemática da continuidade longitudinal dos rios e a importância das espécies diádromas não só em termos conservacionistas mas também socioeconómicos, através da elaboração de conteúdos de divulgação. Para isso, foram realizadas várias ações, nomeadamente: a conceção de modelos à escala real das espécies diádromas existentes no rio Mondego; a elaboração de painéis exteriores e de um desdobrável do itinerário interpretativo da reabilitação do rio Mondego; a construção do portal do projeto; a realização de sessões de sensibilização; as reuniões com os pescadores profissionais de sável e lampreia do rio Mondego; a divulgação científica para pares; e a organização do Colóquio Final do Projeto.

Conceção de modelos à escala real das espécies diádromas existentes no rio Mondego

O edifício de monitorização da PPPEixes do Açude-Ponte de Coimbra foi equipado de forma a constituir um Centro de Interpretação, munido de conteúdos expositivos que permitem aos visitantes adquirir conhecimento sobre as espécies que utilizam a PPPEixes. Assim, foram instalados no piso inferior do edifício de monitorização modelos dos peixes à escala real, feitos em resina, dispostos sobre painéis que representam os habitats característicos de cada uma. Esta exposição inclui 9 modelos representativos da lampreia-marinha, do sável, da savelha, da truta (de rio e marisca), da enguia, do muge, do barbo-comum e da boga-comum. Para esse efeito, contratou-se a ilustradora Cláudia Baeta, da empresa Moshi Moshi e o Museu Nacional de História Natural e da Ciência (MUHNAC) para a elaboração e instalação dos painéis e dos modelos, que se encontram expostos desde maio de 2015 (Figura 55).

Junto aos painéis elaborados para enquadrar cada modelo foi colocado um painel introdutório, onde consta alguma informação sobre as espécies que utilizam a PPPEixes e respetivas épocas de migração (Figura 55). Isto permite aos visitantes identificar o período do ano durante o qual é mais provável observar as várias espécies que utilizam a PPPEixes, cuja identificação é facilitada pelos modelos que ali se encontram. No Anexo III são apresentadas fotografias de cada modelo elaborado.



Figura 55. Modelos e painéis informativos colocados no piso inferior do edifício de monitorização da passagem para peixes do Açude-Ponte de Coimbra.

Painéis exteriores e desdobrável do itinerário interpretativo da reabilitação do rio Mondego

De modo a informar o público em geral sobre as intervenções realizadas no âmbito da ação 1 do presente projeto, foram elaborados, pelo ilustrador Fernando Correia, 10 painéis interpretativos (Figura 56, Anexo IV) distribuídos pelos 5 açudes intervencionados.

Os painéis pretendem interligar as intervenções supramencionadas com a importância da continuidade longitudinal do rio para o ciclo de vida das espécies migradoras. A temática e grafismo destes painéis criam uma linha condutora entre eles, simulando um percurso de visita ao longo do rio e das referidas intervenções, sem prejuízo da sua perceptibilidade individual.



Figura 56. Painel interpretativo colocado junto à passagem para peixes do Açude da Formoselha.

Foi também elaborado, pelo mesmo ilustrador, um desdobrável com informação acerca das espécies-alvo e intervenções nos açudes, definindo um percurso pelos açudes que se pretende que faça a ligação aos painéis aí colocados, e que complementam a informação fornecida no desdobrável (Figuras 57 e 58).

1 Nome comum: **Lampreia-marinha**
Nome científico: *Petromyzon marinus*
Comprimento máximo: 120 cm

3 Nome comum: **Sável**
Nome científico: *Alosa alosa*
Comprimento máximo: 85 cm

5 Nome comum: **Savelha**
Nome científico: *Alosa fallax*
Comprimento máximo: 55 cm

6 Nome comum: **Barbo do Norte**
Nome científico: *Luciocephalus boscii*
Comprimento máximo: 60 cm

7 Nome comum: **Boga-comum**
Nome científico: *Pseudochondrostoma polylepis*
Comprimento máximo: 35 cm

8 Nome comum: **Truta-de-rio**
Nome científico: *Salmo trutta*
Comprimento máximo: 55 cm

(As ilustrações dos peixes não estão à escala)

Mais informações sobre este projeto

<http://www.rhpdm.uevora.pt/>

Entidade Proponente

UNIVERSIDADE DE ÉVORA
Departamento de Biologia
Largos dos Colegiais, 2
7004-516 Évora

Financiamento

Partenários Institucionais

Ficha Técnica

Univ. Universidade de Évora / MARE - Centro de Ciências do Mar e do Ambiente
Imagem de fundo: fotografias de Fernando Correia (Laboratório de Genética (Genética Molecular), Universidade de Évora); Fernando Correia (www.observatorio.uevora.pt); João Paulo, J. Santos, M. Botelho

Percurso dos Açudes do Rio Mondego

Reabilitação dos Habitats de Peixes Diátricos na Bacia Hidrográfica do Mondego

Os Açudes... e os Peixes Diátricos

As infraestruturas nos rios que visam o represamento das suas águas constituem obstáculos à livre circulação de espécies piscícolas que migram entre o mar e o rio para completarem o seu ciclo de vida, i.e., os peixes diátricos.

	JAN.	FEB.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AUG.	SET.	OCT.	NOV.	DEZ.
ANADROMOS												
Lampreia-marinha												
Sável e savelha												
ESTUARINOS												
Enguia-europeia*												
Muge												
POTAMODROMOS												
Barbo do Norte												
Boga-comum												
Truta-de-rio												

* Peixe de migração de montão

• Peixe de migração para montante

• Peixe de migração para montante

As passagens para peixes são estruturas construídas nos açudes e barragens que permitem a movimentação dos peixes em ambos os sentidos, para montante e para jusante dos obstáculos. As passagens do tipo naturalizado simulam as características naturais dos rios quer na sua morfologia, quer nos materiais utilizados na sua construção.

No Rio Mondego, construíram-se passagens para peixes especificamente desenhadas para as espécies-alvo. Os peixes diátricos como a lampreia-marinha, o sável, a savelha, o muge e a enguia-europeia, e os potamódromos, que realizam migrações apenas no rio, como o barbo do Norte, a boga-comum e a truta-de-rio, são as principais espécies beneficiadas com a reabilitação de habitat promovida neste rio.

Que peixes utilizam... as passagens nos Açudes?

1 Nome comum: **Enguia-europeia**
Nome científico: *Anguilla anguilla*
Comprimento máximo: 100 cm

2 Nome comum: **Muge**
Nome científico: *Liza ramada*
Comprimento máximo: 50 cm

Figura 57. Desdobrável elaborado no âmbito do projeto representativo do itinerário interpretativo da reabilitação do rio Mondego: vista exterior.

Portal do projeto

A construção de uma página de internet constitui um dos veículos utilizados para a divulgação do projeto. Este suporte, disponível desde 31 de maio de 2015, permite transmitir informação a um público mais abrangente, estando disponível em dois idiomas, Português e Inglês, o que tem potenciado a divulgação do trabalho desenvolvido no âmbito deste projeto, não só em Portugal, como também a nível internacional. A página de internet é composta por nove separadores principais (Home, Ações, Galeria, Notícias, Outros Projetos, Prémios, Equipa, Contactos e Links) (Figuras 59 e 60), e pode ser consultada no endereço: <http://www.rhpdm.uevora.pt/index.html>.



Figura 59. Separador “Home” da página de internet do projeto, versão em português.

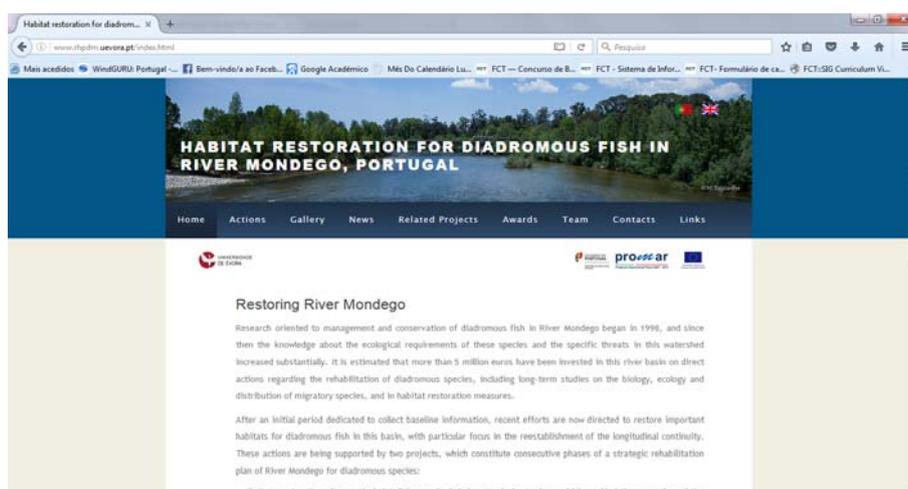


Figura 60. Separador “Home” da página de internet do projeto, versão em inglês.

Sessões de sensibilização – Dia Mundial dos Peixes Migradores

Em 2014 e 2016 o presente projeto foi divulgado no âmbito da celebração do “Dia Mundial dos Peixes Migradores”. As atividades desenvolvidas nesses dois anos incluem visitas à passagem para peixes do Açude-Ponte de Coimbra e apresentação de algumas técnicas de monitorização utilizadas. O dia aberto organizado em 2016 incluiu também visitas a algumas das passagens naturalizadas construídas no âmbito da ação 1 (Figura 61).



Figura 61. Atividades de divulgação ao público desenvolvidas no âmbito do “Dia Mundial dos Peixes Migradores” realizado no dia 21 de maio de 2016.

Reuniões com os pescadores profissionais de sável e lampreia do rio Mondego

Durante o período de execução do projeto, e na sequência de um trabalho que vinha a ser implementado desde 2012, foram promovidas reuniões anuais com os pescadores profissionais de lampreia-marinha e sável que desenvolvem a sua atividade no rio Mondego (Figura 62), em datas que antecederam a saída do edital que regulamenta a atividade nas

zonas de pesca profissional em águas interiores, e o despacho da tutela que fixa os períodos de defeso da pesca desenvolvida em águas de jurisdição marítima. Para além da promoção de uma gestão sustentável destes recursos, um dos objetivos destas reuniões passou pela sensibilização dos pescadores para a problemática dos peixes migradores e para os investimentos no que respeita a reabilitação de habitat implementadas na bacia hidrográfica do rio Mondego. As propostas de gestão passaram sobretudo por ajustes aos períodos de pesca definidos e outras alterações à regulamentação, com vista à definição de um defeso intercalar durante o pico de migração destas espécies que garanta a chegada de reprodutores ao troço de rio reabilitado, maximizando desta forma o impacto decorrente da melhoria de habitat implementada. Nas reuniões realizadas (Figura 62), as opiniões dos pescadores e associações que os representam foram ouvidas e, as propostas por eles apresentados, se compatíveis com o objetivo de promover a sustentabilidade desta pesca, incorporadas nas medidas de gestão a implementar na época de migração seguinte. Nas várias reuniões realizadas houve vários ajustes de parte a parte de forma a definir propostas que fossem ao encontro, sempre que possível, da expectativa das várias partes interessadas, materializadas nos editais publicados pelo ICNF (Editais para as Zonas de Pesca Profissional do Baixo e Médio Mondego) e pelo despacho do Secretário de Estado das Pescas em consonância com o disposto pela DGRM.



Figura 62. Reunião com os pescadores profissionais de sável e lampreia do rio Mondego, 2015.

Divulgação científica para pares

Em termos de divulgação para a comunidade científica, os dados recolhidos durante o período de execução do projeto foram publicitados por diversas vias, nomeadamente, artigos

científicos em revistas internacionais, comunicações orais e em painel, e dissertações de mestrado (Tabela 8). Dado o considerável volume de dados recolhidos prevê-se ainda a sua publicação futura em artigos científicos internacionais e divulgação em congressos nacionais e internacionais.

Tabela 8. Produções de cariz científico resultantes do projeto.

	Conteúdos
Teses/ Dissertações	<ul style="list-style-type: none"> • Monteiro, R. (2015). <i>A enguia-europeia no rio Mondego: estrutura populacional, taxa de prateação e fuga de reprodutores. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. 76pp.</i> • Oliveira, R. (em curso). <i>Comportamento da Lampreia-marinha (Petromyzon marinus L.) na abordagem a duas tipologias de passagens para peixes. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Agronomia.</i> • Nunes, C. (em curso). <i>Avaliação do funcionamento da passagem para enguias do Açude-Ponte de Coimbra. Dissertação de Mestrado, Universidade de Évora.</i>
Artigos em revistas internacionais	<ul style="list-style-type: none"> • Pereira, E., B.R. Quintella, C.S. Mateus, C.M. Alexandre, A.F. Belo, A. Telhado, M.F. Quadrado & P.R Almeida (2016). <i>Performance of a vertical slot fish pass for the sea lamprey Petromyzon marinus L. and habitat recolonization. River Research and Applications. doi: 10.1002/rra.3054.</i> • Stratoudakis Y., C.S. Mateus, B.R. Quintella, C. Antunes & P.R. Almeida (2016). <i>Exploited anadromous fish in Portugal: Suggested direction for conservation and management. Marine Policy, 73: 92-99.</i>
Comunicações orais em conferências internacionais	<ul style="list-style-type: none"> • Almeida P.R., I. Domingos, J.L. Costa, C.S. Mateus, C.M. Alexandre, A.F. Ferreira, G. Cardoso, P. Félix, E. Pereira, T. Neves, R. Branca, A.F. Belo, F. Quadrado, J. Ferreira, A. Telhado & B.R. Quintella (2014). <i>Rehabilitation of River Mondego for the diadromous fish: An integrated management approach. SIBIC 2014 - V Congresso Ibérico de Ictiologia, 24-27 de junho, Lisboa, Portugal.</i> • Mateus C.S., B.R. Quintella, C.M. Alexandre, G.R. Cardoso, A.F. Belo, E. Pereira, A. Telhado, F. Quadrado & P.R. Almeida (2015). <i>Habitat Restoration For Diadromous Fish In River Mondego, Portugal. American Fisheries Society 145st Annual Meeting, 16-20 de agosto Portland, Oregon, EUA.</i> • Quintella B.R., C.S. Mateus, C. Alexandre, I. Domingos, J.L. Costa, G. Cardoso, A.F. Belo, E. Pereira, F. Quadrado, A. Telhado & P.R. Almeida (2015). <i>Rehabilitation of River Mondego (Portugal) for migratory fish. 3rd International Symposium on Watershed Science and Health, 20-23 de setembro, Wenzhou, China.</i>

Continua

Tabela 8. Continuação.

	Conteúdos
Comunicações orais em conferências internacionais	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Telhado A., J. Ferreira, F. Quadrado, J. Proença, C. Batista & P.R. Almeida (2015). Coimbra fishway: Restoring connectivity in River Mondego. 5th Fish Passage Conference, 22-24 de junho, Groningen, Holanda.</i> • <i>Mateus, C.S., B.R. Quintella, C.M. Alexandre, G.R. Cardoso, A.F. Belo, E.D. Pereira, P. Félix, I. Domingos, J.L. Costa, A. Telhado, F. Quadrado, P.R. Almeida (2016). Reabilitação dos habitats de peixes diádromos na Bacia Hidrográfica do Mondego: uma abordagem integrada. 13º Congresso da Água, APRH, 7-9 de março, Lisboa, Portugal.</i> • <i>Quintella, B.R., C.S. Mateus, C.M. Alexandre, I. Domingos, J.L. Costa, A.F. Belo, E.D. Pereira, P.M. Félix, R. Monteiro, A. Telhado, F. Quadrado & P.R. Almeida (2016). Rehabilitation of an european river basin for diadromous fish: an integrated approach. China-EU Conference on River Ecosystem Conservation and Restoration, 23 Novembro 2016, Pequim, China.</i>
Comunicações em Painel em conferências internacionais	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Almeida P.R, C.S. Mateus, C.M.Alexandre, A.F. Ferreira, G. Cardoso, E. Pereira, J. Ferreira, A. Telhado, F. Quadrado & B.R. Quintella (2014). Monitoring the efficiency of pool-type fishway: two years results from the Coimbra Bridge-Weir. SIBIC 2014 - V Congresso Ibérico de Ictiologia, 24-27 de junho, Lisboa, Portugal.</i> • <i>Mateus C.S., B.R. Quintella, C.M. Alexandre, G.R. Cardoso, A.F.Belo, E.D. Pereira, A. Telhado, F. Quadrado, P. Félix, I. Domingos, J.L. Costa & P.R. Almeida (2015). Rehabilitation of River Mondego (Portugal) for the diadromous fish. XV European Congress of Ichthyology, 7-11 de setembro, Porto, Portugal.</i> • <i>Quintella, B.R., C.S. Mateus, C.M. Alexandre, G.R. Cardoso, A.F. Ferreira, E.D. Pereira & P.R. Almeida (2014). Passage efficiency and behaviour of sea lamprey spawners in a vertical-slot fishway. ICBF2014-11th International Congress on the Biology of Fish, 3 a 7 de Agosto, Edimburgo, Escócia.</i> • <i>Telhado A., J. Ferreira, F. Quadrado, J. Proença, C. Batista, B.R. Quintella & P.R. Almeida (2015). Fish passages in small weirs: an integrated approach for maximizing the beneficial effects of the Coimbra fishway. 5th Fish Passage Conference, 22-24 de junho, Groningen, Holanda.</i>

Colóquio Final do Projeto

Para finalizar as atividades desenvolvidas no âmbito do presente projeto, foi organizado pela Universidade de Évora e pela Câmara Municipal de Penacova o colóquio intitulado “Reabilitação do Rio Mondego para os peixes migradores: das palavras aos atos”. Esta sessão decorreu no Auditório do Centro Cultural de Penacova no dia 12 de Março de 2016 e contou com a presença de Sua Excelência o Secretário de Estado das Pescas, Dr. José Apolinário, e com representantes de todas as entidades envolvidas. O evento incluiu apresentações de vários oradores e duas sessões de debate (Figura 63, Anexo V).



Figura 63. Colóquio “Reabilitação do rio Mondego para os peixes migradores: das palavras aos atos”, 12 Março 2016 Penacova, intervenções de: (a) Professor Doutor Pedro Raposo de Almeida; (b) Exmo. Secretário de Estado das Pescas, Dr. José Apolinário.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto “Reabilitação dos habitats de peixes diádromos na bacia hidrográfica do Mondego”, realizado entre 2014 e 2015, teve como principal objetivo a reabilitação do habitat no rio Mondego para espécies piscícolas diádromas, em complementaridade e na sequência da construção da passagem para peixes do Açude-Ponte de Coimbra, através da sua desobstrução, numa perspetiva de compatibilização dos vários usos que são alvo de exploração ao longo deste curso de água. Dessa forma, tentou-se compatibilizar os requisitos ecológicos destas espécies com os vários usos associados ao rio Mondego, dos quais se destacam os aproveitamentos hidroelétricos, as captações de água para uso doméstico, agrícola e industrial, e os usos recreativos associados às praias fluviais e às atividades desenvolvidas pelas empresas de canoagem a operar na área de estudo.

No âmbito da Ação 1 do presente projeto foram intervencionados seis obstáculos identificados como problemáticos para a migração de peixes diádromos no rio Mondego. Este conjunto de intervenções, concluídas no Verão de 2015, representou a segunda fase de desobstrução do rio para as espécies migradoras e, ao mesmo tempo, um importante contributo no sentido de aumentar o habitat disponível para as espécies-alvo, tendo facilitado o seu acesso ao troço de rio entre o Açude da Formoselha, primeiro obstáculo encontrado de jusante para montante, e a mini-hídrica de Penacova. Se somarmos o impacto conjunto das intervenções realizadas no âmbito do presente projeto, à ação concretizada em 2011 com a construção da PPPEixes de Coimbra, podemos afirmar que, no total, foi possível recuperar um troço de habitat adequado às espécies diádromas com cerca de 51 km de extensão (incluindo o troço principal do rio Mondego e parte de dois dos seus principais afluentes, os rios Ceira e Alva), o que representa um incremento de habitat disponível para estas espécies na bacia em questão de aproximadamente 340%, e de 5% a nível nacional.

No âmbito da ação 2 do presente projeto foi desenvolvida e instalada uma passagem específica para a enguia-europeia no Açude-Ponte de Coimbra, um dispositivo experimental, único em Portugal, que permite aos juvenis desta espécie a transposição deste obstáculo. Com as monitorizações que foram desenvolvidas durante a execução do projeto foi possível identificar a elevada eficiência de passagem desta infraestrutura por parte da espécie-alvo, assumindo que as enguias encontram com facilidade a entrada do dispositivo. Os resultados obtidos até ao momento estão unicamente relacionados com a eficiência de transposição do dispositivo no entanto, por motivos relacionados com a data de instalação da passagem de enguias, não foi ainda possível avaliar a eficiência do dispositivo no que respeita à sua atratividade, ou seja, se a passagem é eficiente ou não atrair as enguias. No âmbito de um protocolo estabelecido com a Agência Portuguesa do Ambiente, está prevista a continuação

da monitorização do dispositivo sendo de esperar que com mais um ciclo anual seja possível avaliar a adequabilidade do dispositivo instalado no seu todo e, em caso de necessidade, efetuar algum ajuste com vista à sua melhoria. Paralelamente, seria desejável que se continuasse a monitorizar a evolução da colonização por parte das enguias no troço a montante do Açude-Ponte de Coimbra e da respetiva passagem uni-específica, bem como identificar as épocas de migração da espécie-alvo.

O repovoamento experimental realizado com meixão no rio Ceira, no âmbito da ação 3, foi globalmente bem-sucedido, demonstrando que o repovoamento de troços de sistemas fluviais com indivíduos desta espécie e nesta fase do seu ciclo de vida é viável. As populações de enguias libertadas adaptaram-se bem ao troço selecionado, com uma taxa de crescimento considerada adequada para as características do local, bem como uma distribuição espacial em progressão para montante. O rio Ceira demonstrou ser um sistema fluvial com características adequadas a ações de repovoamento com meixão com as densidades ensaiadas. Não se verificaram impactos no que respeita à restante comunidade piscícola e os impactos identificados relativamente à comunidade de macroinvertebrados não foram considerados disruptivos do sistema ecológico. Contudo, considera-se ser desejável que futuros trabalhos avaliem o impacto das ações de repovoamento em sistemas com características distintas daquelas que ocorrem do rio Ceira, tendo em conta também os quantitativos translocados e as densidades de indivíduos nos troços repovoados.

Com a ação 4, que monitorizou os impactos das intervenções realizadas nos açudes do rio Mondego nas populações das espécies migradoras diádromas alvo deste estudo foi possível, com os trabalhos desenvolvidos numa fase anterior à construção das passagens para peixes naturalizadas, obter uma referência da abundância e estrutura dimensional de amocetes de lampreia-marinha e de enguia-europeia na sua fase continental após a primeira fase de reabilitação do rio Mondego e anterior à construção das passagens para peixes naturalizadas. Esta informação poderá ser comparada com dados recolhidos após a implementação das novas PPPeixes. Paralelamente, pela primeira vez em Portugal foi possível estimar a taxa de fuga para o mar de enguias na fase prateada (reprodutores) respondendo em parte, e ao que à bacia hidrográfica do Mondego diz respeito, ao Plano de Gestão da Enguia (Regulamento (CE) N° 1100/2007 de 18 de Setembro de 2007), na componente que exige a fuga de 40% da biomassa de enguias prateadas correspondente à melhor estimativa da fuga que existiria em condições pristinas.

Relativamente à situação de referência para um período pré-desobstrução do rio Mondego (anterior à construção em 2011 da passagem de Coimbra), a abundância de lampreia-marinha na fase larvar parece ter beneficiado da instalação da PPPeixes do Açude-Ponte de

Coimbra, apresentando um aumento de 30 vezes, entre 2011 e 2015. Relativamente à enguia, não se detetou um aumento significativo da abundância a montante, o que parece apontar para uma eficiência reduzida da PPPEixes do Açude-Ponte de Coimbra para a espécie (Almeida *et al.*, 2015), reforçando dessa forma a necessidade do trabalho desenvolvido no âmbito da ação 2, relacionado com a instalação da passagem para enguias neste obstáculo.

Foi avaliada a transponibilidade das novas passagens para a lampreia-marinha, observando-se numa primeira análise que as modificações realizadas nos açudes da Formoselha e Palheiros parecem corresponder aos objetivos pretendidos, facilitando a sua transposição por parte das espécies-alvo. Pelo contrário, para determinados regimes de caudal a estrutura incorporada no Açude do Louredo aparenta ainda não funcionar como pretendido, visto que nenhum dos exemplares de lampreia-marinha marcados e monitorizados durante o ano de 2016 conseguiu transpor este obstáculo. Apesar disso, este comportamento poderá refletir as condições ambientais observadas nesta época migratória (i.e., caudal elevado, temperatura da água baixa). Ainda assim, foi registada a presença de lampreias no rio Alva, o que significa que pelo menos uma fração dos animais que alcançam o Açude do Louredo consegue negociar a transposição deste obstáculo, justificando a construção da passagem de peixes que ali foi instalada. Contudo, uma vez que o Açude do Louredo aparenta não ter a eficiência de transposição pretendida, e atualmente ser uma infraestrutura sem qualquer uso associado, sugere-se a sua remoção. Relativamente às passagens naturalizadas construídas nos açudes do Reconquinho e Penacova, a sua eficiência não pôde ser avaliada, dado que nesta época de migração os exemplares marcados não conseguiram transpor o Açude do Louredo e alcançar as áreas a montante deste obstáculo.

A realização de inquéritos aos pescadores profissionais é fundamental para complementar os dados obtidos de forma independente, e são particularmente importantes nas decisões que sejam tomadas acerca do regulamento da pesca. Este projeto permitiu continuar em 2014 e 2015 o acompanhamento da atividade piscatória iniciado em 2012, essencial para a gestão sustentável da pesca e, conseqüentemente, para a promoção da colonização do troço reabilitado por estas espécies, inacessível desde a década de 80. Apesar dos esforços realizados no sentido de obter estimativas de capturas fidedignas, a quantidade de pescadores que colaboram, fornecendo dados completos passíveis de ser utilizados para calcular estimativas realistas terá de ser ainda melhorada.

No âmbito da ação 5 do presente projeto, a componente dedicada à divulgação e sensibilização do público em geral para a problemática abordada neste trabalho e o investimento realizado no rio Mondego, foram a grande prioridade no âmbito das atividades

desenvolvidas, tendo sido adotadas com sucesso várias estratégias de disseminação desta informação (i.e. sessões de sensibilização, painéis interpretativos). Este esforço foi realizado não só a âmbito nacional como internacional, com a apresentação do projeto, e dos seus principais resultados, em conferências nacionais e internacionais que decorreram em três continentes distintos, nomeadamente Europa, América do Norte e Ásia. A abordagem integrada aplicada ao rio Mondego foi considerada um exemplo a seguir noutros sistemas, tendo sido premiada a nível internacional com o prémio *Distinguished Project in Fisheries Engineering and Ecohydrology*, atribuído em conjunto pela *American Society of Civil Engineers (Environmental & Water Resource Institute)*, e pela *American Fisheries Society (Bioengineering Section)*. A cerimónia teve lugar durante o congresso *Fish Passage 2016*, que decorreu entre os dias 20 e 22 de junho, na Universidade de Massachusetts.

Algumas das intervenções previstas no âmbito deste projeto tiveram de ser ajustadas à realidade encontrada aquando do desenvolvimento dos trabalhos dirigidos à sua concretização, bem como a condições de trabalho adversas à construção das obras, o que resultou em diferenças entre aquilo que havia sido preconizado em sede de candidatura do projeto e o que foi posteriormente implementado, a nível de orçamento, calendarização e produto final. No geral, o projeto foi bem-sucedido e representou um importante contributo para a região, e o país em geral.

No futuro, aconselha-se a continuação da monitorização das ações de reabilitação da continuidade longitudinal do rio Mondego para a avaliação dos impactos a médio e longo prazo destas intervenções, e para que a sua aplicação possa ser transposta a outros sistemas fluviais portugueses.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alba-Tercedor, J., P. Jáimez-Cuéllar, M. Álvarez, J. Avilés. N. Bonada, J. Casas, A. Mellado, M.Ortega, I. Pardo, N. Prat, M. Rieradevall, S. Robles, C.E. Sáinz-Cantero, A. Sánchez-Ortega, M. L. Suárez, M. Toro, M., R. Vidal-Abarca, S. Vivas & C. Zamora-Muñoz (2002). Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP'). *Limnetica*, 21 (3-4): 175-185.

Almeida, P.R., B.R. Quintella, C.S. Mateus, C.M. Alexandre, G. Cardoso, A.F. Belo, E. Pereira, I. Domingos, J. Ferreira, J. Lopes, J.L. Costa & M.J. Lança (2015). Programa de monitorização da passagem para peixes do Açude-Ponte de Coimbra. Relatório Final. APA – Agência Portuguesa do Ambiente, Lisboa.

Almeida, P.R, H.T. Silva and B.R. Quintella (2000). The migratory behaviour of the sea lamprey *Petromyzon marinus* L., observed by acoustic telemetry in River Mondego (Portugal). *In*: A. Moore and I. Russel (eds.) *Advances in fish telemetry*. CEFAS, Suffolk: 99-108.

Costa, J.L., I. Domingos, C. A. Assis, P. R. Almeida, F. Moreira, E. Feunteun & M.J. Costa (2008). Comparative ecology of the European eel, *Anguilla anguilla* (L., 1758), in a large Iberian river. *Environmental Biology of Fishes*, 81: 421– 434.

Costa, M.J., P.R. Almeida, J.L. Costa, C.A. Assis, & F. Moreira (1993). Algumas notas sobre a capacidade adaptativa da enguia europeia, *Anguilla anguilla* (L., 1758), e das tainhas (Fam. Mugilidae): Referência especial às populações do Tejo. *Publ. Inst. Zool. Dr. Augusto Nobre*, 10: 365–376.

Davey, A.J.H. & D.J. Jellyman (2005). Sex determination in freshwater eels and management options for manipulation of sex. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 15:37–52.

Dekker, W. (2003). Did lack of spawners cause the collapse of the European eel, *Anguilla anguilla*? *Fisheries Management and Ecology*, 10: 365– 376.

Domingos, I. (2003). A enguia-europeia, *Anguilla anguilla* (L., 1758), na bacia hidrográfica do rio Mondego. Tese de Doutoramento, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Domingos I., J.L. Costa & M.J. Costa (2006). Factors determining length distribution and abundance of the European eel, *Anguilla anguilla*, in the River Mondego (Portugal). *Freshwater Biology*, 51: 2265–2281.

FAO/DVWK, 2002. Fish passes – Design, dimensions and monitoring

Feunteun, E. (2002) Management and restoration of European eel population (*Anguilla anguilla*): An impossible bargain. *Ecological Engineering*, 18: 575–591.

Holmgren, K., H. Wickström & P. Clevestam (1997). Sex-related growth of European Eel, *Anguilla anguilla*, with focus on median silver eel age. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54: 2775–2781.

ICES-WGEEL (2016). Report of the Joint EIFAAC/ICES/GFCM Working Group on Eel (WGEEL), 24 November–2 December 2015, Antalya, Turkey. ICES CM 2015/ACOM:18. 130 pp.

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

Larinier, M. (2000). Dams and fish migration. World Commission on Dams. *FAO Fisheries Technical Paper*, 419:45-89.

Lucas MC & Baras E. (2001) Migration of freshwater fishes. Blackwell Science, Oxford, UK.

Mateus, C. S., R. Rodríguez-Muñoz, B.R. Quintella, M. Alves & P.R. Almeida (2012). Lampreys of the Iberian Peninsula: distribution, population status and conservation. *Endangered Species Research*, 16, 183-198.

Larinier, M., D. Courret & P. Gomes (2006). Guide technique pour la Conception des passes naturelles. CEMAGREF.

Moriarty, C., & W. Dekker (1997). Management of the European eel. Marine Institute.

Northwest Marine Technology, Inc., 2011. Manual Elastomer Injection Systems. Instructionsfor 10:1 Visible Implant Elastomer, 6 pp.

Pankhurst, N.W. (1982). Relation of visual changes to the onset of sexual maturation in the European eel *Anguilla anguilla* L. *Journal of Fish Biology*, 21: 127–140.

Pereira, E., B.R. Quintella, C.S. Mateus, C.M. Alexandre, A.F. Belo, A. Telhado, M.F. Quadrado & P.R Almeida (2016). Performance of a vertical slot fish pass for the sea lamprey *Petromyzon marinus* L. and habitat recolonization. *River Research and Applications*. doi: 10.1002/rra.3054.

Petts, G.E. (1984). *Impounded rivers: perspectives for ecological management*. Chichester, John Wiley: 326 pp.

Plano de Gestão da Enguia. Resposta do Estado Português ao Regulamento (CE) nº1100/2007, de 18 de Setembro, dezembro de 2008.

Regulamento (CE) n.º 1100/2007 do Conselho Europeu, de 18 de setembro.

Stratoudakis Y., C.S. Mateus, B.R. Quintella, C. Antunes & P.R. Almeida 2016. Exploited anadromous fish in Portugal: Suggested direction for conservation and management. *Marine Policy*, 73: 92-99.

Quintella, B.R., N.O. Andrade & P.R. Almeida (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.

Tesch, F-W., 2003. *The eel*. Blackwell Science. Oxford. pp 408.

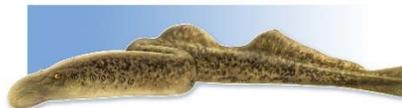
Vörösmarty, C.J., P.B. McIntyre, M.O. Gessner, D. Dudgeon, A. Prusevich, P. Green, P.S. Glidden, S.E. Bunn, C.A. Sullivan, C. Reidy Liermann & P.M. Davies (2010) Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, 467: 555-561.

Anexos

5. ANEXOS

Anexo I. Espécies migradoras existentes no troço do rio Mondego intervencionado.

Nome científico: *Petromyzon marinus* L.



Nome comum: Lampreia-marinha

Estatuto de conservação¹: VU

Proteção legal¹: *Convenção de Berna*: III; *Diretiva Habitats*: B-II; *Outra legislação*: i, ii

Tipo de ocorrência¹: MigRep

Descrição geral: Espécie migradora anádroma que, em Portugal, ocorre nas principais bacias hidrográficas a norte do Rio Sado, estando igualmente descrita a sua ocorrência, embora em menor abundância, na bacia hidrográfica do Guadiana. Atinge, em média, 85 cm de comprimento e 1,3 kg de peso.

Época de migração e reprodução: Inicia a migração reprodutora para os cursos de água em dezembro. Verifica-se geralmente um pico da migração entre fevereiro e abril e a época de reprodução pode durar até maio. Trata-se de uma espécie semelpara, ou seja, reproduz-se apenas uma vez ao longo do seu ciclo de vida, morrendo logo de seguida (Almeida *et al.*, 2000).

Habitat: Os adultos desta espécie vivem no mar, migrando para os rios para realizar a postura. Desovam em zonas com substrato predominantemente composto por seixo, cascalho e areia, em zonas pouco ensombradas e habitualmente localizadas a montante de rápidos. As larvas exibem preferência por rios de dimensão média e pequena, pouco profundos, com fundos arenosos, correntes fracas, temperaturas moderadas e zonas ensombradas (Hardisty, 2006).

Alimentação: Os adultos de lampreia-marinha alimentam-se parasiticamente do sangue de outros peixes através do disco oral, enquanto as larvas são filtradoras, consumindo preferencialmente microalgas e matéria orgânica particulada. Na fase de migração e desova os adultos não se alimentam (Quintella, 2000).

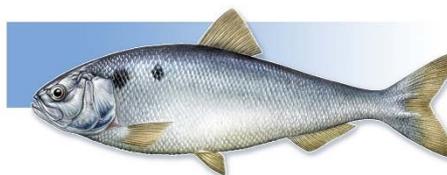
Principais ameaças: Perda da conectividade longitudinal dos cursos de água; sobrepesca e pesca ilegal; poluição aquática; destruição das zonas de desova e dos leitos de amocetes através de extração de inertes.

Medidas de conservação: Construção de passagens para peixes adequadas à espécie; Controlo da emissão de poluentes e da extração de inertes; Gestão sustentada da pesca; Controlo das atividades furtivas.

Valor económico¹: €€€

¹**Categoria:** CR - Criticamente em Perigo; EN - Em Perigo; VU - Vulnerável; LC - Pouco Preocupante; DD - Informação Insuficiente; NA - Não Aplicável. **Tipo de ocorrência:** Res - residente; Vis - visitante; MigRep - migrador reprodutor; NInd - não-indígena; End - endémico (do Continente, dos Açores ou da Madeira); EndIb - endémico da Península Ibérica. **Outra legislação:** i - Lei da pesca nas águas interiores; ii - Lei da pesca nas águas interiores não oceânicas sob jurisdição da autoridade marítima; iii - Decreto-Lei que regula a introdução na natureza de espécies não-indígenas da flora e da fauna (Anexos I e III). **Valor comercial:** €€€ - elevado; €€ - médio; € - reduzido ou sem valor comercial.

Nome científico: *Alosa alosa* L.



Nome comum: Sável

Estatuto de conservação²: EN

Instrumentos legais²: *Convenção de Berna:* III; *Diretiva Habitats:* B-II, V; *Convenção CITES:* -; *Outra legislação:* i, ii

Tipo de ocorrência²: MigRep

Descrição geral: Espécie migradora anádroma. Os machos medem cerca de 40 cm, as fêmeas atingem um comprimento médio de 70 cm. Ocorre nas bacias hidrográficas nacionais do Minho, Lima, Vouga, Mondego, Tejo e Guadiana, embora nesta última a sua abundância seja residual.

Época de migração e reprodução: A migração dos sáveis para os cursos de água inicia-se em março, podendo a reprodução durar até ao mês de junho. A maioria dos indivíduos morre logo após a desova (Alexandrino, 1994).

Habitat: Espécie pelágica que ocupa principalmente a coluna de água. Quando migra para os rios, o habitat procurado para a desova caracteriza-se por uma sucessão de zonas de corrente lenta a intermédia e profundidade elevada e zonas menos profundas com velocidade de corrente mais elevada. O substrato é maioritariamente constituído por gravilha (Maitland & Hatton-Ellis, 2003).

Alimentação: Espécie planctívora que se alimenta sobretudo de zooplâncton através da filtração da água. Em ambientes dulciaquícolas, os juvenis ingerem larvas de insetos e pequenos crustáceos planctónicos. Durante a migração reprodutora os peixes adultos não se alimentam (Correia *et al.*, 2001).

Principais ameaças: Perda da conectividade longitudinal dos cursos de água; sobrepesca; poluição aquática.

Medidas de conservação: Construção de passagens para peixes adequadas à espécie; Controlo da emissão de poluentes; Gestão sustentável da pesca; Controlo das atividades furtivas.

Valor económico²: €€€

² **Categoria:** CR - Criticamente em Perigo; EN - Em Perigo; VU – Vulnerável; LC - Pouco Preocupante; DD - Informação Insuficiente; NA - Não Aplicável. **Tipo de ocorrência:** Res - residente; Vis - visitante; MigRep - migrador reprodutor; NIInd - não-indígena; End - endémico (do Continente, dos Açores ou da Madeira); EndIb - endémico da Península Ibérica. **Outra legislação:** i - Lei da pesca nas águas interiores; ii - Lei da pesca nas águas interiores não oceânicas sob jurisdição da autoridade marítima; iii - Decreto-Lei que regula a introdução na natureza de espécies não-indígenas da flora e da fauna (Anexos I e III). **Valor comercial:** €€€ - elevado; €€ - médio; € - reduzido ou sem valor comercial.

Nome científico: *Alosa fallax* (Lacépède, 1803)



Nome comum: Savelha

Estatuto de conservação³: VU

Instrumentos legais³: *Convenção de Berna:* III; *Diretiva Habitats:* B-II, V; *Convenção CITES:* -; *Outra legislação:* i, ii

Tipo de ocorrência³: MigRep

Descrição geral: Espécie migradora anádroma, que pode atingir dimensões entre 30 e 60 cm. Ocorre nas bacias hidrográficas nacionais do Minho, Lima, Vouga, Mondego, Tejo, Sado, Mira e Guadiana. Morfologicamente distingue-se do sável pelo tamanho geralmente mais reduzido, pela presença de 4 a 8 manchas escuras no dorso e por um menor número de branquiespinhas no primeiro arco branquial.

Época de migração e reprodução: A migração das savelhas para os cursos de água inicia-se em março, podendo a reprodução durar até ao mês de junho. A maioria dos animais reproduz-se mais que uma vez ao longo do seu ciclo de vida (Arahamian *et al.*, 2003).

Habitat: Espécie pelágica que ocupa principalmente a coluna de água. À semelhança do sável, o habitat propício para a desova, caracteriza-se por uma sucessão de zonas de corrente lenta a intermédia e profundidade elevada e zonas menos profundas com velocidade de corrente mais elevada. O substrato é maioritariamente constituído por gravilha (Maitland & Hatton-Ellis, 2003). Habitualmente desova em zonas mais a jusante nos cursos de água do que o sável (Alexandrino, 1994).

Alimentação: Espécie essencialmente planctívora que se alimenta de zooplâncton através da filtração da água. Pode também ingerir pequenos peixes. Durante a migração reprodutora os peixes adultos não se alimentam (Assis *et al.*, 1992).

Principais ameaças: Perda da conectividade longitudinal dos cursos de água; sobrepesca; poluição aquática.

Medidas de conservação: Construção de passagens para peixes adequadas à espécie; Controlo da emissão de poluentes; Gestão sustentável da pesca.

Valor económico³: €€

³ **Categoria:** CR - Criticamente em Perigo; EN - Em Perigo; VU – Vulnerável; LC - Pouco Preocupante; DD - Informação Insuficiente; NA - Não Aplicável. **Tipo de ocorrência:** Res - residente; Vis - visitante; MigRep - migrador reprodutor; NIInd - não-indígena; End - endémico (do Continente, dos Açores ou da Madeira); EndIb - endémico da Península Ibérica. **Outra legislação:** 1 - Lei da pesca nas águas interiores; 2 - Lei da pesca nas águas interiores não oceânicas sob jurisdição da autoridade marítima; 3 – Decreto-Lei que regula a introdução na natureza de espécies não-indígenas da flora e da fauna (Anexos I e III). **Valor comercial:** €€€ - elevado; €€ - médio; € - reduzido ou sem valor comercial.

Nome científico: *Anguilla anguilla* L.



Nome comum: Enguia-europeia

Estatuto de conservação⁴: EN

Instrumentos legais⁴: *Convenção de Berna*: III; *Diretiva Habitats*: -; *Convenção CITES*: B (II) -; *Outra legislação*: i, ii

Tipo de ocorrência⁴: Vis

Descrição geral: Espécie migradora catádroma que ocorre em todas as bacias hidrográficas continentais, desde o Minho até ao Guadiana. Os machos atingem, em média, 35 cm de comprimento e as fêmeas 50 cm.

Época de migração e reprodução: A migração reprodutora dos adultos para o Mar dos Sargaços processa-se entre os meses de outubro e dezembro. É uma espécie semelpara. As larvas regressam às zonas costeiras onde se metamorfoseiam em meixão, ou enguia-de-vidro, migrando, entre Outubro e Março, para as águas interiores onde crescem (Domingos, 2003).

Habitat: Durante a sua fase dulciaquícola é uma espécie generalista capaz de colonizar uma grande variedade de habitats. Ocorre habitualmente em ambientes lóticos, temperados e com elevada disponibilidade de refúgios, desde leitos arenosos com vegetação até zonas de substrato mais grosseiro.

Alimentação: Espécie omnívora que se alimenta, preferencialmente, de larvas de insetos, mas que frequentemente pode também ingerir material vegetal e detritos. Os indivíduos de maior dimensão podem incluir pequenos peixes na sua dieta (Costa *et al.*, 1992).

Principais ameaças: Sobrepesca e pesca ilegal, sobretudo na fase juvenil de meixão. Perda da conectividade longitudinal dos cursos de água; disseminação do agente patogénico *Anguillicoloides crassus*.

Medidas de conservação: Gestão sustentada da pesca e desativação/fiscalização do mercado ilegal de meixão. Construção de passagens para peixes adequadas à espécie.

Valor económico⁴: €€€

⁴ **Categoria:** CR - Criticamente em Perigo; EN - Em Perigo; VU – Vulnerável; LC - Pouco Preocupante; DD - Informação Insuficiente; NA - Não Aplicável. **Tipo de ocorrência:** Res - residente; Vis - visitante; MigRep - migrador reprodutor; NInd - não-indígena; End - endémico (do Continente, dos Açores ou da Madeira); EndIb - endémico da Península Ibérica. **Outra legislação:** i - Lei da pesca nas águas interiores; ii - Lei da pesca nas águas interiores não oceânicas sob jurisdição da autoridade marítima; iii – Decreto-Lei que regula a introdução na natureza de espécies não-indígenas da flora e da fauna (Anexos I e III). **Valor comercial:** €€€ - elevado; €€ - médio; € - reduzido ou sem valor comercial.

Nome científico: *Liza ramada* (Risso, 1826)



Nome comum: Muge

Estatuto de conservação⁵: LC

Instrumentos legais⁵: *Convenção de Berna*: -; *Diretiva Habitats*:-; *Convenção CITES*: -; *Outra legislação*: i, ii

Tipo de ocorrência⁵: Vis

Descrição geral: Espécie migradora catádroma que ocorre em todas as bacias hidrográficas continentais, desde o Minho até ao Guadiana. Pode atingir um tamanho intermédio (~30-40 cm).

Época de migração e reprodução: Na costa portuguesa, os indivíduos adultos realizam a sua migração reprodutora para o estuário durante o Outono (setembro a novembro). Posteriormente, durante a Primavera (março a junho), verifica-se uma migração dos indivíduos para montante (Almeida *et al.*, 1995). Algumas observações recentes indiciam o prolongamento desta migração durante todo o período estival.

Habitat: Espécie euritópica com uma grande capacidade de adaptação a diferentes tipos de habitats. Pode ocorrer desde as zonas mais salobras até meios de salinidade bastante baixa ou mesmo nula.

Alimentação: Detritívora/planctívora. Possui uma grande plasticidade trófica alimentando-se principalmente de microalgas e detritos (Almeida, 2003).

Principais ameaças: Perda da conectividade longitudinal dos cursos de água.

Medidas de conservação: Construção de passagens para peixes adequadas à espécie.

Valor económico⁵: €€€

⁵ **Categoria:** CR - Criticamente em Perigo; EN - Em Perigo; VU – Vulnerável; LC - Pouco Preocupante; DD - Informação Insuficiente; NA - Não Aplicável. **Tipo de ocorrência:** Res - residente; Vis - visitante; MigRep - migrador reprodutor; NInd - não-indígena; End - endémico (do Continente, dos Açores ou da Madeira); EndIb - endémico da Península Ibérica. **Outra legislação:** i - *Lei da pesca nas águas interiores*; ii - *Lei da pesca nas águas interiores não oceânicas sob jurisdição da autoridade marítima*; iii – *Decreto-Lei que regula a introdução na natureza de espécies não-indígenas* da flora e da fauna (Anexos I e III). **Valor comercial:** €€€ - elevado; €€ - médio; € - reduzido ou sem valor comercial.

Nome científico: *Luciobarbus bocagei*
(Steindachner, 1864)



Nome comum: Barbo do Norte

Estatuto de conservação⁶: LC

Instrumentos legais⁶: *Convenção de Berna:* III; *Diretiva Habitats:* B-V; *Convenção CITES:* -; *Outra legislação:* i

Tipo de ocorrência⁶: Res/Endlb

Descrição geral: Endemismo ibérico que, em território nacional, ocorre em todas as bacias hidrográficas situadas entre o Minho e Sado. Espécie que pode atingir entre 40 a 50 cm de comprimento.

Época de migração e reprodução: Entre março e junho na maioria dos cursos de água nacionais. Na região Sul a migração e maturação das gónadas inicia-se geralmente mais cedo. Os barbos são potamódromos, migrando para montante em busca do habitat mais propício para a reprodução.

Habitat: Ocorre habitualmente nos troços médios e inferiores dos rios, em zonas com reduzida ou moderada velocidade de corrente, com exceção da época de reprodução onde se desloca para zonas de corrente elevada e substrato grosseiro, assumindo um comportamento reófilo. Pode ocorrer nas zonas mais profundas das barragens.

Alimentação: Dieta omnívora e oportunista. Alimenta-se de material vegetal e detritos, sobretudo durante os períodos de caudal reduzido, e de larvas de alguns insetos aquáticos, durante períodos de caudal elevado. Os barbos de maior dimensão podem alimentar-se de outros peixes mais pequenos (Collares-Pereira *et al.*, 1996).

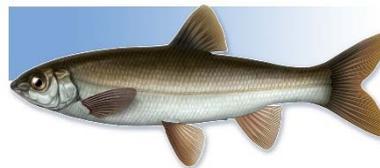
Principais ameaças: Perda da conectividade longitudinal dos cursos de água; introdução de exóticas.

Medidas de conservação: Construção de passagens para peixes adequadas à espécie; Controlo das espécies exóticas.

Valor económico⁶: €€

⁶ **Categoria:** CR - Criticamente em Perigo; EN - Em Perigo; VU – Vulnerável; LC - Pouco Preocupante; DD - Informação Insuficiente; NA - Não Aplicável. **Tipo de ocorrência:** Res - residente; Vis - visitante; MigRep - migrador reprodutor; NInd - não-indígena; End - endémico (do Continente, dos Açores ou da Madeira); Endlb - endémico da Península Ibérica. **Outra legislação:** i - Lei da pesca nas águas interiores; ii - Lei da pesca nas águas interiores não oceânicas sob jurisdição da autoridade marítima; iii – Decreto-Lei que regula a introdução na natureza de espécies não-indígenas da flora e da fauna (Anexos I e III). **Valor comercial:** €€€ - elevado; €€ - médio; € - reduzido ou sem valor comercial.

Nome científico: *Pseudochondrostoma polylepis*
(Steindachner, 1864)



Nome comum: Boga-comum

Estatuto de conservação⁷: LC

Instrumentos legais⁷: *Convenção de Berna:* III; *Diretiva Habitats:* B-II; *Convenção CITES:* -; *Outra legislação:* i

Tipo de ocorrência⁷: Res/EndIb

Descrição geral: Endemismo Ibérico que, em território português, ocorre em todas as bacias hidrográficas localizadas entre o Vouga e o Sado. Nos troços superiores da bacia do Vouga pode ocorrer em simultâneo com *Pseudochondrostoma duriense*. Pode atingir um tamanho intermédio (~20-30 cm).

Época de migração e reprodução: Espécie potamódroma que inicia a sua migração reprodutora para montante em fevereiro. A época de reprodução pode durar até maio. Durante este período, assume um comportamento gregário.

Habitat: Espécie reófila que ocupa habitualmente os troços médios dos rios de ordem mais elevada, em zonas de corrente elevada e com densa cobertura ripária. Durante a época de reprodução assume uma preferência por zonas de cascalho/gravilha e velocidade de corrente elevada. Pode ocorrer em barragens.

Alimentação: Espécie detritívora que se alimenta quase exclusivamente de algas e detritos que recolhe do substrato com o auxílio do seu lábio inferior retilíneo, em forma de lâmina córnea (Magalhães, 1990).

Principais ameaças: Perda da conectividade longitudinal dos cursos de água; poluição aquática; destruição das zonas de postura através de extração de água e inertes; introdução de exóticas.

Medidas de conservação: Construção de passagens para peixes adequadas à espécie; Controlo da emissão de poluentes; Controlo das espécies exóticas.

Valor económico⁷: €€

⁷ **Categoria:** CR - Criticamente em Perigo; EN - Em Perigo; VU – Vulnerável; LC - Pouco Preocupante; DD - Informação Insuficiente; NA - Não Aplicável. **Tipo de ocorrência:** Res - residente; Vis - visitante; MigRep - migrador reprodutor; NIInd - não-indígena; End - endémico (do Continente, dos Açores ou da Madeira); EndIb - endémico da Península Ibérica. **Outra legislação:** i - Lei da pesca nas águas interiores; ii - Lei da pesca nas águas interiores não oceânicas sob jurisdição da autoridade marítima; iii – Decreto-Lei que regula a introdução na natureza de espécies não-indígenas da flora e da fauna (Anexos I e III). **Valor comercial:** €€€ - elevado; €€ - médio; € - reduzido ou sem valor comercial.

Nome científico: *Salmo trutta* L.

Nome comum: Truta-de-rio



Estatuto de conservação⁸: LC

Instrumentos legais⁸: *Convenção de Berna*: -; *Diretiva Habitats*:-; *Convenção CITES*: -; *Outra legislação*: i

Tipo de ocorrência⁸: Res

Descrição geral: Espécie nativa que ocorre em todas as bacias hidrográficas portuguesas a norte do Rio Tejo. Pode atingir um tamanho intermédio (~30-40 cm). Para além da forma residente potamódroma (Truta-de-rio) as populações desta espécie em algumas bacias hidrográficas Portuguesas podem incluir indivíduos anádromos (Truta-marisca). A sua presença não foi ainda confirmada na Bacia Hidrográfica do Rio Mondego.

Época de migração e reprodução: Espécie potamódroma que inicia a migração reprodutora em Novembro. O período de desova pode prolongar-se até Janeiro (Lobón-Cerviá *et al.*, 1986). Observações recentes indiciam a ocorrência de um pico migratório desta espécie no início do Verão.

Habitat: Ocorre habitualmente nos troços superiores dos rios com características salmonícolas, i.e. com águas frias e bem oxigenadas, em zonas com velocidade de corrente elevada, substrato grosseiro e densidade de vegetação capaz de conferir abrigo aos indivíduos adultos durante a desova e às larvas e juvenis no período pós-eclosão. Por ocorrer geralmente em rios com boa qualidade de água, esta espécie é geralmente utilizada como indicador biológico (Lobón-Cerviá *et al.*, 1986).

Alimentação: Espécie invertívora que se alimenta de uma grande diversidade de insetos aquáticos. Os indivíduos de maior dimensão podem ingerir pequenos peixes e anfíbios (Sostoa & Lobón-Cerviá, 1989).

Principais ameaças: Perda da conectividade longitudinal dos cursos de água; poluição aquática; destruição das zonas de postura através de extração de água e inertes; introdução de exóticas.

Medidas de conservação: Construção de passagens para peixes adequadas à espécie; Controlo da emissão de poluentes; Controlo das espécies exóticas.

Valor económico⁸: €€

⁸ **Categoria:** CR - Criticamente em Perigo; EN - Em Perigo; VU – Vulnerável; LC - Pouco Preocupante; DD - Informação Insuficiente; NA - Não Aplicável. **Tipo de ocorrência:** Res - residente; Vis - visitante; MigRep - migrador reprodutor; NIInd - não-indígena; End - endémico (do Continente, dos Açores ou da Madeira); EndIb - endémico da Península Ibérica. **Outra legislação:** i - *Lei da pesca nas águas interiores*; ii - *Lei da pesca nas águas interiores não oceânicas sob jurisdição da autoridade marítima*; iii – *Decreto-Lei que regula a introdução na natureza de espécies não-indígenas* da flora e da fauna (Anexos I e III). **Valor comercial:** €€€ - elevado; €€ - médio; € - reduzido ou sem valor comercial.

Anexo II. Monitorização do percurso migratório de lampreia-marinha



Fotografias exemplificativas dos transmissores utilizados e do procedimento de marcação das lampreias-marinhas com radiotransmissor externo (a-d); desinfeção do local e aspeto final da implantação do dispositivo (e); nassa onde foram mantidos os exemplares marcados em aclimatação (f).

Características biométricas das lampreias-marinhas marcadas com radiotransmissores

ID	Frequência do Transmissor	Ct (cm)	Peso (g)	Data de Libertação
Lm 1	150.142	81	930	24/02/2016
Lm 2	150.802	81,7	1040	24/02/2016
Lm 3	150.056	86	1380	24/02/2016
Lm 4	150.163	95,3	1550	24/02/2016
Lm 5	150.204	79	865	24/02/2016
Lm 6	150.191	87,1	1365	24/02/2016
Lm 7	150.022	89,7	1205	24/02/2016
Lm 8	150.183	82,5	1215	24/02/2016
Lm 9	150.491	91	1590	24/02/2016
Lm 10	150.142	90,2	1250	07/04/2016
Lm 11	150.342	82,8	1110	07/04/2016
Lm 12	150.223	89,6	1330	07/04/2016
Lm 13	150.012	82,6	1150	07/04/2016
Lm 14	150.791	88,3	1420	07/04/2016
Lm 15	150.056	91,8	1685	07/04/2016
Lm 16	150.562	68	680	07/04/2016
Lm 17	150.132	86,6	1415	07/04/2016
Lm 18	150.362	86,3	1185	07/04/2016
Lm 19	150.302	73,7	800	07/04/2016
Lm 20	150.522	81,6	910	07/04/2016
Lm 21	150.533	73,5	635	07/04/2016
Lm 22	150.312	80,6	1125	07/04/2016
Lm 23	150.372	83	1345	07/04/2016
Lm 24	150.512	80,4	1315	07/04/2016
Lm 25	150.592	85,1	1040	07/04/2016
Lm 26	150.581	89,8	1480	07/04/2016

Anexo III. Modelos afixados no centro interpretativo da Passagem para Peixes do Açude-Ponte de Coimbra



Modelo da lampreia-marinha.

Modelos realizados por Pedro Andrade, pintura por Cláudia Baeta e Lúcia Antunes.



Modelo do sável.

Modelos realizados por Pedro Andrade, pintura por Cláudia Baeta e Lúcia Antunes.



Modelo da savelha.

Modelos realizados por Pedro Andrade, pintura por Cláudia Baeta e Lúcia Antunes.



Modelo do muge.

Modelos realizados por Pedro Andrade, pintura por Cláudia Baeta e Lúcia Antunes.



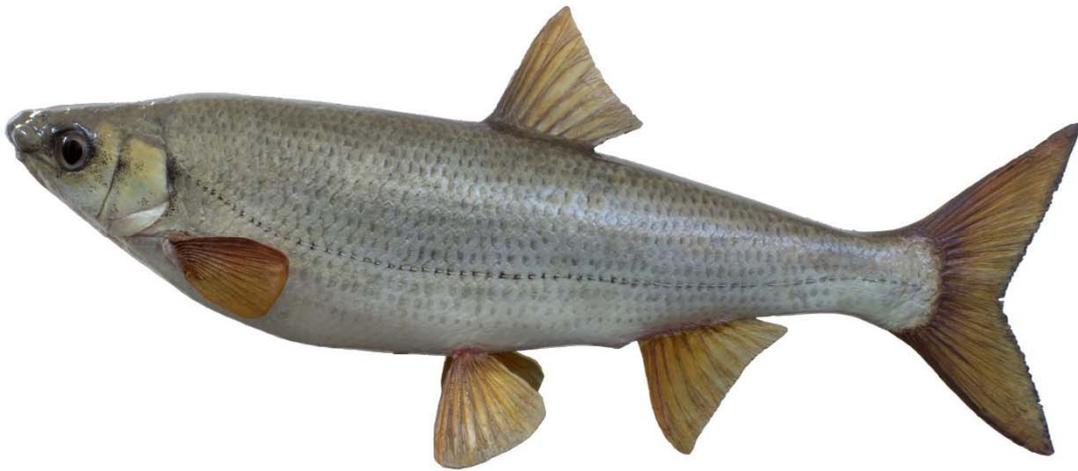
Modelo da enguia-europeia.

Modelos realizados por Pedro Andrade, pintura por Cláudia Baeta e Lúcia Antunes.



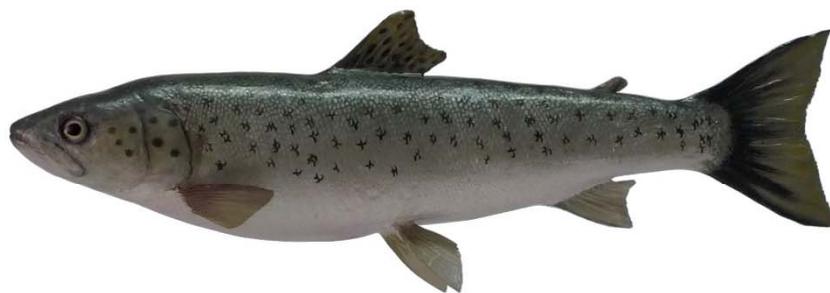
Modelo do barbo-comum.

Modelos realizados por Pedro Andrade, pintura por Cláudia Baeta e Lúcia Antunes.



Modelo da boga-comum.

Modelos realizados por Pedro Andrade, pintura por Cláudia Baeta e Lúcia Antunes.



Modelo da truta-marisca.

Modelos realizados por Pedro Andrade, pintura por Cláudia Baeta e Lúcia Antunes.



Modelo da truta-de-rio.

Modelos realizados por Pedro Andrade, pintura por Cláudia Baeta e Lúcia Antunes.

Anexo IV. Painéis interpretativos colocados junto às PPPeixes construídas no rio Mondego

01 | PASSAGEM PARA PEIXES DO AÇUDE DA FORMOSELHA



Bacia Hidrográfica do Mondego

O projeto **Reabilitação dos Habitats de Peixes Diátricos na Bacia Hidrográfica do Mondego**, com um orçamento de cerca de 1.3M de euros, foi financiado pelo Ministério da Agricultura e do Mar e cofinanciado pelo Fundo Europeu das Pescas, através do PROMAR – Programa Operacional Pesca 2007-2013, e pela EDP-Energias de Portugal, S.A. Foi coordenado pela Universidade de Évora, com o apoio técnico-científico do MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente, e com a parceria de um conjunto de entidades.

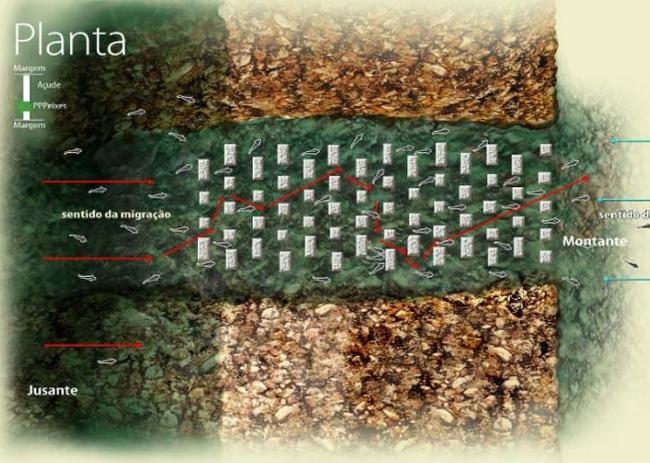
Este projeto teve como principal objetivo reabilitar um troço do Rio Mondego considerado um habitat muito importante para os peixes migradores. A construção de obstáculos nos rios é particularmente gravosa para as espécies piscícolas que migram entre o mar e o rio para completarem o seu ciclo de vida, os peixes diátricos. A reabilitação de habitat no Rio Mondego foi garantida através da instalação de passagens para peixes nos açudes previamente identificados como obstáculo à migração destas espécies.

Perfil



No Açude da Formoselha foi construída uma passagem para peixes (PPPeixes) naturalizada, ou seja, uma passagem que simula as características naturais do rio quer na sua morfologia, quer nos materiais escolhidos na sua construção. Este dispositivo de transposição piscícola é utilizado por um conjunto de espécies, entre as quais se destacam a lampréia-marinha, o sável, a savelha, o muge e a enguia-europeia. É também utilizado por espécies potamódromas, que realizam migrações no rio, como o barbo do Norte e a boga-comum.

Planta



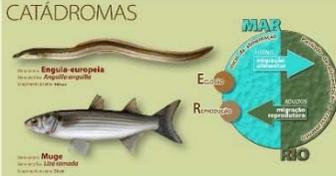
Espécies migradoras

... que passam pela Passagem para Peixes do Açude da Formoselha

ANÁDROMAS



CATÁDROMAS



Artes de pesca

... utilizadas na captura da lampréia-marinha e do sável

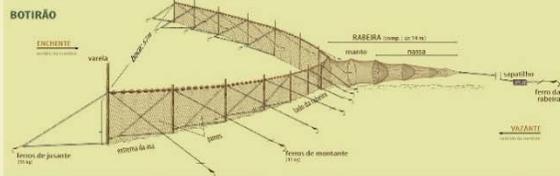
TRESMALHO DE DERIVA



REDE DE DERIVA



BOTIRÃO



Financiamento:



Entidade Promotora:



Partenários Institucionais:



Painel interpretativo número 1, colocado junto ao Açude da Formoselha, elaborado por Fernando Correia, Lab. de Ilustração Científica - dbio/UA.

03

Dispositivo de passagem para enguias

Nome científico: *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758)
 Nome comum: Enguia-europeia



Distribuição: Em Portugal Continental ocorre em todas as bacias hidrográficas desde o Minho ao Guadiana.

Dimensões: Os machos desta espécie atingem em média 35 cm e as fêmeas 50 cm.

Fenologia: É uma espécie migradora catádroma e semelpara.

Época de migração e ciclo de vida: Ao atingirem a maturação sexual, fase prateada, migram para o Mar dos Sargãos para se reproduzirem. A migração reprodutora dos adultos para o Mar dos Sargãos ocorre de outubro a dezembro. As larvas regressam às zonas costeiras onde sofrem uma metamorfose, passando de larva leptocefala a enguia-de-vidro, também conhecida por meião. O meião migra para as águas interiores entre outubro e março para iniciar um período de alimentação e crescimento que dura em média cerca de 3 anos para os machos e de 3 a 6 anos para as fêmeas.

Estatuto de conservação em Portugal: EM PERIGO

Principais ameaças:

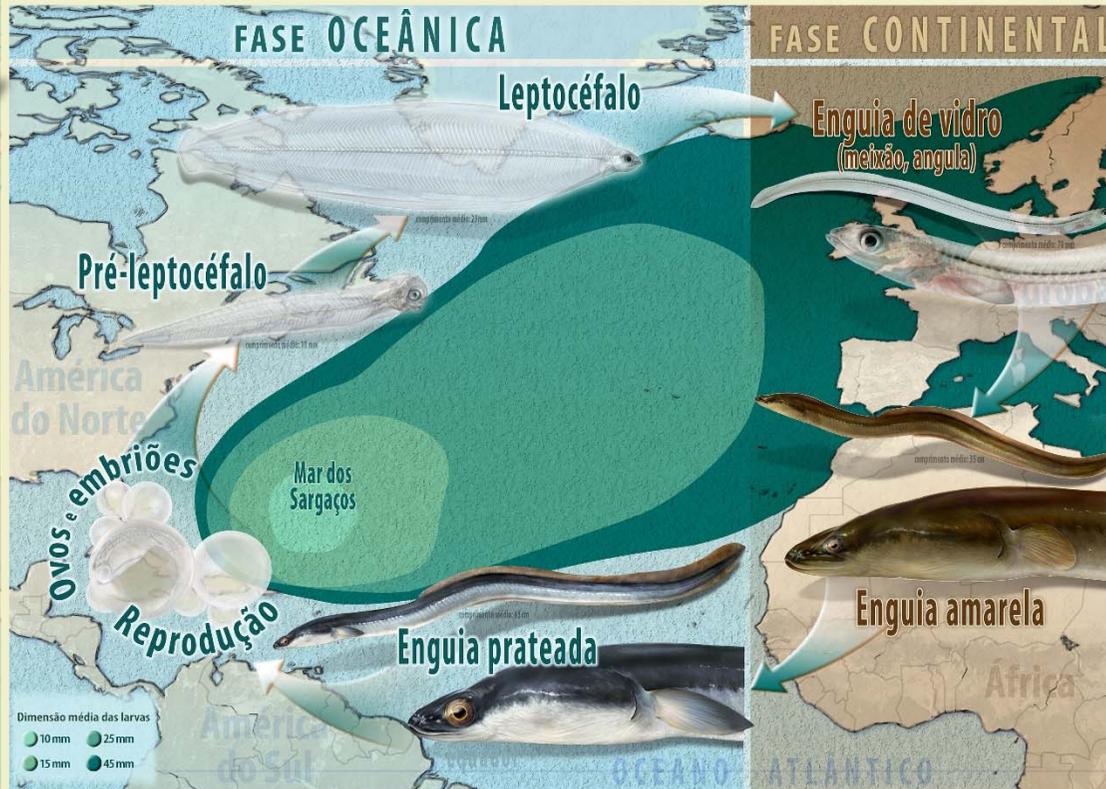
- Sobrepesca e pesca ilegal, sobretudo de juvenis (meião), devido ao seu elevado valor comercial;
- Perda da conectividade longitudinal dos cursos de água;
- Disseminação do agente patogénico *Anguillicola crassus* Kuwahara, Niimi & Itagaki 1974, nemátode parasita que se aloja na bexiga gasosa.

Curiosidade: Sabia que o nemátode *Anguillicola crassus* é um parasita que, ao alojar-se na bexiga gasosa da enguia-europeia, provoca lesões que podem prejudicar ou até mesmo impedir a longa migração (~ 6000 km) dos adultos reprodutores para o Mar dos Sargãos, o único local de reprodução desta espécie?

Glossário:

Migrador catádromo: Espécie que para completar o seu ciclo de vida realiza migrações entre o mar e o rio, reproduzindo-se obrigatoriamente no mar.

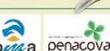
Espécie semelpara: Espécie que se reproduz apenas uma vez na vida, morrendo após a reprodução.



Ficha Técnica

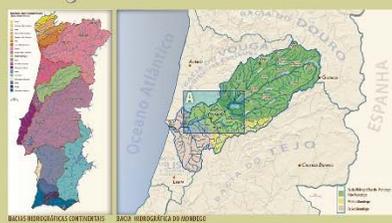


Unidade: Universidade de Évora, MARE - Centro de Estudos do Mar e do Ambiente & UA - Agência Portuguesa do Ambiente
 Autores: concepção e design: Fernando Correia (www.dibio.com.br/ua); ilustrações: Fernando Correia; edição e layout: Fernando Correia



Painel interpretativo número 3, elaborado por Fernando Correia, Lab. de Ilustração Científica - dbio/UA.

04 PASSAGEM PARA PEIXES DO AÇUDE DE PALHEIROS



BACIAS HIDROGRÁFICAS CONTIGUAS



ÁREAS INTERMUNICIPAL

Perfil



Planta



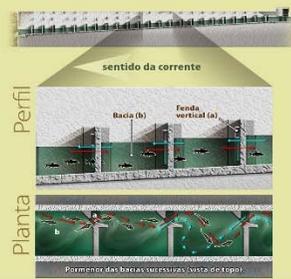
Passagens para Peixes (PPPeixes)

... tipologias existentes

As passagens para peixes permitem a transposição de uma barreira anteriormente intransponível para os peixes, restituindo assim a conectividade fluvial. O tipo de passagem deve ser sempre adaptado ao local, aos usos que são feitos da infraestrutura hidráulica em causa, e às espécies que previsivelmente irão utilizar o dispositivo, podendo ser de vários tipos:

Bacias sucessivas

Vulgarmente designadas de "escadas para peixes", são compostas por várias bacias com declives pouco acentuados, que permitem superar o declive global do obstáculo por etapas. É especialmente indicada para açudes e barragens de pequena e média dimensão, sendo atualmente o tipo de passagem mais utilizada.



Eclusas

Passagens constituídas por duas câmaras, uma a montante e uma a jusante do obstáculo, elevados através de um sistema mecânico (1 a 3), e libertados na área a montante. Os elevadores são utilizados sobretudo em obstáculos de maior dimensão.



Passagens naturalizadas

Passagens construídas no próprio leito ou na margem, que simulam características naturais dos rios, quer na sua morfologia, quer nos materiais escolhidos na sua construção. Têm a vantagem de permitir migrações descendentes, reduzindo o risco de danos para os peixes, e são utilizadas em obstáculos de menor dimensão e com características mais rústicas.





O projeto **Reabilitação dos Habitats de Peixes Diátricos na Bacia Hidrográfica do Mondego**, com um orçamento de cerca de 1,3M de euros, foi financiado pelo Ministério da Agricultura e do Mar e cofinanciado pelo Fundo Europeu das Pescas, através do PROMAR – Programa Operacional Pesca 2007-2013, e pela EDP-Energias de Portugal, S.A. Foi coordenado pela Universidade de Évora, com o apoio técnico-científico do MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente, e com a parceria de um conjunto de entidades.

Este projeto teve como principal objetivo reabilitar um troço do Rio Mondego considerado um habitat muito importante para os peixes migradores. A construção de obstáculos nos rios é particularmente gravosa para as espécies piscícolas que migram entre o mar e o rio para completarem o seu ciclo de vida, os peixes diátricos. A reabilitação de habitat no Rio Mondego foi garantida através da instalação de passagens para peixes nos açudes previamente identificados como obstáculo à migração destas espécies. No Açude de Palheiros foi construída uma passagem para peixes naturalizada, ou seja, uma passagem que simula as características naturais do rio quer na sua morfologia, quer nos materiais escolhidos na sua construção.

Ficha Técnica



Coord. Universidade de Évora & MARE - Centro de Ciências do Mar e do Ambiente
 Autoria: Fernando Correia, Fernando Correia, fernando.correia@uevora.pt
 Laboratório de Ilustração Científica do Laboratório de Biologia da Universidade de Évora

Financiamento



Entidade Proponente



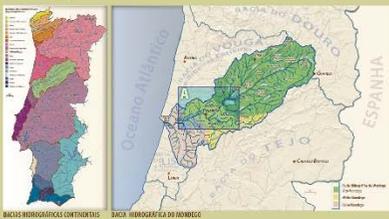
Parceiros Institucionais



Painel interpretativo número 4, colocado junto ao Açude de Palheiros, elaborado por Fernando Correia, Lab. de Ilustração Científica - dbio/UA.

06

PASSAGEM PARA PEIXES DO AÇUDE DO LOUREDO



BACIA HIDROGRÁFICA DO MONDEGO



Projeto Reabilitação dos Habitats de Peixes Diádomos na Bacia Hidrográfica do Mondego

O projeto Reabilitação dos Habitats de Peixes Diádomos na Bacia Hidrográfica do Mondego, com um orçamento de cerca de 1.3M de euros, foi financiado pelo Ministério da Agricultura e do Mar e cofinanciado pelo Fundo Europeu das Pescas, através do PROMAR – Programa Operacional Pesca 2007-2013, e pela EDP-Energias de Portugal, S.A. Foi coordenado pela Universidade de Évora, com o apoio técnico-científico do MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente, e com a parceria de um conjunto de entidades.

Este projeto teve como principal objetivo reabilitar um troço do Rio Mondego considerado um habitat muito importante para os peixes migradores. A construção de obstáculos nos rios é particularmente gravosa para as espécies piscícolas que migram entre o mar e o rio para completarem o seu ciclo de vida, os peixes diádomos. A reabilitação de habitat no Rio Mondego foi garantida através da instalação de passagens para peixes nos açudes previamente identificados como obstáculo à migração destas espécies.

Ficha Técnica

Coordenador: Universidade de Évora & MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente
 Autoria: Fernando Correia, Fernando Cordeiro, António de Almeida e outros colaboradores (Lista dos parceiros: C. Barreira & M. Oliveira)
 Laboratório de Ilustração Científica do Lab. de Ilustração da Universidade de Évora

Perfil



Planta



Jusante (top) / **Montante** (bottom)

Montante (top) / **Jusante** (bottom)

Espécies migradoras

... que utilizam a passagem para peixes (PPPeixes) do Açude do Louredo

No Açude do Louredo foi construída uma passagem para peixes naturalizada, ou seja, uma passagem que simula as características naturais do rio quer na sua morfologia, quer nos materiais escolhidos na sua construção, permitindo a livre circulação dos peixes nos dois sentidos, montante e jusante. Foi também colocada uma rampa que permite a passagem de caiaques.



Lampreia-marinha
Petromyzon marinus



Sável
Alburnus alburnus



Muga
Salmo trutta



Enguia-europeia
Anguilla anguilla



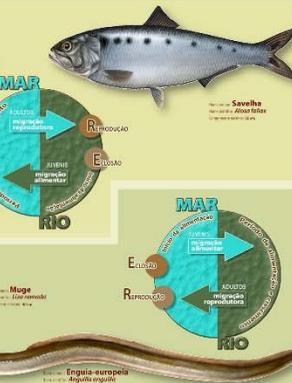
Boga-comum
Pseudorasbora parva



Truta-de-rio
Salmo trutta



Barbo-do-Norte
Luciobarbus barbus



ANÁDROMAS

CATÁDROMAS

POTAMÓDROMAS

Montante / **Jusante**

Financiamento



Entidade Promotora



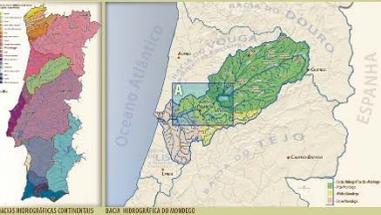
Parceiros Institucionais



Painel interpretativo número 6, colocado junto ao Açude de Louredo, elaborado por Fernando Correia, Lab. de Ilustração Científica - dbio/UA.

07

PASSAGEM PARA PEIXES DO AÇUDE DA CARVOEIRA

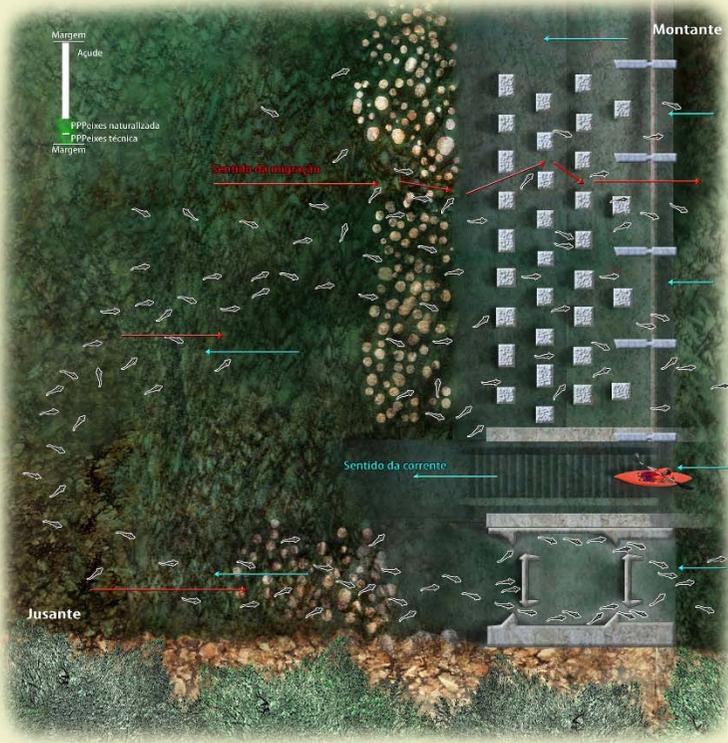


BACIAS HIDROGRÁFICAS CONTIGUAS

LEGENDA

- Barraagem
- Áreas Interiores drenadas
- Bacia hidrográfica do Mondego
- Bacia hidrográfica
- Maneira de água técnica
- Cidade
- Vila
- Stado da freguesia

Planta



Margem

Montante

Jusante

sentido da corrente

sentido da migração

PPPeixes naturalizada

PPPeixes técnica

Espécies migradoras

... que utilizam a passagem para peixes do Açude da Carvoeira

No Açude da Carvoeira foi construída uma passagem para peixes naturalizada, ou seja, uma passagem que simula as características naturais do rio na sua morfologia, permitindo a livre circulação dos peixes nos dois sentidos, montante e jusante. Excepcionalmente, neste açude optou-se por complementar a passagem naturalizada com uma passagem para peixes de carácter técnico, do tipo fendas verticais, construída na margem esquerda do rio. Foi também colocada uma rampa que permite a passagem de calaques.

ANÁDROMAS



CATÁDROMAS





Ficha Técnica

Coord. Universidade de Évora & MARE - Centro de Ciências do Mar e do Ambiente

Autores: Inês Pereira, Inês Ferreira, Carolina Fernandes e entidades colaboradoras (Tudo dos peixes, C. Barreira)

Laboratório de Ilustração Científica do Laboratório de Biologia da Universidade de Évora

Financiamento



Entidade Proponente



Parceiros Institucionais



Painel interpretativo número 7, colocado junto ao Açude da Carvoeira, elaborado por Fernando Correia, Lab. de Ilustração Científica - dbio/UA.

08 | PEIXES MIGRADORES DO MONDEGO: BARBO DO NORTE E BOGA-COMUM

Nome científico: *Luciobarbus bocagei* (Steindachner, 1864)
Nome comum: Barbo do Norte



Estatuto de conservação em Portugal: Pouco preocupante (LC)
Comprimento máximo: 60 cm
Fenologia: É uma espécie migradora potamódroma (migrações exclusivamente em água doce).
Época de migração: março a junho.
Principais ameaças: Perda da conectividade longitudinal dos cursos de água; poluição aquática; introdução de exóticas.
Curiosidade: Sabe que durante a época de reprodução, os machos desta espécie desenvolvem umas saliências esbranquiçadas no focinho, os tubérculos nupciais (1), os quais intensificam o contato físico durante a reprodução?

Nome científico: *Pseudochondrostoma polylepis* (Steindachner, 1864)
Nome comum: Boga-comum



Estatuto de conservação em Portugal: Pouco preocupante (LC)
Comprimento máximo: 35 cm
Fenologia: É uma espécie migradora potamódroma.
Época de migração: dezembro a abril
Principais ameaças: Perda da conectividade longitudinal dos cursos de água; poluição aquática; introdução de exóticas.
Curiosidade: Sabe que a configuração e posição da boca dos peixes está relacionada com o tipo de alimentação? Por exemplo, a boga-comum tem um lábio inferior modificado num estajo córneo retilíneo (2), com o qual raspam as algas e detritos que encontram no leito do rio.

PADRÃO DE MOVIMENTOS TÍPICO DAS ESPÉCIES POTAMÓDROMAS, INCLUINDO AS DESLOCAÇÕES PARA REPRODUÇÃO, ALIMENTAÇÃO E REFÚGIO



1 - Tubérculos nupciais do barbo do Norte



2 - Lábio inferior da boga-comum



DIA NOITE

MOVIMENTOS DIÁRIOS — adultos



DIA NOITE

MOVIMENTOS DIÁRIOS — juvenis

MIGRAÇÕES LONGITUDINAIS

- adultos (primavera; reprodução)
- adultos (verão-outono; alimentação, refúgio)
- juvenis (outono, alimentação)

Acude com passagem para peixes



jusante

montante

MIGRAÇÕES LONGITUDINAIS

Ficha Técnica



Centro de Estudos de Ecologia e Ambiente
Laboratório de Ecologia e Evolução da Água do Departamento de Biologia

Financiamento



Entidade Proponente



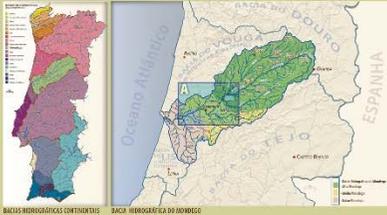
Parceiros Institucionais



Painel interpretativo número 8, colocado junto ao Açude da Carvoeira, elaborado por Fernando Correia, Lab. de Ilustração Científica - dbio/UA.

09

PASSAGEM PARA PEIXES DO AÇUDE DE PENACOVA



BACIA HIDROGRÁFICA CONTINENTAL **USO DA TERRA**



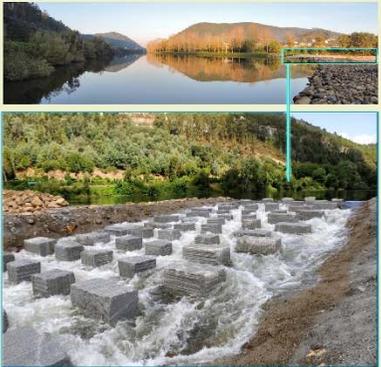
LEGENDA

- Baragem
- Apertamentos/obstruções
- Bacia hidrográfica do Mondego
- Bacia hidrográfica
- Áreas de Água Verde
- Cidade
- Vila
- Vale do Mondego
- Vale do Portugal

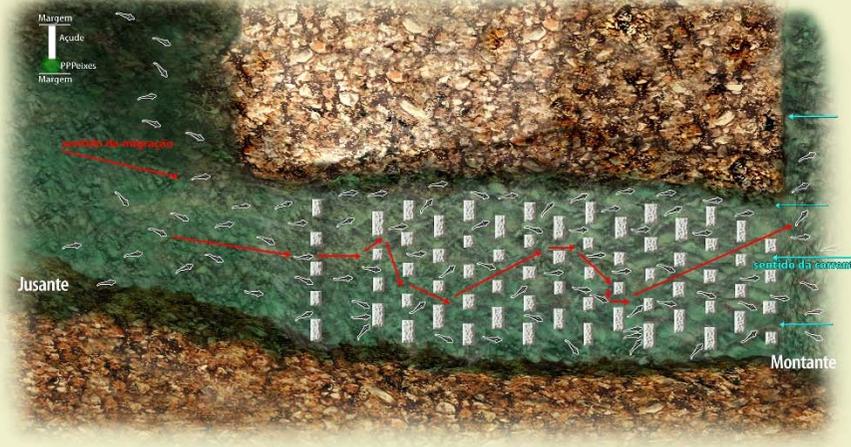
Perfil

No **Açude de Penacova** foi construída uma passagem para peixes naturalizada, ou seja, uma passagem que simula as características naturais do rio quer na sua morfologia, quer nos materiais escolhidos na sua construção, permitindo a livre circulação dos peixes nos dois sentidos, montante e jusante.

Este dispositivo de transposição piscícola é utilizado por um conjunto de espécies entre as quais se destacam a lampreia-marinha, o sável, a savelha, a truta-de-rio, o barbo do Norte, a boga-comum, o muge e a enguia-europeia.



Planta





Nome científico: *Salmo trutta* L.
Nome comum: Truta-de-rio

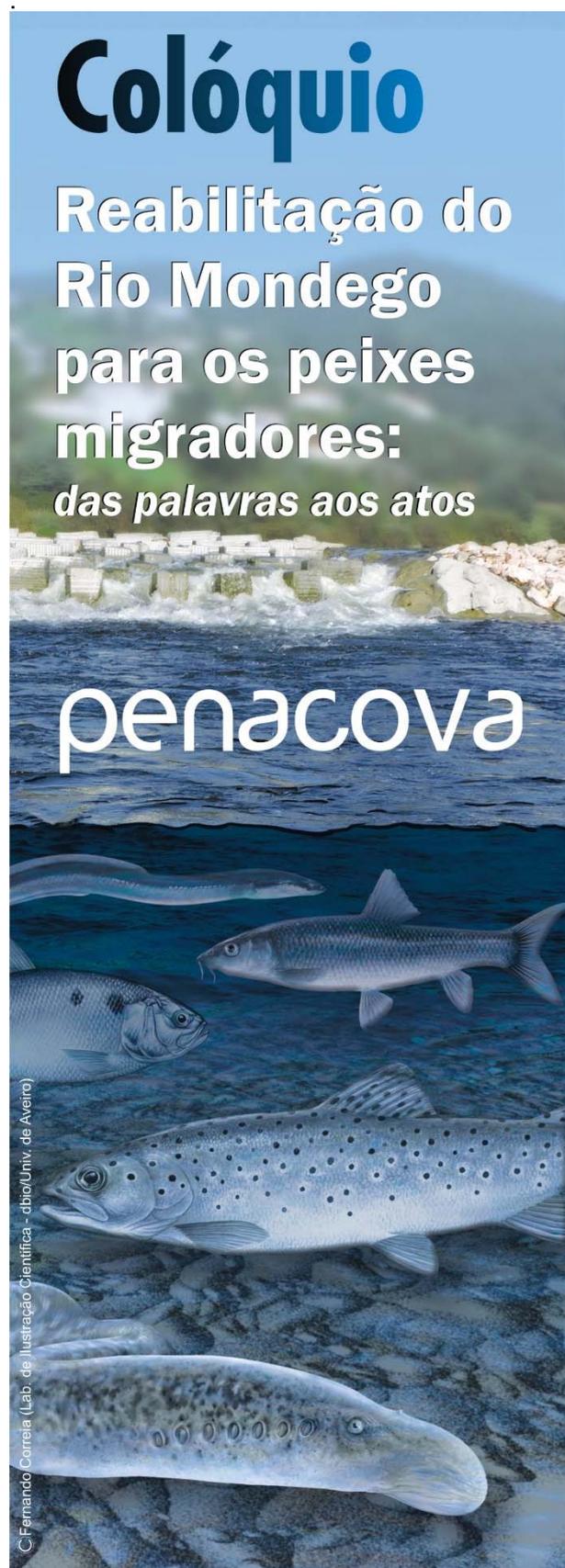


Nome científico: *Petromyzon marinus* L.
Nome comum: Lampreia-marinha

Financiamento:  **Entidade Promotora:**  **Parceiros Institucionais:** 

Painel interpretativo número 9, colocado junto ao Açude de Penacova, elaborado por Fernando Correia, Lab. de Ilustração Científica - dbio/UA.

Anexo V. Programa do Colóquio Final do Projeto



Colóquio

Reabilitação do Rio Mondego para os peixes migradores: das palavras aos atos

penacova

12 . março . 2016 . 9H30
Auditório da Biblioteca Municipal de Penacova / C.C.

Programa ▼

09h30 Receção dos participantes

10h00 Sessão de Abertura
Dr. José Apolinário - Secretário de Estado das Pescas
Dr. Humberto Oliveira – Presidente da CM de Penacova
Dr. João Miguel Sousa Henriques – Presidente da CM de Vila Nova de Poiares
Dr. Manuel Machado – Presidente da CM de Coimbra
Prof.ª Doutora Ana Costa Freitas – Reitora da Universidade de Évora
Dr. António Sequeira Ribeiro – Vice-Presidente da APA
Prof. Doutor Henrique Cabral – Diretor do MARE
Prof. Doutor Pedro Raposo de Almeida – Coordenador do projeto PROMAR

11h30 Apresentação do projeto “Reabilitação dos habitats de peixes diádromos na Bacia Hidrográfica do Rio Mondego”

12h00 Debate

12h30 Pausa para Almoço

14h00 Paineil – Perspetivas da conservação e gestão de peixes diádromos em Portugal
Prof. Doutor Bernardo Quintella (MARE-UÉ);
Eng.º Nuno Portal (EDP);
Eng.º Nuno Bravo (APA);
Eng.º Gonçalo Lopes (ICNF)
Arq.º Nuno Lecoq (Fluviário de Mora)

15h30 Pausa para café

16h00 Paineil (continuação)
Dr. Edgar Afonso (DGRM);
Dr. Yorgos Stratoudakis (IPMA);
Dr. Fernando Lopes (Confraria da Lampreia).

16h45 Debate

17h15 Encerramento

Organização

Universidade de Évora MARE penacova MUNICÍPIO

Apóio

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE edp FLUVIÁRIO DE MORA ICNF Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

dgrm ipema Câmara Municipal de Coimbra

Direção-Central de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos

C.Fernando Correia (Lab. de Ilustração Científica - dbio/Univ. de Aveiro)

Programa do Colóquio Final do Projeto realizado em Penacova no dia 12 de Março de 2016.

