



AGÊNCIA  
PORTUGUESA  
DO AMBIENTE



# PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DA PASSAGEM PARA PEIXES DO AÇUDE- PONTE DE COIMBRA



Relatório final



Março de 2015

# PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DA PASSAGEM PARA PEIXES DO AÇUDE-PONTE DE COIMBRA

(Contrato N.º 2012/017/APA, I.P.)

Relatório Final (março de 2015)

## Elaborado por:

Pedro Raposo de Almeida<sup>1,2</sup> (coord.)

Bernardo Quintella<sup>2,3</sup> (co-coord.)

Catarina Sofia Mateus<sup>1,2</sup>

Carlos Manuel Alexandre<sup>1,2</sup>

Gabriela Cardoso<sup>2</sup>

Ana Filipa Belo<sup>2</sup>

Esmeralda Pereira<sup>2</sup>

Isabel Domingos<sup>2,3</sup>

João Ferreira<sup>1,5</sup>

João Lopes<sup>6</sup>

José Lino Costa<sup>2,3</sup>

Maria João Lança de Almeida<sup>1,4</sup>

Rui Monteiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biologia, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Largo dos Colegiais 2, 7004-516 Évora (*Instituição Proponente*)



<sup>2</sup>MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa



<sup>3</sup>Departamento de Biologia Animal, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande 1749-016 Lisboa



<sup>4</sup>Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Universidade de Évora, Núcleo da Mitra, Apartado 94, 7002-774 Évora



<sup>5</sup>Agência Portuguesa do Ambiente, Rua da Murgueira 9/9ª, Ap.7585|2611-865 Amadora



<sup>6</sup>Fluviário de Mora, Parque Ecológico do Gameiro, Apartado 35, 7490-909 Cabeção – Mora



## Elaborado para:





# ÍNDICE

RESUMO.....	III
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. TRABALHOS REALIZADOS.....	9
2.1. Atualizar o conhecimento científico sobre as populações de peixes diádromos que ocorrem no Rio Mondego, a montante e a jusante do Açude-Ponte de Coimbra (Tarefa 1) .....	9
2.1.1. Caracterização da situação de referência das populações de peixes anádromos no Rio Mondego através da realização de inquéritos à comunidade piscatória (Tarefa 1.1) .....	9
2.1.2. Avaliação da abundância de amocetes de lampreia-marinha na fase pré-operacional da PPPEixes (Tarefa 1.2).....	25
2.1.3. Avaliação da abundância de enguia-europeia na fase pré-operacional da PPPEixes (Tarefa 1.3).....	30
2.2. Avaliar o grau de transponibilidade dos obstáculos existentes a montante do Açude-Ponte de Coimbra (Rio Mondego até à Barragem da Raiva, rios Ceira e Alva), recorrendo a rádio-telemetria para monitorizar o percurso migratório da fauna piscícola (Tarefa 2) .....	35
2.3. Avaliar a eficiência e eficácia da PPPEixes do Açude-Ponte de Coimbra para espécies potamódromas, catádromas e anádromas, incluindo uma comparação entre os comportamentos migratórios das espécies-alvo e os parâmetros hidrológicos e hidráulicos relacionados com o funcionamento da PPPEixes (Tarefa 3) .....	42
2.3.1. Avaliação da eficiência e da eficácia da PPPEixes para espécies anádromas, catádromas e potamódromas (Tarefa 3.1) .....	43
2.3.2. Avaliação do comportamento migratório das espécies-alvo através da PPPEixes do Açude-Ponte de Coimbra (Tarefa 3.2) .....	91
2.3.3. Avaliação da abundância de amocetes de lampreia-marinha na fase pós-operacional da PPPEixes (Tarefa 3.3).....	104
2.3.4. Avaliação da abundância de enguia-europeia na fase pós-operacional da PPPEixes (Tarefa 3.4).....	115
3. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	125
4. METODOLOGIA E CRONOGRAMA DO FUTURO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DA PPP <sub>EIXES</sub> DO AÇUDE-PONTE DE COIMBRA.....	129
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	137



## ANEXOS

Anexo I. Informações sobre as espécies que se assumem como potenciais utilizadoras da PPPEixes do Açude-Ponte de Coimbra

Anexo II. Formulário de capturas de lampreia-marinha para pesca com rede de deriva

Anexo III. Formulário de capturas de lampreia-marinha para pesca com botirão

Anexo IV. Formulário de capturas de sável e savelha

Anexo V. Localização das artes de pesca no Rio Mondego por zona de pesca na época de 2013 e 2014

Anexo VI. Ficha de campo utilizada na monitorização das populações de *P. marinus* e *A. anguilla* entre 2011 e 2014

Anexo VII. Distribuição por classes dimensionais dos indivíduos de *P. marinus* capturados nos anos de 2011 a 2014 em cada um dos locais amostrados (CPUE, número de indivíduos capturados por hora)

Anexo VIII. Distribuição por classes dimensionais dos indivíduos de *A. anguilla* capturados nos anos de 2011 a 2014 em cada um dos locais amostrados (CPUE, número de indivíduos capturados por hora)

Anexo IX. Informação biométrica referente aos indivíduos pertencentes a cada uma das espécies marcadas com marcas do tipo PIT

Anexo X. Panfleto informativo

Anexo XI. Mapas individuais finais de monitorização do comportamento migratório das lampreias-marinhas marcadas em 2012 e 2013

## RESUMO

O Açude-Ponte de Coimbra, que dista cerca de 45 km da foz do Rio Mondego, foi construído no início dos anos 80, e desde então constitui uma barreira à migração de espécies diádromas e potamódromas, algumas das quais de elevado valor comercial e conservacionista, como a lampreia-marinha, o sável e a savelha. Os peixes migradores são os principais afetados pela fragmentação longitudinal dos cursos de água, uma vez que esta provoca um atraso, ou impedimento, das migrações entre os diferentes habitats necessários para completarem o ciclo de vida. Uma das soluções para este problema é a instalação de passagens para peixes (PPPeixes) nos obstáculos intransponíveis, as quais permitem o livre acesso dos peixes às áreas situadas nos troços de montante dos cursos de água.

Desde 2011 que o Açude-Ponte de Coimbra possui uma passagem para peixes do tipo bacias sucessivas, construída e gerida pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA, I.P.). Este dispositivo foi construído com o intuito de permitir o acesso das espécies migradoras a habitat adicional, situado a montante desta infraestrutura. Esta obra, no valor de € 3 466 486.00, foi acompanhada por um programa de monitorização desenvolvido por investigadores da Universidade de Évora e do MARE - Centro de Ciências do Mar e do Ambiente, que incluiu uma avaliação preliminar no período anterior à entrada em funcionamento da passagem, em 2011, e uma monitorização pós-operacional no período 2012-2014. Os estudos desenvolvidos tinham como objetivo principal determinar a eficácia e a eficiência da passagem para peixes, de modo a garantir o seu bom funcionamento. Durante a monitorização da passagem foram utilizados diversos métodos de amostragem, complementares entre si, nomeadamente censos visuais, biotelemetria com marcas PIT, radiotelemetria, pesca elétrica e inquéritos à comunidade piscatória.

Os resultados dos três anos de monitorização, em conjunto com os resultados da avaliação pré-operacional de 2011, revelaram que a PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra é multiespecífica, tendo em conta que é utilizada por uma grande diversidade de espécies com capacidades e comportamentos natatórios distintos, promovendo a migração de milhões de peixes para áreas de reprodução, alimentação e abrigo localizadas no Médio Mondego. Isto demonstrou a sua elevada eficácia, que foi determinada através de censos visuais realizados com as imagens obtidas através do sistema de vídeo gravação montado na PPPeixes. Foi registada a presença das seguintes espécies autóctones: lampreia-marinha, sável, savelha, barbo do Norte, boga-comum, muge, truta-de-rio e enguia-europeia. Os censos visuais permitiram também contabilizar o número de indivíduos que utilizaram o dispositivo. Em 2013

e 2014, 1 407 204 e 1 876 155 peixes, respetivamente, utilizaram a PPPeixes, perfazendo um total de mais de 3 milhões de passagens registadas ao longo destes dois anos.

A telemetria com marcas PIT foi utilizada para avaliar a eficiência da passagem, tendo sido detetadas eficiências na ordem dos 30% para a maioria das espécies testadas. Com o uso de radiotelemetria pretendia-se estudar o comportamento de determinadas espécies-alvo antes, durante e após a transposição da passagem. Esta técnica permitiu concluir que as lampreias levam cerca de três horas a transpor a PPPeixes e que, para transpor este dispositivo, praticamente não necessitam de recorrer a velocidades de natação superiores à sua capacidade máxima aeróbia, ou velocidade crítica de natação. Com a radiotelemetria foi também possível identificar obstáculos a montante do Açude-Ponte que se revelaram de difícil transponibilidade, ou mesmo intransponíveis, para esta espécie. A pesca elétrica foi o método de amostragem utilizado para acompanhar a abundância e distribuição de larvas de lampreia-marinha e da enguia-europeia a jusante e a montante da PPPeixes nos períodos pré e pós-operacionais. Entre 2011 e 2014 registou-se um aumento significativo da abundância e da distribuição de larvas de lampreia-marinha a montante do Açude-Ponte, mostrando que esta estrutura promoveu o acesso da espécie a locais de reprodução anteriormente inacessíveis. O acompanhamento da pesca profissional dirigida às espécies anádromas permitiu, quando complementada com as contagens efetuadas na PPPeixes e as estimativas de eficiência para estas espécies, estimar o número de indivíduos (lampreia-marinha, sável e savelha) que entram anualmente na bacia do Mondego para se reproduzirem, bem como a mortalidade por pesca.

Com os trabalhos desenvolvidos foi possível identificar o caudal efluente do Açude-Ponte como o fator que mais condiciona a eficiência da PPPeixes, pelo que esta deve ser uma das principais variáveis a ter em conta nas ações de gestão do Açude-Ponte de Coimbra e do respetivo dispositivo de transposição. Nesse sentido, propõe-se futuramente que o caudal seja reduzido para valores de cerca de  $50\text{m}^3/\text{s}$  nos períodos correspondentes aos picos de migração de determinadas espécies-alvo (meses de março, abril e maio) durante o intervalo de, idealmente, um dia por semana ou, alternativamente, por dois períodos de 6 horas.

## 1. INTRODUÇÃO

O presente documento constitui o **Relatório final** referente ao contrato com a referência 2012/017/APA, I.P. intitulado “Apoio técnico e científico para avaliar a eficiência e a eficácia da passagem para peixes (PPPeixes) construída no Açude-Ponte de Coimbra, no âmbito das exigências da lei da água, da diretiva-quadro da água e do regulamento (CE) N.º 1100/2007” financiado pela Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. (APA), sendo a Universidade de Évora (UÉ) a instituição contratada para a prestação do serviço, a qual conta com o apoio técnico-científico do MARE-Centro de Ciências do Mar e do Ambiente e do Fluvial de Mora (FM).

### *A problemática da continuidade longitudinal dos rios*

A procura crescente do fornecimento de água, adicionada à ameaça das alterações climáticas, conduziu à necessidade do represamento deste recurso e à construção de infraestruturas hidráulicas nos cursos de água, tais como barragens e açudes (Branco *et al.*, 2012). Estas estruturas, apesar de proporcionarem um vasto número de benefícios para as populações, também acarretam custos ambientais. A presença de uma barreira promove alterações nas condições físicas, químicas e biológicas a montante e a jusante da infraestrutura. A alteração física do habitat é tida como a ameaça mais significativa à biodiversidade e às funções do ecossistema (Hayes *et al.*, 2006; Allan & Castillo, 2007). A construção de uma infraestrutura como uma barragem ou açude causa, de uma forma geral, a inundação de ecossistemas terrestres, a modificação do regime de caudais natural a jusante e a perda de conectividade longitudinal (Nilsson *et al.*, 2005).

As barragens, açudes e outros obstáculos são provavelmente a ação antropogénica que mais contribuiu para o empobrecimento da fauna piscícola dos rios portugueses (Cabral *et al.*, 2005). A montante do obstáculo, a transformação das características do habitat lótico para lântico beneficia as espécies não nativas e provoca também degradação da qualidade da água, em resultado da acumulação de nutrientes e do aumento da produção primária (Alexandre & Almeida, 2010; Greathouse *et al.*, 2006). Estes obstáculos, construídos para fins diversos, são também responsáveis pelo considerável grau de fragmentação longitudinal que pode ser altamente prejudicial para as espécies piscícolas, nomeadamente porque: (i) bloqueiam os movimentos migratórios, limitando o acesso a áreas de reprodução e alimentação a montante; (ii) provocam o aumento artificial da densidade a jusante, alterando assim as suas dinâmicas populacionais e, no caso das espécies potamódromas, o isolamento

reprodutor entre indivíduos a montante e a jusante do obstáculo; e (iii) provocam a diminuição do habitat disponível para as espécies diádromas.

A perda de conectividade longitudinal prejudica, em particular, os peixes migradores que, para completar o seu ciclo de vida, têm de realizar obrigatoriamente movimentos migratórios entre o ambiente marinho e o dulciaquícola (espécies diádromas) ou ao longo dos sistemas aquáticos continentais (potamódromas). Os peixes diádromos podem ser divididos em dois grupos: (i) os peixes anádromos, cuja reprodução ocorre obrigatoriamente em água doce após uma fase de crescimento no mar (migração reprodutora para os rios); e (ii) os peixes catádromos que se reproduzem obrigatoriamente no mar após uma fase de crescimento em água doce (migração reprodutora para o mar) (Gardner, 2011; Hall, 2011).

### *O Rio Mondego e os peixes migradores*

O Rio Mondego, o maior rio que corre inteiramente em território Português, localiza-se na região centro de Portugal, nascendo na Serra da Estrela a 1425 m de altitude e desaguando no Oceano Atlântico junto à Figueira da Foz (Fig. 1). O Rio Mondego apresenta cerca de 234 km de extensão e cobre uma área de 6644 km<sup>2</sup> (área de drenagem). O troço principal e intermédio deste rio é fortemente modificado, com a presença de dois aproveitamentos hidroelétricos, as barragens da Raiva e da Aguieira (localizadas a cerca de 80 e 86,6 km a montante da foz do Rio Mondego, respetivamente), seis açudes de uso-múltiplo e um vasto número de pequenos açudes ao longo do seu curso. No baixo Mondego, esta regularização resultou na construção do Açude-Ponte de Coimbra em 1981, que visa principalmente o controlo de cheias, o abastecimento público e industrial e a rega do Baixo-Mondego. Os últimos 45 km do Rio Mondego são particularmente modificados, com um troço artificial de aproximadamente 11 km construído há cerca de 40 anos, que se estende desde o Açude-Ponte de Coimbra para jusante, até Montemor-o-Velho.

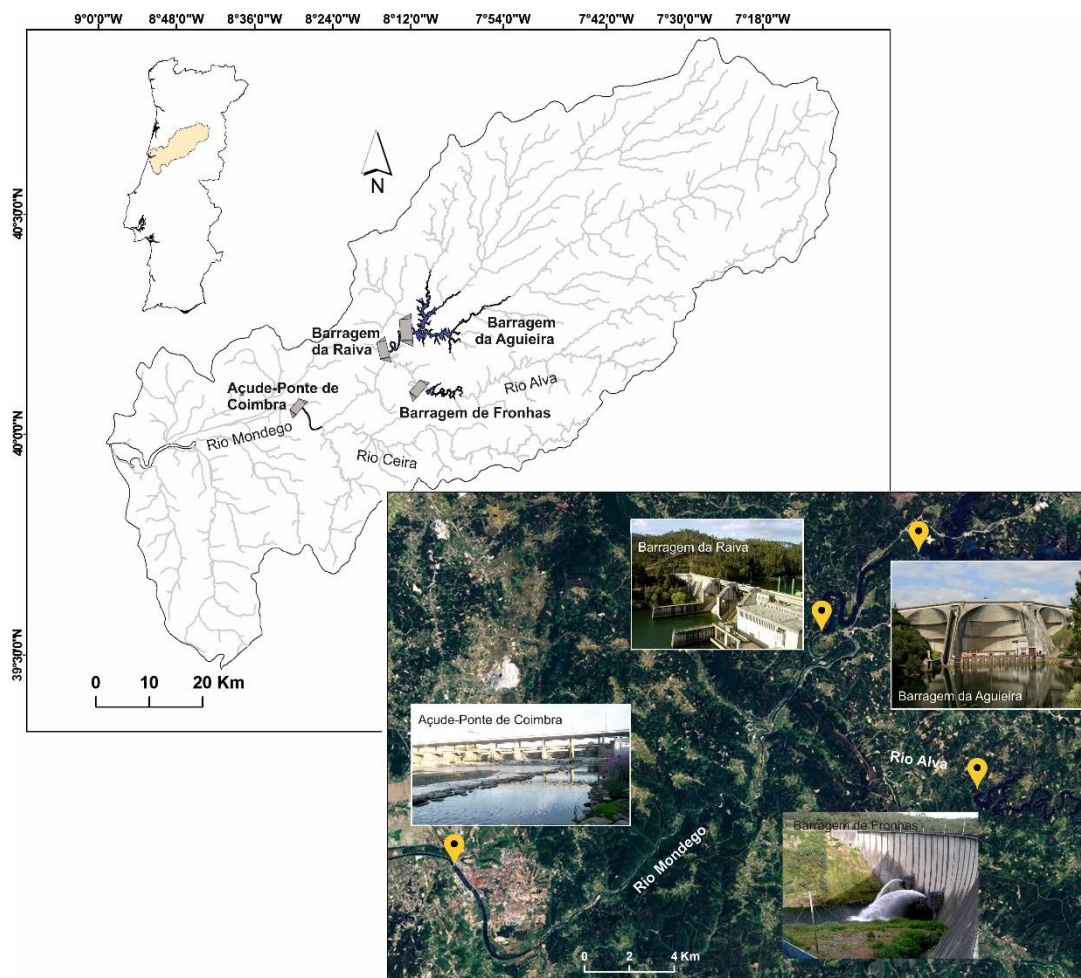


Figura 1. O Rio Mondego e localização do Açude-Ponte de Coimbra e dos três principais Aproveitamentos Hidroelétricos da bacia do Rio Mondego: Barragem da Agueira, Barragem da Raiva e Barragem de Fronhas.

Desde a sua construção que o Açude-Ponte de Coimbra bloqueia a migração para montante de espécies diádromas e potamódromas, algumas das quais de elevado valor comercial e conservacionista, limitando assim o habitat disponível para os peixes migradores na bacia do Rio Mondego. Nesta bacia existem atualmente três espécies de peixes anádromos, a lampreia-marinha (*Petromyzon marinus* L.), o sável (*Alosa alosa* L.) e a savelha (*Alosa fallax* Lacépède, 1803), três espécies de peixes catádromos, a enguia-europeia (*Anguilla anguilla* L.), a solha-das-pedras (*Platichthys flesus* L.) e o muge (*Liza ramada* Risso, 1827) e duas espécies potamódromas, o barbo do Norte (*Luciobarbus bocagei*, Steindachner, 1864) e a boga-comum (*Pseudochondrostoma polylepis*, Steindachner, 1864). No que diz respeito ao estatuto de conservação das espécies elencadas, duas estão classificadas como *Em Perigo* (enguia-europeia e sável) e duas como *Vulnerável* (lampreia-marinha e savelha) de acordo com a última revisão do Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal (Cabral *et al.*, 2005).



Para além do seu valor conservacionista, as espécies presentes no Rio Mondego possuem igualmente um elevado valor socioeconómico. Em particular, a lampreia-marinha e o sável são consideradas valiosas iguarias gastronómicas da região, promovendo assim a atividade da pesca profissional, e gerando importantes receitas para a população local e para as atividades turísticas regionais designadamente na área da restauração.

No Anexo I são apresentadas fichas com informações sobre as espécies que se assumem como potenciais utilizadoras da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra e, desta forma, alvo do programa de monitorização.

### *A Passagem para Peixes do Açude-Ponte de Coimbra*

As PPPeixes do tipo bacias sucessivas são as mais frequentemente utilizadas em pequenos aproveitamentos, e têm resultado numa utilização com sucesso por uma variedade de espécies anádromas e potamódromas (Larinier, 2000; Katopodis *et al.*, 2012). O seu princípio de funcionamento consiste em repartir o desnível entre os planos de água a montante e a jusante em pequenas quedas transponíveis pelos peixes. É formado por bacias que se dispõem sucessivamente a diferentes níveis, criando um canal pelo qual os peixes se podem deslocar, nadando ou saltando de bacia em bacia (Santo, 2005). As descargas de água de uma bacia para outra podem apresentar várias tipologias, nomeadamente, orifícios que podem localizar-se superficialmente, no fundo da bacia, a toda a profundidade da bacia, ou uma combinação das opções anteriores (Larinier, 2000). As bacias apresentam este modelo de construção por dois motivos: pretendem conceber áreas de descanso para os peixes durante a transposição do dispositivo e tentam assegurar a dissipação da energia da água, reduzindo assim a velocidade de corrente e minimizando o esforço que os indivíduos terão de desenvolver para negociar o obstáculo (Larinier, 2000; Katopodis, 1992).

O Açude-Ponte de Coimbra (Fig. 2) dispõe de uma nova PPPeixes, cuja construção, terminada em 2011, veio substituir um antigo dispositivo que não cumpria as funções para o qual fora projetado. A falta de atratividade e o desajustamento das condições hidráulicas no interior do antigo dispositivo foram apontados como causas da sua inoperacionalidade (Santo, 2005). A nova PPPeixes do Açude-Ponte é do tipo bacias sucessivas com fendas verticais, e apresenta um comprimento total de 125 metros (Fig. 3). Por forma a vencer os 4,60 metros de desnível entre montante e jusante, é constituída por 23 bacias com uma queda entre bacias sucessivas de 0,25 m. Cada bacia tem a dimensão de 3,00 m x 4,50 m, e as fendas 0,50 m de largura. As condições de atração da PPPeixes do Açude-Ponte são asseguradas por um caudal de atração e por um canal de acesso encostado à margem

esquerda. O caudal de atração é mantido a  $2,00 \text{ m}^3/\text{s}$ , e é garantido pelo caudal escoado pelas bacias ( $1-1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ) e por um caudal adicional ( $0,5-1 \text{ m}^3/\text{s}$ ). O canal de acesso construído a jusante do açude promove o encaminhamento da ictiofauna para a entrada da PPPeixes.

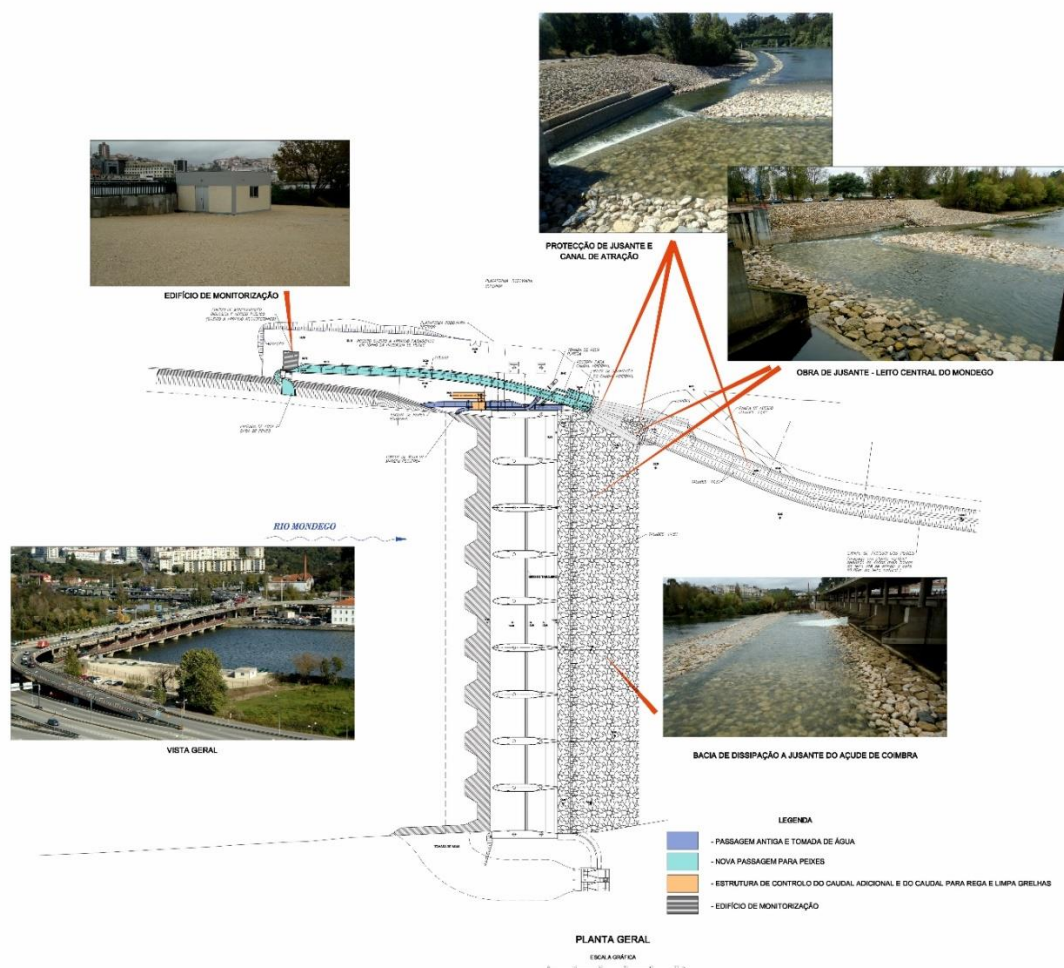


Figura 2. Planta do Açude-Ponte de Coimbra e respetiva passagem para peixes (Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente).

A monitorização biológica e hidráulica da passagem para peixes foi desde início, em fase de projeto, considerada essencial para garantir o bom funcionamento do dispositivo e ficou materializada com a construção de um edifício de monitorização. É neste edifício que foi instalado o sistema que, através do controle de comportas, permite a monitorização hidráulica do dispositivo (i.e., caudal, altura da coluna de água ao longo das bacias). Na parte final do dispositivo, existe um estrangulamento do canal de passagem dos peixes para uma largura de  $0,5 \text{ m}$  de modo a aumentar a sua visibilidade nas duas janelas verticais existentes. Este estrangulamento na parte terminal da PPPeixes permite a observação e contabilização de todos os indivíduos que utilizam o dispositivo de transposição nos dois sentidos. As duas janelas de visualização servem propósitos distintos: uma serve para efeitos de monitorização,



onde se encontra instalado um sistema completo de captação, gravação e reprodução de imagens, e a segunda janela, situada na área de acesso a visitantes, está associada a iniciativas de divulgação ao público e de educação ambiental.

Com a construção deste dispositivo de transposição para a ictiofauna no Rio Mondego, foi facilitado o acesso a habitats dulçaquícolas de montante ao longo de, pelo menos, mais 45 km do troço principal, entre o Açude-Ponte e a mini-hídrica de Penacova, incluindo os troços terminais dos afluentes rios Ceira e Alva.

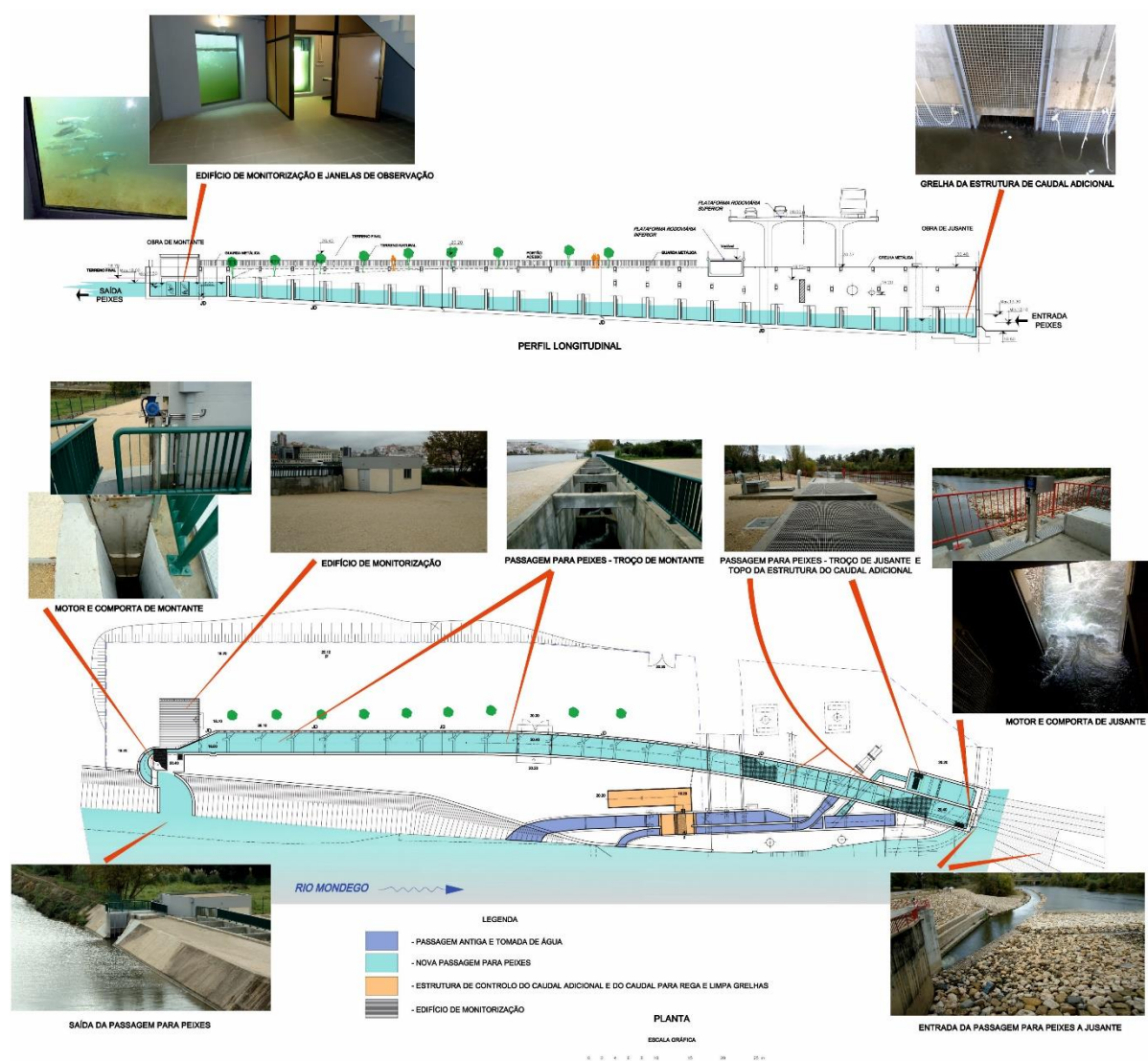


Figura 3. Perfil longitudinal e planta da passagem para peixes do Açude-Ponte de Coimbra (Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente).

### *Objetivos e estrutura do programa de monitorização da PPPeixes*

Devido à importância da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra no contexto da conservação e gestão das populações de peixes diádromos em Portugal, considera-se fundamental o acompanhamento deste projeto desde a fase de construção e ao longo da fase de exploração, de forma a garantir que o seu funcionamento assegura a livre circulação dos peixes migradores que ainda ocorrem no Rio Mondego. Paralelamente, considera-se importante que os resultados deste projeto sejam divulgados junto do público, promovendo a sensibilização das populações para questões relacionadas com os migradores diádromos e a reabilitação dos rios portugueses.

Neste sentido, os principais objetivos deste programa de monitorização, que decorreu entre 2012 e 2014, complementado por informação recolhida previamente em 2011, foram: (i) atualizar o conhecimento científico sobre as populações de peixes diádromos que ocorrem no Rio Mondego, a montante e a jusante do Açude-Ponte de Coimbra; (ii) avaliar o grau de transponibilidade dos obstáculos existentes a montante do Açude-Ponte de Coimbra através da monitorização do percurso migratório da fauna piscícola; (iii) avaliar a eficiência e eficácia da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra para espécies potamódromas, catádromas e anádromas; (iv) definir a metodologia e cronograma dos futuros programa de monitorização da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra; e (v) divulgar, em conjunto com a entidade adjudicante, algumas ações relacionadas com a monitorização da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra.

O presente relatório descreve: (i) os trabalhos que foram realizados durante todo o período do projeto, as metodologias utilizadas e principais resultados obtidos; e (ii) define a metodologia e cronograma do futuro programa de monitorização da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra.

O plano de atividades desenvolvido entre agosto de 2012 e dezembro de 2014 foi estruturado em 5 tarefas distintas:

- Tarefa 1. Atualizar o conhecimento científico sobre as populações de peixes diádromos que ocorrem no Rio Mondego, a montante e a jusante do Açude-Ponte de Coimbra;
- Tarefa 2. Avaliar o grau de transponibilidade dos obstáculos existentes a montante do Açude-Ponte de Coimbra (Rio Mondego até ao Açude da Raiva, Rio Ceira e Rio Alva), recorrendo a rádio-telemetria para monitorizar o percurso migratório da fauna piscícola.

- Tarefa 3. Avaliar a eficiência e eficácia da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra para espécies potamódromas, catádromas e anádromas, incluindo uma comparação entre os comportamentos migratórios das espécies-alvo e os parâmetros hidrológicos e hidráulicos relacionados com o funcionamento da PPPeixes;
- Tarefa 4. Definir a metodologia e cronograma do futuro programa de monitorização da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra;
- Tarefa 5. Elaborar documentos que permitam divulgar, junto do público em geral, diversas componentes relacionadas com a monitorização da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra.

## 2. TRABALHOS REALIZADOS

### 2.1. Atualizar o conhecimento científico sobre as populações de peixes diádromos que ocorrem no Rio Mondego, a montante e a jusante do Açude-Ponte de Coimbra (Tarefa 1)

Esta tarefa divide-se em três ações complementares: Tarefa 1.1 a Tarefa 1.3.

#### 2.1.1. Caracterização da situação de referência das populações de peixes anádromos no Rio Mondego através da realização de inquéritos à comunidade piscatória (Tarefa 1.1)

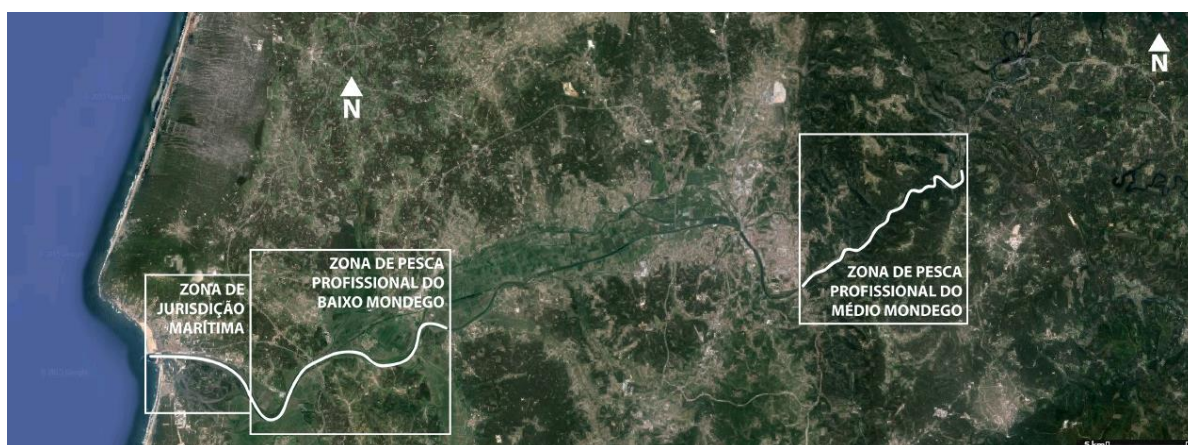
##### Enquadramento

Para estimar a adequabilidade de um dispositivo de transposição piscícola, nomeadamente no que se refere ao seu dimensionamento, é muito importante ter uma estimativa da dimensão da população que potencialmente utilizará este dispositivo durante as épocas migratórias. O método de monitorização dos efetivos que utilizam a PPPeixes apenas indica quantos animais passaram este dispositivo e não a percentagem de animais que utilizou com sucesso este dispositivo relativamente a uma estimativa do total que entra todos os anos no Rio Mondego para se reproduzir (i.e., eficiência da PPPeixes). Por este motivo, é essencial desenvolver um trabalho dirigido à contabilização dos efetivos capturados anualmente pela pesca profissional para que, posteriormente, se possa estimar o número médio de animais que entra anualmente no Rio Mondego. É sabido que a atratividade das bacias hidrográficas para os migradores reprodutores varia de ano para ano devido à influência de fatores abióticos como, por exemplo, o caudal. A replicação do trabalho em duas épocas migratórias distintas permitiu atenuar esta variabilidade com o objetivo de possibilitar uma estimativa mais próxima do número médio de migradores que anualmente entra no Rio Mondego para se reproduzir. O trabalho desenvolvido no âmbito desta tarefa foi dirigido a três espécies, a lampreia-marinha (adultos), o sável e a savelha, porque são os principais alvos dos pescadores que operam nas zonas de pesca profissional definidas para o Rio Mondego. A metodologia de amostragem utilizada para recolha de informação consistiu na realização de inquéritos estruturados e padronizados aos pescadores profissionais do Rio Mondego que

dirigem a sua pesca à captura destas espécies anádromas. A recolha de informação junto da comunidade piscatória permitiu a contabilização do número de exemplares capturados pelos pescadores cooperantes ao longo de cada época de migração monitorizada. Este registo permite, juntamente com outra informação recolhida no âmbito da presente monitorização, estimar o número de migradores anádromos que entrou no Rio Mondego durante as épocas monitorizadas. Futuramente, esta estimativa de efetivos poderá ser utilizada como o número aproximado de potenciais utilizadores (para as três espécies anádromas) da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra.

### Metodologia

Foram distribuídos formulários aos pescadores profissionais do Rio Mondego pertencentes às três zonas de pesca profissional: Zona de Jurisdição Marítima (ZJM), Zona de Pesca Profissional do Baixo Mondego (ZPP BM) e Zona de Pesca Profissional do Médio Mondego (ZPP MM) (Fig. 4). Os formulários foram entregues aos pescadores durante as épocas de pesca das espécies-alvo de 2013 e 2014, para que fossem preenchidos com os dados das capturas das espécies-alvo, bem como outras informações relativas ao esforço de pesca e arte de pesca utilizada (c.f. Anexos II, III e IV). Os formulários foram agrupados em cadernos que diferem de acordo com a arte de pesca utilizada: redes de deriva ou redes fixas. As espécies-alvo consideradas nestes formulários foram a lampreia-marinha, o sável e a savelha.



*Figura 4.* Zonas de Pesca Profissional definidas para o Rio Mondego: Zona de Jurisdição Marítima (ZJM), Zona de Pesca Profissional do Baixo Mondego (ZPP BM) e Zona de Pesca Profissional do Médio Mondego (ZPP MM) (Fonte: Google Earth).

A entrega dos cadernos aos pescadores profissionais inquiridos iniciou-se nos primeiros dias das épocas oficiais de pesca da lampreia-marinha de 2013 e 2014. Durante as épocas oficiais



de pesca, as visitas aos pescadores foram realizadas com uma periodicidade quinzenal ou mensal, tendo-se igualmente procedido a contactos telefónicos entre visitas ou quando a visita presencial não foi possível. O encontro com os pescadores foi maioritariamente realizado no Portinho da Gala, na Cova Gala e na estação de bombagem de Alqueidão, ocorrendo também visitas pontuais às respetivas residências. As visitas aos pescadores, bem como os contactos telefónicos, terminaram no final das épocas de pesca de 2013 e 2014.

De seguida serão apresentadas as metodologias envolvidas e os principais resultados do trabalho efetuado durante as épocas de pesca de 2013 e 2014, divididas pelas seguintes secções: 1) Pescadores colaborantes, 2) Artes e esforço de pesca, 3) Localização das artes de pesca, 4) Cálculo do número de peixes capturados pela população de pescadores inquiridos e estimativa das capturas por unidade de esforço (CPUE), 5) Estimativa do número total de animais capturados pela população de pescadores profissionais do Rio Mondego e 6) Dados de descarga em lota.

#### *1) Pescadores colaborantes*

Foi contabilizado o número de pescadores com autorizações especiais para pescar lampreia-marinha e sável nas três zonas de pesca profissional no Rio Mondego (*i.e.*, ZPP MM, ZPP BM e ZJM), o número de pescadores contactados para o estudo e o número de pescadores que efetivamente forneceram dados pontualmente ou de forma regular para cada zona e época de pesca.

Foram ainda elencadas as principais dificuldades encontradas durante o trabalho de recolha de dados de capturas profissionais de lampreia-marinha e sável durante as duas épocas abrangidas pelo estudo (2013 e 2014).

#### *2) Artes e esforço de pesca*

Através de observações no terreno, informação recolhida durante os inquéritos aos pescadores profissionais e uma análise da legislação em vigor, foram identificadas as artes de pesca utilizadas na faina em cada zona de pesca profissional definida para o Rio Mondego.

O número de pescadores que utiliza cada uma das artes de pesca foi contabilizado na amostra (*n*) e estimado para a totalidade de licenças emitidas (*N*). Devido ao facto de a legislação na ZPP BM permitir o uso de um botirão e uma rede de tresmalho a cada pescador (ICNF, 2012; ICNF, 2013), não foi possível identificar o número de pescadores que utiliza cada arte na zona em questão. Por esse motivo, foi aplicada a proporção de utilização de artes de pesca existente na amostra de pescadores cooperantes a toda a população. Esta

situação aplica-se apenas às estimativas realizadas para a lampreia-marinha, uma vez que para o sável apenas uma arte de pesca é aplicável.

O número total de horas de pesca da população de pescadorescooperantes (n) foi obtido através da informação que os pescadores colocaram nos formulários de pesca. A estimativa do número total de horas de pesca da população de pescadores (N) foi realizada para cada arte e zona de pesca:

$$N \text{ (horas de pesca)} = \frac{(N \text{ de pescadores} \times n \text{ horas de pesca})}{n \text{ de pescadores}} \quad (1)$$

Da análise foram excluídos os pescadores cuja atividade de pesca não foi considerada representativa ou para os quais, por algum motivo, foi considerado que a informação prestada não era suficientemente fidedigna. Os critérios utilizados para a exclusão foram os seguintes:

- Pescadores cujo tempo de pesca foi inferior a 10 dias de pesca para artes fixas (botirão) durante uma época de pesca;
- Pescadores cujo tempo de pesca foi inferior a 20 horas de pesca para redes móveis (tresmalho) durante uma época de pesca;
- Pescadores que não forneceram o tempo de pesca;
- Pescadores que efetuaram as capturas fora das zonas de pesca alvo de estudo (ZPP MM, ZPP BM e ZJM).

### 3) *Localização das artes de pesca*

Durante os questionários aos pescadores foi-lhes pedido que indicassem a zona do curso de água onde habitualmente pescam. No caso das redes de deriva, os pescadores indicaram a extensão do rio que é percorrida pela arte e, no caso das artes de pesca fundeadas, indicaram a sua localização. No que respeita à localização das artes de pesca fundeadas, esta informação foi complementada com a observação de imagens de satélite (Google Earth: imagens recolhidas capturadas no dia 20/03/2011) do troço do Rio Mondego abrangido pelas três zonas de pesca profissional definidas.

### 4) *Cálculo do número de animais capturados pela população de pescadores cooperantes e estimativa das capturas por unidade de esforço (CPUE)*

De acordo com os dados fornecidos pelos pescadores inquiridos, foi calculado o número total de animais capturados para cada uma das espécies consideradas [ $\Sigma$ capturas (n)]. Através dos dados das capturas e do esforço de pesca, foi calculado o CPUE, ou seja, o número de capturas por unidade de esforço. No caso das redes fixas a unidade utilizada foi capturas por dia (n/dia), e no caso das redes de deriva, a unidade em causa foi capturas por hora (n/hora). O CPUE foi calculado de acordo com a fórmula (2) para cada arte e zona de pesca:

$$\text{CPUE} = \frac{\Sigma \text{capturas (n)}}{\text{n horas de pesca}} \quad (2)$$

*5) Estimativa do número total de peixes capturados pela população de pescadores profissionais do Rio Mondego*

A partir do número total de horas de pesca da população de pescadores (N) calculado segundo a formula (1) e o CPUE, foi possível estimar o número total de animais capturados (N estimado) pela população de pescadores profissionais do Rio Mondego cujas espécies-alvo são a lampreia-marinha e o sável. O total de capturas foi estimado para cada arte e zona de pesca tendo em conta a fórmula (3) e, no final, somado para obter os valores totais por espécie e por época de pesca.

$$\text{N estimado} = \text{CPUE} \times \text{N horas de pesca} \quad (3)$$

Uma vez que os dados das capturas de sável fornecidos pelos pescadores se encontram em quilogramas, a estimativa da quantidade de sável capturado foi posteriormente transformada em número de indivíduos. Para tal, foi determinado o peso médio de um sável (com comprimento superior a 30 cm, uma vez que as malhagens das redes de tresmalho utilizadas são sobretudo eficientes na captura dos indivíduos pertencentes a esta classe dimensional) da bacia hidrográfica do Rio Mondego, com base em dados não publicados pertencentes à equipa de investigação responsável por este estudo. Desta forma, estimou-se que o peso médio de um indivíduo com estas características seja de, aproximadamente, 2,10 kg.

A utilização de telemetria PIT para calcular a eficiência da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra para a lampreia-marinha (percentagem de peixes que utiliza o dispositivo de passagem), em conjunto com os dados resultantes dos censos visuais, permitiram estimar o número de animais que terá entrado no Rio Mondego nos respetivos anos. Assim, considerando as estimativas do número total de lampreias capturadas, foi possível estimar a mortalidade por pesca para esta espécie.



## 6) Dados de descargas em lota

Para complementar a informação obtida através dos inquéritos aos pescadores, foram analisados os dados provenientes da lota da Figueira da Foz entre janeiro e julho de 2013 e 2014. Os dados foram fornecidos pela Direção Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos (DGRM).

Pelo facto de os dados das capturas de sável e lampreia-marinha terem sido fornecidos em quilogramas, os dados das descargas em lota foram posteriormente transformados em número de indivíduos. Tal como referido anteriormente considerou-se um peso médio de um sável de 2,10 kg. O mesmo exercício foi efetuado para a lampreia-marinha com base nos dados de Duarte *et al.* (2003) e Quintella (2006), segundo os quais o peso médio de uma lampreia-marinha adulta do Rio Mondego é de 1,30 kg.

## Resultados

### 1) Pescadores colaborantes

Durante a realização dos inquéritos nas duas épocas de amostragem (época de pesca de 2013 e 2014) foram encontradas algumas dificuldades em recolher informação relevante relacionada com a falta de interesse de uma parte dos pescadores inqueridos a colaborar com o estudo e à obtenção dos respetivos dados de capturas das espécies-alvo. A tabela 1 lista e descreve as principais dificuldades encontradas durante o trabalho desenvolvido durante as duas épocas de pesca.

*Tabela 1.* Descrição das dificuldades encontradas na obtenção de dados de capturas durante as épocas de pesca dos anos 2013 e 2014 dirigida às espécie-alvo (lampreia-marinha e sável) na Zona de Pesca Profissional do Médio Mondego (ZPP MM), na Zona de Pesca Profissional do Baixo Mondego (ZPP BM) e na Zona de Jurisdição Marítima (ZJM)

Dificuldades encontradas durante os inquéritos	Observações	Identificação da Zona de Pesca
<b>Desconfiança por parte dos pescadores</b>	Foi possível constatar alguma desconfiança por parte dos pescadores em cederem informação relacionada com a sua atividade profissional, principalmente no momento do primeiro contacto.	ZPP MM; ZPP BM e ZJM
<b>Reduzida ocorrência e/ou falta de percepção da presença das espécies-alvo</b>	A percepção por parte dos pescadores de uma ocorrência reduzida de espécies anádromas a montante do Açude-Ponte pode justificar a reduzida atividade piscatória na ZPP MM.	ZPP MM

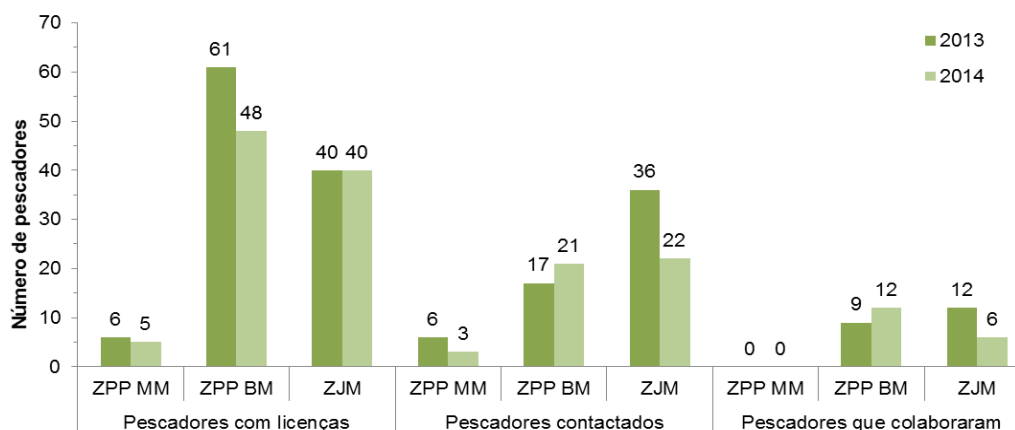
*Tabela 1* (continuação). Descrição das dificuldades encontradas na obtenção de dados de capturas durante as épocas de pesca dos anos 2013 e 2014 dirigida às espécie-alvo (lampreia-marinha e sável) na Zona de Pesca Profissional do Médio Mondego (ZPP MM), na Zona de Pesca Profissional do Baixo Mondego (ZPP BM) e na Zona de Jurisdição Marítima (ZJM)

<b>Problemas encontrados durante o trabalho de amostragem</b>	<b>Descrição</b>	<b>Zona de Pesca onde foi observado</b>
<b>Reduzido número de pescadores profissionais no ativo</b>	A falta de pescadores na ZPP MM poderá dever-se à ausência prolongada de espécies economicamente relevantes no troço em questão.	ZPP MM
<b>Elevado caudal do rio verificado durante o período de estudo</b>	O elevado caudal do rio observado durante parte do período de pesca das espécies-alvo impediu os pescadores de exercerem a sua atividade com regularidade.	ZPP MM; ZPP BM e ZJM
<b>Ocorrência de captura furtiva e conflitos e rivalidades entre pescadores profissionais</b>	Desmotivação de alguns pescadores devido à ocorrência de pesca ilegal e de confrontos entre os pescadores locais envolvendo a destruição de redes e embarcações por terceiros.	ZPP MM; ZPP BM e ZJM
<b>Implementação do defeso intercalar à lampreia-marinha, sável e savelha</b>	A implementação do defeso intercalar das espécies-alvo da pesca gerou o desagrado entre os pescadores profissionais e contribui para a posterior desistência na participação no estudo de alguns dos inquiridos.	ZPP MM; ZPP BM
<b>Dificuldade de utilização da arte de pesca dirigida à captura da lampreia-marinha</b>	O elevado caudal do Rio Mondego em alguns momentos das épocas de pesca gerou dificuldade na utilização da arte de pesca dirigidas às espécies-alvo do estudo.	ZPP BM; ZJM
<b>Analfabetismo</b>	Observou-se a existência de alguns casos de analfabetismo entre os pescadores mais velhos da ZJM o que impediu o preenchimento dos cadernos e, conseqüentemente, a sua participação no estudo.	ZJM

Devido à implementação do defeso intercalar na época de pesca de 2013 e 2014, alguns pescadores que inicialmente tinham aceitado participar no estudo não colaboraram, diminuindo assim a quantidade de dados de capturas das espécies-alvo. Por outro lado, considera-se haver indícios que apontam para uma melhoria no reporte das capturas diárias de lampreia-marinha e sável ao longo do trabalho, de 2013 para 2014, provavelmente devido a uma relação de confiança que foi possível estabelecer entre os pescadores inquiridos e os elementos da equipa que desenvolveu este trabalho.

Os números totais de licenças especiais emitidas para a ZPP MM, para a ZPP BM e para a ZJM, nas épocas de pesca de 2013 e 2014, cujas espécie-alvo são a lampreia-marinha e o sável, são apresentados na figura 5. Durante o trabalho de campo foram contactados, no total, 59 pescadores em 2013 e 46 em 2014, o que corresponde a cerca de 50% do total de

pescadores profissionais a operar no Rio Mondego nas respetivas épocas de pesca, com licença especial para a ZPP MM, ZPP BM e ZJM. Cerca de 20% dos pescadores contactados acabaram por ceder os dados e efetivamente colaboraram no estudo (Fig. 5).

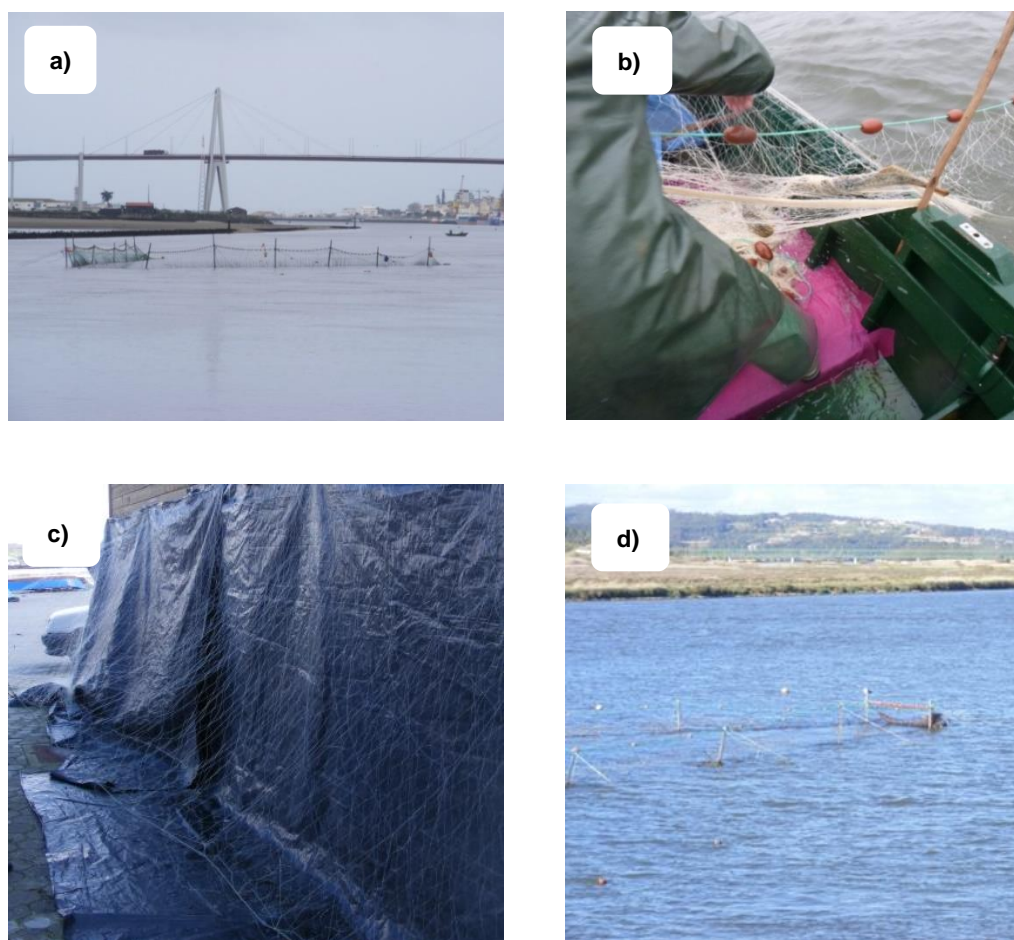


*Figura 5.* Número de pescadores com licença, contactados e cooperantes do Rio Mondego a desenvolver a sua faina durante as épocas de pesca de 2013 e 2014 numa das três áreas de pesca profissional definidas, que dirigem a sua atividade para a captura da lampreia-marinha e o sável/savelha.

## 2) Artes e esforço de pesca

As artes de captura permitidas em cada zona de pesca são ligeiramente diferentes, sendo a legislação aplicável também distinta. Na ZJM a pesca da lampreia-marinha pode ser realizada através da estacada da lampreia (Fig. 6a) ou do tresmalho de deriva (Fig. 6b). No entanto, pelo que foi possível constatar, na ZJM a arte fundeada utilizada acaba por ter as características de um botirão e não da estacada de lampreia regulamentada para esta zona, pelo que foi considerada um botirão.

Em relação à pesca profissional na ZPP BM os aparelhos de pesca autorizados são: o botirão (Fig. 6d) para a pesca da lampreia e o tresmalho para a pesca da lampreia, do sável e da savelha (Fig. 6c). Na ZPP MM a pesca da lampreia-marinha e do sável pode ser realizada através do tresmalho de deriva. A tabela 2 descreve as artes de pesca por zona de pesca e espécie-alvo.



**Figura 6.** Artes de pesca utilizadas na ZJM e no BM para a captura de lampreia-marinha e sável: a) estacada de lampreia; b) tresmalho de deriva para a captura de lampreia (54 mm malha); c) tresmalho de deriva para a captura do sável/savelha (100 mm malha); d) botirão.

**Tabela 2.** Descrição das artes de pesca utilizadas nas zonas de pesca profissional do Rio Mondego

Zona de Pesca	Designação da rede	Espécies-alvo	Descrição	Dimensões legais	Legislação
ZJM	Estacada de lampreia	Lampreia-marinha	Rede de emalhar de um pano colocada em V, e mantida na posição vertical por estacas a que é amarrada, ocupando toda a coluna de água.	Comprimento máximo – 50 m Malhagem mínima – 60 mm	Portaria n.º 564/90, de 19 de Julho
	Tresmalho de deriva	Lampreia-marinha e sável	Rede de emalhar de três panos (tresmalho) de deriva	Malhagem mínima para a lampreia - 65 mm Malhagem mínima para o sável – 100 mm	

*Tabela 2* (continuação). Descrição das artes de pesca utilizadas nas zonas profissionais de pesca do Rio Mondego

Zona de Pesca	Designação da rede	Espécies-alvo	Descrição	Dimensões legais	Legislação
ZPP BM	Botirão	Lampreia-marinha	Rede de emalhar de um pano, mantida na posição vertical por estacas e ferros a que é amarrada, e com uma armadilha tipo galricho na extremidade de montante.	Comprimento máximo - 5 m; diâmetro da boca - 2.5 m; malhagem - 54 mm	ICNF, 2012; ICNF, 2013).
	Tresmalho	Lampreia-marinha e sável	Rede de emalhar de três panos (tresmalho) de deriva	Malhagem mínima para a lampreia - 54 mm Malhagem mínima para o sável - 100 mm	
ZPP MM	Tresmalho	Lampreia-marinha e sável	Rede de emalhar de três panos (tresmalho) de deriva	Malhagem mínima para a lampreia - 54 mm	ICNF, 2012; ICNF, 2013).

Relativamente ao esforço de pesca estimado tendo em conta os dados recolhidos através dos pescadores inquiridos, este pode estar subestimado por eventual omissão no preenchimento do formulário distribuído. Por outro lado, a amostra de pescadores que efetivamente acabaram por colaborar no estudo, em virtude de representar apenas uma parte do total da população (~20%), pode não ser suficiente para captar toda a variabilidade inerente à atividade da pesca desenvolvida no Rio Mondego dirigida à captura das espécies-alvo deste estudo e, consequentemente, enviesar os resultados obtidos para a estimativa do número total de horas de pesca.

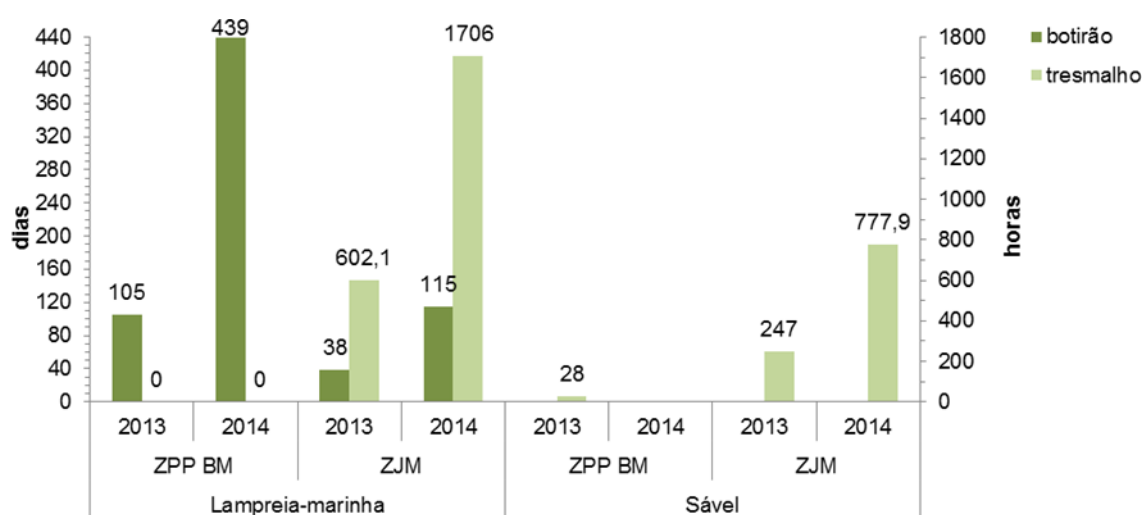
Relativamente à pesca da savelha, não se observou registos significativos de capturas devido à reduzida ocorrência ou à falta de perceção da sua presença segundo o testemunho da amostra de pescadores. Desta forma, ao longo da análise, o clupeídeo cuja pesca foi avaliada foi o sável.

Na figura 5 é apresentado o número total de pescadores licenciados, inquiridos e cooperantes por zona e época de pesca. Nas restantes análises, o termo pescadores cooperantes refere-se a uma subamostra dos pescadores que colaboraram, cujos dados foram considerados representativos e fidedignos, tal como descrito na metodologia. Na tabela 3 é apresentado o

número de pescadores cooperantes, de acordo com estes critérios, por arte, zona, espécie e época de pesca. Na figura 7 é apresentado o tempo de pesca por arte, zona e época de pesca na subamostra de pescadores cooperantes. Observa-se que no segundo ano de estudo (2014) o esforço de pesca aumenta relativamente ao primeiro ano (2013), para qualquer zona de pesca, arte de pesca e espécie. Nos dois anos do estudo a espécie-alvo para a qual parece ter sido direcionado um maior esforço foi a lampreia-marinha, a arte de pesca que operou mais tempo foi o botirão no caso da pesca da lampreia-marinha, e o tresmalho para a pesca do sável (o tresmalho é a única arte de pesca legalizada na pesca profissional de sável no Rio Mondego, tabela 2). Relativamente às zonas de pesca, verifica-se um maior esforço na ZPP BM.

*Tabela 3.* Número de pescadores cooperantes por espécie, por zona de pesca, arte de pesca e época de pesca

	ZPP MM		ZPP BM		ZJM	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
<b>LAMPREIA-MARINHA</b>						
Botirão	-	-	5	10	1	2
Tresmalho	0	0	0	0	7	5
<b>SÁVEL</b>						
Tresmalho	0	0	1	1	3	3



*Figura 7.* Tempo de pesca da população de pescadores cooperantes por espécie, zona de pesca e arte de pesca. O tempo de pesca com botirão é apresentado em dias de pesca, no eixo das ordenadas principal (do lado esquerdo), a verde-escuro, e o tempo de pesca com tresmalho é apresentado em horas de pesca, no eixo das ordenadas secundário (do lado direito) a verde-claro.

A estimativa do tempo de pesca desenvolvido pela população total de pescadores do Rio Mondego, baseado no tempo de pesca da subamostra cooperante e no tamanho da população de pescadores é apresentado na tabela 4. Tal como se verificou na amostra de pescadores cooperantes, o esforço de pesca da população total é maior no segundo ano de estudo para qualquer zona de pesca. No entanto o esforço de pesca de sável é menor em 2014, relativamente ao primeiro ano de estudo (2013) no Baixo Mondego. Nos dois anos do estudo, a espécie-alvo para a qual se verificou um maior esforço de pesca foi a lampreia-marinha, e a arte de pesca que operou mais tempo foi o botirão no caso da pesca da lampreia-marinha, e o tresmalho para a pesca do sável (tal como foi referido anteriormente, o tresmalho é a única arte de pesca legalizada para a espécie-alvo em questão). Relativamente às zonas de pesca, verifica-se um maior esforço na ZPP BM.

*Tabela 4.* Tempo de pesca estimado para a população de pescadores profissionais do Rio Mondego que desenvolvem a sua faina utilizando o botirão e/ou a rede de tresmalho. O tempo de pesca associado ao uso do botirão é apresentado em dias e o tempo de pesca do tresmalho é apresentado em horas de pesca

	ZPP BM		ZJM	
	2013	2014	2013	2014
<b>LAMPREIA-MARINHA</b>				
Botirão (dias)	1281	2107,2	190	657,1
Tresmalho (horas)	-	-	3010,5	9748,6
<b>SÁVEL</b>				
Tresmalho (horas)	1092	-	2260	10372

### 3) Localização das artes de pesca

Durante os contactos com os pescadores foi-lhes pedido que indicassem os locais onde preferencialmente costumam pescar. Na prática, isto corresponde à extensão dentro da zona de pesca onde são utilizadas as redes de deriva e ao local onde o botirão é fundeado. De realçar que em ambas as zonas de pesca os pescadores podem utilizar as duas artes de pesca, sendo, no entanto, menos frequente a utilização do botirão na ZJM, onde só estão licenciadas 6 redes fundeadas, e de redes de tresmalho na ZPP BM devido sobretudo à morfologia do leito que restringe a operacionalidade da arte. No ZPP MM os pescadores não indicaram nenhuma zona de pesca preferencial, uma vez que referiram não se dedicar à pesca de lampreia-marinha e/ou sável. Nos mapas do Anexo V estão indicados os locais onde os pescadores utilizam as diferentes artes, para cada zona de pesca profissional designada nas épocas de pesca de 2013 e 2014. No Anexo V também é possível observar a fotografia aérea da área correspondente à ZPP BM criada a 20 de Março de 2011, onde é possível contabilizar 31 botirões.



Na ZJM os pescadores pescam na área mais a montante desta zona de pesca. Na ZPP BM os botirões estão localizados principalmente na zona mais a jusante. Na ZPP BM as zonas que permitem a utilização de redes de deriva são reduzidas.

*4) Cálculo do número de animais capturados pela população de pescadores cooperantes e estimativa das capturas por unidade de esforço (CPUE)*

De acordo com os dados fornecidos pelos pescadores cooperantes, foi capturado um total de 1408 lampreias-marinhas e 240,5kg de sável durante a época de pesca de 2013, e 5390 lampreias-marinhas e 986 kg de sável na época de pesca de 2014 (Tabela 5).

*Tabela 5. Capturas da amostra de pescadores cooperantes por espécie, zona, arte e época de pesca.*

	ZPP BM		ZJM	
	2013	2014	2013	2014
<b>LAMPREIA-MARINHA</b>				
Botirão (n)	563	2365	279	1504
Tresmalho (n)	–	–	566	1521
<b>SÁVEL</b>				
Tresmalho (kg)	65	-	175,5	986

Em relação às capturas de lampreia e sável, é possível observar algumas diferenças entre ambas as artes e entre as duas zonas de pesca. No que diz respeito à lampreia-marinha a ZJM apresenta CPUEs mais elevados comparativamente com a ZPP BM. Verificou-se o contrário na pesca do sável para a época de 2013. Estes resultados devem ser interpretados com alguma cautela, nomeadamente nos casos em que as estimativas acabaram por ser realizadas com uma amostra reduzida, como acabou por ser o caso do CPUE calculado para a ZJM em 2013, com a arte de pesca botirão, calculado com base em apenas um pescador (Tabela 6).

*Tabela 6. Capturas por unidade de esforço (CPUE) médias por espécie, zona de pesca, arte de pesca e época de pesca*

	ZPP BM		ZJM	
	2013	2014	2013	2014
<b>LAMPREIA-MARINHA</b>				
Botirão (n/dia)	5,314	5,573	7,342*	12,301
Tresmalho (n/hora)	–	–	0,967	1,223
<b>SÁVEL</b>				
Tresmalho (kg/hora)	2,321	-	1,56	1,318

\* Cálculo do CPUE baseado em apenas um pescador.



Relativamente à lampreia-marinha e a redes de deriva (tresmalho), verifica-se que o ano 2014 obteve CPUEs ligeiramente mais elevados com o pico de capturas por hora a ocorrer em março (Fig. 8, representado a verde). Quanto às redes fixas, o ano de 2014 também se registou com CPUEs mais elevados e o mês de abril onde se observou um rendimento mais elevado por dia (Fig. 8, representado a cinzento-escuro).

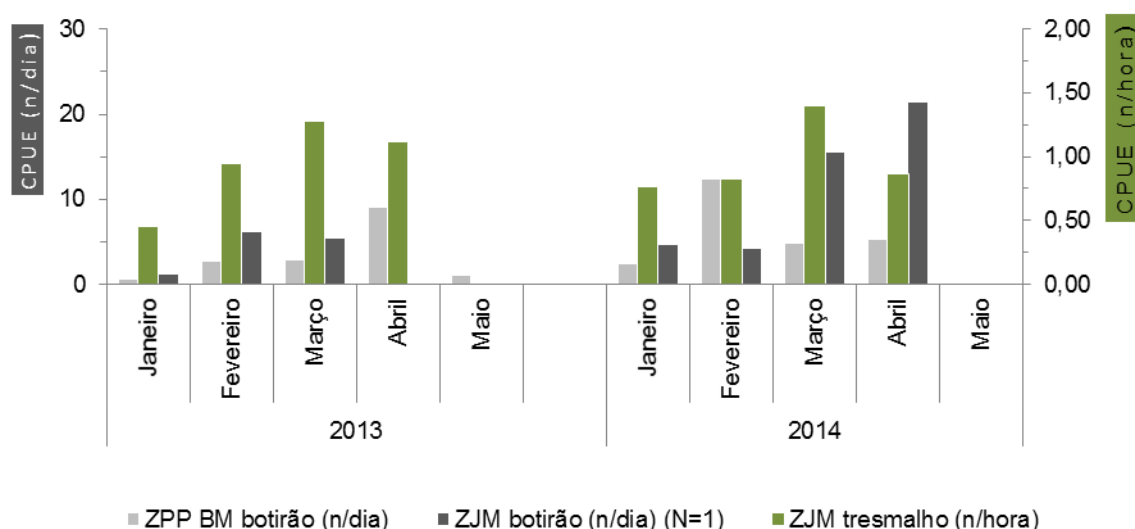


Figura 8. Esforço de pesca (CPUE) médio mensal estimado para a pesca da lampreia-marinha desenvolvida no Rio Mondego, por zona, arte e época de pesca. O CPUE para o botirão é apresentado em número de indivíduos capturados por dia de pesca (eixo das ordenadas esquerdo, a cinzento), e o CPUE associado à pesca com o tresmalho de deriva apresentado em capturas por horas de pesca (no eixo das ordenadas direito, a verde).

Em relação ao sável, observa-se que em 2013 o valor mais elevado de CPUE foi registado em abril, e em 2014 o valor mais elevado de CPUE ocorreu em março (Fig. 9).

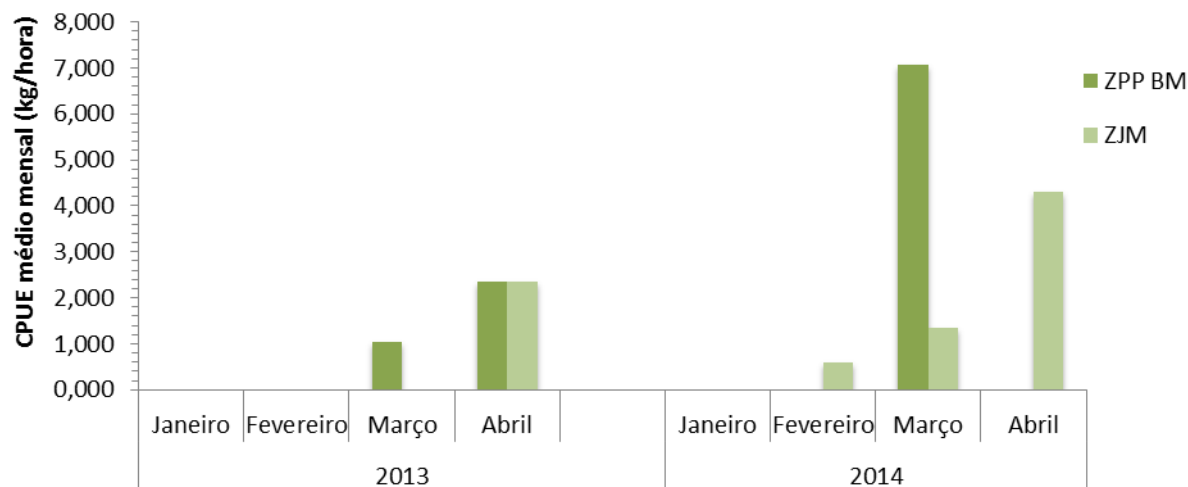


Figura 9. CPUE médio mensal estimado para a pesca do sável por zona, arte e época de pesca.

### 5) Estimativa do número total de animais capturados pela população de pescadores

A estimativa do número total de animais capturados durante as épocas de 2013 e 2014, e em cada uma das zonas e para cada arte de pesca encontra-se na tabela 7.

*Tabela 7.* Estimativa das capturas de lampreia-marinha e sável efetuadas na ZJM e na ZPP BM durante as épocas de pesca de 2013 e 2014

	ZPP BM		ZJM		TOTAIS	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
<b>LAMPREIA-MARINHA</b>						
Botirão (N)	6808	11744	1395	8083	<b>11114</b>	<b>31746</b>
Tresmalho (N)	-	-	2911	11919		
<b>SÁVEL</b>						
Tresmalho (N)	1231	-	1721	6636	<b>2951</b>	<b>6636</b>

Estima-se que o número total de lampreias capturadas em 2013 foi de 11114, e em 2014 de 31746. A estimativa da quantidade de sável capturado na época de pesca de 2013 é de aproximadamente 2951 indivíduos, e em 2014 de 6636 indivíduos (Tabela 7).

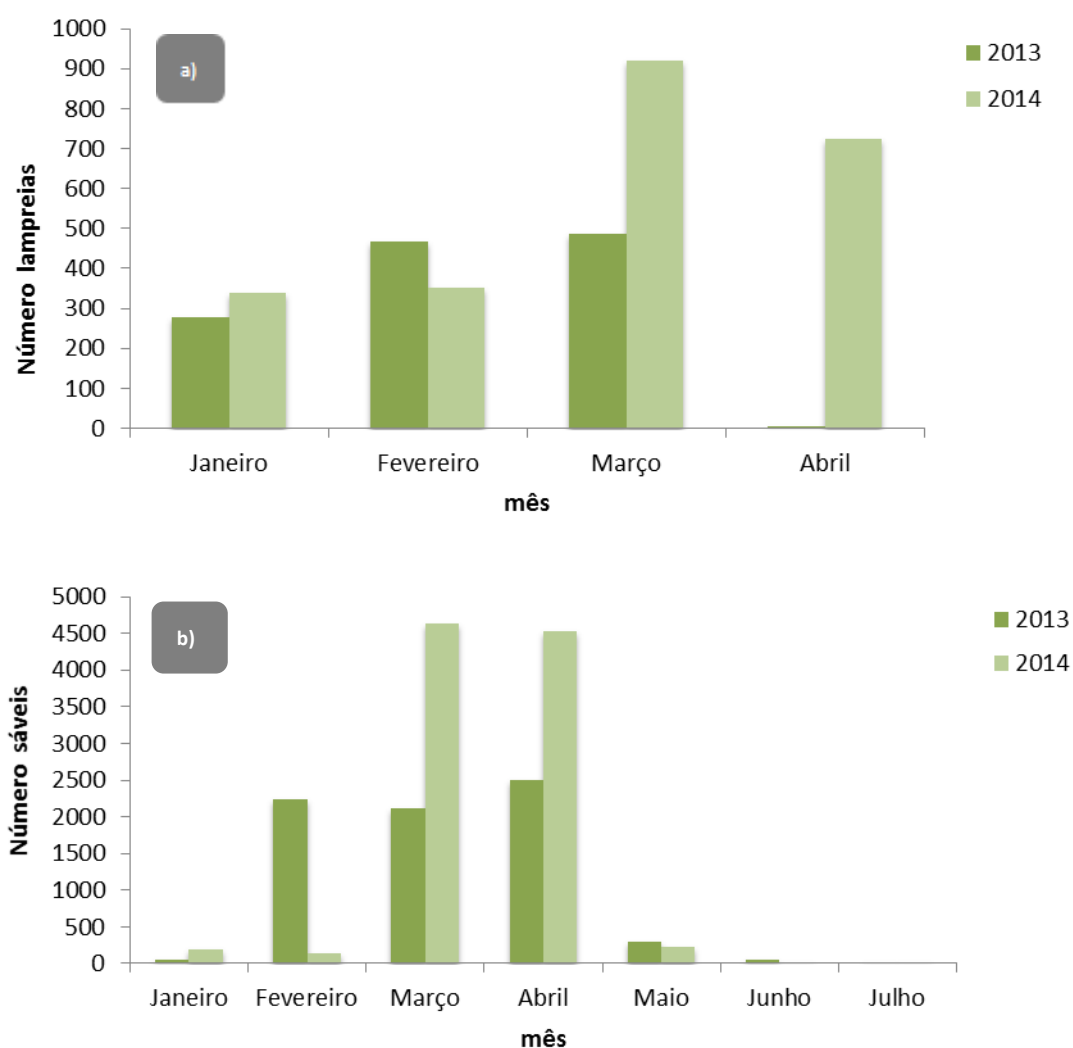
Os dados recolhidos junto da comunidade piscatória, juntamente com a informação da eficácia (censos visuais) e eficiência (PIT tags) da passagem para peixes recolhida no âmbito da presente monitorização, permitiram estimar que em 2013 cerca de 38811 lampreias entraram no Rio Mondego para se reproduzir, e em 2014 este número aumentou para 105006. Foi ainda possível estimar em cerca de 30% a mortalidade por pesca observada para a lampreia-marinha.

Convém ressaltar que as estimativas acima realizadas podem apresentar erros associados relacionados com o facto de apenas 20% dos pescadores profissionais do Rio Mondego que dirigem a sua atividade à captura destas espécies ter aceitado participar neste estudo, podendo enviesar dessa forma a estimativa apresentada.

### 6) Dados de descargas em lota

Para complementar os dados recolhidos junto dos pescadores, foram também analisados dados das descargas de lampreia-marinha e sável na lota da Figueira da Foz, os quais se encontram representados na figura 10. No total, foram descarregadas cerca de 1231 lampreias-marinhas em 2013, e 2332 em 2014. Relativamente ao sável, foram descarregados

7264 sáveis em 2013, e 9742 em 2014. Ambas as espécies tiveram registos de captura superiores em 2014, o que está de acordo com o observado com a análise baseada em dados dos pescadores profissionais que operam no Rio Mondego.



*Figura 10.* Descargas de a) lampreia-marinha no período compreendido entre janeiro e abril de 2013 e 2014 e b) sável no período compreendido entre janeiro e julho de 2013 e 2014 na lota da Figueira da Foz.

### 2.1.2. Avaliação da abundância de amocetes de lampreia-marinha na fase pré-operacional da PPPeixes (Tarefa 1.2)

#### Enquadramento

A construção de um dispositivo de transposição piscícola só cumpre verdadeiramente o objetivo para que foi construído se, a montante do obstáculo, existirem condições favoráveis ao crescimento, alimentação e reprodução das espécies piscícolas que utilizam esse dispositivo. Uma das metodologias mais utilizadas para monitorizar a adequabilidade de habitat a montante de PPPeixes passa por acompanhar a abundância das espécies que utilizam o dispositivo comparando, de preferência, situações pré e pós operacionais (i.e., antes e após a entrada em funcionamento do dispositivo de transposição piscícola), a montante e jusante do obstáculo. A informação obtida com esta tarefa serviu de situação de referência pré-operacional no que diz respeito à avaliação da abundância de amocetes de lampreia-marinha no período que antecedeu a entrada em funcionamento da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra.

#### Metodologia

Previamente à PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra permitir a transposição de lampreia-marinha para montante, foi realizada uma campanha de amostragem direcionada à captura de amocetes com vista à caracterização da situação de referência na fase pré-operacional desta infraestrutura. A área prospetada foi o troço situado entre o Açude da Formoselha (a jusante) e a mini-hídrica de Penacova (a montante) incluindo o troço inferior dos rios Ceira e Alva, afluentes do Rio Mondego. No total foram definidas 33 estações de amostragem: 9 estações no Rio Mondego, a jusante do Açude-Ponte; 15 no troço do Mondego a montante do mesmo; 5 no Rio Ceira e 4 no Rio Alva (Fig. 11). A época de amostragem decorreu durante o mês de agosto de 2011. Apesar de a PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra ter entrado em funcionamento durante o mês de julho de 2011, para a lampreia-marinha a amostragem realizada no mês seguinte à entrada em funcionamento do dispositivo constitui uma boa avaliação de referência já que a época migratória desta espécie se prolonga de dezembro a maio, não permitindo por isso a transposição das espécies para montante. O método de amostragem utilizado foi a pesca elétrica (Fig. 12) e o procedimento levado a cabo foi adaptado do Protocolo de Amostragem e Análise para a Fauna Piscícola desenvolvido no âmbito da implementação da Diretiva Quadro da Água (INAG, 2008a).

O troço de amostragem caracterizado foi cerca de vinte vezes a largura média do leito inundado para rios até 30 m de largura, e dez vezes a largura média do troço amostrado para rios com mais de 30 m de largura. A captura das lampreias foi efetuada com um aparelho de pesca elétrica (gerador dorsal ou de margem, dependendo das características dos locais de amostragem; Figura 12a) e um ânodo auxiliado por uma rede camaroeira. A prospeção foi realizada em sistema aberto, sem recorrer à utilização de redes a fechar o troço pescado, realizando uma única passagem pelos locais selecionados. O tempo de amostragem foi registado para se poder calcular o CPUE (captura por unidade de esforço expressa em número de indivíduos capturados por hora) em cada estação de amostragem. Depois de capturadas as larvas de lampreias foram anestesiadas para se proceder à sua medição (precisão de 1 mm; Fig. 12b) e pesagem (precisão de 1 g). Após recuperação, todos os animais foram devolvidos ao rio, próximo dos locais de captura. A ficha de campo utilizada nesta tarefa é apresentada no Anexo VI.

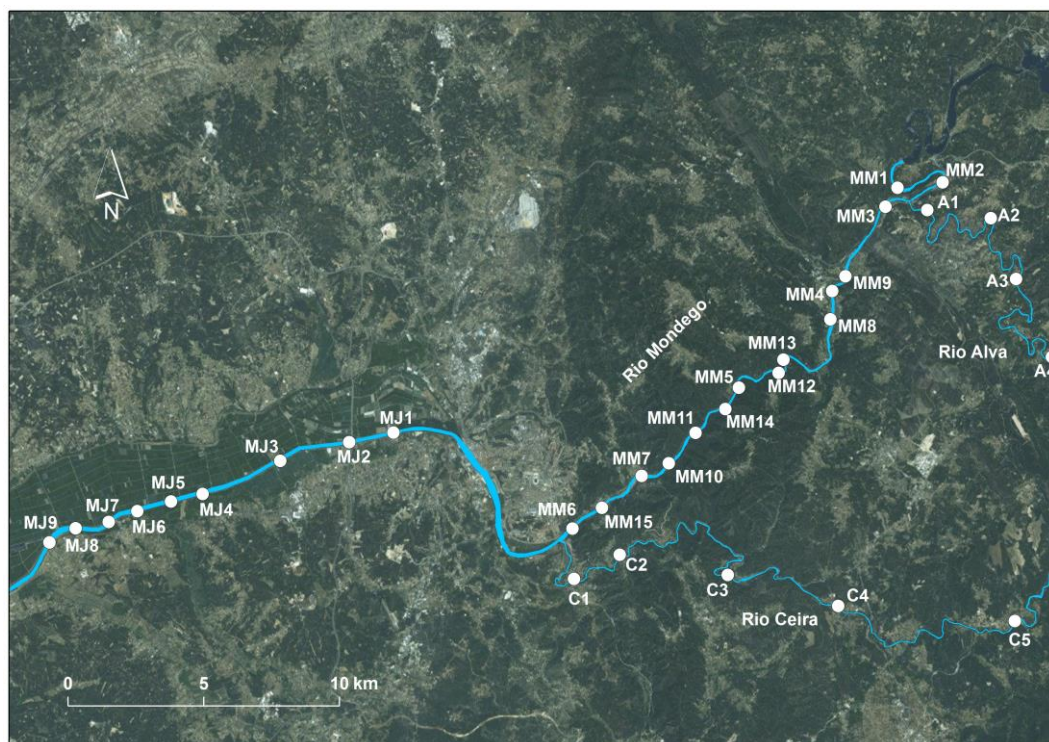


Figura 11. Distribuição das estações de amostragem de amocetes de *P. marinus* no ano de 2011 (monitorização pré-operacional).



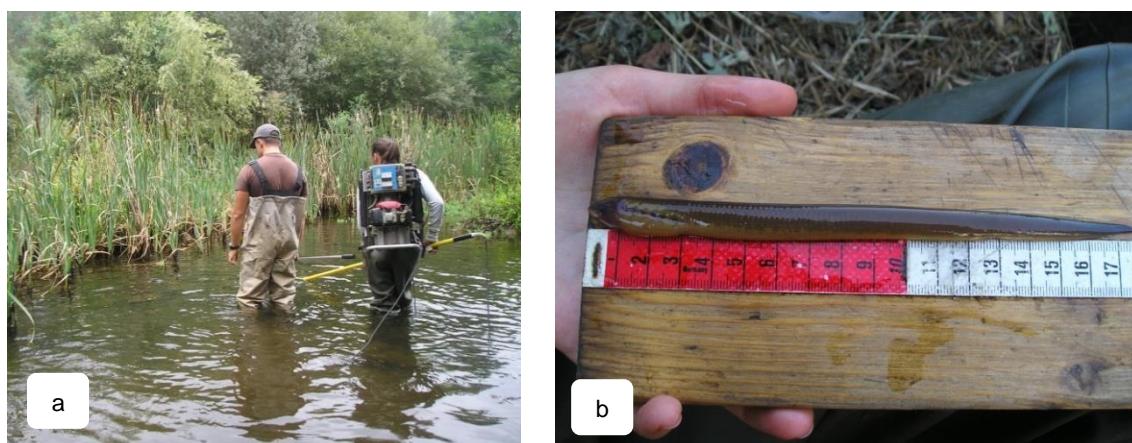


Figura 12. Fotografias ilustrativas do trabalho de campo: a) pesca elétrica; b) medição dos exemplares capturados.

## Resultados

Em 2011, num período anterior à entrada em funcionamento da PPPeixes, foram capturadas larvas de lampreia-marinha em 33,3% dos locais amostrados (Fig. 13), num total de 29 indivíduos, sobretudo em estações localizadas a jusante do Açude-Ponte de Coimbra (93% das capturas). No Rio Ceira não foram capturadas lampreias-marinhas, enquanto que no Rio Alva a ocorrência desta espécie foi registada em três dos quatro locais amostrados mas com níveis de abundância muito reduzidos. No Rio Mondego, a montante do Açude-Ponte de Coimbra, apenas foram capturadas lampreias em dois locais: perto da localidade de Torres do Mondego e Miro.

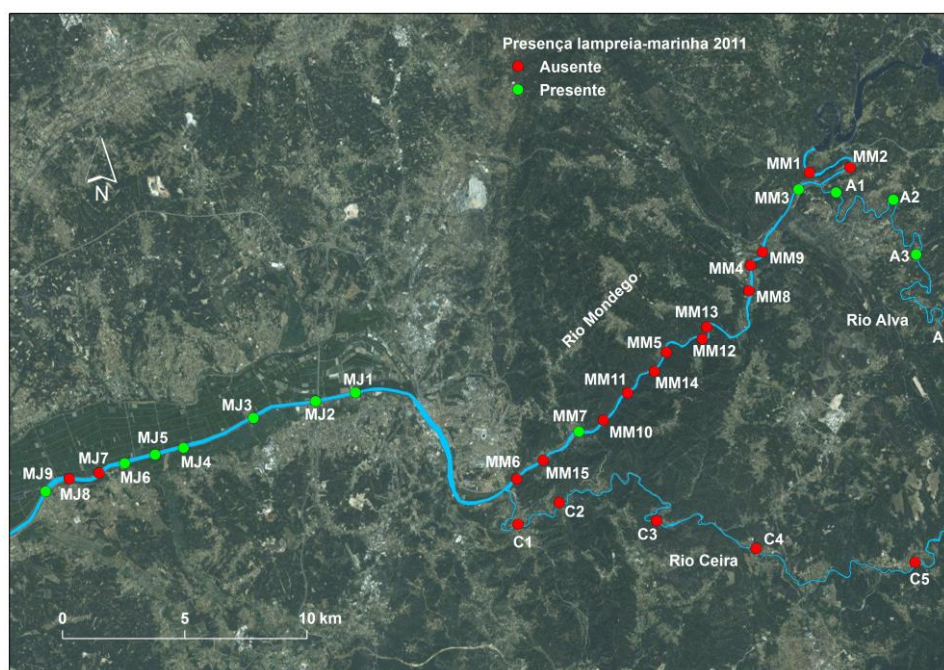


Figura 13. Distribuição das estações de amostragem de amocetes de *P. marinus* no ano de 2011 e indicação da sua presença (●) e ausência (●).

A identificação dos pontos de amostragem por linha de água e as respetivas coordenadas estão indicadas na tabela 8, bem como o número total de lampreias capturadas nos pontos e o respetivo CPUE. Na secção 2.3.3 deste relatório será apresentado um gráfico representativo da evolução da abundância de lampreia-marinha na área de estudo ao longo da totalidade do período em que decorreram as várias campanhas de amostragem no âmbito da presente monitorização.

*Tabela 8.* Localização dos pontos amostrados e número de lampreias capturadas em 2011 [número total (n) e capturas por unidade de esforço (CPUE)]. A unidade de esforço utilizada foi de capturas por hora

Curso de água	Código	Coordenadas		n	CPUE
		X	Y		
Rio Alva	A1	190776	369434	1	1,33
Rio Alva	A2	193260	369076	1	1,20
Rio Alva	A3	194510	367032	1	1,50
Rio Alva	A4	195221	364139	0	0,00
Rio Ceira	C1	178019	355758	0	0,00
Rio Ceira	C2	179717	356735	0	0,00
Rio Ceira	C3	183300	356089	0	0,00
Rio Ceira	C4	187664	354820	0	0,00
Rio Ceira	C5	194220	354194	0	0,00
Rio Mondego	MM1	190251	370190	0	0,00
Rio Mondego	MM2	191685	370591	0	0,00
Rio Mondego	MM3	189574	369624	2	3,00
Rio Mondego	MM4	187633	366554	0	0,00
Rio Mondego	MM5	184003	363029	0	0,00
Rio Mondego	MM6	177707	357293	0	0,00
Rio Mondego	MM7	180675	359639	2	2,40
Rio Mondego	MM8	187528	365546	0	0,00
Rio Mondego	MM9	188114	366900	0	0,00
Rio Mondego	MM10	181575	360041	0	0,00
Rio Mondego	MM11	182653	361336	0	0,00
Rio Mondego	MM12	185744	363951	0	0,00
Rio Mondego	MM13	185730	363421	0	0,00
Rio Mondego	MM14	183536	362177	0	0,00
Rio Mondego	MM15	179031	358434	0	0,00
Rio Mondego	MJ1	171155	361099	1	2,00
Rio Mondego	MJ2	169674	360811	3	3,60
Rio Mondego	MJ3	167222	360266	2	1,84
Rio Mondego	MJ4	164245	358910	1	1,20
Rio Mondego	MJ5	163050	358661	1	1,00
Rio Mondego	MJ6	161848	358367	11	11,00
Rio Mondego	MJ7	160857	357892	0	0,00
Rio Mondego	MJ8	159569	357749	0	0,00
Rio Mondego	MJ9	158821	357305	3	3,60



Em termos de abundância, em 2011 esta espécie apresentou valores reduzidos ao longo da área de estudo, com os valores mais elevados a verificarem-se sobretudo a jusante do Açude-Ponte de Coimbra (média de 2,69 CPUE), mais especificamente na estação MJ6 (Fig. 14). Os valores médios de abundância de lampreia-marinha nos troços de amostragem situados a montante do Açude-Ponte de Coimbra foram consideravelmente inferiores, na ordem dos 0,36 CPUE para o troço principal do Rio Mondego e de 0,45 CPUE para o conjunto dos dois afluentes amostrados, os rios Alva e Ceira.

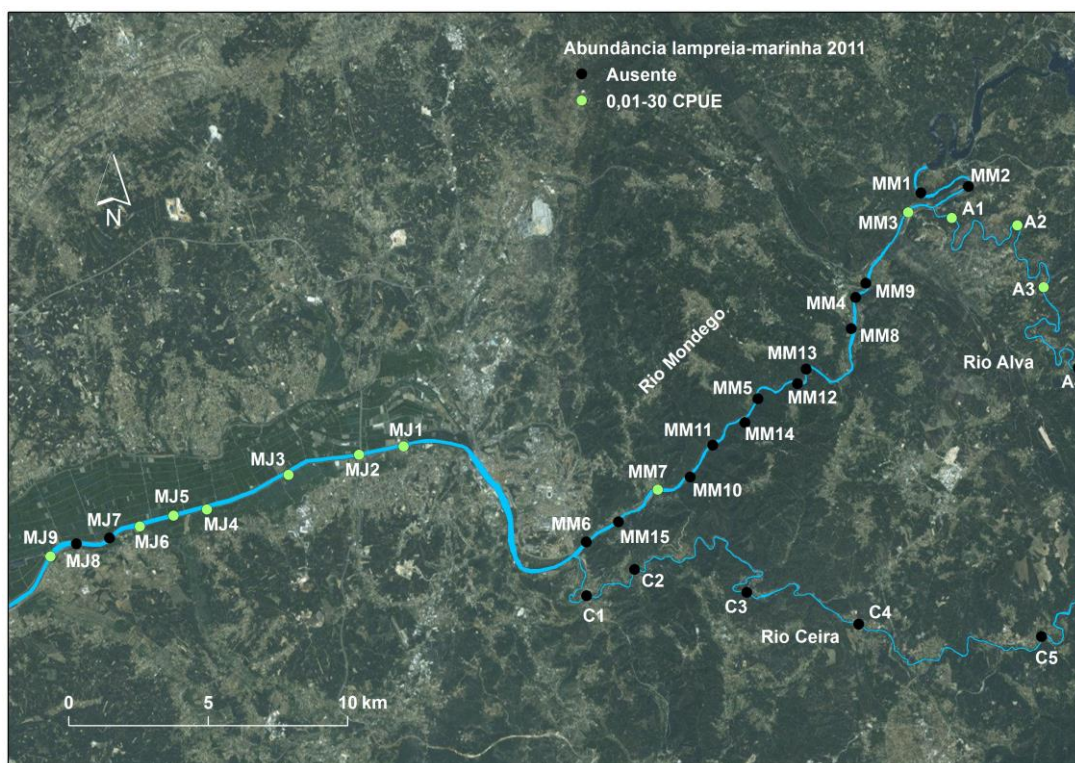


Figura 14. Abundância de amocetes de *P. marinus* (classes de CPUE – nº de indivíduos por hora de pesca) em 2011 ao longo das estações de amostragem na Bacia Hidrográfica do Mondego.

A distribuição dos comprimentos das lampreias capturadas por classes dimensionais, em intervalos de 20 mm, para cada um dos locais onde a sua captura foi confirmada em 2011, é apresentada no Anexo VII. É de referir que os indivíduos capturados se distribuem por classes de comprimento que vão dos 100-120 mm aos 180-200 mm. Na secção 2.3.3 deste relatório, será apresentada, de forma resumida, a evolução deste parâmetro ao longo dos anos em que decorreram as amostragens no âmbito da presente monitorização (2011-2014).



### 2.1.3. Avaliação da abundância de enguia-europeia na fase pré-operacional da PPPeixes (Tarefa 1.3)

#### Enquadramento

A PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra foi dimensionada para espécies como o sável, a savelha e a lampreia-marinha que, pela sua dimensão e ecomorfologia acabam por ter capacidades natatórias que superam as das restantes espécies que habitualmente utilizam este dispositivo, em particular a enguia-europeia. Por este motivo, desde o início da monitorização deste dispositivo de transposição piscícola, surgiram algumas dúvidas relativamente à capacidade da enguia-europeia em transpor a PPPeixes, sobretudo devido a questões relacionadas com a capacidade e comportamento natatório desta espécie bem como a reduzida dimensão dos indivíduos que efetuam a migração para montante (*i.e.*, fase juvenil). Por outro lado, o sistema de monitorização por vídeo instalado na PPPeixes não garante, por si só, uma contabilização fidedigna das enguias que conseguem transpor este dispositivo, uma constatação particularmente evidente no que diz respeito aos indivíduos juvenis durante a migração trófica para montante (*i.e.*, meixão). Sendo assim, e para colmatar a referida limitação do sistema de monitorização vídeo instalado na PPPeixes, optou-se por monitorizar indiretamente esta utilização através do acompanhamento da abundância anterior e posterior ao seu funcionamento a montante e jusante do obstáculo. À semelhança da tarefa anterior dirigida à lampreia-marinha, a informação obtida com esta tarefa serviu igualmente de situação de referência pré-operacional no que diz respeito à avaliação da abundância de enguia-europeia a montante e jusante do Açude-Ponte de Coimbra no período que antecede a entrada em funcionamento da PPPeixes.

#### Metodologia

O procedimento de avaliação da abundância de enguia-europeia na fase pré-operacional da PPPeixes foi realizado em simultâneo com o procedimento de avaliação da abundância de lampreia-marinha na mesma fase, descrito na tarefa T 1.2. A área de estudo foi igualmente referente ao troço entre o Açude da Formoselha (a jusante) e a mini-hídrica de Penacova (a montante) incluindo o troço inferior dos rios Ceira e Alva. A amostragem dirigida à espécie *A. anguilla* foi levada a cabo nas mesmas 33 estações de amostragem descritas na tarefa T1.2. (Fig. 15) e durante o mesmo período do ano.

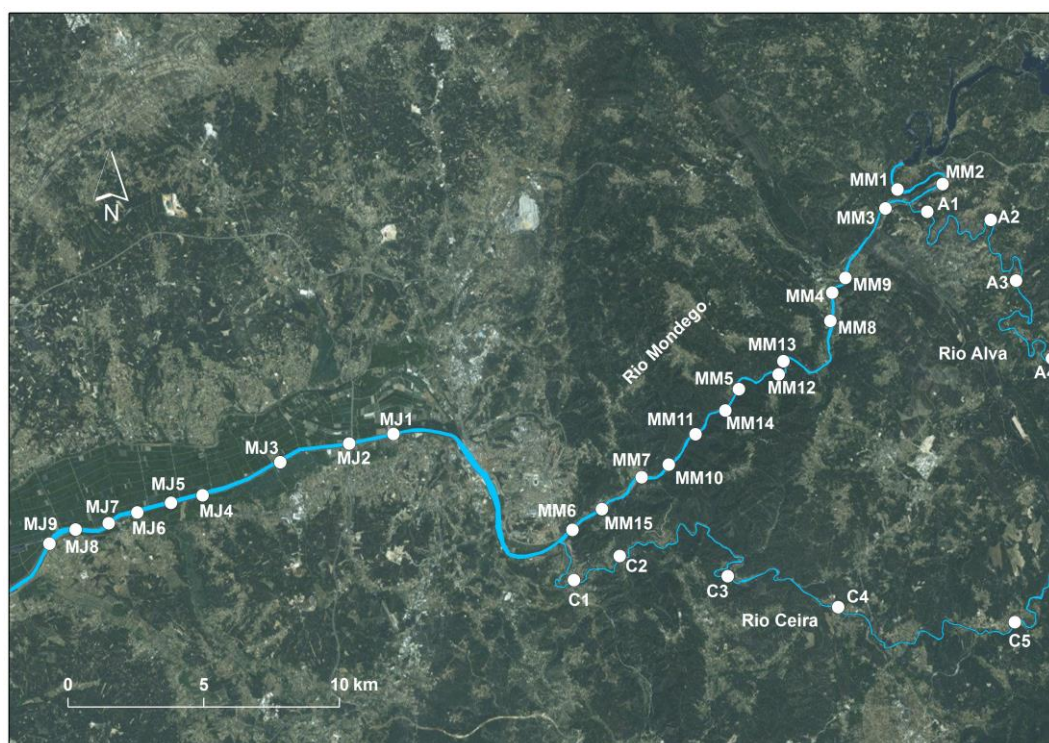


Figura 15. Distribuição das estações de amostragem de *A. anguilla* no ano de 2011 (monitorização pré-operacional).

Apesar de a PPPEixes do Açude-Ponte de Coimbra ter entrado em funcionamento durante o mês de julho de 2011, para a enguia-europeia a amostragem realizada no mês seguinte à entrada em funcionamento do dispositivo constitui uma boa avaliação de referência já que a época migratória desta espécie prolonga-se de outubro a fevereiro, não tendo por isso, à data da monitorização, permitido a transposição dos indivíduos para montante. O método de amostragem utilizado e o procedimento aplicado foi semelhante ao descrito para a captura dos amocetes de lampreia-marinha (ver Fig. 12), mas neste caso a pesca foi dirigida aos habitats com características propícias para esta espécie. O tempo de amostragem foi registado para cálculo o CPUE em cada local amostrado. Depois de capturadas as enguias foram anestesiadas para se proceder à sua medição (precisão de 1 mm) e pesagem (precisão de 1 g). Após recuperarem, as enguias foram devolvidas aos locais de captura. A ficha de campo utilizada foi a mesma da tarefa T1.2., conforme Anexo VI.

## Resultados

No total, foram capturadas 359 enguias ao longo de 87,8% dos locais amostrados (Fig. 16). A jusante do Açude-Ponte de Coimbra e no Rio Alva foram capturadas enguias em todos os locais amostrados.

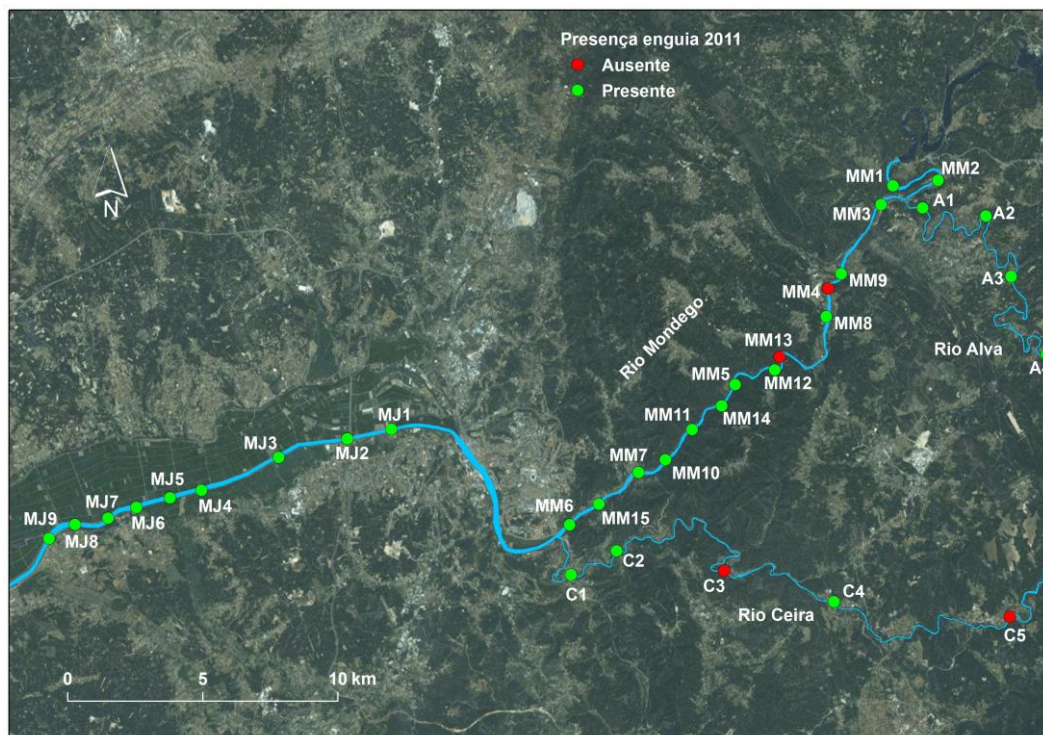


Figura 16. Distribuição das estações de amostragem de indivíduos de *A. anguilla* no ano de 2011 e indicação da sua presença (●) e ausência (●).

A identificação dos pontos de amostragem por linha de água e as respetivas coordenadas estão indicadas na tabela 9, tal como o número total de enguias capturadas em cada ponto e o respetivo CPUE. Na secção 2.3.4 deste relatório será apresentado um gráfico representativo da evolução da abundância de enguia na área de estudo ao longo da totalidade do período em que decorreram as várias campanhas de amostragem no âmbito da presente monitorização.

Tabela 9. Localização dos pontos amostrados e número de enguias capturadas em 2011 [número total (n) e capturas por unidade de esforço (CPUE)]. A unidade de esforço utilizada foi de capturas por hora

Curso de água	Código	Coordenadas (Datum Lisboa Hayford-Gauss)		n	CPUE
		X	Y		
Rio Alva	A1	190776	369434	1	1,33
Rio Alva	A2	193260	369076	7	8,40
Rio Alva	A3	194510	367032	1	1,50
Rio Alva	A4	195221	364139	4	8,00
Rio Ceira	C1	178019	355758	5	7,50
Rio Ceira	C2	179717	356735	7	14,00
Rio Ceira	C3	183300	356089	0	0,00
Rio Ceira	C4	187664	354820	1	1,50
Rio Ceira	C5	194220	354194	0	0,00
Rio Mondego	MM1	190251	370190	9	18,00
Rio Mondego	MM2	191685	370591	15	22,50
Rio Mondego	MM3	189574	369624	2	3,00
Rio Mondego	MM4	187633	366554	0	0,00
Rio Mondego	MM5	18400	363029	10	24,00
Rio Mondego	MM6	177707	357293	10	13,33
Rio Mondego	MM7	180675	359639	1	1,20
Rio Mondego	MM8	187528	365546	9	13,50
Rio Mondego	MM9	188114	366900	18	24,00
Rio Mondego	MM10	181575	360041	4	4,80
Rio Mondego	MM11	182653	361336	3	6,00
Rio Mondego	MM12	185744	363951	8	10,67
Rio Mondego	MM13	185730	363421	0	0,00
Rio Mondego	MM14	183536	362177	11	11,00
Rio Mondego	MM15	179031	358434	17	22,67
Rio Mondego	MJ1	171155	361099	18	36,00
Rio Mondego	MJ2	169674	360811	29	34,80
Rio Mondego	MJ3	167222	360266	29	26,77
Rio Mondego	MJ4	164245	358910	19	22,80
Rio Mondego	MJ5	163050	358661	10	10,00
Rio Mondego	MJ6	161848	358367	17	17,00
Rio Mondego	MJ7	160857	357892	3	3,00
Rio Mondego	MJ8	159569	357749	35	42,00
Rio Mondego	MJ9	158821	357305	56	67,20

Em termos de abundância, em 2011 a enguia apresentou valores mais elevados no troço principal do Rio Mondego (abundância média; jusante do Açude-Ponte: 28,84 CPUE; montante: 11,64 CPUE) do que nos dois afluentes amostrados (abundância média de 4,69 CPUE) (Tabela 9). Neste troço em particular, a estação MJ9, localizada imediatamente a montante do Açude da Formoselha destacou-se das restantes (Fig. 17), tendo apresentado um valor de abundância superior a 60 ind./hora. No total foram registados 359 indivíduos desta espécie ao longo do troço do Rio Mondego amostrado.



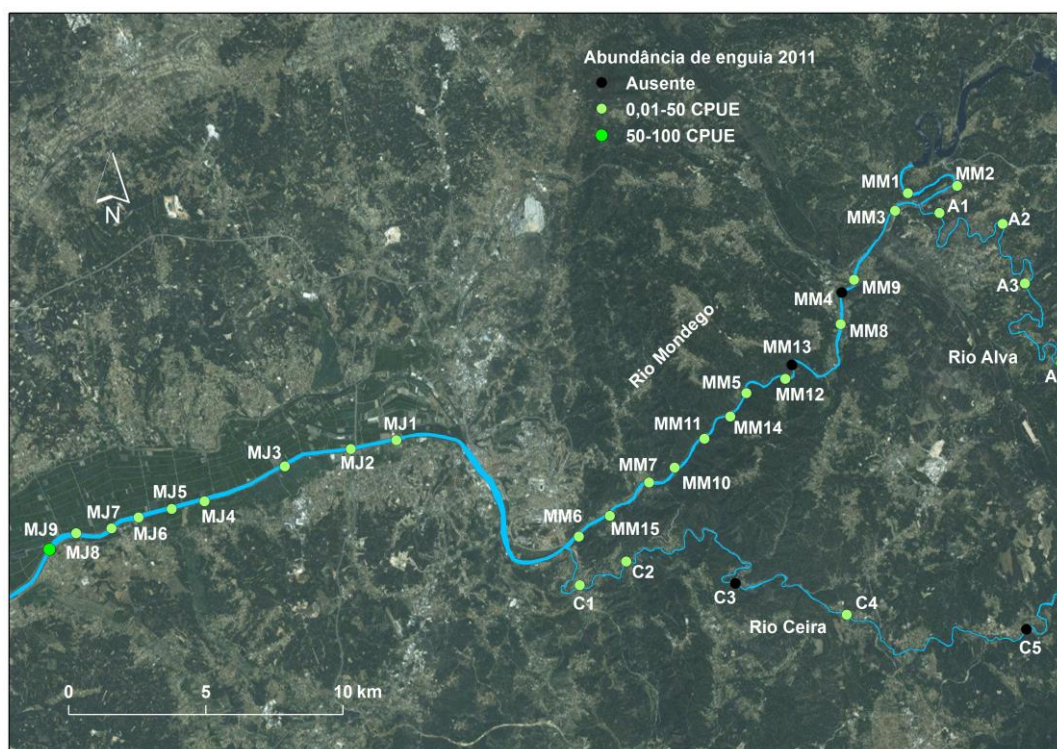


Figura 17. Abundância de *A. anguilla* (classes de CPUE – nº de indivíduos por hora de pesca) em 2011 ao longo das estações de amostragem na Bacia Hidrográfica do Rio Mondego.

A distribuição dos comprimentos das enguias capturadas por classes dimensionais, em intervalos de 50 mm, para cada um dos locais onde a sua captura foi confirmada em 2011, é apresentada no Anexo VIII. É de referir que os indivíduos capturados se distribuem ao longo de uma gama de comprimentos que vai desde os 50-100 mm até aos 450-500 mm. Mais à frente neste relatório, na secção 2.3.4 será apresentada, de forma resumida, a evolução deste parâmetro ao longo dos anos em que decorreram as amostragens no âmbito da presente monitorização (2011-2014).

## **2.2. Avaliar o grau de transponibilidade dos obstáculos existentes a montante do Açude-Ponte de Coimbra (Rio Mondego até à Barragem da Raiva, rios Ceira e Alva), recorrendo a rádio-telemetria para monitorizar o percurso migratório da fauna piscícola (Tarefa 2)**

### Enquadramento

A montante do Açude-Ponte de Coimbra existem quatro estruturas transversais (de jusante para montante: açude de Palheiros, açude do Louredo, açude da Carvoeira e açude de Penacova) que podem constituir obstáculos de difícil transposição para a ictiofauna e, dessa forma, comprometer a reabilitação de habitat para os peixes migradores a montante do Açude-Ponte de Coimbra promovida pela PPPeixes. Para avaliar a transponibilidade destes obstáculos, considerou-se necessário desenvolver um trabalho que monitorizasse o percurso e comportamento evidenciado pelas espécies no troço a montante do Açude-Ponte de Coimbra. A lampreia-marinha foi a espécie anádroma selecionada para o desenvolvimento desta tarefa pelo facto de ser, comparativamente com as restantes, 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 (modo de natação carangiforme), e um comportamento e massa corporal que a impede de ultrapassar até os mais pequenos obstáculos, contrariamente ao que se passa com as enguias juvenis no que respeita à transposição de açudes pequenos e de construção de tipo mais rústico.

A informação obtida com esta tarefa servirá para avaliar o grau de transponibilidade dos açudes já referidos, localizados entre o Açude-Ponte de Coimbra e a Barragem da Raiva, assim como identificar e avaliar os eventuais obstáculos à migração da lampreia-marinha (como espécie indicadora das restantes espécies anádmomas) nos principais afluentes na área de estudo, os rios Ceira e Alva.

### Metodologia

Do total de 26 lampreias-marinhas marcadas com rádio-transmissores e libertadas no âmbito deste projeto no troço a jusante do Açude-Ponte (Tarefa 3.2) entre os anos de 2012 e 2013, nove (32%) conseguiram ultrapassar com sucesso a PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra. Inicialmente, estes animais foram utilizados no âmbito da tarefa 3.2., cujo objetivo principal se prendia com a avaliação do comportamento migratório desta espécie-alvo a jusante do Açude-Ponte de Coimbra e durante a transposição da PPPeixes. Para a presente tarefa, foi aproveitada a informação recolhida com os indivíduos marcados que acabaram por transpor



o Açude-Ponte de Coimbra durante o seu percurso migratório (ver resultados de Tarefa 3.2) permitindo assim a obtenção de resultados associados à avaliação da transponibilidade dos obstáculos existentes a montante do Açude-Ponte.

Como forma de complementar os resultados, durante o mês de março de 2014 foram marcadas e libertadas mais cinco lampreias-marinhas (Tab. 10). Os animais utilizados nesta tarefa foram capturados por pescadores profissionais na zona da Figueira da Foz e transportados para os locais onde foram marcados, libertados e a sua localização foi monitorizada com uma periodicidade semanal utilizando um recetor de frequências rádio para este efeito (*c.f.* Almeida *et al.*, 2000; Almeida *et al.*, 2002; Quintella *et al.*, 2004; Quintella *et al.*, 2009). Os indivíduos foram marcados externamente, na base da barbatana dorsal, com transmissores rádio (ATS – Modelo 2020; dimensões: 8,6 g de peso, 12 mm de diâmetro por 43 mm de comprimento), cujo peso representava cerca de 0,6% do peso corporal dos animais e cuja bateria garante uma longevidade de aproximadamente seis meses (Fig. 18). Os indivíduos foram anestesiados através da imersão numa solução de 0,4 ml 2-phenoxyethanol por litro de água, medidos (precisão de 1 cm), pesados (precisão de 1 g) e colocados numa mesa cirúrgica em forma de V, 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. Os instrumentos cirúrgicos utilizados e os transmissores colocados foram previamente desinfetados com álcool a 96° e posteriormente passados por soro fisiológico.

*Tabela 10.* Informação relativa às lampreias-marinhas marcadas com rádio-transmissores e libertadas no Rio Mondego, a montante do Açude-Ponte de Coimbra, em 2014, no âmbito da Tarefa 2 do presente projeto

ID Lampreia	Comprimento total (cm)	Peso total (g)	Frequência do transmissor	Data de libertação	Local de libertação
<b>Lm29</b>	95,0	1580	150.882	07/03/2014	Torres do Mondego
<b>Lm30</b>	92,0	1390	150.821	07/03/2014	Torres do Mondego
<b>Lm31</b>	96,0	1590	150.861	07/03/2014	Torres do Mondego
<b>Lm32</b>	103,0	2100	150.842	07/03/2014	Torres do Mondego
<b>LM33</b>	101,0	1870	150.802	07/03/2014	Torres do Mondego



*Figura 18. Pormenores do procedimento de marcação das lampreias-marinhas utilizadas no trabalho desenvolvido no âmbito das tarefas 2 e 3.2 do presente projeto.*

Após o procedimento de marcação, a zona de implantação do transmissor foi desinfetada com uma solução de BETADINE® e as lampreias foram deixadas a recuperar numa rede imersa no rio durante um período não inferior a meia hora. Após este período de recobro, os animais foram libertados a montante do Açude-Ponte de Coimbra, perto da povoação de Torres do Mondego e a montante da confluência do Rio Ceira (Fig. 19).



*Figura 19.* Localização do troço de rio selecionado para a libertação das cinco lampreias monitorizadas em 2014, no âmbito da tarefa 2 do projeto, e localização dos obstáculos à continuidade longitudinal presentes na área de estudo cuja transponibilidade se pretende avaliar.

A localização das lampreias marcadas foi realizada com uma periodicidade semanal, utilizando uma antena Yagi de três elementos e um recetor rádio apropriado para este efeito (Fig. 20). Quando detetadas, a posição geográfica de cada lampreia foi registada com recurso a um dispositivo GPS. A localização das lampreias decorreu desde a sua libertação, em março, até julho de 2014, embora a partir de abril não se tenha registado qualquer alteração da sua posição. Por este motivo, na seção de resultados referentes à presente tarefa, o mapa geral apresentado diz apenas respeito à localização das cinco lampreias nesta última data. Os mapas referentes ao percurso migratório das nove lampreias marcadas no âmbito da tarefa 3.2 mas cujo percurso permitiu a inclusão de parte dos dados recolhidos na tarefa 2 serão apresentados na seção referente à tarefa 3.2, incluindo-se nesta primeira parte apenas um texto descritivo do seu percurso a partir da altura em que atingiram a área a montante do Açude-Ponte de Coimbra.





*Figura 20. Monitorização do comportamento migratório da lampreia-marinha com recurso a radio-telemetria.*

## Resultados

Durante o ano de 2012, do total de 8 lampreias libertadas no Rio Mondego no âmbito da tarefa 3.2, três conseguiram atingir com sucesso a zona a montante do Açude-Ponte. Um destes animais, libertado no interior da PPPeixes (Lm5), conseguiu sair da infraestrutura e prosseguir a sua migração até cerca de 2 km para montante no Rio Ceira, o primeiro afluente de grande dimensão a montante de Coimbra. Também as duas lampreias libertadas em 2012 imediatamente a montante da PPPeixes demonstraram capacidade para orientarem o movimento migratório, mesmo perante uma possível falta de estímulo resultante do ambiente semi-lêntico que existe na área de regolfo do açude. Estas lampreias acabaram por se movimentar, respetivamente, cerca de 1 km para montante no Rio Mondego (Lm6) e até à zona de jusante do Açude do Louredo (Lm7), na zona de Foz do Caneiro, cerca de 50 km a montante. A lampreia Lm7, durante o seu percurso migratório, e até atingir um obstáculo que se mostrou intransponível, conseguiu ainda transpor um açude com alguma dimensão, o Açude de Palheiros, que aparentemente não será intransponível para esta espécie, mesmo durante uma situação de caudais reduzidos.

Durante a monitorização levada a cabo em 2013, seis (30%) das 20 lampreias libertadas a jusante do Açude-Ponte ultrapassaram a PPPeixes de Coimbra e alcançaram o troço a montante deste obstáculo. Três delas (50% das que transpuseram o Açude-Ponte de Coimbra) deslocaram-se até cerca de 2 km para montante no Rio Ceira (Lm9, Lm12 e Lm28), à semelhança do observado para a lampreia Lm5 em 2012, o que parece confirmar a importância do primeiro grande afluente do Rio Mondego a montante do Açude-Ponte de Coimbra, para a migração reprodutora desta espécie. No Rio Ceira, a primeira estrutura transversal com alguma dimensão, designada por Açude da Bouça, revelou-se um obstáculo de difícil transposição para as lampreias, com apenas um indivíduo (Lm12) a negociar esta estrutura com sucesso, ainda que durante um período de cheias em que o açude se encontrava completamente submerso. As restantes três lampreias que transpuseram com

sucesso o Açude-Ponte de Coimbra continuaram o seu percurso migratório no troço principal do Rio Mondego até atingirem, respetivamente, a zona de Torres do Mondego (Lm15), a zona de Foz do Caneiro (Lm13) e o troço a jusante do Açude do Louredo (Lm22), um obstáculo que pela sua dimensão e características estruturais será praticamente intransponível para esta espécie.

Em 2014, das cinco lampreias libertadas no âmbito desta tarefa, apenas uma (Lm30) conseguiu ultrapassar com sucesso o primeiro obstáculo presente no Rio Mondego, o Açude de Palheiros, tendo alcançado a área situada a jusante do Açude do Louredo, obstáculo que acabou por não ser transposto por nenhum dos indivíduos marcados. As restantes lampreias permaneceram a jusante da primeira estrutura transversal, o Açude de Palheiros (Fig. 21).

Em suma, tendo em conta os resultados obtidos ao longo dos três anos em que se desenvolveu esta tarefa, o Açude de Palheiros caracteriza-se como um obstáculo de transposição intermédia ou difícil, tendo sido ultrapassado por apenas quatro das 10 lampreias (40%) que continuaram a sua migração reprodutora no troço principal do Rio Mondego. O Açude do Louredo revelou-se como uma estrutura intransponível para estes animais, mesmo em situações de caudal elevado, como a que se verificou no Rio Mondego durante o ano de 2013 e os meses de fevereiro a abril de 2014. O Açude da Bouça, no Rio Ceira, revelou-se igualmente um obstáculo de difícil transposição por parte da espécie-alvo, tendo sido ultrapassado com sucesso apenas por uma das quatro lampreias (25%) que durante os 3 anos de estudo utilizaram este afluente durante o seu percurso migratório (Fig. 22).

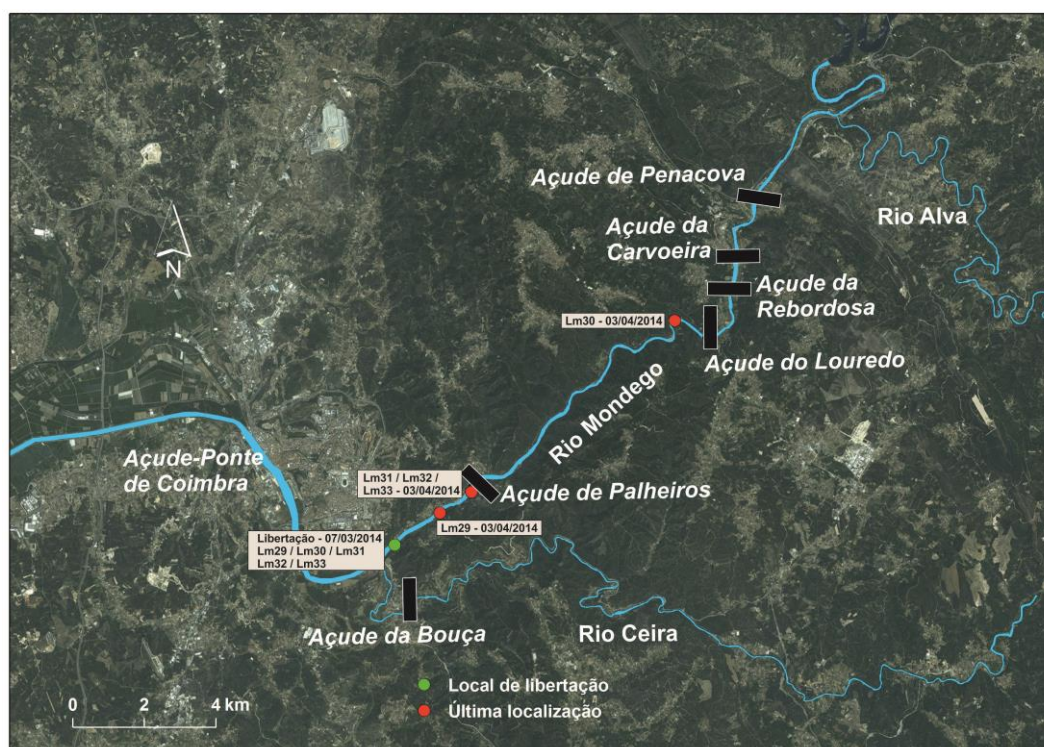


Figura 21. Registo do movimento migratório das lampreias-marinhas marcadas em 2014: local de libertação e última posição registada.



Figura 22. Obstáculos nos rios Mondego e Ceira, associados a localizações de algumas das lampreias monitorizadas: Açude da Bouça no Rio Ceira em condições habituais (a) e de cheia (b); açúdes de Palheiros (c) e Louredo (d) no Rio Mondego.



### 2.3. Avaliar a eficiência e eficácia da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra para espécies potamódromas, catádromas e anádromas, incluindo uma comparação entre os comportamentos migratórios das espécies-alvo e os parâmetros hidrológicos e hidráulicos relacionados com o funcionamento da PPPeixes (Tarefa 3)

#### Enquadramento

Existem dois aspetos que devem ser tidos em conta quando se avalia a adequabilidade de determinado dispositivo de transposição piscícola - a sua eficiência e a sua eficácia.

A eficácia é um conceito qualitativo que consiste em verificar se um sistema de transposição permite a passagem de todas espécies-alvo durante o período de migração, sendo para o efeito utilizados diferentes métodos de contagem que passam por capturas, contagens visuais ou automáticas. Este conceito é definido em relação às espécies-alvo, e deve ter em consideração o número de obstáculos no curso de água e o local a posição de cada um na bacia hidrográfica (Larinier & Marmulla, 2004). Uma passagem é considerada eficaz se for utilizada por todas as espécies-alvo.

Por outro lado, a eficiência é um conceito quantitativo e que pode ser definido em termos de eficiência de atração, eficiência de entrada e eficiência de passagem (Roscoe & Hinch, 2010a). Estes conceitos correspondem respetivamente à proporção da população das espécies-alvo que é atraída para entrada da passagem, à proporção da população que efetivamente entra na passagem, e à proporção da população piscícola a jusante de um obstáculo que efetivamente entra num dispositivo de passagem para peixes e com sucesso o utiliza num determinado período de tempo (Lucas *et al.*, 2001; Travade & Larinier, 2002; Larinier & Marmulla, 2004). A eficiência é expressa quer em termos de percentagem de uma população que ultrapassa o obstáculo, quer em termos de atrasos na migração e, portanto, o tempo que uma população, ou parte dela, demora a passar o obstáculo (Larinier & Marmulla, 2004). Em oposição à eficácia, esta avaliação da eficiência tem ainda a vantagem de permitir a obtenção de informações relacionadas com o comportamento da ictiofauna (Travade & Larinier, 2002), o que adquire grande importância na deteção de potenciais problemas associados ao dispositivo de passagem que devem ser corrigidos no sentido de aumentar a sua eficiência.

Na presente monitorização foram utilizadas três metodologias de amostragem distintas: censos visuais, telemetria com marcas PIT e rádio-telemetria para estimar a eficiência e

eficácia da PPPeixes para o conjunto de espécies diádromas e potamódromas que ocorrem no Rio Mondego. Paralelamente, identificaram-se os parâmetros abióticos que influenciam a eficiência do dispositivo de transposição multiespecífico, e estudou-se o comportamento das espécies em três zonas distintas: a jusante da PPPeixes, durante a transposição e a montante do Açude-Ponte de Coimbra. Através do método de amostragem por pesca-elétrica fez-se um acompanhamento da evolução da abundância de espécies-alvo a montante e jusante da PPPeixes monitorizada durante a fase pós-operacional.

Esta tarefa divide-se em quatro ações complementares: Tarefa 3.1 a Tarefa 3.4.

### **2.3.1. Avaliação da eficiência e da eficácia da PPPeixes para espécies anádromas, catádromas e potamódromas (Tarefa 3.1)**

#### **2.3.1.1. Censos visuais**

##### Enquadramento

Na monitorização de dispositivos de transposição piscícola, a contagem visual consiste na contabilização contínua dos peixes que utilizam esse dispositivo, em tempo real ou com recurso a imagens recolhidas por um sistema vídeo. Quando comparada com a contagem com recurso a captura (armadilhas instaladas no dispositivo, tipicamente à saída) e a contagem automática (utilização de equipamento que permite a contabilização automática dos peixes que passam por uma determinada área do dispositivo), as principais vantagens são o facto de não ser necessário manusear os peixes para os contabilizar (evitando alterações comportamentais e taxas de mortalidade acrescidas) e, por ser uma contagem manual, as questões relacionadas com erros na identificação dos indivíduos são minorados (Travade & Larinier, 2002). O facto de não ser necessário manusear os indivíduos para os contabilizar é uma vantagem particularmente importante para duas das espécies-alvo da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra, o sável e a savelha, por serem particularmente sensíveis a qualquer tipo de manutenção ou contenção (Travade & Larinier, 2002).

O princípio de funcionamento deste método consiste em encaminhar os peixes no interior do dispositivo para uma zona em que sejam facilmente observados, de forma a proceder ao registo de parâmetros como o número de peixes que passam em determinado período, a condição do peixe (e.g. fase do ciclo vida), o sentido da migração, parâmetros biométricos (e.g. comprimento total) e algum comportamento particular. Tal como referido, a contagem pode ser executada em tempo real, exigindo a presença de um observador no local, ou pode

ser feita *a posteriori*, com recurso a gravações das passagens dos peixes. Para que a visualização *a posteriori*, seja possível é necessário que existam sistemas de captação de imagens nas estações de observação, procedendo-se, assim, à gravação das passagens dos peixes (Travade & Larinier, 2002).

Considerando os pressupostos referidos, foram criadas condições para a realização de censos visuais através da construção, em fase de projeto, de um edifício de monitorização na PPPeixes. As características estruturais deste edifício de monitorização, complementadas com o equipamento de monitorização instalado, permitem que seja realizada a monitorização biológica com recurso a contagens visuais. A sala de monitorização foi construída com uma janela de visualização, indicada para efeitos de monitorização, onde se encontra instalado um sistema completo de captação, gravação e reprodução de imagens.

A utilização do método de censos visuais na PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra teve como principais objetivos, (1) verificar a eficácia do dispositivo para as espécies-alvo da monitorização, (2) identificar os períodos de utilização da PPPeixes, *i.e.* épocas migratórias, das várias espécies que utilizam o dispositivo e (3) identificar comportamentos característicos das espécies-alvo durante a transposição da PPPeixes.

Relativamente às espécies-alvo desta monitorização, considerou-se adequado focar o programa nas espécies piscícolas que incluem, no seu ciclo de vida, a realização de migrações, nomeadamente os migradores anádromos (lampreia-marinha, sável e savelha), catádromos (muge e enguia-europeia) e potamódromos (barbo do Norte, boga-comum e truta-de-rio).

### Metodologia

A monitorização da PPPeixes tem sido efetuada sobretudo através das imagens de vídeo recolhidas pelo equipamento de monitorização que foi instalado nesta infraestrutura. Este sistema é constituído por um gravador de vídeo digital (Modelo Samsung SRD-470), um monitor (Modelo AgNeovo) para visualização das imagens, uma câmara de alta resolução equipada com sistema LED (Modelo Samsung SCO-2080R) para captação de imagens diurnas e noturnas e respetiva fonte de alimentação (Maxenergy PSU 12-24) (Fig. 23) e por uma câmara localizada na zona da janela de visualização associada à galeria de visitação ao público (Fig. 24).

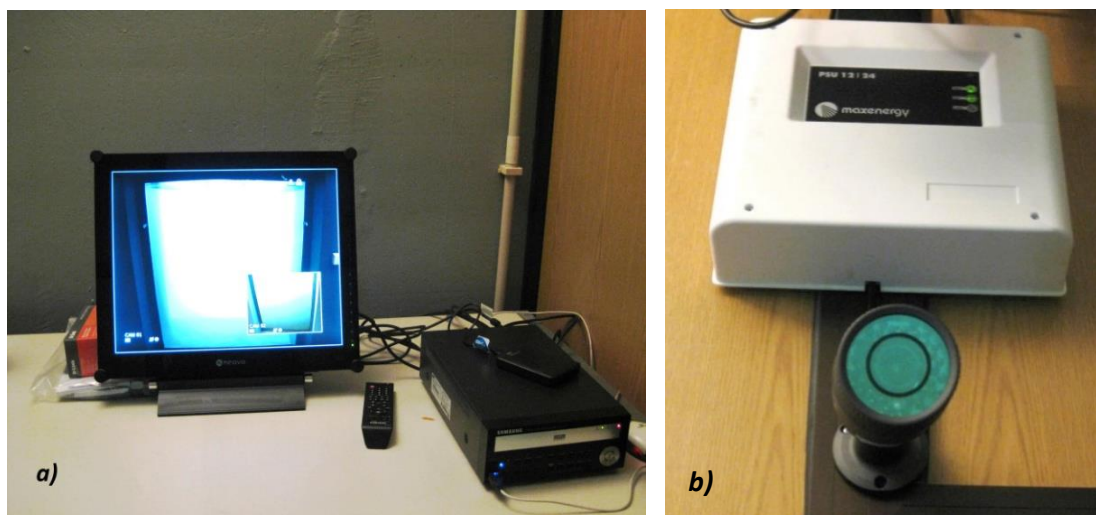


Figura 23. Equipamento existente na sala de monitorização na PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra: a) gravador e monitor; b) câmara de alta resolução.

Foi também colocado, na janela oposta à janela de monitorização, um painel difusor (LitePanel Fabric translucent 196 x 196 cm) que, ao difundir a iluminação de uma forma homogénea pela área visível da janela de monitorização, permite a obtenção de imagens de elevada qualidade e minimiza a perturbação das espécies com hábitos migratórios noturnos.



Figura 24. Câmara CCTV associada à janela de visualização na galeria de visitação ao público da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra.

Durante a observa o das imagens foram registados um conjunto de informações consideradas importantes para a monitoriza o da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra, nomeadamente a identifica o taxon mica dos peixes que passam pela janela de visualiza o, o sentido da sua migra o (montante/jusante) e qualquer outro comportamento

considerado peculiar. Uma passagem para montante, ou movimento migratório para montante, entende-se como uma utilização da PPPeixes por parte de um peixe que efetua uma transposição da passagem no sentido de jusante para montante. O movimento no sentido contrário foi considerado como uma passagem ou migração para jusante. Só foram consideradas passagens (para jusante ou montante) nos casos em que o peixe transpôs a janela de visualização na sua totalidade (não sendo por isso contabilizadas as tentativas, em que os peixes só transpuseram parte da janela de visualização).

Para cada espécie, os indivíduos foram contabilizados para cada intervalo de 15 minutos. No final da análise de cada período de 24 horas de vídeo, é feito um balanço entre as passagens para jusante e montante, para cada intervalo de 15 minutos contabilizado, de forma a eliminar passagens repetidas do mesmo indivíduo e obter o número final de indivíduos pertencentes a cada espécie que utilizaram a PPPeixes.

Em alguns casos, durante a visualização dos vídeos, não foi possível identificar parte dos espécimes piscícolas que utilizam a passagem, tendo-se designado estes exemplares como “Não Identificado” (NI). A não identificação destes peixes deveu-se essencialmente a situações de elevada turbidez que diminuem a qualidade de imagem nos vídeos capturados e impossibilitam a deteção precisa de qualquer característica identificativa das espécies. Para peixes de pequena dimensão, especialmente os ciprinídeos (com menos de ~15 cm), torna-se difícil efetuar uma identificação inequívoca dada as semelhanças morfológicas entre espécies, pelo que sempre que restaram dúvidas na identificação, optou-se por identificar como “NI”.

Devido ao elevado número de passagens de muges através da PPPeixes, foi necessário definir a seguinte metodologia de subamostragem para a contabilização da espécie: para períodos de 3 minutos de contabilização que resultaram num total das contagens igual ou superior a 40 passagens, para montante ou jusante, procedeu-se à multiplicação do valor contabilizado por 5, correspondendo a contagem efetiva a 20% do período total de 15 minutos; para períodos de 3 minutos de contabilização que resultaram num total de muges inferior a 40 passagens, para montante ou jusante, contabilizou-se o período de 15 minutos na totalidade.

Neste relatório são apresentados os resultados relativos às contagens de todos os indivíduos que utilizaram a PPPeixes em dois anos consecutivos, 2013 e 2014.

## Resultados

Entre os meses de janeiro de 2013 e dezembro de 2014, a PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra foi utilizada pelas seguintes espécies autóctones: lampreia-marinha, sável/savelha, barbo do Norte, boga-comum, muge, truta (*Salmo trutta* L.) e enguia-europeia, e também por algumas espécies exóticas: carpa (*Cyprinus carpio* L.), lucioperca (*Sander lucioperca* L.), perca-sol (*Lepomis gibbosus* L.) e achigã (*Micropterus salmoides* Lacepède, 1802). A figura 25 reúne um conjunto de imagens de passagens das espécies piscícolas registadas na PPPeixes durante o período de monitorização contabilizado. Através do método de observação e identificação utilizado, não foi possível diferenciar inequivocamente os espécimes de sável e savelha, pelo que, daqui para a frente a análise associada com as contagens destes indivíduos será feita ao nível do género (*Alosa* spp.), como sável/savelha.

Durante os anos de 2013 e 2014 a PPPeixes foi utilizada por um total de 3283359 indivíduos. Relativamente ao ano de 2013, foram contabilizados 1.407.204 indivíduos a utilizar a PPPeixes. O período do ano durante o qual se contabilizou maior número de passagens foi o verão (julho, agosto e setembro), com um máximo de 520.425 indivíduos durante o mês de julho, no somatório das migrações para montante e para jusante (Fig. 26; Tabela 11). Na Tabela 11 são apresentados os números totais de passagens para montante e para jusante, discriminados por mês e espécie, na PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra durante o ano de 2013.

Relativamente aos migradores anádromos, o maior número de passagens de lampreia-marinha em 2013 ocorreu nos meses de março, abril e maio (725, 6.657 e 846, respetivamente), sendo que o total de lampreias que utilizaram a PPPeixes em 2013 foi 8.333 (Tab. 11). No que diz respeito ao sável/savelha, as migrações ocorreram principalmente nos meses de abril e maio (3.267 e 3.731 indivíduos, respetivamente), com um total de 7.503 *Alosa* spp. a utilizar a PPPeixes em 2013 (Tab. 11).

Em relação aos migradores catádromos, o maior número de passagens para montante de enguia-europeia ocorreu em junho e julho de 2013 (244 e 204 indivíduos, respetivamente; Tab. 11). Em setembro e outubro foram registadas passagens para jusante de enguias de grandes dimensões, tratando-se, previsivelmente, de indivíduos na fase prateada a iniciar a migração reprodutora em direção ao mar. Relativamente ao muge, o pico de migração para montante ocorreu em julho, com um total de 490.557 indivíduos registados, sendo que, em agosto e setembro, ocorreu um novo pico de migração, desta feita para jusante (Tab. 11).



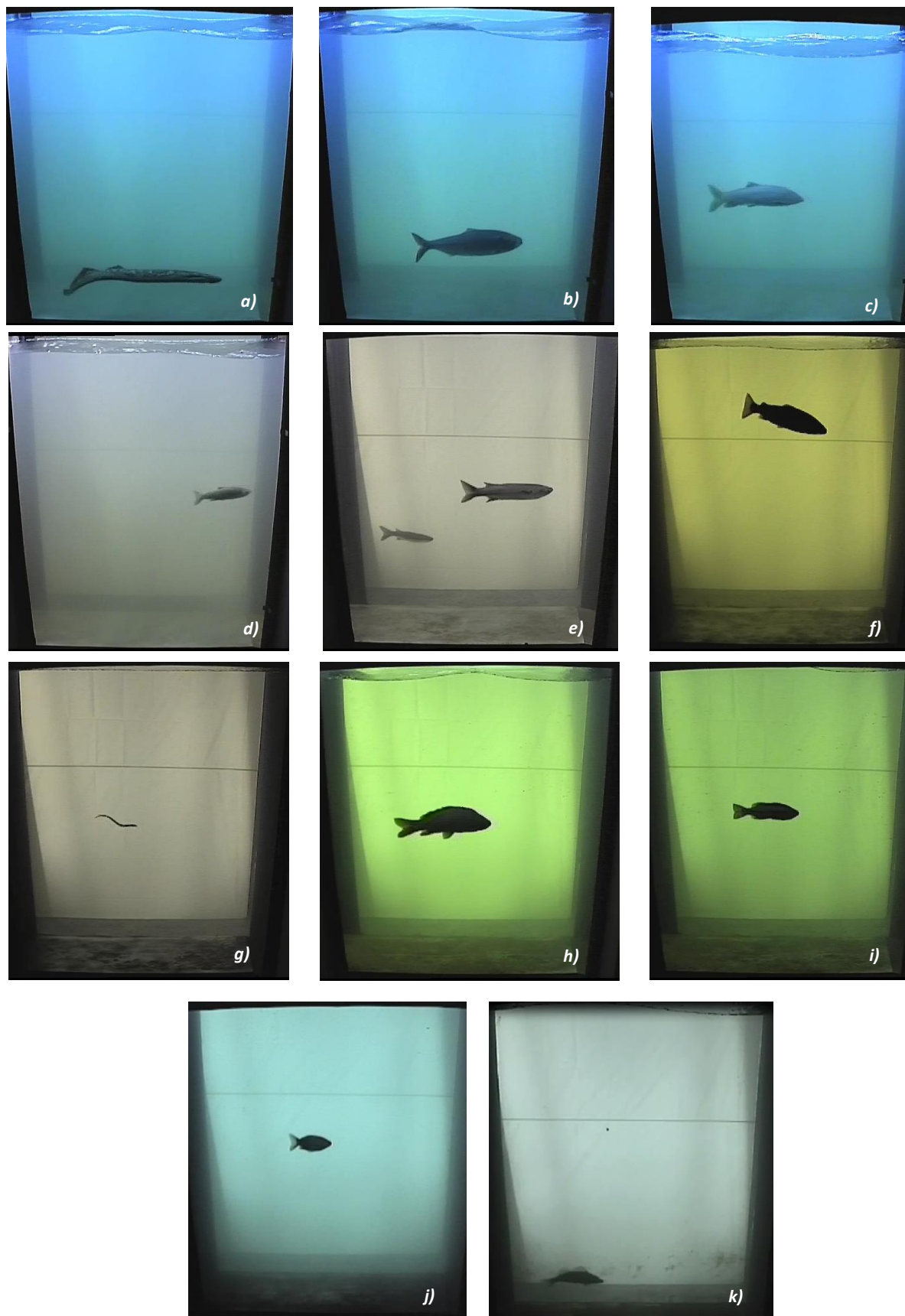


Figura 25. Espécies piscícolas que utilizaram a PPPEixes do Açude-Ponte de Coimbra durante o período de estudo: a) lampreia-marinha, b) *Alosa* spp. c) barbo do Norte, d) boga-comum, e) muge, f) truta, g) enguia-europeia, h) carpa, i) achigã, j) perca-sol e l) lucioperca.

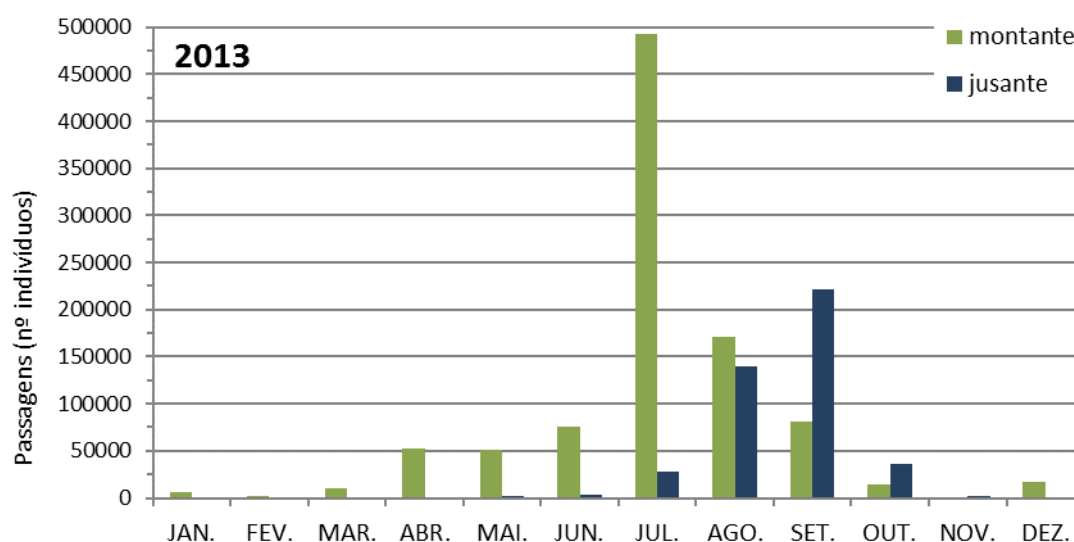


Figura 26. Número de indivíduos que utilizaram a PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra durante o ano de 2013 no sentido jusante-montante (verde) e montante-jusante (azul).

Os gráficos apresentados nas figuras 27 e 28 representam a distribuição diária, em 2013, das passagens para montante das espécies anádromas *P. marinus* e *Alosa* spp. nos meses que correspondem aos picos de migração. Neste período, as passagens estão sobretudo associadas a picos de atividade. O número máximo observado de passagens de lampreia-marinha ocorreu no dia 27 de abril, com 2.319 indivíduos a utilizarem o dispositivo, o que corresponde a 28% do total de lampreias que passaram em 2013. O número máximo de passagens de sável/savelha ocorreu no mesmo dia, com um total de 2.631 passagens. Neste dia passaram 35% do total de clupeídeos que em 2013 utilizou a PPPeixes.

O período de defeso intercalar para as lampreias na ZJM e na ZPP BM teve início no dia 24 de fevereiro e terminou no dia 5 de março, o que significa que, aparentemente, este pico de passagens (bem como os picos menores que o antecederam) não estão diretamente relacionados com o defeso intercalar, mas eventualmente com o encerramento da época de pesca (Fig. 27).

Relativamente a *Alosa* spp., o pico de passagens (35% do total) foi detetado 5 dias depois do início do defeso intercalar para a espécie, que decorreu entre 22 de abril e 1 de maio. No período entre 8 e 22 de maio, 17 dias após o início do defeso intercalar, foram contabilizados um total de 3.398 clupeídeos (45%) na PPPeixes (Fig. 28).

Tabela 11. Frequências mensais de movimentos para montante e jusante na PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra em 2013. A proporção de passagens de cada espécie foi calculada relativamente ao número total de passagens para montante (a) e jusante (b) em 2013

## 2013

### PASSAGENS PARA MONTANTE

	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	TOTAL	a) Proporção (%)
<i>P. marinus</i>	10	78	725	6657	846	5	1	4	0	0	0	7	<b>8333</b>	0,86
<i>Alosa spp.</i>	0	10	6	3267	3731	373	106	10	0	0	0	0	<b>7503</b>	0,77
<i>L. bocagei</i>	51	18	232	7964	5210	2716	1014	733	1007	530	342	504	<b>20321</b>	2,09
<i>P. polylepis</i>	4976	1213	7851	17197	2602	2011	183	170	51	24	228	15945	<b>52451</b>	5,39
<i>L. ramada</i>	44	0	0	16912	38892	70012	490557	170096	80075	13544	70	3	<b>880205</b>	90,44
<i>A. anguilla</i>	0	0	19	45	16	244	204	16	3	5	1	0	<b>553</b>	0,06
<i>S. trutta</i>	1	3	0	5	16	159	39	4	4	0	5	7	<b>243</b>	0,02
<i>Espécies exóticas*</i>	0	0	0	2	3	13	1	6	44	25	22	0	<b>116</b>	0,01
Não identificado	411	77	1025	906	188	272	67	165	111	34	24	234	<b>3514</b>	0,36
<b>Total/mês</b>	<b>5493</b>	<b>1399</b>	<b>9858</b>	<b>52955</b>	<b>51504</b>	<b>75805</b>	<b>492172</b>	<b>171204</b>	<b>81295</b>	<b>14162</b>	<b>692</b>	<b>16700</b>	<b>973239</b>	

### PASSAGENS PARA JUSANTE

	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	TOTAL	b) Proporção (%)
<i>P. marinus</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Alosa spp.</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>L. bocagei</i>	1	1	1	32	195	242	797	635	599	204	59	7	<b>2773</b>	0,64
<i>P. polylepis</i>	3	19	27	57	1382	202	97	95	26	11	136	110	<b>2165</b>	0,50
<i>L. ramada</i>	15	0	0	10	18	3214	24657	131039	220553	35104	453	4	<b>415067</b>	95,65
<i>A. anguilla</i>	0	0	3	16	45	3	32	10	10	13	1	5	<b>138</b>	0,03
<i>S. trutta</i>	1	0	1	0	1	5	0	0	0	0	1	4	<b>13</b>	0,00
<i>Espécies exóticas*</i>	0	0	0	0	0	1	2	0	5	3	16	1	<b>28</b>	0,01
Não identificado	20	6	38	28	56	25	2668	8496	726	567	1082	69	<b>13781</b>	3,18
<b>Total/mês</b>	<b>40</b>	<b>26</b>	<b>70</b>	<b>143</b>	<b>1697</b>	<b>3692</b>	<b>28253</b>	<b>140275</b>	<b>221919</b>	<b>35902</b>	<b>1748</b>	<b>200</b>	<b>433965</b>	

\* *C. carpio*, *S. lucioperca*, *L. gibbosus* e *M. salmoides*.

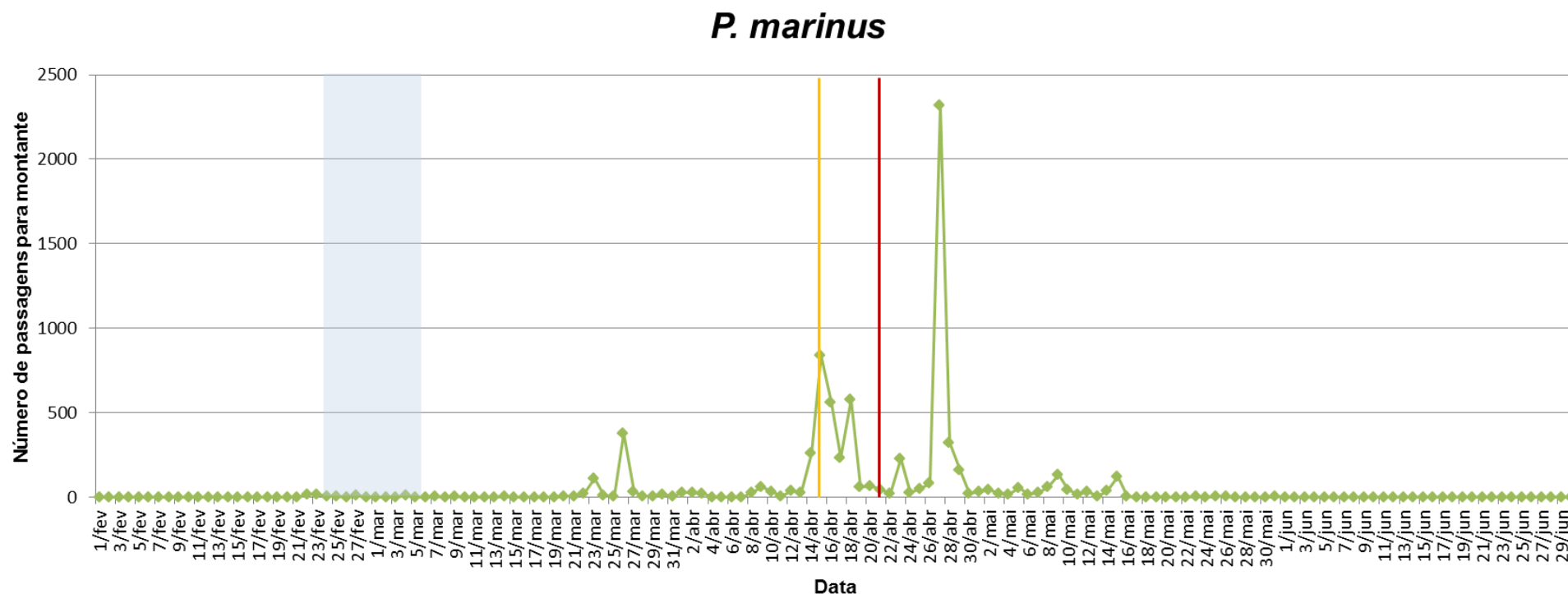
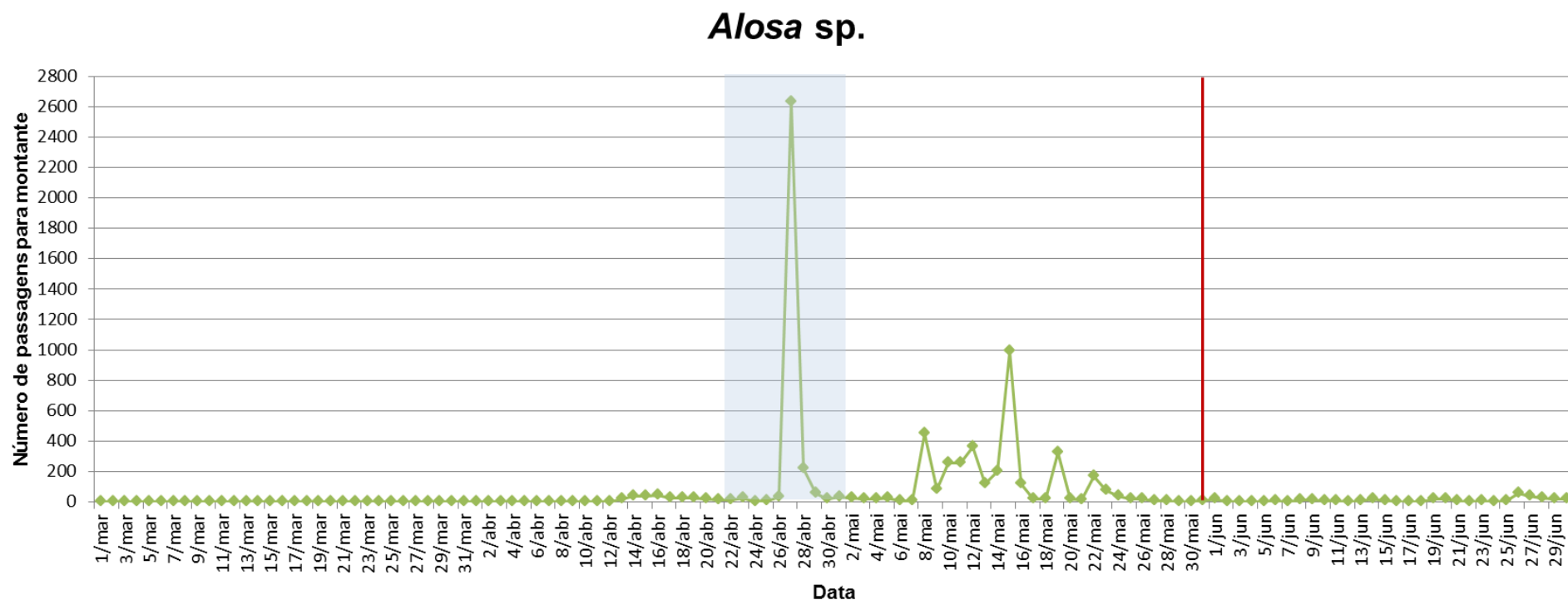


Figura 27. Distribuição diária das passagens para montante de *P. marinus* (lampreia-marinha) durante o pico do movimento migratório (período fevereiro - junho de 2013) na PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra. A barra azul ( ) assinala o período de defeso intercalar definido para a espécie (24 de fevereiro a 5 de março) nas zonas de pesca profissional definidas para o troço do Rio Mondego a jusante do Açude-Ponte de Coimbra. A linha amarela representa o encerramento da época de pesca na Zona de Jurisdição Marítima (15 de abril) e a linha vermelha representa o encerramento da época de pesca na Zona de Pesca Profissional do Baixo Mondego (21 de abril).



*Figura 28.* Distribuição diária das passagens para montante de *Alosa* spp. (sável/savelha) durante o pico do movimento migratório (período de março a junho de 2013) na PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra. A barra azul ( ) assinala o período de defeso intercalar para a espécie (22 de abril a 1 de maio) nas zonas de pesca profissional definidas para o troço do Rio Mondego a jusante do Açude-Ponte de Coimbra e a linha vermelha representa o encerramento da época de pesca neste troço (31 de maio) que se iniciou no dia 11 de março.

Relativamente ao ano de 2014, o mês com maior utilização da PPPeixes por parte da ictiofauna do Rio Mondego foi o mês de setembro, com um total de 494.804 indivíduos, contabilizando migrações para montante e para jusante (Tab. 12; Fig. 29). No total, esta passagem foi utilizada por 1 876155 indivíduos durante o ano de 2014.

A Tabela 12 reúne o número total de passagens para montante e para jusante, discriminadas por espécie e mês, na PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra no ano de 2014. O número total de indivíduos que utilizaram este dispositivo durante o ano de 2014 no sentido jusante-montante foi 1 256186 e no sentido inverso 619969.

Neste período, relativamente aos migradores anádromos, o maior número de passagens de lampreia-marinha ocorreu nos meses de março, abril e maio de 2014 ( $n=7.260$ ,  $n=6.635$  e  $n=7.159$ , respetivamente), sendo que o total de lampreias que utilizaram a PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra em 2014 foi 21.977 (Tab. 12; Fig. 30). No que diz respeito aos clupeídeos, as migrações ocorreram principalmente durante o mês de maio ( $n=2.711$ ), com um total de 3.420 *Alosa* spp. a utilizar a PPPeixes em 2014 (Tab. 12; Fig. 31).

Em relação aos migradores catádromos, durante o ano de 2014, o maior número de passagens para montante de enguia-europeia ocorreu em junho ( $n=546$ ). Relativamente ao muge, o maior número de passagens para montante ocorreu em julho ( $n= 408.538$ ), não obstante terem-se registado valores acima de 150.000 passagens mensais desde junho a setembro, inclusive.

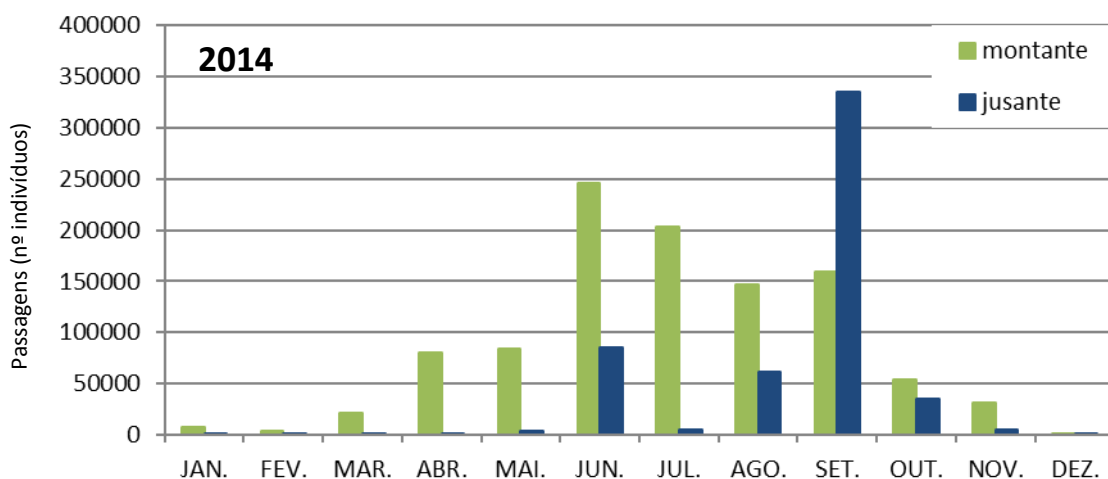


Figura 29. Número indivíduos que utilizaram a PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra durante o ano 2014 no sentido jusante-montante (verde) e montante-jusante (azul).



Tabela 12. Frequências mensais de movimentos para montante e jusante na PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra em 2014. A proporção de passagens de cada espécie foi calculada relativamente ao número total de passagens para montante (a) e jusante (b) em 2014

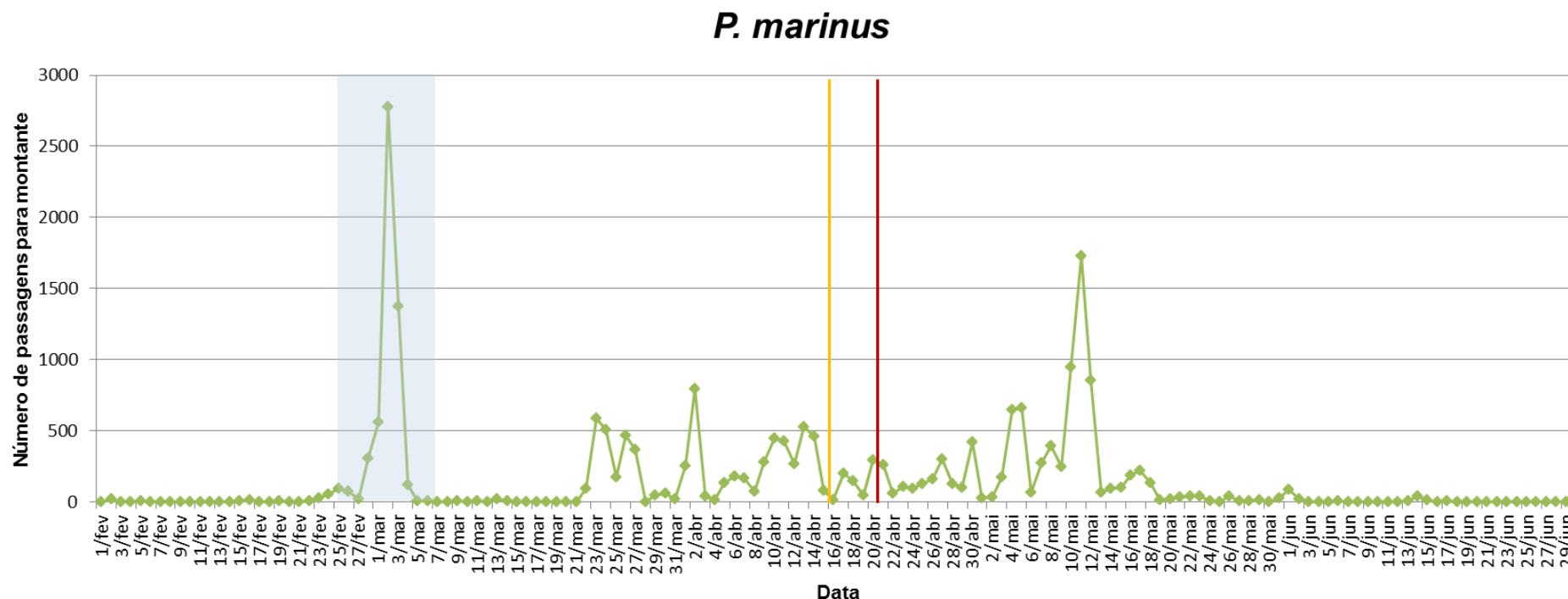
**2014**

PASSAGENS PARA MONTANTE														
	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	TOTAL	a) Proporção (%)
<i>P. marinus</i>	57	665	7260	6635	7159	202	0	0	1	0	0	0	<b>21977</b>	1,75
<i>Alosa spp.</i>	0	4	136	438	2711	117	20	1	0	0	0	0	<b>3427</b>	0,27
<i>L. bocagei</i>	695	329	287	3064	2484	711	759	1093	1456	2558	5751	36	<b>19223</b>	1,53
<i>P. polylepis</i>	6034	2566	10527	8655	819	66	1419	38	448	749	17541	4	<b>48866</b>	3,89
<i>L. ramada</i>	2	0	3189	60947	70722	243604	408538	154023	155643	53788	2530	64	<b>1153050</b>	91,79
<i>A. anguilla</i>	0	0	0	1	79	546	153	11	20	7	0	0	<b>817</b>	0,07
<i>S. trutta</i>	2	1	3	3	40	60	37	4	5	1	7	0	<b>163</b>	0,01
Espécies exóticas	0	0	0	3	2	2	5	36	127	83	18	0	<b>276</b>	0,02
Não identificado	440	95	17	29	31	35	566	21	1530	271	5339	13	<b>8387</b>	0,67
<b>Total/mês</b>	<b>7230</b>	<b>3660</b>	<b>21419</b>	<b>79775</b>	<b>84047</b>	<b>245343</b>	<b>411495</b>	<b>155227</b>	<b>159230</b>	<b>57457</b>	<b>31186</b>	<b>117</b>	<b>1256186</b>	

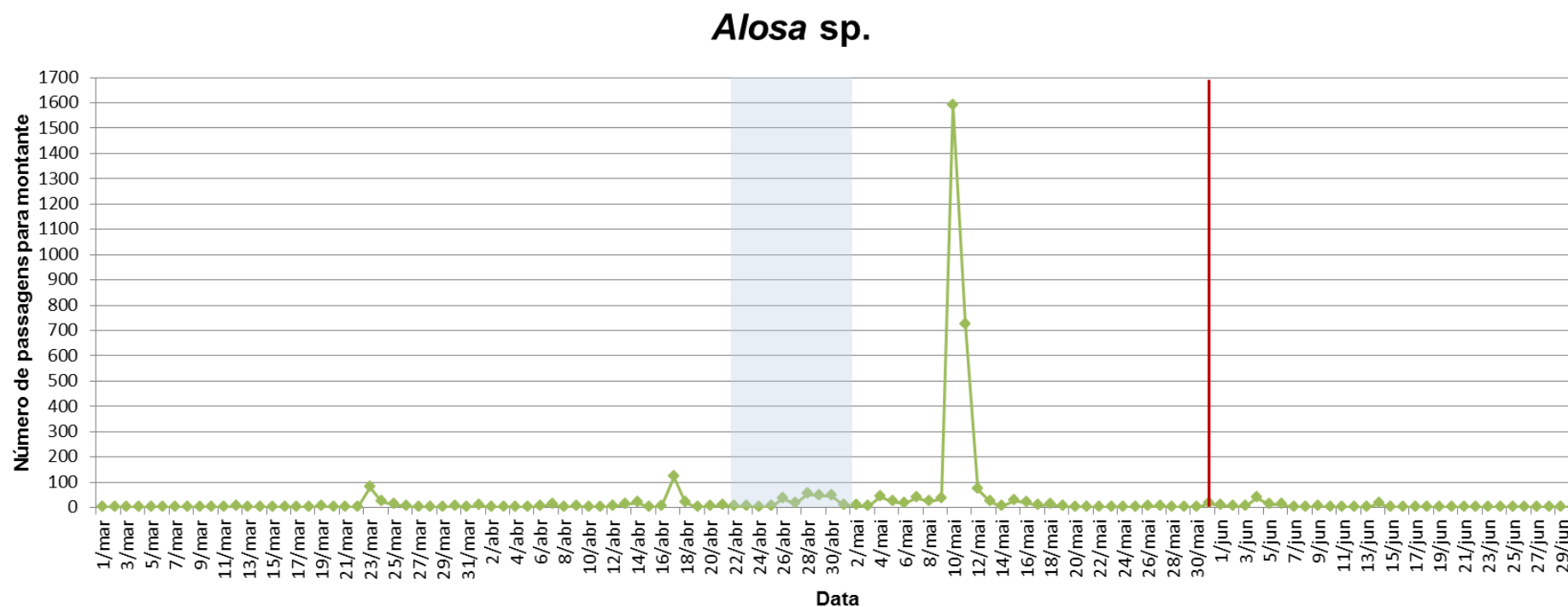
  

PASSAGENS PARA JUSANTE														
	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	TOTAL	b) Proporção (%)
<i>P. marinus</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Alosa spp.</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>L. bocagei</i>	4	0	5	36	86	190	357	636	770	530	195	1	<b>2810</b>	0,45
<i>P. polylepis</i>	2	19	83	234	564	111	26	9	21	28	92	2	<b>1191</b>	0,19
<i>L. ramada</i>	0	0	4	4	2412	84983	4019	138937	334418	45153	4685	0	<b>614615</b>	99,14
<i>A. anguilla</i>	0	0	0	0	5	13	23	3	19	10	10	0	<b>83</b>	0,01
<i>S. trutta</i>	0	0	0	0	0	2	1	0	2	0	0	0	<b>5</b>	0,00
Espécies exóticas*	10	0	0	0	3	0	1	0	28	25	10	0	<b>77</b>	0,01
Não identificado	233	12	57	7	28	16	93	70	316	93	119	144	<b>1188</b>	0,19
<b>Total/mês</b>	<b>249</b>	<b>31</b>	<b>149</b>	<b>281</b>	<b>3098</b>	<b>85315</b>	<b>4520</b>	<b>139655</b>	<b>335574</b>	<b>45839</b>	<b>5111</b>	<b>147</b>	<b>619969</b>	

\* *C. carpio*, *S. lucioperca*, *L. gibbosus* e *M. salmoides*.



*Figura 30.* Distribuição diária das passagens para montante de *P. marinus* (lampreia-marinha) durante o pico do movimento migratório (período fevereiro - junho de 2014) na PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra. A barra azul ( ) assinala o período de defeso intercalar definido para a espécie (24 de fevereiro a 5 de março) nas zonas de pesca profissional definidas para o troço do Rio Mondego a jusante do Açude-Ponte de Coimbra. A linha amarela representa o encerramento da época de pesca na Zona de Jurisdição Marítima (15 de abril) e a linha vermelha representa o encerramento da época de pesca na Zona de Pesca Profissional do Baixo Mondego (21 de abril).



*Figura 31.* Distribuição diária das passagens para montante de *Alosa* spp. (sável/savelha) durante o pico do movimento migratório (período de março a junho de 2014) na PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra. A barra azul ( ) assinala o período de defeso intercalar para a espécie (22 de abril a 1 de maio) nas zonas de pesca profissional definidas para o troço do Rio Mondego a jusante do Açude-Ponte de Coimbra Coimbra e a linha vermelha representa o encerramento da época de pesca neste troço (31 de maio).

Os gráficos apresentados nas figuras 30 e 31 representam, respetivamente, a distribuição diária das passagens para montante das espécies anádromas *P. marinus* e *Alosa* spp. durante o ano de 2014. Durante os meses que correspondem aos picos de migração, o grosso das passagens está sobretudo associado a alguns picos intercalares de atividade. O número máximo observado de passagens de lampreia-marinha ocorreu no dia 2 de março, com 2.779 indivíduos a utilizarem esta estrutura. No caso do sável/savelha, o número máximo de passagens ocorreu no dia 10 de maio, com um total de 1.590 passagens. Neste dia passaram 47% do total de clupeídeos que em 2014 utilizou a PPPeixes.

Cerca de 5.000 lampreias passaram na PPPeixes entre 28 de fevereiro e 3 de março de 2014. O período de defeso intercalar teve início no dia 24 de fevereiro e terminou no dia 5 de março, o que significa que quatro dias após o início do defeso o número de lampreias a utilizar a passagem aumentou consideravelmente, com um pico a 2 de março, sete dias após o início do defeso intercalar. Este aumento no número de indivíduos a utilizar a PPPeixes, contudo, deverá também estar relacionado com o caudal verificado na infraestrutura.

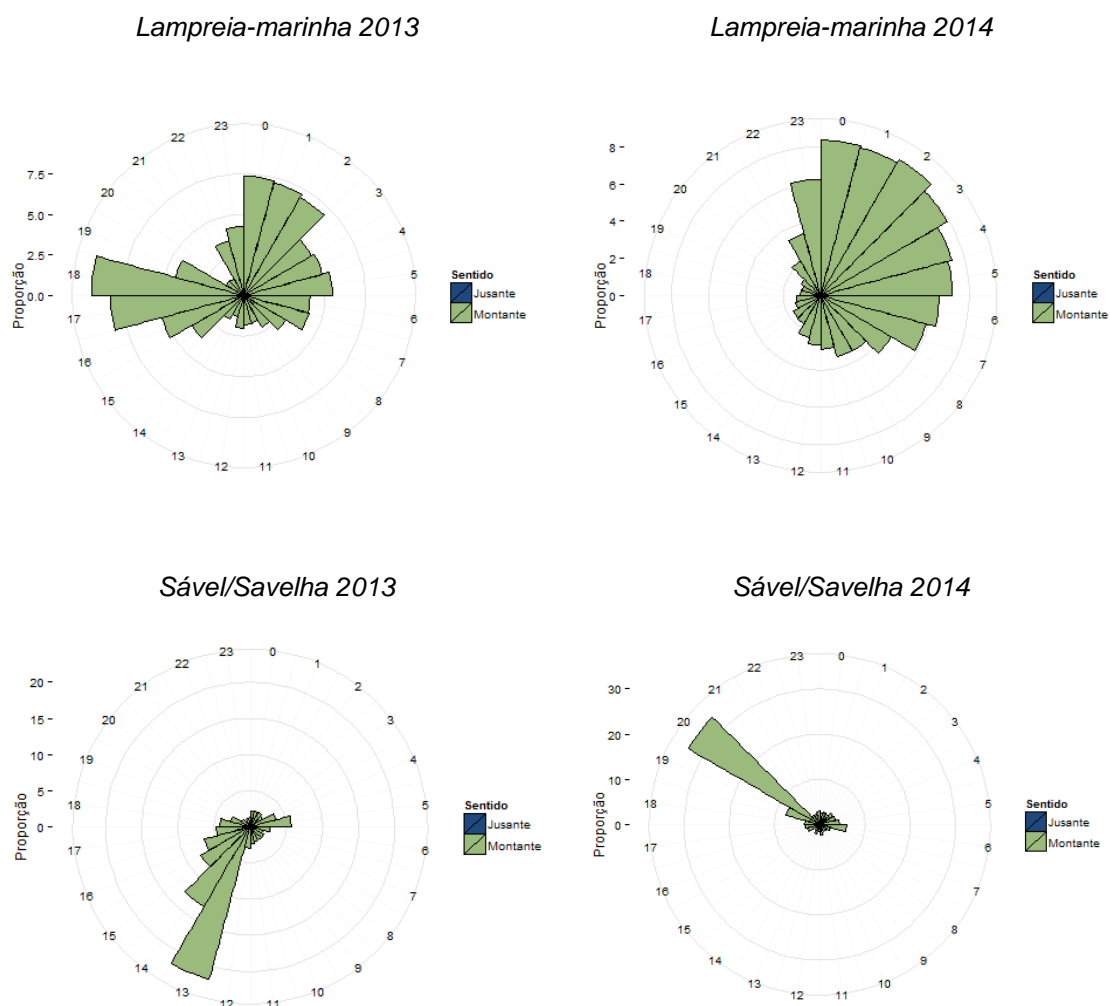
Relativamente aos sáveis, o pico de passagens foi detetado 19 dias depois do início do defeso intercalar para a espécie. Embora não tenhamos informação que permita estimar o tempo necessário para esta espécie perfazer os 45 km desde a foz do Rio Mondego até ao Açude-Ponte, este pico de atividade nos dias 10 e 11 de maio, que correspondeu à passagem de 68% do total de clupeídeos que utilizou a PPPeixes em 2014, poderá estar relacionado com o período de defeso intercalar. No ano anterior foram contabilizados 45% dos indivíduos no período 8-22 de maio, 17 dias após o início do defeso intercalar para a espécie.

### **Distribuição circadiana**

O padrão circadiano das passagens para montante das espécies que utilizaram a PPPeixes foi analisado com recurso a gráficos circulares.

A figura 32 ilustra a distribuição circadiana dos movimentos para montante efetuados nas épocas migratórias de 2013 e 2014 pelas espécies anádromas, lampreia-marinha e sável/savelha. Estão igualmente representados os movimentos nos dois sentidos, montante e jusante, durante o mesmo período, das espécies potamódromas (barbo do Norte e boga-comum; Fig. 33) e da espécie catádroma (muge; Fig. 34).

Relativamente à lampreia-marinha, durante a época migratória de 2013, as passagens ocorreram principalmente no período entre as 16 horas e as 8 horas. E em 2014 entre as 22 horas e as 10 horas. O sável/savelha apresenta um pico de movimentos para montante significativo em 2013 às 13 horas e em 2014 às 20 horas (Fig. 32).

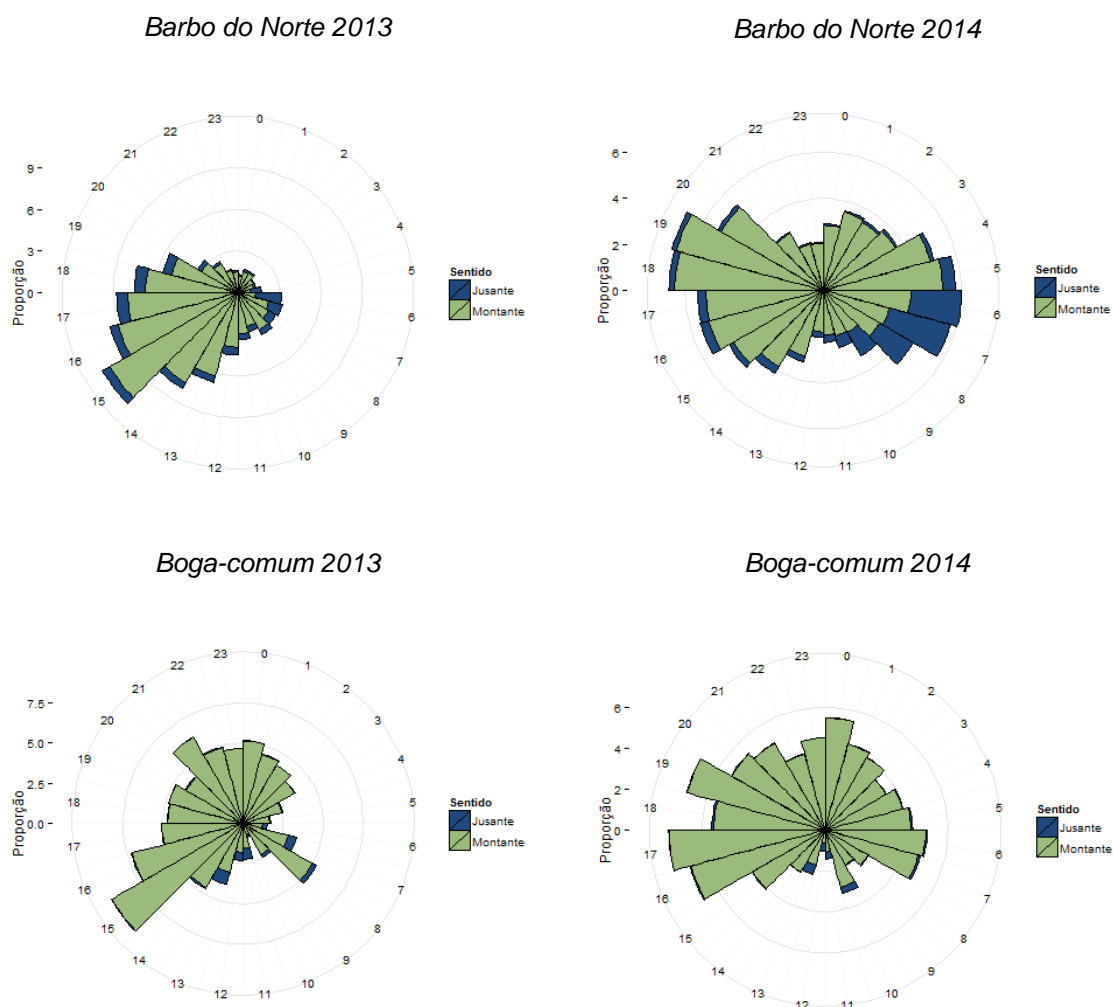


**Figura 32.** Distribuição circadiana dos movimentos para montante realizados através da PPPeixes para as espécies anádromas lampreia-marinha e sável/savelha, durante as épocas de migração de 2013 e 2014.

O barbo do Norte, em 2013, utilizou a PPPeixes essencialmente entre as 7 horas e as 19 horas, com movimentos nos dois sentidos. Esta espécie em 2014 apresentou uma utilização mais dispersa ao longo do dia, com movimentos para montante a ocorrerem sobretudo entre as 0 horas e as 8 horas e, novamente, entre as 13 horas e as 20 horas e os movimentos para jusante a ocorrerem essencialmente entre as 6 horas e as 9 horas (Fig. 33). Quanto à boga-comum, observa-se uma utilização igualmente dispersa ao longo das 24 horas, com uma maior incidência no que diz respeito a movimentos para



montante em 2013 às 15 e 16 horas, 21 e 8 horas e em 2014 entre as 15 horas e as 7 horas. Os movimentos das bogas para jusante registam-se entre as 7 horas e as 13 horas em 2013 e entre as 10 horas e as 13 horas em 2014 (Fig. 33).



**Figura 33.** Distribuição circadiana dos movimentos para montante e jusante, realizados através da PPPeixes para as espécies potamódromas barbo do Norte e boga-comum, durante as épocas de migração de 2013 e 2014.

Durante as duas épocas de monitorização, o muge apresentou um padrão de movimentos circadianos bastante semelhante, sendo que a maior parte das passagens para montante e jusante ocorreram essencialmente entre as 7 horas e as 20 horas (Fig. 34).

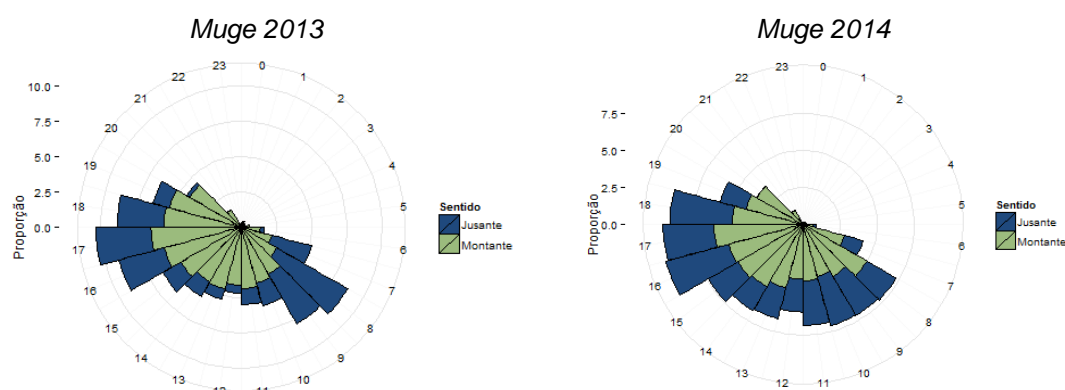


Figura 34. Distribuição circadiana dos movimentos para montante e jusante detetados na PPPeixes para a espécie catádroma muge em 2013 e 2014.

### 2.3.1.2. Identificação das variáveis abióticas que condicionam a eficiência da PPPeixes para as espécies anádromas e potamódromas

#### Enquadramento

Os movimentos migratórios piscícolas são desencadeados e influenciados por ritmos endógenos do próprio organismo (respostas fisiológicas) ou por fatores externos ao mesmo, estímulos ambientais como o fotoperíodo, a variação da temperatura, o ciclo lunar, variação de caudal, entre outros (Pavlov, 1989; Katopodis, 1992). Desta forma, trabalhos com as características do presente estudo, que envolvem a avaliação da eficácia e eficiência de uma PPPeixes, devem identificar os fatores que condicionam os movimentos migratórios das espécies, numa perspetiva de desenvolver propostas de gestão dos dispositivos de transposição piscícola que maximizem a sua eficácia e eficiência (Almeida *et al.*, 2002; FAO/DVWK, 2002).

No presente estudo foi utilizado o modelo *Boosted Regression Trees* (BRT; Elith, 2008) para examinar a relação entre a utilização da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra pelas espécies-alvo e os preditores abióticos. As BRT representam uma técnica flexível de modelagem e regressão, constituindo uma relevante ferramenta para a modelação de dados ecológicos (Elith *et al.*, 2008) e, apesar da sua em estudos ecológicos ser recente, existem evidências de que é uma técnica muito útil para lidar com séries de dados biológicos complexos.

Para a concretização desta tarefa, paralelamente aos censos visuais, procedeu-se a recolha de parâmetros abióticos e hidráulicos, que constituíram as variáveis ambientais explicativas. A recolha de toda esta informação permitiu relacionar a passagem das espécies anádromas (lampreia-marinha, *Alosa* spp.) e potamódromas (barbo do Norte,

boga-comum) com os parâmetros que potencialmente poderiam influenciar o padrão de utilização da PPPeixes.

### Metodologia

Na fase inicial da monitorização foi instalada na PPPeixes uma sonda multiparamétrica (EXO2 Water Quality Sonde) equipada para medir em contínuo parâmetros abióticos considerados como potenciais preditores do tipo de utilização da PPPeixes efetuado pela fauna piscícola. A sonda inclui sensores de turbidez, temperatura, salinidade e condutividade, tem uma autonomia de registo de cerca de 3 meses e foi programada para registar os referidos parâmetros com um intervalo de tempo de 30 minutos. O local selecionado para a colocação da sonda foi a primeira bacia da PPPeixes a contar de jusante, onde ficou instalada no interior de um tubo de PVC de forma a permitir a sua manutenção sem que seja necessário esvaziar a PPPeixes.

Para além dos dados abióticos recolhidos com recurso à sonda multiparamétrica, foram ainda disponibilizados pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA), dados da gestão de caudais, nomeadamente, caudais efluentes totais no Rio Mondego.

Por fim, foram compiladas outras informações ambientais consideradas importantes como o ciclo lunar, período do dia e a duração do dia (fotoperíodo), que variam ao longo das épocas de migração. Estes dados foram obtidos na página da Internet do Observatório Astronómico de Lisboa (<http://oal.ul.pt/>).

As variáveis da tabela 13 foram selecionadas por se considerar serem potenciais preditores dos movimentos que as espécies-alvo realizam na PPPeixes e utilizadas nos modelos de explicação.

**Tabela 13.** Seleção dos preditores utilizados nos modelos explicativos das espécies anádromas (lampreia-marinha e *Alosa* spp.), e potamódromas (barbo-comum e boga-comum)

Variável	Abreviatura	Tipo	Descrição	Fonte
Temperatura (°C)	Temp	Continua	Temperatura média horária da água do rio registada em intervalos de 30 minutos.	Sonda multiparamétrica
Condutividade específica (µS/cm)	CondEsp	Continua	Condutividade específica média da água do rio registada em intervalos de 30 minutos.	
Turbidez (FNU)	Turb	Continua	Turbidez média horária do rio registada em intervalos de 30 minutos.	
Salinidade (psu)	Sal	Continua	Salinidade média horária do rio registada em intervalos de 30 minutos.	
Caudal efluente total (m³/s)	Caud	Continua	Caudal efluente total médio horário, que corresponde ao caudal efluente médio horário descarregado pelas nove comportas mais o caudal efluente da PPPeixes.	Agência Portuguesa do Ambiente
Fotoperíodo	Fot	Continua	Duração do período diurno expresso em n.º de horas.	Observatório Astronómico de Lisboa
Ciclo lunar	FasLun	Categórica	Fases da lua (LC: Lua cheia; LN: Lua nova; QC: Quarto crescente; QD: Quarto decrescente)	
Período do dia	PerDia	Categórica	Fase do dia, definida a partir da hora correspondente ao crepúsculo (DC: Dia claro; E: Escurecer; NF: Noite fechada; RA: Raiar da aurora)	

Foram criados modelos que pretendem explicar a utilização que é feita da PPPeixes pelas seguintes espécies:

- Lampreia-marinha;
- Sável/Savelha;
- Barbo do Norte;
- Boga-comum.

Para os modelos foram utilizados dados de contagens de passagens para montante registadas a partir de censos visuais com recurso a filmagens de vídeo recolhidas na

sala de monitorização da PPPeixes. Para cada modelo foram compreendidas todas as contagens de movimentos para montante registados em intervalos de 1 hora, entre o início de janeiro de 2013 e final de junho de 2013. Tendo em conta que o objetivo principal deste trabalho é perceber que preditores explicam a utilização da PPPeixes por parte das espécies em estudo, durante a migração reprodutora, a presente análise foi centrada essencialmente no intervalo correspondente à época de migração das espécies-alvo que vem de encontro ao período de maior utilização da PPPeixes.

Para isso, a amostra de dados utilizada nos modelos foi delimitada segundo os dados de contagens de passagens recolhidos da estação de monitorização da PPPeixes. Este processo envolveu o cálculo das percentagens acumuladas 10-90% da amostra de dados da variável resposta para cada espécie-alvo, de forma a eliminar períodos da época de migração durante os quais grande parte do tempo não se contabilizaram nenhuma passagem incluindo assim 80% das passagens totais. Este procedimento aproximou o intervalo da amostra utilizada na análise ao pico migratório associado à utilização que cada espécie-alvo de estudo faz da PPPeixes.

Os modelos estatísticos ajustados são explicativos-preditivos devido ao seu formato de regressão logística, que incorpora dois algoritmos: as árvores de decisão, que correspondem a modelos que relacionam uma resposta aos seus preditores, através de divisões binárias recursivas, e o *boosting*, um método adaptativo que combina vários modelos simples, adicionando uma componente estocástica ao processo, melhorando a performance preditiva do modelo final. O processo de construção do modelo em BRT é referido como *forward stagewise*, o que reflete o facto de, a cada passo, ser adicionado um termo ao modelo para diminuir ligeiramente o erro preditivo, ou seja, a perda de performance preditiva gerada por um modelo subótimo (Elith *et al.*, 2006).

As vantagens deste método residem: (i) na sua capacidade de incluir vários tipos de preditores e possíveis ausências de dados de variáveis abióticas; (ii) na sua imunidade perante efeitos de *outliers* extremos e de preditores irrelevantes; (iii) na sua capacidade de ajustar relações não lineares complexas; e (iv) na sua facilidade de ajustar interações entre preditores (Elith, 2008; Leathwick *et al.*, 2008).

As análises foram corridas em ambiente R (versão 2.7.1, R Development Core Team, 2004), utilizando o pacote “gbm” (Ridgeway, 2006) e o suplemento de funções de Elith *et al.* (2008).

A performance preditiva dos modelos foi avaliada no conjunto de dados de teste, utilizados para ajustar e testar o modelo através da técnica de validação cruzada com



10 partições. (Elith *et al.*, 2006). O método CV ajusta uma série de modelos a 10 subconjuntos temporários, selecionados ao acaso e compreendendo 90% dos dados disponíveis, com as árvores sendo sucessivamente adicionadas até que não sejam detetadas melhorias na capacidade preditiva para os 10% dos dados que ficaram retidos (Leathwick *et al.*, 2006; Elith *et al.*, 2008). Este procedimento é repetido 10 vezes, de modo a que cada subconjunto possa ser usado para validação dos modelos obtidos.

Para cada modelo, foram determinadas três métricas de performance, o *cv deviance*, a percentagem explicativa ( $R^2$ ) e o *cv correlation* (Tabela 14).

*Tabela 14.* Parâmetros utilizados para avaliar a performance preditiva do modelo e respetiva condição que indica boa performance (Leathwick *et al.*, 2006; Abeare, 2009; Pinkerton *et al.*, 2010; Rodil *et al.*, 2012)

Tipo de métrica	Breve descrição	Condição de boa performance
Cv <i>deviance</i>	Erro preditivo da validação cruzada.	O menor possível.
$R^2$	Percentagem de variação explicada pelo modelo calculada através da média total da variação e dos resíduos médios da variação.	Varia entre 0 e 1, em que 0 representa nenhuma variação explicada e má performance do modelo e 1 a melhor performance possível com 100% de variação da resposta explicada pelo modelo.
Cv <i>correlation</i>	Medida de correlação entre os dados observados e os dados ajustados; calculado a partir da correlação de Pearson.	Correlação significativa.

A importância das variáveis preditivas nos modelos BRT foi avaliada utilizando um *script* do pacote “gbm”, que calcula a contribuição de cada preditor para o ajustamento do modelo, avaliado através de todas as árvores (Friedman, 2001). Esta medida é baseada no número de vezes que uma variável é selecionada para dividir, ponderada com o melhoramento quadrado que resulta dessas divisões (Elith *et al.*, 2008).

Nos casos em que os preditores participam no modelo com uma pequena contribuição de explicação da variação (<3%), estas variáveis devem ser eliminadas do modelo final. Este processo, para a eliminação de variáveis não-informativas envolve a simplificação do modelo pela queda do preditor menos importante (Rodil *et al.*, 2012).

As funções parciais, geradas em função das árvores de decisão, foram usadas para a interpretação e quantificação da relação entre cada preditor e a variável resposta, tendo em conta o efeito médio de todas as outras variáveis do modelo (Franklin *et al.*, 2013). Para facilitar a interpretação destes dados, procedeu-se à representação gráfica das funções ajustadas num modelo BRT, utilizando funções de dependência parcial ("gbm.plot").

As BRT permitem identificar estas interações entre pares de preditores (Parravicini *et al.*, 2013). Para quantificar os efeitos das interações entre variáveis, utilizou-se uma função ("gbm.interactions") que cria, para cada possível par de preditores, um modelo linear que relaciona predições temporárias propositadamente geradas entre todos os pares de preditores.

Apesar de os modelos utilizados (*i.e.*, BRT) serem, de uma forma geral, uma técnica robusta e não requererem a seleção *a priori* de variáveis, Dormann *et al.* (2012) referem que é preferível a eliminação de correlações numa pré-análise. Assim, foi investigada a presença de correlações elevadas entre os preditores da tabela 14. Todas as correlações entre variáveis superiores, em valor absoluto, a 0,8 foram excluídas (Snelder & Lamouroux, 2010). Para uma análise de correlação entre variáveis, assumindo que estamos a lidar com dados não paramétricos, foi utilizado o teste de Spearman (Dormann *et al.*, 2012).

Para além de identificar variáveis ambientais importantes que contribuem para os padrões de migração das espécies-alvo deste estudo, os BRT geram previsões explícitas de contagens esperadas numa determinada série temporal. No contexto deste trabalho, as previsões serviram para validação dos modelos construídos. Os valores esperados foram gerados utilizando um script disponível no pacote "gbm": o "predict.gbm" e a partir da matriz do segundo ano de monitorização com recurso a contagens visuais, o ano de 2014. A matriz, utilizada foi redimensionada da mesma forma que a matriz de 2013.

## Resultados

O registo e recolha de dados abióticos teve como principal objetivo perceber de que forma é que esses parâmetros ambientais condicionam a atividade biológica das espécies-alvo na PPPEixes. Este procedimento permitiu identificar os fatores abióticos que condicionam a utilização que é feita do dispositivo de passagem, por cada uma das

espécies analisadas, nomeadamente a lampreia-marinha, o barbo do Norte, a boga-comum e para o género *Alosa* spp.

Baseado nos resultados do teste de Spearman, expostos na tabela 15, foi tomada a decisão de não proceder à utilização das variáveis fotoperíodo e salinidade, por estas estarem fortemente correlacionadas com a temperatura e condutividade específica, respetivamente.

*Tabela 15.* Resultados da análise de correlação de Spearman entre os 6 preditores inicialmente selecionados para incluir nos modelos BRT para cada espécie

	Temp	CondEsp	Turb	Sal	Caud	Fot
Temp	1.000	-0,568	0,051	-0,595	-0,642	0,951**
CondEsp	-0,568	1.000	-0,210*	0,932**	0,502	-0,634
Turb	0,051	-0,210	1.000	-0,171	0,169	0,113
Sal	-0,595	0,932**	-0,171	1.000	0,507	-0,651
Caud	-0,642	0,502	0,169	0,507	1.000	-0,492
Fot	0,951**	-0,634	0,113	-0,651	-0,492	1.000

\*\* - correlações superiores em valor absoluto a 0,8.

A amostra de dados utilizada para a construção de cada modelo inclui valores horários de passagens para montante correspondentes aos períodos apresentados na tabela 16. O referido período não corresponde à totalidade das épocas de migração, mas ao período relativo ao pico de utilização da PPPeixes que inclui o N (Tabela 16) correspondente a 80% das passagens entre janeiro e junho de 2013.

Nas figuras seguintes (Figs. 35-38) é possível observar de que forma as contagens acumuladas das espécies-alvo evoluem ao longo da época de migração de 2013 e em que momento as matrizes foram cortadas (linha cinzenta) tendo em conta o referido critério de redimensionamento.

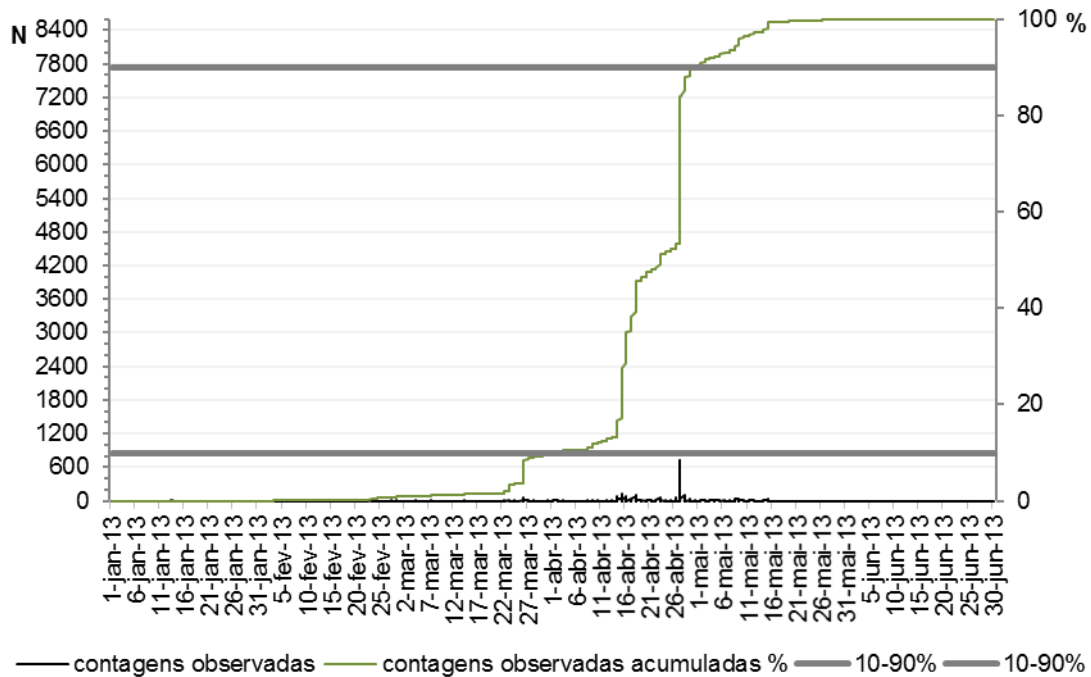


Figura 35. Redimensionamento da amostra de dados de contagens observadas de lampreia-marinha segundo a percentagem acumulada 10-90% que pode ser observada a cinzento na imagem.

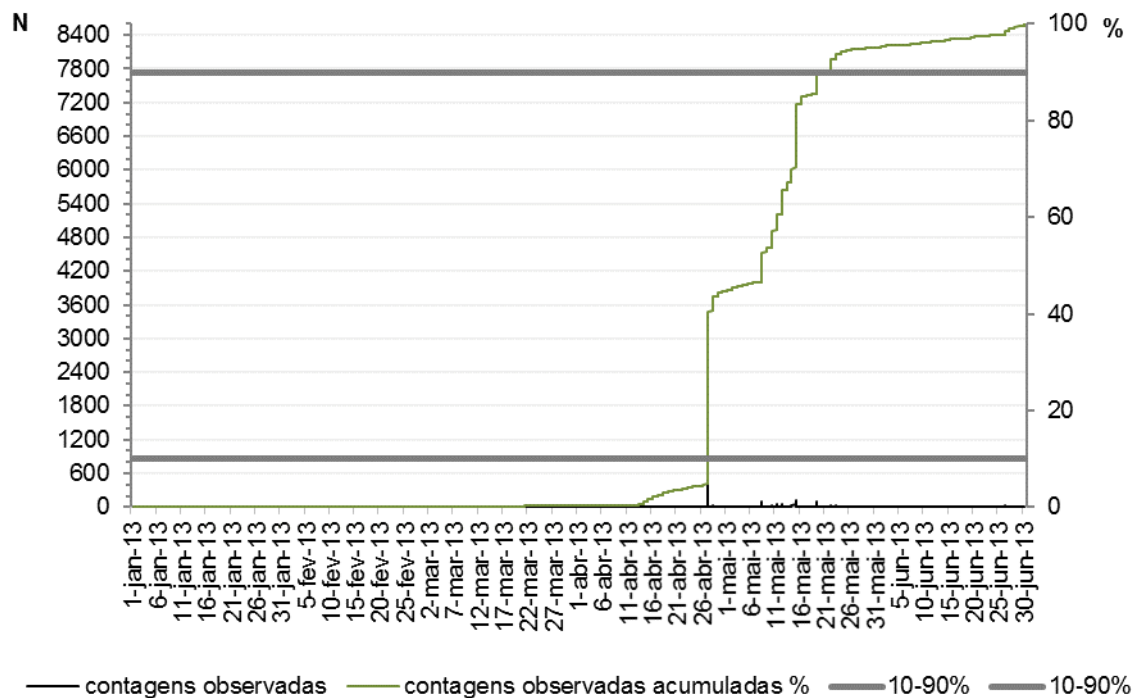


Figura 36. Redimensionamento da amostra de dados de contagens observadas de *Alosa spp.* segundo a percentagem acumulada 10-90% que pode ser observada a cinzento na imagem.

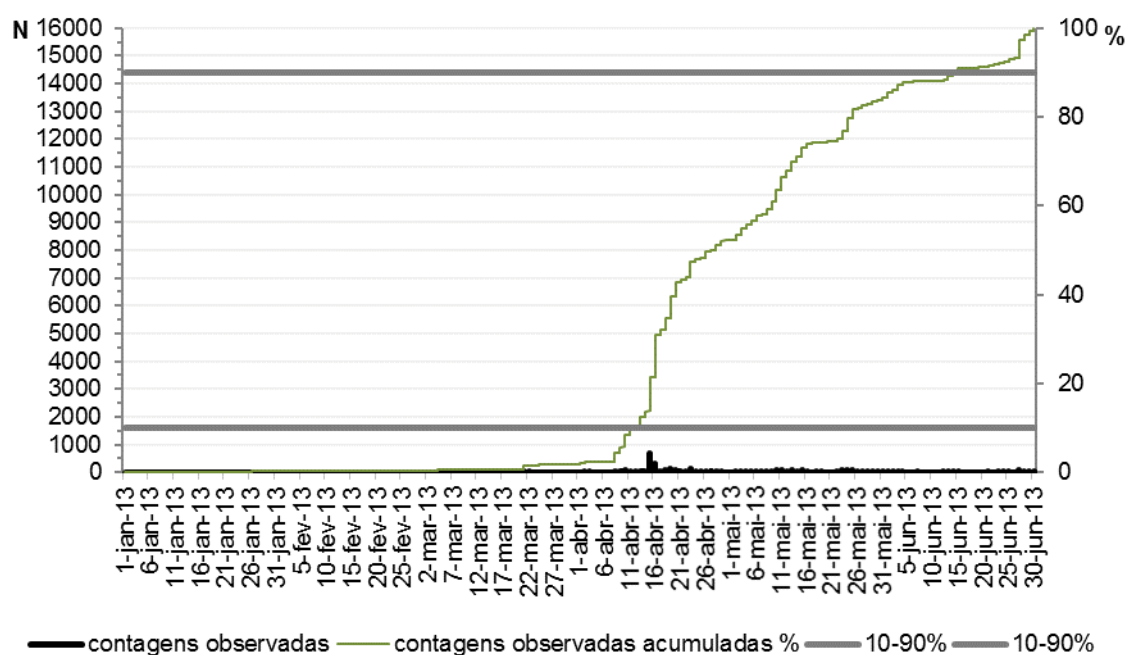


Figura 37. Redimensionamento da amostra de dados de contagens observadas de barbo do Norte segundo a percentagem acumulada 10-90% que pode ser observada a cinzento na imagem.

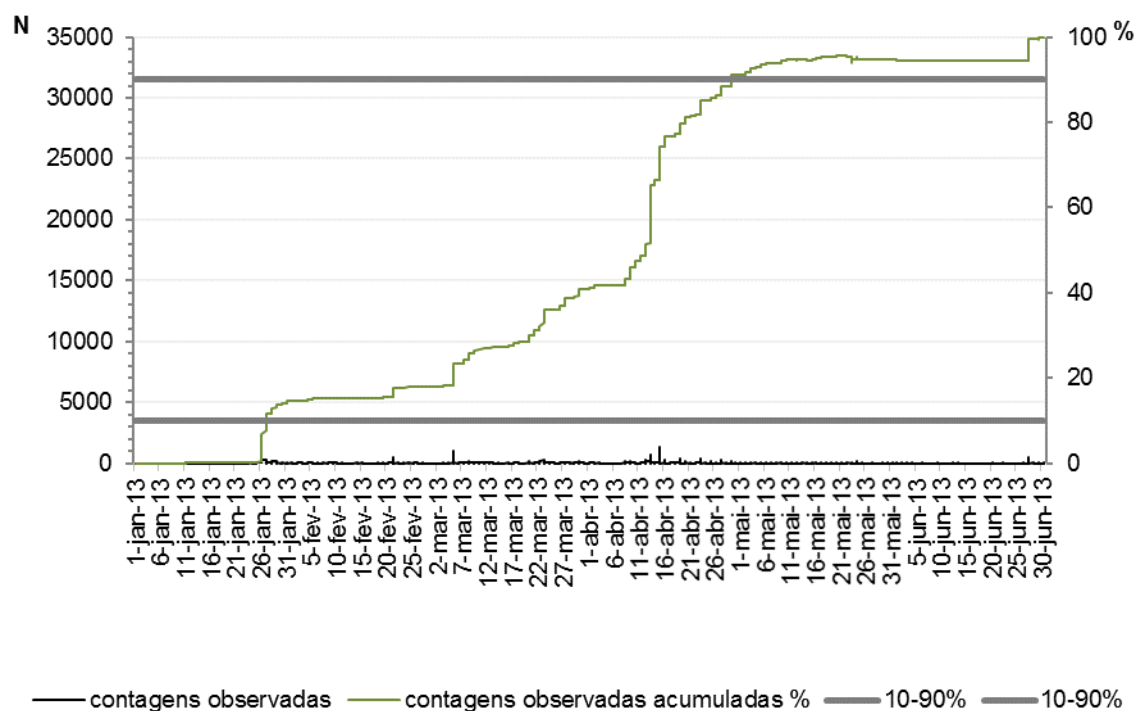


Figura 38. Redimensionamento da amostra de dados de contagens observadas de boga-comum segundo a percentagem acumulada 10-90% que pode ser observada a cinzento na imagem.



**Tabela 16.** Características da matriz utilizada na construção dos modelos de utilização da PPPeixes

<b>Espécie</b>	<b>Intervalo da amostra utilizada</b>	<b>N (número de passagens para montante)</b>
Lampreia-marinha	[01/04/2013; 23h – 30/04/2013; 02h]	6216
Sável/Savelha	[27/04/2013; 23h - 20/05/2013; 07h]	6270
Barbo do Norte	[12/04/2013; 17h – 15/06/2013; 19h]	12769
Boga-comum	[27/01/2013; 04h – 29/04/2013; 13h]	27131

No modelo desenvolvido com os dados da lampreia-marinha, o preditor que melhor explica a variação do modelo, com uma contribuição de 81%, é o caudal. Este resultado significa que no processo de construção do modelo da lampreia-marinha, a variável caudal foi aquela que mais vezes foi selecionada para processos de divisão em nós de decisão. Em termos práticos, significa que a entrada das lampreias-marinhas na PPPeixes foi influenciada essencialmente pelo caudal. Os resultados apresentados na figura 39 mostram que as lampreias-marinhas utilizam a PPPeixes essencialmente quando o caudal total efluente está entre os 50 m<sup>3</sup>/s e os 180 m<sup>3</sup>/s, inibindo a entrada de lampreias-marinhas quando esta variável atinge valores mais elevados. Os restantes preditores têm associadas percentagens de explicação pouco expressivas.

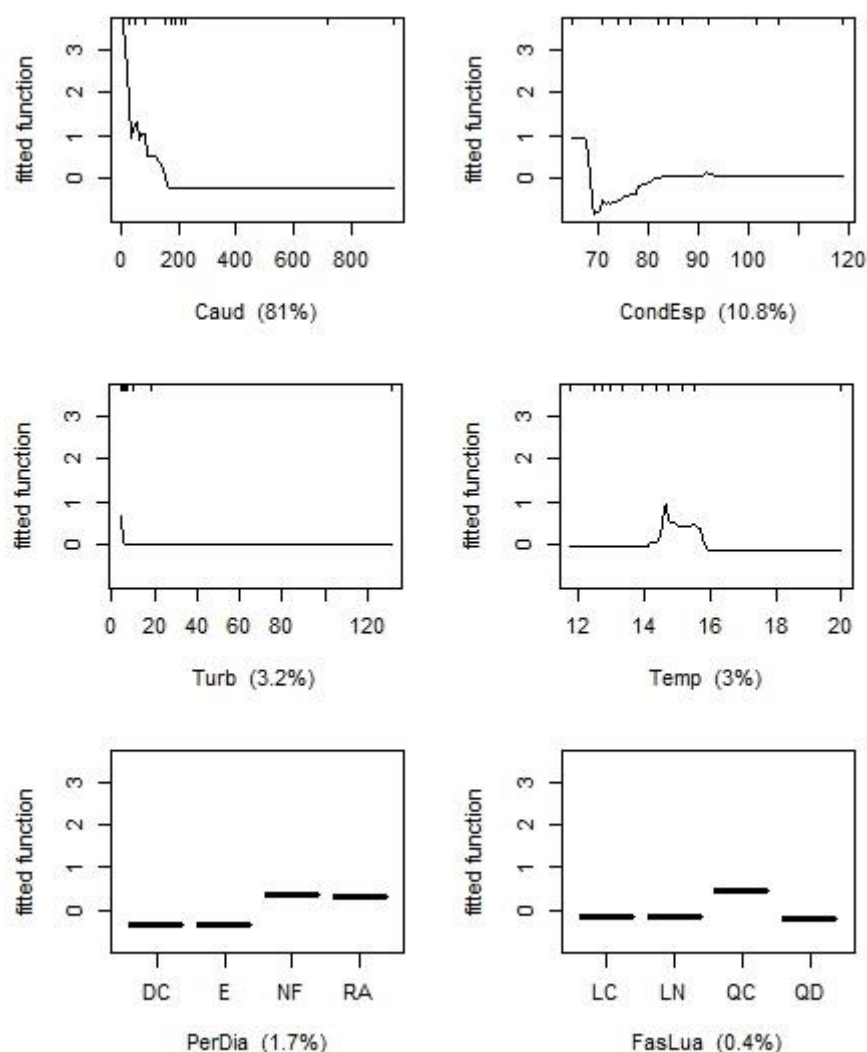
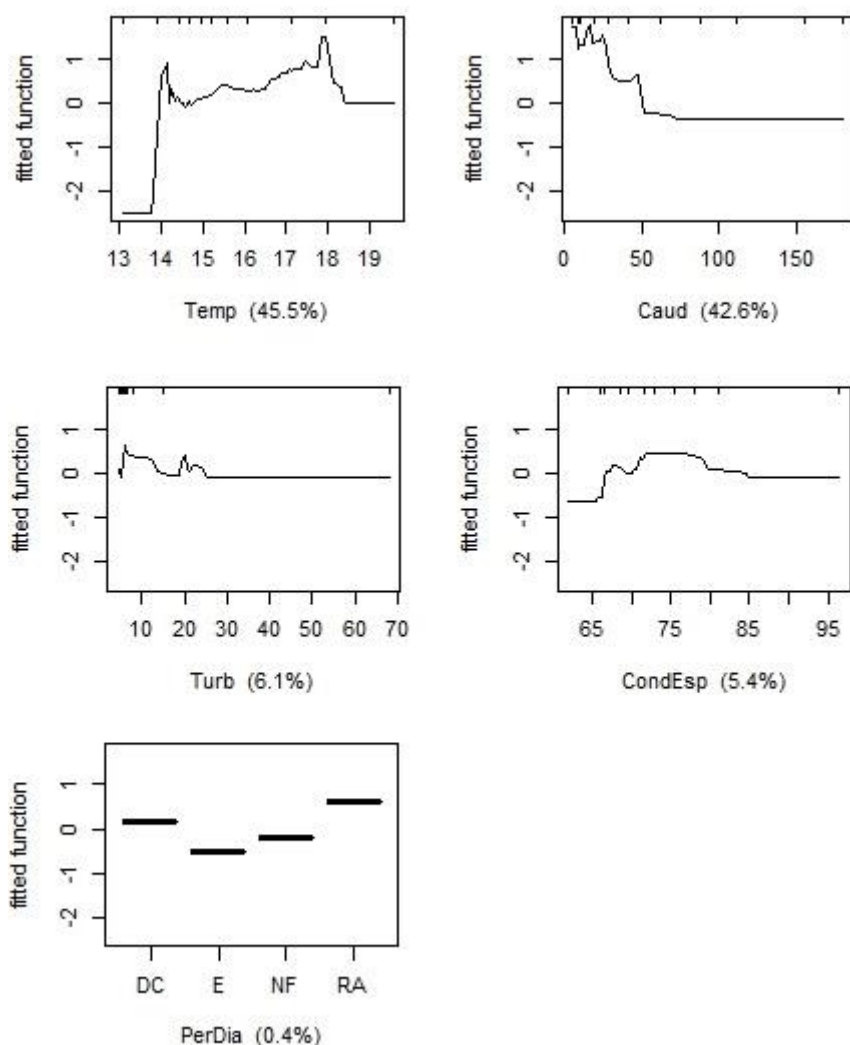


Figura 39. Gráficos de dependência parcial para as variáveis preditivas do modelo da lampreia-marinha. No eixo do y está representada uma escala logit, e este encontra-se centrado para ter média de zero na distribuição dos dados. Caud – Caudal efluente total; Temp – Temperatura; Turb – Turbidez; FasLun – ciclo lunar, em que LC – Lua cheia, LN – Lua nova, QC – Quarto crescente, QD – Quarto decrescente; CondEsp – Condutividade Específica; PerDia – período do dia, em que DC – Dia claro, E – Escurecer, NF – Noite fechada, RA – Raiar da aurora.

No modelo desenvolvido para a *Alosa* spp., as variáveis que no seu conjunto contribuem para a variação do modelo, com 45,5 % e 42,6% de contribuição relativa, são a temperatura e o caudal. Este resultado significa que a utilização da PPPeixes por parte de *Alosa* spp. foi influenciada, dentro do conjunto de preditores utilizados, apenas pela temperatura e pelo caudal do rio. Os resultados da figura 40 permitem concluir que *Alosa* spp. preferem temperaturas entre os 14 °C e os 18 °C, verificando-se dois picos de utilização aos 14 °C e 18 °C. Relativamente à segunda variável mais importante, verifica-se que o caudal ótimo apresenta valores iguais ou inferiores a 50 m<sup>3</sup>/s. (Fig. 40). Os restantes preditores têm associadas percentagens de explicação pouco expressivas.



*Figura 40.* Gráficos de dependência parcial para as variáveis preditivas do modelo do sável/savelha. No eixo do y está representada uma escala logit, e este encontra-se centrado para ter média de zero na distribuição dos dados. Caud – Caudal efluente total; Temp – Temperatura; Turb – Turbidez; CondEsp – Condutividade Específica; PerDia – período do dia (DC – Dia claro, E – Escurecer, NF – Noite fechada, RA – Raiar da aurora).

Os resultados associados ao modelo do barbo do Norte diferem dos obtidos para as espécies anádromas analisadas. Para esta espécie potamódroma, a resposta é condicionada por um grupo mais alargado de preditores, com contribuições explicativas idênticas que, em conjunto, parecem influenciar a utilização que esta espécie faz da PPPEixes (Fig. 41).

As variáveis que mais contribuem para a explicação da variação do modelo, e a sua respetiva contribuição relativa para a construção do modelo final, são as seguintes, em ordem decrescente de importância: turbidez (30,5%), condutividade específica (26,2%), temperatura (18,3%), e caudal (14,8%). As restantes variáveis, período do dia e fases

da lua apresentam percentagens explicativas menores (6,9% e 3,3% respetivamente) (Fig. 41).

Pela análise da figura 41, e para a variável de maior importância, a turbidez, a interpretação do gráfico não é muito evidente verificando-se que o barbo do Norte utilizou a PPPeixes com menos frequência em períodos de turbidez bastante baixos. Quanto à condutividade específica observou-se um ligeiro pico de utilização da PPPeixes por parte do barbo do Norte em períodos em que se registaram uma amplitude de valores de 70 a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e, de seguida, um pico mais acentuado para valores superiores a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Relativamente à temperatura, observou-se que o barbo começou a utilizar a PPPeixes a partir de períodos com temperaturas na ordem dos 14  $^{\circ}\text{C}$ , com um aumento gradual e um pico de resposta nos 18  $^{\circ}\text{C}$ , a partir dos quais parece haver uma estabilização da resposta à variação deste preditor. Por fim, o caudal ótimo encontra-se entre os 50  $\text{m}^3/\text{s}$  e os 200  $\text{m}^3/\text{s}$ , ocorrendo um pico mais acentuado entre os 100  $\text{m}^3/\text{s}$  e os 200  $\text{m}^3/\text{s}$ . Os restantes preditores têm associadas percentagens de explicação pouco expressivas.

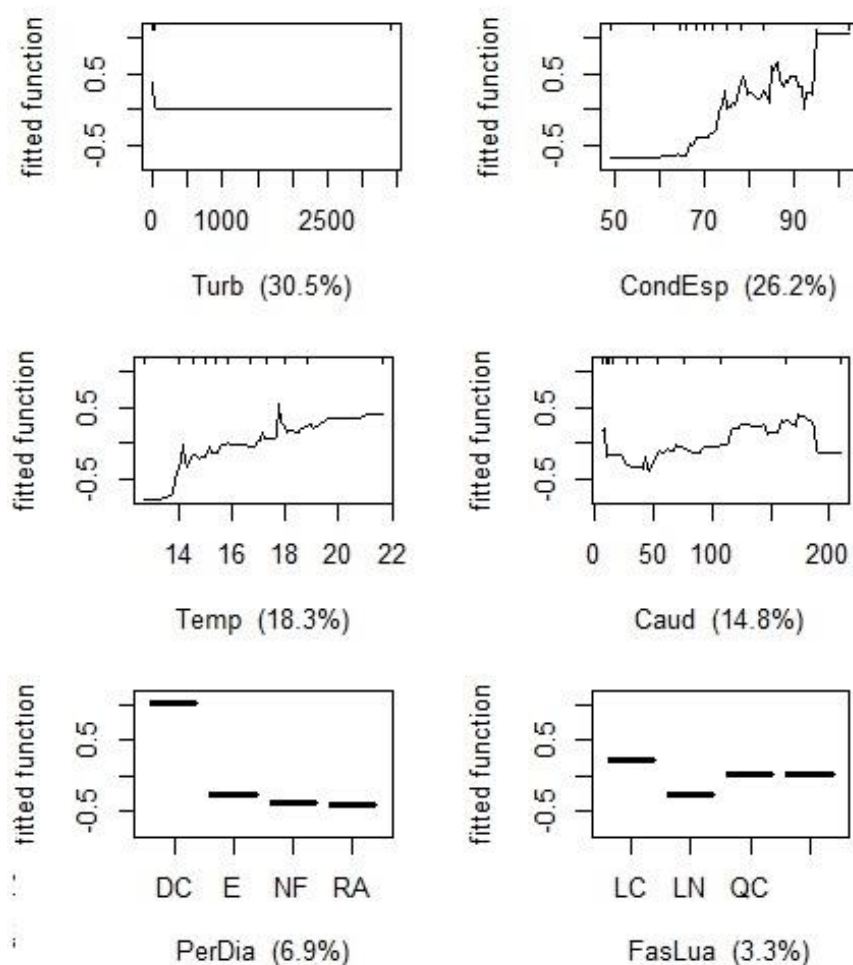


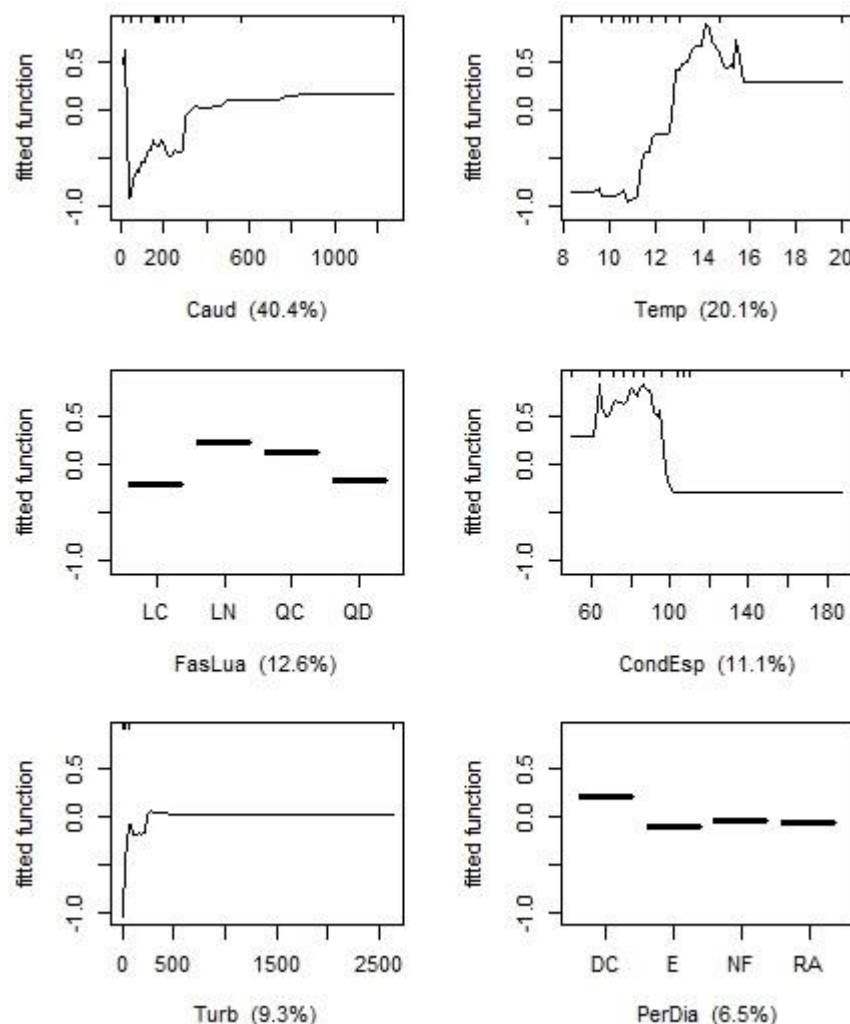
Figura 41. Gráficos de dependência parcial para as variáveis preditivas do modelo do barbo do Norte. No eixo do y está representada uma escala logit, e este encontra-se centrado para ter média de zero na distribuição dos dados. Caud – Caudal efluente total; Temp – Temperatura; Turb – Turbidez; FasLun – ciclo lunar, em que LC – Lua cheia, LN – Lua nova, QC – Quarto crescente, QM – Quarto minguante; CondEsp – Condutividade Específica; PerDia – período do dia (DC – Dia claro, E – Escurecer, NF – Noite fechada, RA – Raiar da aurora).

No que respeita ao modelo desenvolvido com as contagens da boga-comum as variáveis que mais contribuíram para a explicação da variação do modelo e a sua respetiva contribuição relativa para a construção do modelo final, são o caudal com 40,4 %, a temperatura com 20,1%, fases da lua com 12,6%, condutividade específica com 11,1%, turbidez com 9,3% e período do dia com 6,5% (Fig. 42).

A presença da boga-comum foi identificada mais frequentemente em dois momentos de caudal, primeiro para valores menores que 50 m<sup>3</sup>/s, e de seguida observando-se uma utilização crescente entre os 50 m<sup>3</sup>/s e os 400 m<sup>3</sup>/s, estabilizando para valores de caudal superiores. As fases da lua mais importantes são a lua nova (LN) e o quarto crescente (QC) e na condutividade específica observa-se um pico de utilização em períodos em que se registaram uma amplitude de valores de 70 a 100 µS/cm (Fig. 42). Os restantes



preditores (turbidez e período de dia) têm associadas percentagens de explicação pouco expressivas.



*Figura 42* - Gráficos de dependência parcial para as variáveis preditivas do modelo da boga-comum. No eixo do y está representada uma escala logit, e este encontra-se centrado para ter média de zero na distribuição dos dados. Caud – Caudal efluente total; Temp – Temperatura da água; Turb – Turbidez; FasLua – ciclo lunar, em que LC – Lua cheia, LN – Lua nova, QC – Quarto crescente, QM – Quarto minguante; CondEsp – Condutividade Específica; PerDia – período do dia (DC- Dia claro, E – Escurecer, NF – Noite fechada, RA – Raiar da aurora).

### Performance dos modelos

Como é possível observar na tabela 17, a performance dos modelos construídos no âmbito deste trabalho é bastante elevada. Os modelos apresentam uma percentagem de variação explicada ( $R^2$ ) igual ou superior a 0,80 para as espécies anádmomas

(lampreia-marinha e *Alosa* spp.) e entre os 0,73 e 0,78 para as espécies potamódromas (barbo do Norte e boga-comum).

*Tabela 17.* Avaliação da performance dos modelos de lampreia-marinha, *Alosa* spp., barbo do Norte e boga-comum

Modelos	Cv deviance	R <sup>2</sup>	Cv correlation
Lampreia-marinha	18,614; se = 4,655	0,80	0,55; se = 0,093
<i>Alosa</i> spp.	20,104; se = 4,824	0,90	0,523; se = 0,075
Barbo do Norte	13,003; se = 2,618	0,78	0,462; se = 0,04
Boga-comum	38,027; se = 6,404	0,73	0,404; se = 0,056

Se - erro padrão

Os valores gerados pelos modelos de lampreia-marinha, *Alosa* spp., barbo do Norte e boga comum, foram baseados na matriz de dados da época de 2014.

As figuras seguintes (Figs. 43 a 46) expressam a diferença entre os valores reais ou observados de 2014 e os valores criados que se esperam obter em 2014 resultantes do modelo explicativo-preditivo da lampreia-marinha de passagens para montante na PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra. No caso da lampreia-marinha (Fig. 43), a diferença entre os valores observados e os valores esperados é relativamente baixo e acentua-se apenas nos períodos onde ocorrem picos de passagens acentuados nomeadamente a 3 de abril.

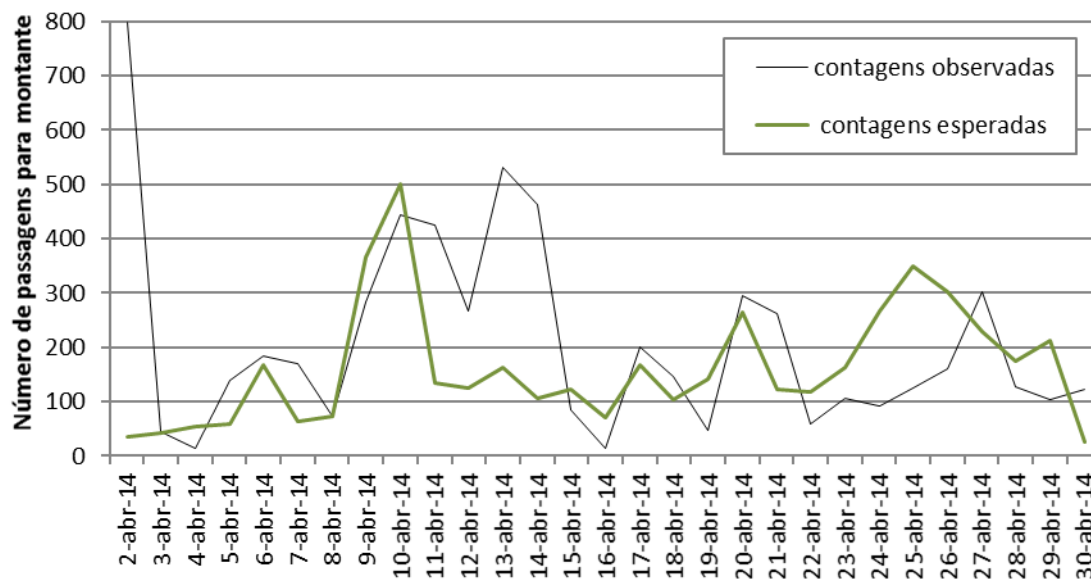


Figura 43. Validação do modelo de lampreia-marinha através da comparação dos dados das contagens observadas (linha preta) com os dados esperados (linha verde) relativos ao ano de 2014.

O mesmo ocorre para o modelo de *Alosa* spp. que se desvia mais dos dados observados de 2014 no maior pico de utilização da PPPEixes em 10 de maio.

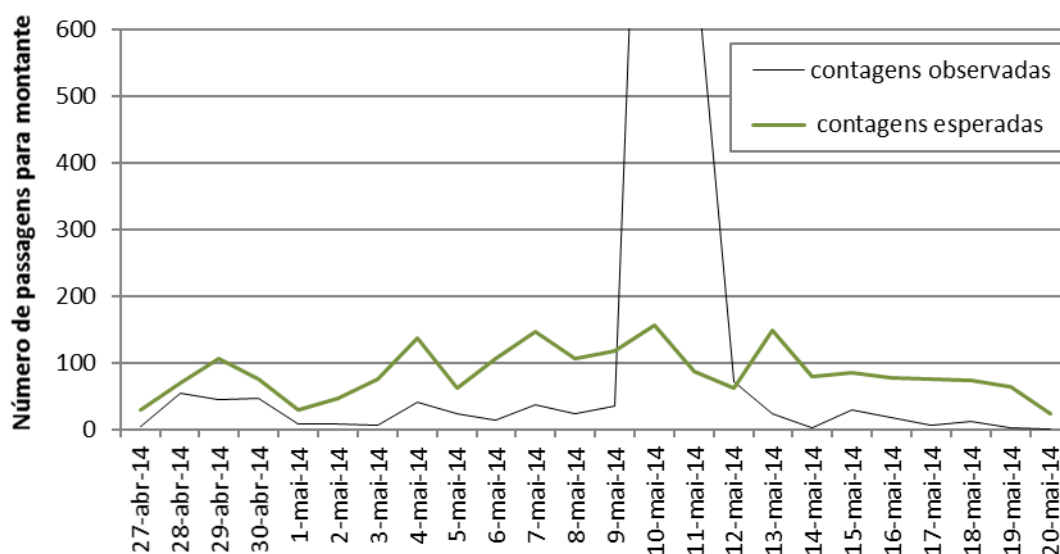


Figura 44. Validação do modelo de *Alosa* spp. através de comparação dos dados das contagens observadas (linha preta) com os dados esperados (linha verde) relativos ao ano de 2014.

Relativamente aos modelos das espécies potamódromas, observa-se uma tendência dos dados esperados acompanharem os picos dos dados observados, apesar de significativamente sobrestimado.

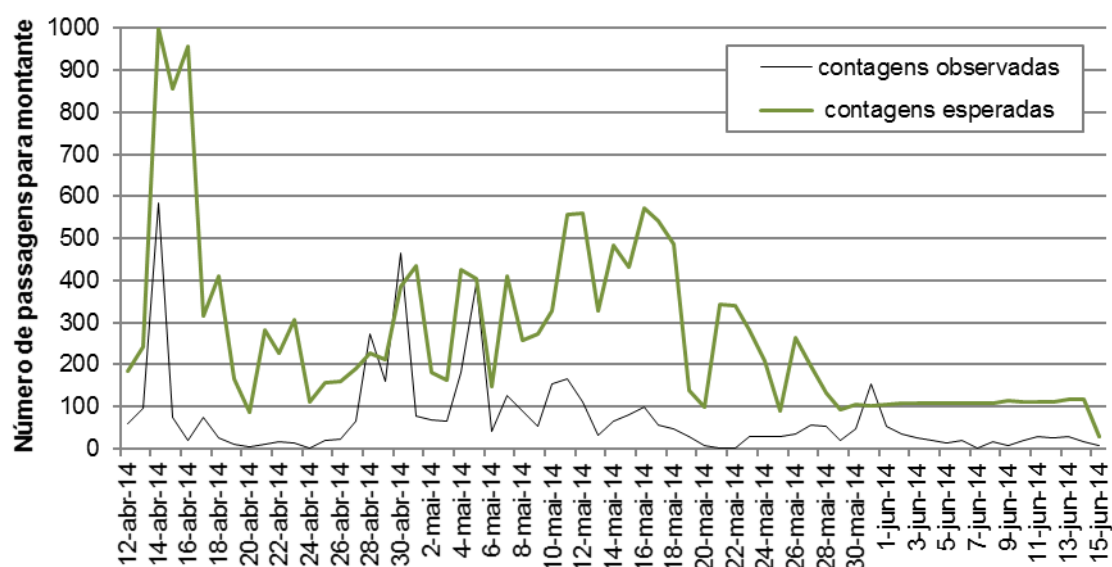


Figura 45. Validação do modelo de barbo do Norte através de comparação dos dados das contagens observadas (linha preta) com os dados esperados (linha verde) relativos ao ano de 2014.

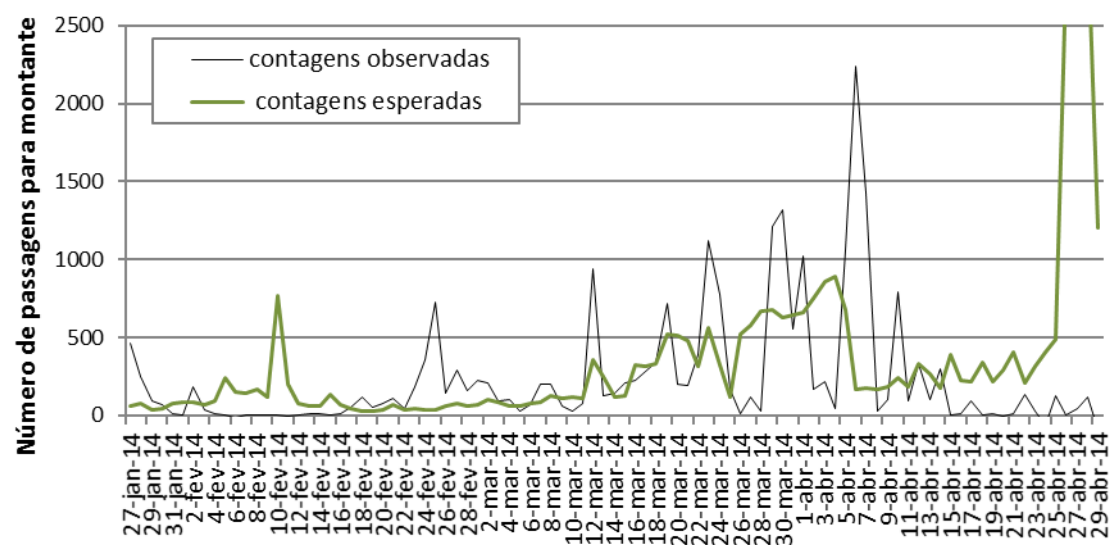


Figura 46. Validação do modelo de boga-comum através de comparação dos dados das contagens observadas (linha preta) com os dados esperados (linha verde) relativos ao ano de 2014.

### 2.3.1.3. Telemetria com marcas tipo PIT

#### Enquadramento

As técnicas de marcação-recaptura e biotelemetria estão entre as mais utilizadas na avaliação da eficiência das passagens para peixes. Entre as técnicas de biotelemetria

habitualmente utilizadas para a monitorização da utilização das passagens para peixes por parte das espécies-alvo, destacam-se: a radiotelemetria convencional, a radiotelemetria com registo de parâmetros fisiológicos e os sistemas de deteção automática de marcas tipo PIT (*Passive Integrated Transponder*) (Cooke *et al.*, 2004). Os sistemas de deteção automática de marcas PIT têm sido amplamente utilizados na monitorização da migração, crescimento, sobrevivência e distribuição espaço-temporal de várias espécies, quer pela relação custo-benefício, quer pelo facto de ser um método pouco invasivo que permite a marcação de espécies de reduzido tamanho ou indivíduos pertencentes às classes dimensionais mais pequenas (Larsen *et al.*, 2013). Uma outra vantagem prende-se com o facto de utilizar um dispositivo (*transponder*) que tem uma longevidade ilimitada, já que não necessita de nenhuma fonte de energia para poder ser detetado nos locais onde foram colocadas as antenas emissoras-recetoras que permitem o registo da passagem ou presença.

No âmbito da monitorização da PPPeixes, com o objetivo de estimar a eficiência de passagem para um conjunto de espécies-alvo, foi instalado um sistema de deteção automático de marcas tipo PIT, constituído por uma antena colocada no interior da PPPeixes junto à última bacia de montante, e pelos quadros elétricos contendo os respetivos dispositivos de controlo do sistema, colocados no edifício de monitorização. Este sistema automático foi selecionado e montado para este fim, na medida em que permite detetar e registar os movimentos de passagem realizados por uma subamostra de peixes marcados que alcançou a última bacia da PPPeixes, considerando-se assim que tinham ultrapassado com sucesso o dispositivo. Este método permite, desta forma, monitorizar e quantificar métricas como a proporção de animais de uma população que efetivamente utiliza com sucesso o dispositivo de transposição piscícola.

A eficiência de passagem foi estimada para um conjunto de espécies-alvo que foram selecionadas tendo em conta vários fatores, nomeadamente i) o facto de possuírem características fenológicas distintas (uma espécie anádroma, uma catádroma e duas potamódromas), abarcando desta forma todas as ecologias migratórias ocorrentes na área de estudo; ii) a abundância relativamente elevada no curso de água, permitindo assim capturar e marcar um número elevado de animais de cada espécie e iii) a tolerância das espécies selecionadas à manipulação e ao procedimento de marcação, de forma a garantir a representatividade da informação recolhida, evitando potencial mortalidade associada ao método utilizado.



## Metodologia

Com a principal função de estimar a eficiência da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra para um conjunto de espécies-alvo selecionadas, foi utilizado um sistema de telemetria passiva denominado de telemetria com marcas tipo PIT (*Passive Integrated Transponder*), composto por um sistema fixo de deteção automático de marcas PIT, instalado no interior do dispositivo de transposição.

Ao contrário da rádio-telemetria, onde são utilizados transmissores com baterias, que permitem a monitorização da posição dos indivíduos marcados, as marcas PIT não possuem qualquer fonte de energia, sendo esta fornecida por uma antena emissora-recetora que, deteta e regista a passagem dos animais marcados. Na presença de um campo eletromagnético correspondente à frequência associada à marca PIT, esta transmite um código único de identificação alfanumérico que é decodificado e armazenado no controlador geral do sistema de deteção juntamente com outras informações, como a data e hora da deteção.

Durante o mês de novembro de 2013, técnicos pertencentes à empresa *Biomark* tendo-se procedido à instalação do sistema de deteção automático de marcas do tipo PIT [IS1001™ *Multiplexing Transceiver System* (MTS), *Biomark*, Idaho, EUA] no edifício de monitorização e no interior da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra (Fig. 47). Este sistema é constituído pela antena (0,68m x 2,50m), respetivo encaixe e deflectores; por um quadro de proteção (IS1001) com o respetivo nóculo de controlo (IS1001-24V); pelo controlador geral do sistema (IS1001MC) e pela fonte de corrente DC (*Battery Switcher*) que consiste num conjunto de quatro baterias de 12V ligadas alternadamente por forma a fornecer uma corrente contínua de 24V.

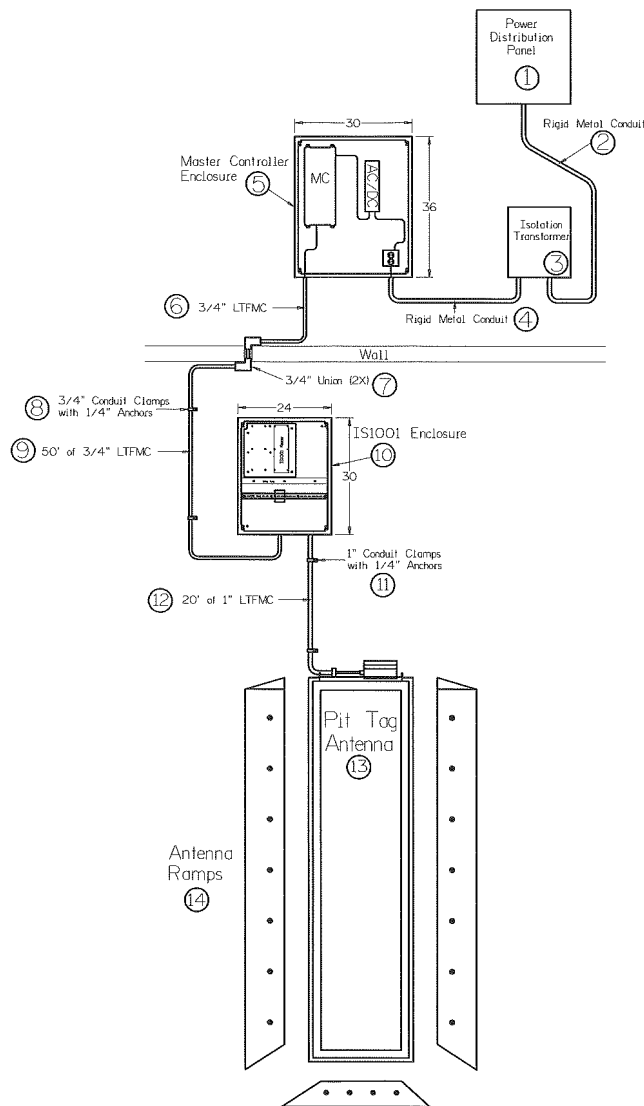
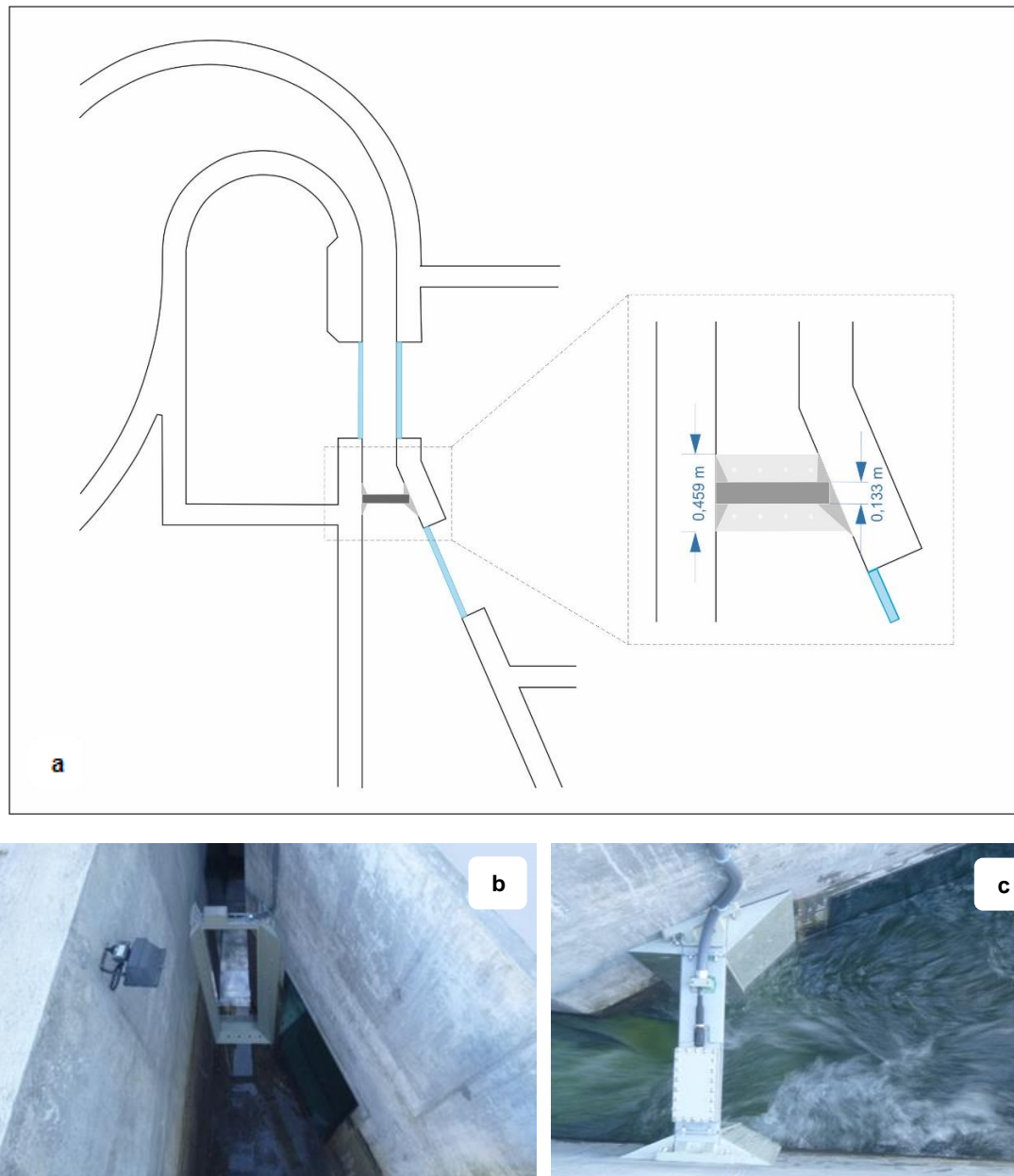


Figura 47. Esquema da montagem do sistema de detecção de marcas PIT que inclui a antena, recetor/descodificador, controlador geral do sistema e transformador.

A antena de detecção foi instalada na última bacia de montante entre as janelas de visualização da sala de monitorização e da sala de visitação (c.f. Fig. 48), por constituir o local mais adequado para a sua montagem, garantindo que o fluxo no interior da passagem não   substancialmente afetado pela colocação desta estrutura e assegurando que qualquer indivíduo que realize a migração para montante com êxito através da PPPeixes passe na antena e seja detetado (c.f. Fig. 48).

No entanto, apesar da montagem da antena no “slot” entre bacias adjacentes não ter sido, na altura, considerada a melhor opção, foi ainda assim considerada tecnicamente viável pelo que, futuramente, caso se verifique vantajoso associar uma segunda antena ao sistema de detecção de marcas PIT da PPPeixes de Coimbra, a colocação de uma antena dimensionada especificamente para a configuração dos “slots” poderá ser equacionada.



*Figura 48.* Pormenores da localização e montagem final da antena: a) representação esquemática da vista de topo do local na PPPeixes inicialmente selecionado para instalar a antena PIT; b) montagem da antena; c) circulação superficial da água junto à antena.

Paralelamente, foram instalados no interior da sala de monitorização da PPPeixes os vários quadros e componentes que controlam e alimentam o sistema de deteção de marcas PIT do Açude-Ponte de Coimbra (Fig. 49).



Figura 49. Pormenores do trabalho realizado no interior da sala de monitorização da PPPeixes: a) controlador geral do sistema IS1001MC; b) quadro de proteção IS1001 e quadro que regula o funcionamento do *Battery Switcher*; c) conjunto de baterias de 12V e d) disposição dos vários componentes que constituem o sistema.

As modificações realizadas *a posteriori* na sala de monitorização (isto é, utilização de luzes LED e adoção do sistema *Battery Switcher*) permitiram garantir uma eficiência de deteção próxima dos 90%, considerado normal para este tipo de metodologia, garantindo desta forma que todos os peixes marcados que passem na antena PIT sejam detetados pelo sistema. Durante todo o período de monitorização, não foi detetada nenhuma anomalia no sistema, o que assegurou assim uma obtenção de dados em modo contínuo.

Após a instalação do sistema de deteção de marcas PIT, procedeu-se à marcação de uma subamostra de indivíduos, capturados a jusante do Açude-Ponte de Coimbra, durante a respetiva migração reprodutora ou alimentar no sentido jusante-montante. Este procedimento permitiu estimar para cada espécie-alvo uma taxa de eficiência na transposição da PPPeixes no sentido jusante-montante que foi calculada considerando o número total de indivíduos pertencentes a uma determinada espécie que foram previamente marcados, relativamente ao número de indivíduos que são efetivamente detetados pelo sistema de marcas PIT da PPPeixes e que, por isso, se assume que

terão transposto com sucesso o dispositivo e continuado a sua migração para áreas a montante.

Neste sentido, entre os meses de abril e julho de 2014 procedeu-se à captura e marcação de indivíduos adultos pertencentes a quatro espécies piscícolas migradoras que utilizam com frequência, e em números significativos a PPPeixes, nomeadamente: *P. marinus* (espécie anádroma), *L. bocagei* (potamódroma), *P. polylepis* (potamódroma) e *L. ramada* (catádroma). Os períodos de captura e marcação, bem como as metodologias de amostragem utilizadas para cada espécie, foram distintos e tiveram em conta as especificidades de cada *taxon* relativamente à sua época de migração, comportamento e eficiência dos diferentes métodos de captura tendo em conta as especificidades comportamentais das várias espécies.

No caso específico de *P. marinus*, os indivíduos desta espécie foram capturados com recurso ao botirão, um aparelho de pesca passiva habitualmente utilizado para o exercício da pesca profissional dirigida à captura desta espécie. Em abril de 2014, procedeu-se à montagem de um botirão a montante do Açude da Formoselha (Fig. 50a), área imediatamente a montante do limite de montante da zona de pesca profissional do Baixo Mondego, localizada cerca de 16 km a jusante do Açude-Ponte de Coimbra. Mais tarde, após o final da época de pesca profissional de lampreia-marinha (21 de abril) e de modo a maximizar o número de lampreias capturadas, foram mantidos em funcionamento, com a devida autorização das autoridades competentes, três botirões adicionais localizados em plena zona de pesca profissional do Baixo Mondego, junto à povoação do Alqueidão (Fig. 50b).

Os botirões foram mantidos em funcionamento a pescar de forma ininterrupta e as respetivas capturas foram verificadas a cada 48 horas. Este procedimento contou com o auxílio de pescadores profissionais, que operam habitualmente no local e que participaram na definição do procedimento e do local de colocação dos aparelhos de pesca por forma a aumentar a eficiência do método de captura (Fig. 51).





Figura 50. Metodologias de amostragem utilizadas na captura das espécies-alvo: a) botirão colocado a montante do Açude da Formoselha para a captura da lampreia-marinha; b) botirão colocado no Alqueidão para a captura da lampreia-marinha; e c) pesca elétrica a jusante do Açude-Ponte para captura do barbo do Norte, boga-comum, muge e lampreia-marinha.

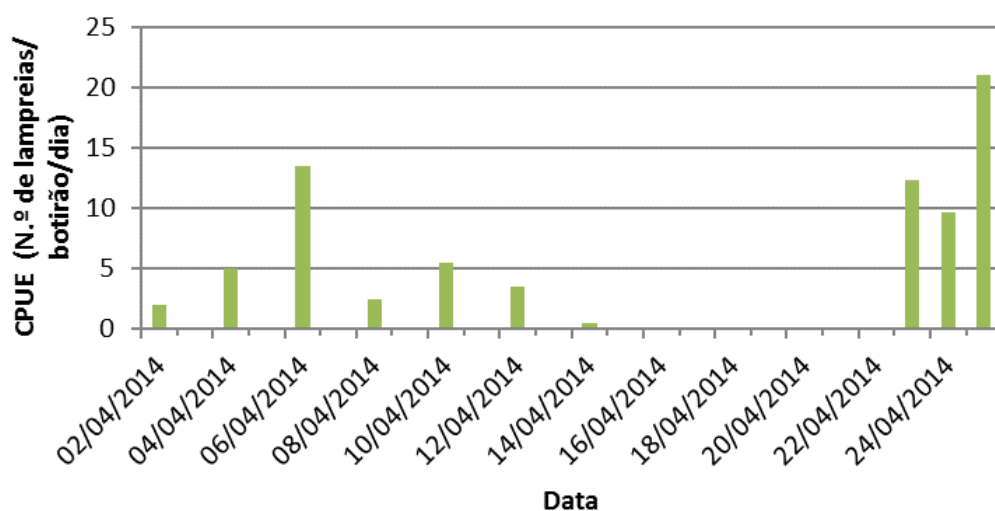


Figura 51. Número de indivíduos capturados por dia de pesca e por número de botirões (CPUE) ao longo do período de capturas dirigidas à lampreia-marinha.

Para as restantes três espécies-alvo desta tarefa, a captura foi efetuada com recurso a um equipamento de pesca elétrica (Hans Grassl EL62, 600V DC, 10A; Fig. 50c), operado a partir de uma embarcação pneumática (Mark I, Zodiac), propulsionada por um motor fora-de-borda (Marine BF15, Honda). Este procedimento foi realizado no troço do Rio Mondego localizado imediatamente a jusante do Açude-Ponte de Coimbra. Durante os meses de abril e maio de 2014, as capturas foram dirigidas às espécies *L. bocagei* e *P. polylepis* enquanto a captura de *L. ramada* decorreu maioritariamente durante o mês de julho, apesar de ter ocorrido a captura e marcação esporádicas de alguns indivíduos pertencentes a esta última espécie aquando do trabalho dirigido às duas espécies potamódromas.

Dada a reduzida eficiência da pesca elétrica em sectores abertos de grande dimensão, como é o caso do troço do Rio Mondego onde se desenvolveu este trabalho, na captura de *L. ramada*, devido ao seu comportamento de fuga imediata em resposta à mínima perturbação na água, aquando da captura desta espécie foram adicionalmente utilizadas duas redes de barreira, com 16 metros de comprimento por 2 metros de altura. As redes barreira utilizadas permitiram fechar parte do canal de atração a jusante da PPPEixes, limitando os peixes a uma área mais reduzida e impedindo a fuga da maioria dos indivíduos da área de captura. A pesca elétrica foi efetuada a partir de embarcação pneumática propulsionada a remos para reduzir a perturbação e aumentar o sucesso da captura (Fig. 52).



Figura 52. Pormenores do procedimento de pesca elétrica associado à captura dos exemplares de *L. ramada*: a) redes de barreira e b) pesca com embarcação movida a remos.

Com vista à marcação com marcas PIT, foi capturado um total de 732 espécimes divididos pelas quatro espécies-alvo da seguinte forma: 225 *P. marinus*, 250 *L. bocagei*, 47 *P. polylepis* e 210 *L. ramada* (Tab. 18). A informação biométrica individual para cada um dos indivíduos marcados no âmbito desta tarefa é apresentada no Anexo IX.

Tabela 18. Informação geral referente aos indivíduos das espécies-alvo capturadas para marcação com recurso às marcas PIT

Espécie	Período de captura em 2014	Nº de indivíduos capturados/marcados	Dados biométricos – Comprimento total (mm)		
			Mínimo	Máximo	Média ( $\pm$ desvio padrão)
<i>P. marinus</i>	Abril	225	700	997	852,3 ( $\pm$ 53,0)
<i>L. bocagei</i>	Abril-maio	250	175	602	369,2 ( $\pm$ 138,3)
<i>P. polylepis</i>	Abril-maio	47	150	289	198 ( $\pm$ 32,3)
<i>L. ramada</i>	Julho	210	115	425	279,1 ( $\pm$ 60,5)

Os animais capturados foram anestesiados (solução de 2-phenoxyethanol com concentração de 0,4 ml/L) e colocados numa mesa cirúrgica com formato em V (*P. marinus* e outros indivíduos de maior dimensão), ou imobilizados na mão, dependendo do seu comprimento, com o ventre para cima. A marca PIT (Biomark, 12 mm, 134.2 kHz ISO) foi injetada na cavidade intraperitoneal dos peixes com o auxílio de uma pistola de marcação (Biomark, modelo MK-25) através de uma agulha individual não reutilizável (Fig. 53 a-c).

Após a implantação, o código alfanumérico (hexadecimal) associado a cada marca foi identificado e registado utilizando um de dois leitores portáteis de marcas PIT (*Biomark*, Modelos HPR Plus Reader 04V1 ou Biomark601) (Figura 53 d-e), conectados a um computador portátil em que os códigos e restante informação biométrica (comprimento total, CT,  $\pm$ 1 mm) de cada peixe eram imediatamente registados e guardados através de um *software* próprio (*Biomark Tag Manager*).

Adicionalmente, apenas nos indivíduos da espécie *P. marinus*, foi colocada uma etiqueta externa do tipo T-bar (67 mm de comprimento, coloração amarela com identificação e contacto do centro de investigação) na zona de inserção da primeira barbatana dorsal, do lado direito do animal, com auxílio de uma pistola de marcação (Fig. 53f). Esta marcação complementar foi efetuada para permitir que, uma possível recaptura dos indivíduos, seja reconhecida por alguém que não disponha do equipamento para detetar as marcas PIT implantadas internamente.

Paralelamente, ao identificar as lampreias com as marcas internas, cuja cápsula é constituída por vidro, evita assim a ingestão inadvertida da marca através do consumo de indivíduos capturados na zona de pesca profissional do Médio Mondego a montante do Açude-Ponte de Coimbra. Por outro lado, em caso de recaptura a montante do Açude-Ponte, permite eventualmente detetar eventuais situações em que a transposição do obstáculo não tenha sido realizada pela PPPEixes, mas antes pelas

comportas do açude caso seja recapturado um indivíduo cujo código não ficou registrado no sistema de detecção de marcas PIT na PPPeixes.



*Figura 53.* Pormenores da metodologia associada à implantação das marcas PIT: marcação de a) lampreia-marinha, b) barbo-comum e c) muge; d) registo do código da marca com leitor portátil 601 e e) HPR plus reader; f) implantação externa da T-bar em lampreia-marinha.

A implantação de marcas em lampreias-marinhas, e posterior libertação e monitorização, foram também encaradas como oportunidade para avaliar a pressão exercida nas lampreias-marinhas pela atividade furtiva que se verifica no Rio Mondego. De forma a alertar a comunidade para a marcação e libertação destes animais, foi elaborado um panfleto informativo (Anexo X) que foi distribuído nas comunidades piscatórias e localidades ribeirinhas ao longo da área de estudo. Após o procedimento de marcação, os peixes foram deixados a recuperar do procedimento de marcação em nassas colocadas no rio e, após total recuperação, foram libertados próximo do local de captura.

Os dados recolhidos através do sistema de detecção montado na PPPeixes, permitiram estimar a eficiência de passagem ( $E_{PPP}$ ) calculada para cada espécie-alvo como a proporção de animais marcados que foram detetados pela antena localizada no interior da PPPeixes, e é expressa pela seguinte fórmula:



$$E_{PPP} = 100 \times \left( \frac{N_d}{N_t} \right),$$

**onde:** ( $E_{PPP}$ ) é a eficiência da PPPeixes expressa em percentagem;

( $N_d$ ) corresponde ao número de animais marcados detetados na antena;

( $N_t$ ) corresponde ao número total de animais marcados e libertados a jusante do Açude-Ponte.

Relativamente às bogas, o cálculo da  $E_{PPP}$  levou em conta o facto de já terem sido registados dados de passagens referentes a duas épocas de migração, a de 2012/13 e o início da época 2014/15. Por este motivo, para esta espécie, para além de se apresentar um valor total deste parâmetro tendo em conta o total de animais marcados e o total de animais detetados no conjunto dos dois anos, será também apresentado um valor anual de eficiência, tendo em conta as bogas que foram detetadas pelo sistema PIT em cada ano de monitorização. Para o cálculo da eficiência em 2014/2015, tendo em conta a ausência de evidências do seu regresso ao local onde haviam sido inicialmente libertadas, à amostra total de bogas marcadas, subtraiu-se o número de indivíduos detetados no primeiro ano.

Adicionalmente os indivíduos das espécies marcadas no âmbito desta tarefa foram divididos por classes de comprimento total e a  $E_{PPP}$  foi determinada para cada uma das classes dimensionais de forma a avaliar uma possível dependência deste parâmetro em relação ao tamanho dos indivíduos. Esta análise dimensional apenas foi efetuada para as duas espécies para as quais se registou um número mais elevado de deteções pelo sistema PIT, nomeadamente a lampreia-marinha e o barbo do Norte. Devido ao reduzido número de muges e bogas detetadas pelo sistema PIT, não se procedeu à análise da eficiência por classe dimensional, apresentando-se para estas espécies apenas o valor geral deste parâmetro.

No presente relatório são apresentados os resultados referentes aos peixes registados pelo sistema de deteção de marcas PIT até ao dia 24 de março de 2015.

## Resultados

Do total das quatro espécies-alvo para as quais foi estimada a eficiência da PPPeixes, apenas para a boga-comum não foi possível capturar e marcar um número de indivíduos próximo do que estava inicialmente previsto, cerca de 250 animais, e que foi considerado como uma sub-amostra representativa do comportamento da fração dos migradores que atinge o Açude-Ponte de Coimbra na sua migração para montante.

Durante o período de estudo, a eficiência da PPPeixes do Açude-Ponte em Coimbra diferiu entre as espécies-alvo (Fig. 54).

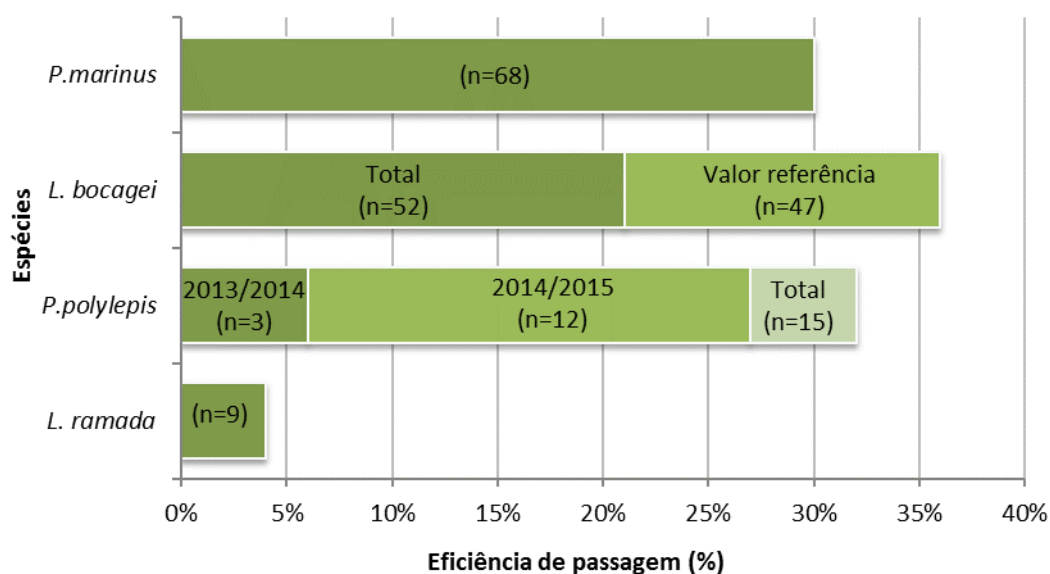


Figura 54. Percentagem de animais (eficiência de passagem,  $E_{PPP}$ ) de cada espécie-alvo que transpôs com sucesso a PPPeixes. Em cada barra é referido o número de animais (n) de cada espécie detetado pelo sistema.

A espécie *P. marinus* apresentou uma percentagem de indivíduos marcados que transpôs com sucesso o dispositivo de aproximadamente 30%. A proporção de animais que, neste caso, conseguiu negociar e transpor a PPPeixes assemelha-se à estimada para a mesma espécie com recurso a outra técnica de marcação, no âmbito da tarefa 3.2., cujos resultados serão apresentados de seguida neste relatório.

No caso do barbo do Norte, foi estimada uma eficiência total na ordem dos 21%. No entanto, os indivíduos pertencentes às maiores classes dimensionais consideradas (comprimento total >400 mm) apresentaram eficiências mais reduzidas, que se considerou estarem provavelmente relacionadas com fatores bioecológicos específicos deste grupo nesta época do ano (e.g., reprodução antecipada e/ou realizada a jusante do Açude-Ponte de Coimbra) e não com a dificuldade em transpor a PPPeixes, uma vez que estes indivíduos apresentam, geralmente, uma maior capacidade de natação e menor perturbação ou desorientação resultante dos vórtices encontrados nas bacias. Por este motivo, apesar de ser apresentada a estimativa da eficiência para o total dos indivíduos marcados, o valor de eficiência que deve ser tido em conta na análise dirigida ao barbo do Norte e que, muito provavelmente, mais se aproxima do valor real, foi determinado excluindo as classes dimensionais superiores a 400 mm. Desta forma, o valor de eficiência obtido e que é considerado como valor de referência é de 36%.



Pelos motivos descritos anteriormente na metodologia, a eficiência da PPPeixes para a boga-comum foi estimada de três formas distintas, nomeadamente tendo em conta os indivíduos que ultrapassaram esta estrutura com sucesso durante a época de migração de 2013/2014, os indivíduos que o fizeram durante a época de migração seguinte, 2014/2015, e o valor total para o conjunto dos dois anos. Neste sentido, verificou-se uma eficiência de 6% para o primeiro ano, correspondente à transposição de um total de 3 bogas da amostra de 47 indivíduos. Durante a segunda época de migração, verificou-se um aumento considerável deste parâmetro, estimando-se uma eficiência de 27%, resultante da passagem de 12 indivíduos do total de 44 bogas que não haviam transposto a PPPeixes durante o primeiro ano. Considerando a totalidade do período de estudo, desde a marcação dos indivíduos até ao presente momento, é possível estimar uma eficiência global de aproximadamente 32% para a boga-comum (Fig. 54).

As diferenças de eficiência de transposição evidenciadas por esta espécie entre as duas épocas de migração consideradas nesta monitorização devem-se provavelmente à altura do ano tardia em que a maioria destes animais foram inicialmente marcados em 2014, final de abril e maio de 2014, considerando que os principais picos de migração desta espécie provavelmente já se haviam verificado anteriormente, em março e no início de abril (*c.f.* Censos Visuais). Este atraso na realização da marcação dos indivíduos deveu-se às condições hidrológicas adversas (elevado caudal observado a jusante do Açude-Ponte) no período correspondente ao pico da migração reprodutora para esta espécie, que impediram a captura dos indivíduos dentro do período inicialmente previsto. No ano seguinte, durante a época de migração de 2014/2015, a maioria das bogas detetadas pela antena PIT, e que contribuíram para o aumento da eficiência da PPPeixes para esta espécie, transpuseram a estrutura durante os meses de novembro e fevereiro, corroborando a hipótese de que os valores reduzidos de eficiência obtidos inicialmente para esta espécie estão subestimados e enviesados pelos constrangimentos temporais já referidos e que o real valor deste parâmetro para as bogas será mais próximo do obtido no segundo ano de monitorização.

Relativamente ao muge, apenas 4% (9) dos indivíduos marcados (210) transpuseram com sucesso a PPPeixes, valor que poderá estar relacionado com alterações comportamentais associadas à captura e manipulação para marcação (Fig. 54).

Relativamente ao efeito da dimensão dos peixes na eficiência de passagem deste dispositivo, observou-se que, das espécies sujeitas a esta análise, apenas para o barbo do Norte parece existir uma relação entre a dimensão dos indivíduos marcados e a sua eficiência de transposição da PPPeixes, observando-se valores deste parâmetro

claramente superiores, acima dos 30%, para os indivíduos com menos de 400 mm (Fig. 55). Para a lampreia-marinha, a eficiência de transposição da PPPeixes foi semelhante entre as diferentes classes dimensionais analisadas. Nos casos do muge e da boga-comum, devido ao reduzido número de animais que ultrapassaram com sucesso a PPPeixes, optou-se por não realizar esta análise em termos dimensionais.

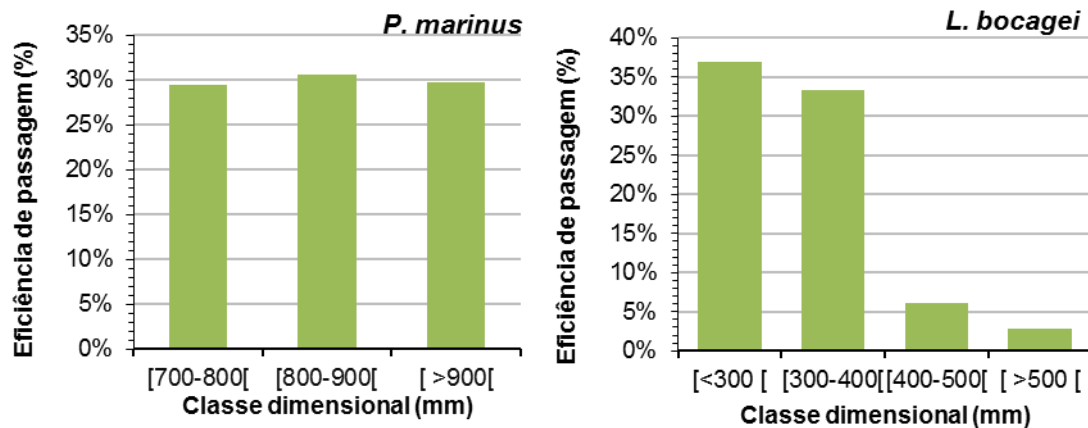


Figura 55. Variação da proporção de indivíduos (eficiência de passagem,  $E_{PPP}$ ) para cada classe dimensional definida, para as espécies lampreia-marinha e barbo do Norte que transpôs com sucesso a PPPeixes.

### 2.3.2. Avaliação do comportamento migratório das espécies-alvo através da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra (Tarefa 3.2)

#### Enquadramento

Para além dos sistemas de deteção automática de marcas PIT, cuja utilização neste programa de monitorização já foi alvo de uma abordagem mais detalhada, entre as restantes técnicas de biotelemetria habitualmente utilizadas para o estudo do padrão de movimentos e comportamento das espécies piscícolas, encontram-se a radiotelemetria convencional e a radiotelemetria com registo de parâmetros fisiológicos (eletromiogramas-EMG) (Cooke *et al.*, 2004). Ambas as técnicas possuem numerosas vantagens e a sua utilização é complementar relativamente a outros métodos de monitorização, alguns deles utilizados neste trabalho (e.g. amostragens com pesca elétrica, contagens visuais, etc.) uma vez que permitem a obtenção de dados em tempo

real relativos à posição e ao comportamento dos peixes marcados, impossíveis de obter quando se recorre aos métodos mais tradicionais de amostragem.

A radiotelemetria convencional tem sido amplamente utilizada para a recolha de dados relativos à posição, movimento e seleção de habitat das espécies-alvo, algumas delas com características semelhantes às consideradas nesta monitorização, bem como da sua resposta comportamental a alterações de índole antropogénica no meio aquático, como a artificialização do caudal (e.g. De Vocht & Baras, 2005; Alexandre *et al.*, 2015) e a perda de conectividade longitudinal (e.g. Larinier, 2001; Thorstad *et al.*, 2008).

No caso particular do programa de monitorização da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra, um conjunto de indivíduos de uma determinada espécie-alvo, neste caso a lampreia-marinha, foi marcado com radiotransmissores e a sua localização foi determinada com uma periodicidade semanal, com o objetivo de obter resposta para quatro questões relacionadas com o comportamento migratório destes animais em relação ao Açude-Ponte de Coimbra e à respetiva PPPeixes, nomeadamente: i) qual o seu comportamento de abordagem ao obstáculo; ii) se estes animais conseguem ultrapassar com sucesso o açude, seja pela PPPeixes ou pelas comportas; iii) se as lampreias, uma espécie tipicamente reófila, conseguem orientar o seu percurso migratório face ao habitat semi-léntico e com reduzido estímulo hidrológico que se verifica na área de regolfo a montante do Açude-Ponte; e iv) qual o percurso migratório e as áreas utilizadas nos troços a montante na bacia hidrográfica do Rio Mondego.

Para além desta abordagem metodológica mais tradicional em termos de biotelemetria, durante os trabalhos de monitorização da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra, de forma a obter uma análise mais fina do comportamento da espécie-alvo (novamente a lampreia-marinha) durante a sua transposição da PPPeixes, recorreu-se igualmente ao uso de transmissores que registam a atividade muscular (para mais detalhes ver Cooke *et al.*, 2004). Os transmissores EMG (i.e., EletroMioGrama) incorporam dois elétrodos em aço inoxidável revestidos por uma capa flexível em teflon, que terminam com uma ponta em ouro utilizada para fixar o elétrodo na musculatura vermelha do peixe. O valor de EMG (entre 0 e 50) refere-se à diferença de potencial entre os elétrodos implantados no músculo do peixe.

A recente utilização destes transmissores tem permitido uma caracterização mais fina do comportamento dos peixes e a identificação de zonas de difícil passagem (*i.e.* que exigem um esforço muscular mais elevado associado a um valor de EMG mais alto) ao longo dos cursos de água (Hinch *et al.*, 1996; Quintella *et al.*, 2004), e inclusive no

interior de dispositivos de transposição piscícola (Brown *et al.*, 2006; Alexandre *et al.*, 2013).

No âmbito da monitorização da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra, esta metodologia de registo fisiológico foi utilizada com o objetivo de caracterizar de forma contínua o comportamento das lampreias durante a transposição desta estrutura. Mais especificamente pretendeu-se: i) avaliar o grau de atividade/esforço muscular desenvolvido durante a transposição; ii) definir os locais mais exigentes em termos energéticos; e iii) avaliar o tempo total despendido para a completa transposição da passagem. Finalmente, e através da análise integrada dos resultados obtidos para cada um destes objetivos específicos, pretende-se avaliar a adequabilidade hidráulica da PPPeixes do Açude-Ponte para a transposição das espécies piscícolas alvo, utilizando como modelo uma das espécies-alvo que possui uma capacidade natatória mais limitada, a lampreia-marinha.

#### **2.3.2.1. Radio-telemetria convencional**

##### Metodologia

Durante os meses de fevereiro a março de 2012 e 2013 foram marcadas e libertadas no troço principal do Rio Mondego 28 lampreias-marinhas (Tab. 19), com o objetivo de estudar o seu comportamento migratório durante a aproximação e transposição da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra e posterior migração e dispersão na zona a montante. Os animais utilizados nesta tarefa foram capturados por pescadores profissionais na zona da Figueira da Foz, transportados para os locais onde foram marcados com rádio-transmissores e libertados no troço principal do Rio Mondego (Fig. 56). Uma descrição mais detalhada do procedimento de marcação e libertação destes animais já foi apresentada no âmbito da Tarefa 2 deste projeto.

Em 2012 os animais foram libertados em vários locais específicos, nomeadamente no canal de atração, no interior da PPPeixes e imediatamente a montante do Açude-Ponte de Coimbra, de forma a avaliar o comportamento associado a questões específicas da PPPeixes, como o caudal de atração e a aproximação à entrada do dispositivo de transposição, o movimento ao longo da infraestrutura e o comportamento migratório na área de regolfo a montante do Açude-Ponte de Coimbra que, pelas suas características lênticas, poderá promover algum desnorte nos indivíduos que evidenciam um comportamento reófilo. No segundo ano em que se procedeu ao desenvolvimento desta

tarefa, 2013, as lampreias marcadas foram libertadas a cerca de 13 km a jusante de Coimbra, junto à povoação de Pereira.

*Tabela 19.* Informação relativa às lampreias-marinhas marcadas com rádio-transmissores e libertadas no troço principal do Rio Mondego em 2012 e 2013 no âmbito da tarefa 3.2. do presente projeto

ID Lampreia	Comprimento total (cm)	Peso total (g)	Frequência do transmissor	Data de libertação	Local de libertação
Lm1	82,0	1165	150.487	8/2/2012	Canal atração PPP
Lm2	82,0	1145	150.407	8/2/2012	Canal atração PPP
Lm3	90,5	1340	150.686	3/3/2012	Jusante Açude
Lm4	95,0	1510	150.726	3/3/2012	Canal atração PPP
Lm5	89,0	1325	150.047	31/3/2012	Interior PPP
Lm6	88,0	1200	150.004	31/3/2012	Montante Açude
Lm7	88,5	1330	150.808	31/3/2012	Montante Açude
Lm8	93,0	1350	150.287	31/3/2012	Interior PPP
Lm9	90,0	1255	150.263	21/2/2013	Ponte Pereira
Lm10	92,0	1615	150.273	21/2/2013	Ponte Pereira
Lm11	91,0	1460	150.303	21/2/2013	Ponte Pereira
Lm12	86,5	1210	150.314	21/2/2013	Ponte Pereira
Lm13	91,0	1480	150.322	21/2/2013	Ponte Pereira
Lm14	85,0	1320	150.343	21/2/2013	Ponte Pereira
Lm15	89,5	1440	150.364	21/2/2013	Ponte Pereira
Lm16	88,5	1410	150.372	21/2/2013	Ponte Pereira
Lm17	89,5	1310	150.393	21/2/2013	Ponte Pereira
Lm18	92,5	1445	150.442	21/2/2013	Ponte Pereira
Lm19	89,5	1180	150.333	2/3/2013	Ponte Pereira
Lm20	90,5	1175	150.404	2/3/2013	Ponte Pereira
Lm21	89,5	1340	150.382	2/3/2013	Ponte Pereira
Lm22	93,5	1640	150.412	2/3/2013	Ponte Pereira
Lm23	92,0	1520	150.433	2/3/2013	Ponte Pereira
Lm24	90,5	1555	150.282	8/3/2013	Ponte Pereira
Lm25	91,5	1585	150.352	8/3/2013	Ponte Pereira
Lm26	87,0	1520	150.293	9/3/2013	Ponte Pereira
Lm27	94,0	1535	150.422	9/3/2013	Ponte Pereira
Lm28	94,0	1420	150.253	24/3/2013	Ponte Pereira



A sua localização foi monitorizada com uma periodicidade semanal utilizando um recetor rádio apropriado para este efeito. Quando detetadas, a posição geográfica de cada lampreia foi registada com recurso a um dispositivo GPS.

Durante o ano de 2012, a posição das lampreias foi monitorizada até abril, enquanto no segundo ano da tarefa, em 2013, este trabalho foi prolongado até ao mês de julho. Como já foi referido anteriormente, os dados relativos às lampreias libertadas no interior ou a montante da PPPeixes, bem como daquelas que durante o seu percurso migratório negociaram com sucesso a passagem e alcançaram a zona a montante foram igualmente utilizados no âmbito da tarefa 2 deste projeto, tendo os respetivos resultados finais sido apresentados anteriormente neste relatório.

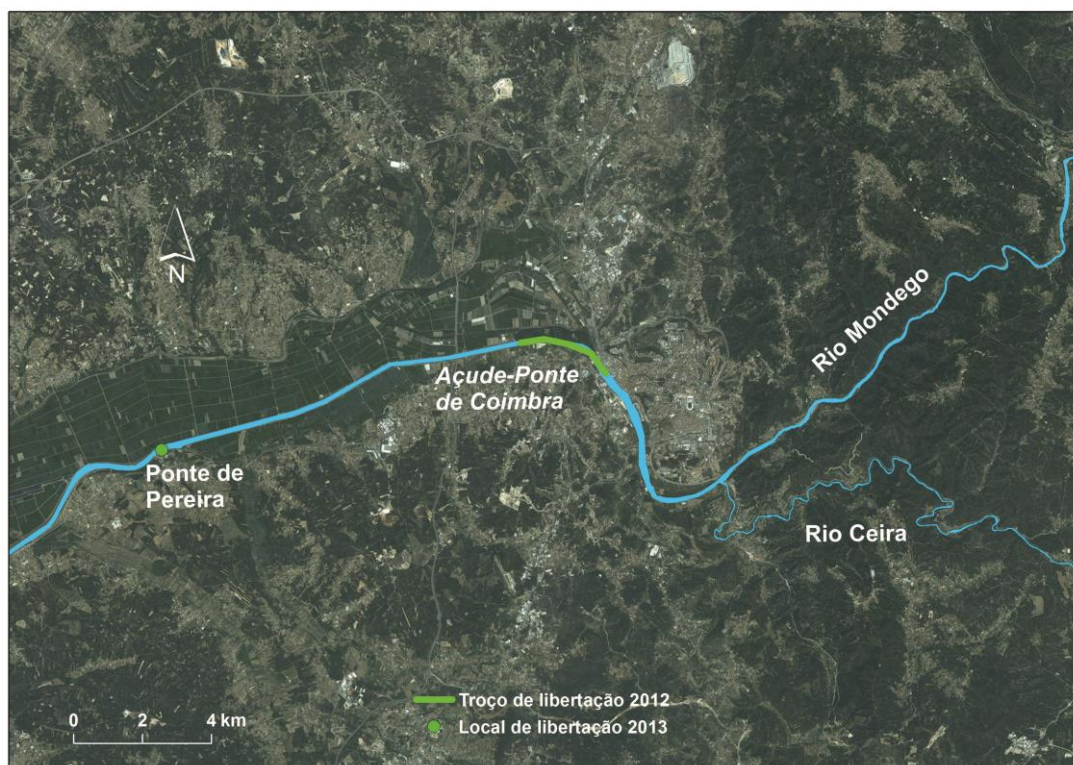


Figura 56. Locais de libertação das lampreias-marinhas marcadas com rádio-transmissores durante a época de migração de 2012 e 2013.

## Resultados

Das oito lampreias marcadas com rádio-transmissores e libertadas no Rio Mondego em 2012, quatro foram libertadas a jusante do Açude-Ponte (três no canal de atração), duas no interior da PPPeixes e duas a montante destas estruturas. Nenhum dos quatro animais libertados a jusante do açude conseguiu entrar na PPPeixes e alcançar a zona de montante (Fig. 57). Das duas lampreias libertadas no interior da PPPeixes, apenas



uma delas (Lm5) conseguiu negociar com sucesso esta estrutura e prosseguir o seu percurso migratório para montante, tendo-se dirigido para o Rio Ceira, onde a sua localização foi registada pela última vez.

Das duas lampreias que foram libertadas em 2012 a montante do Açude-Ponte, uma delas migrou apenas alguns quilómetros para montante (Lm6) enquanto a outra (Lm7) percorreu cerca de 10 km para montante tendo permanecido a jusante do Açude do Louredo, um obstáculo considerado intransponível com as condições de caudal que se verificavam nessa altura, durante o restante período de monitorização (Fig. 57).

Das 20 lampreias libertadas em 2013 no âmbito desta tarefa, seis (30%) conseguiram transpor o Açude-Ponte de Coimbra e prosseguir a sua migração reprodutora para montante. O reduzido estímulo hidrológico na zona de regolfo localizada a montante do Açude-Ponte de Coimbra não pareceu constituir um obstáculo à migração destes animais, uma vez que, dos seis animais que ultrapassaram o açude, três dirigiram-se posteriormente para o Rio Ceira (Lm9, Lm12 e Lm28) e os restantes alcançaram áreas consideravelmente a montante no Rio Mondego, nomeadamente a zona de Torres do Mondego (Lm15), a zona de Foz do Caneiro (Lm13) e o troço a jusante do Açude do Louredo (Lm22). De realçar que, mais uma vez, o Açude de Louredo se revelou como intransponível para estes animais, embora esta situação possa não se verificar em caudais de cheia, já que nenhuma das lampreias libertadas conseguiu transpor este obstáculo (Fig. 57).

Até à data do último procedimento de localização efetuado em 2013 (11 de julho), das restantes 14 lampreias libertadas, 12 permaneceram imediatamente a jusante do Açude-Ponte de Coimbra, não tendo conseguido ultrapassar este obstáculo com sucesso. Não foi possível confirmar se os animais que se acumularam a jusante deste obstáculo acabaram por se reproduzir ou não. Certo é que a acumulação em grandes quantidades destes animais a jusante da infraestrutura representa um problema assinalável em termos de pesca ilegal, contribuindo para o aumento do número de pescadores furtivos a atuar na zona da soleira imediatamente a jusante do açude.

As restantes duas lampreias (10%) libertadas em 2013 foram localizadas pela última vez no troço de rio compreendido entre o Açude-Ponte de Coimbra, a montante, e a povoação de Pereira, a jusante (Fig. 58). Na sua maioria, estas lampreias foram encontradas em zonas com características semelhantes aos habitats escolhidos para a construção dos ninhos, geralmente associadas às soleiras com desnível de fixação existentes ao longo deste troço, ou em zonas onde se constituíram ilhas no meio do leito.

Visto que os animais marcados não foram seguidos continuamente durante a migração mas sim semanalmente, não foi possível verificar com exatidão o tempo entre a libertação, chegada e transposição do Açude-Ponte e a localização final a montante (identificada no fim do período de monitorização). No entanto, para as seis lampreias libertadas a jusante do Açude-Ponte em 2013 e que conseguiram transpor com sucesso esta estrutura, o tempo decorrido entre as data de monitorização onde se identificou a última localização a jusante do Açude-Ponte e a primeira localização a montante desta estrutura variou entre 10 (Lm9, Lm12, Lm13 e Lm15), 15 (Lm28) e 22 dias (Lm 22), o que corresponde a um período de permanência a jusante do obstáculo superior a uma semana e que pode estender-se até três semanas, e a um tempo médio de aproximadamente 13 dias despendido pelas lampreias entre as zonas de jusante e montante do açude.

Em suma, tendo em conta os resultados obtido ao longo dos dois anos em que foi desenvolvida esta tarefa, do total de 28 lampreias marcadas, nove (32%) atingiram com sucesso a área a montante do Açude-Ponte de Coimbra. Quatro das lampreias marcadas (14% do total de animais marcados em 2012 e 2013) continuaram o seu percurso migratório pelo Rio Ceira, onde apenas uma delas (4%) conseguiu negociar com sucesso o primeiro obstáculo com maior dimensão neste afluente, o Açude da Bouça. As restantes cinco lampreias que ultrapassaram com sucesso o Açude-Ponte (18%), continuaram a sua migração para a área a montante no troço principal do Rio Mondego. Três lampreias (11%) conseguiram ultrapassar o Açude de Palheiros e alcançar a área a jusante do Açude do Louredo, obstáculo que se revelou intransponível para a totalidade dos animais.

Nos mapas das figuras 57 e 58 é apresentado o resumo final do movimento migratório das lampreias-marinhas monitorizadas em 2012 e 2013, com indicação do seu local de libertação e respetiva localização final de cada uma das 28 lampreias estudadas, bem como o seu padrão de dispersão ao longo da área de estudo a montante, após a passagem do Açude-Ponte de Coimbra. No Anexo XI é apresentado um mapa para cada uma das lampreias monitorizadas em 2012 e 2013 no âmbito desta tarefa, referente ao registo das suas localizações desde a data de libertação até à última campanha de monitorização levada a cabo em ambos os anos.

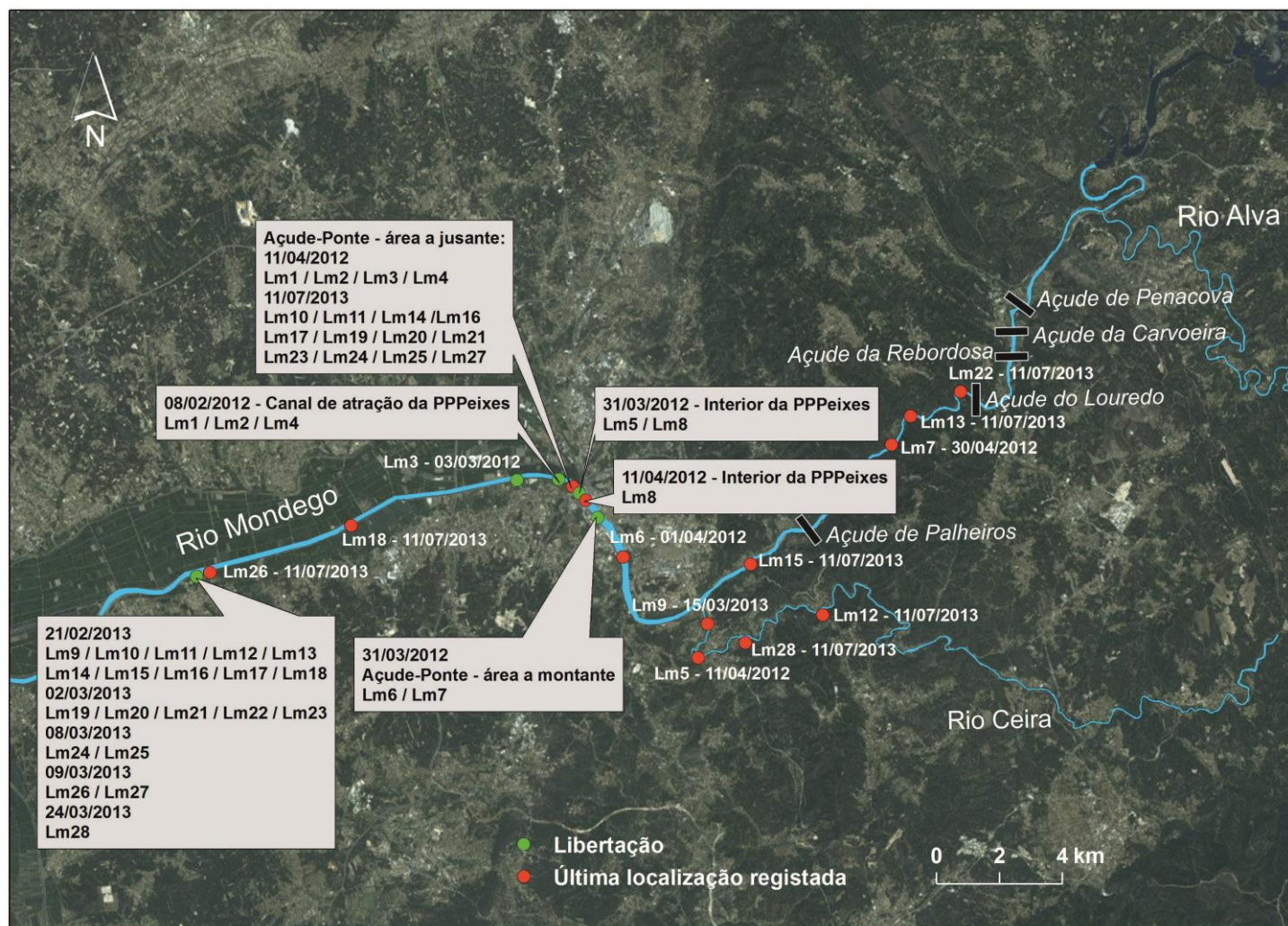


Figura 57. Registo final do movimento migratório das lampreias-marinhas marcadas em 2012 e 2013 no âmbito da tarefa 3.2. do presente projeto: local de libertação e última posição registada.





Figura 58. Dispersão das lampreias-marinhas marcadas em 2012 e 2013 no âmbito da tarefa 3.2. do presente projeto ao longo da Bacia Hidrográfica do Mondego, após passagem do Açude-Ponte de Coimbra.

### 2.3.2.2. Telemetria com registo de parâmetros fisiológicos (EMG)

#### Metodologia

Com o objetivo de avaliar o comportamento, esforço muscular desenvolvido e tempo total de passagem durante a transposição da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra, em abril de 2014 procedeu-se à captura e marcação de três lampreias-marinhas (Tab. 20) com transmissores EMG codificados (cEMG-R11-25; peso: 12 g; diâmetro: 12 mm; comprimento: 56 mm; fabricados pela Lotek Wireless). Este tipo de rádio-transmissor, para além de indicar a localização do animal marcado, possui também um par de elétrodos de ouro que são inseridos na musculatura vermelha do peixe e registam o seu nível de atividade.

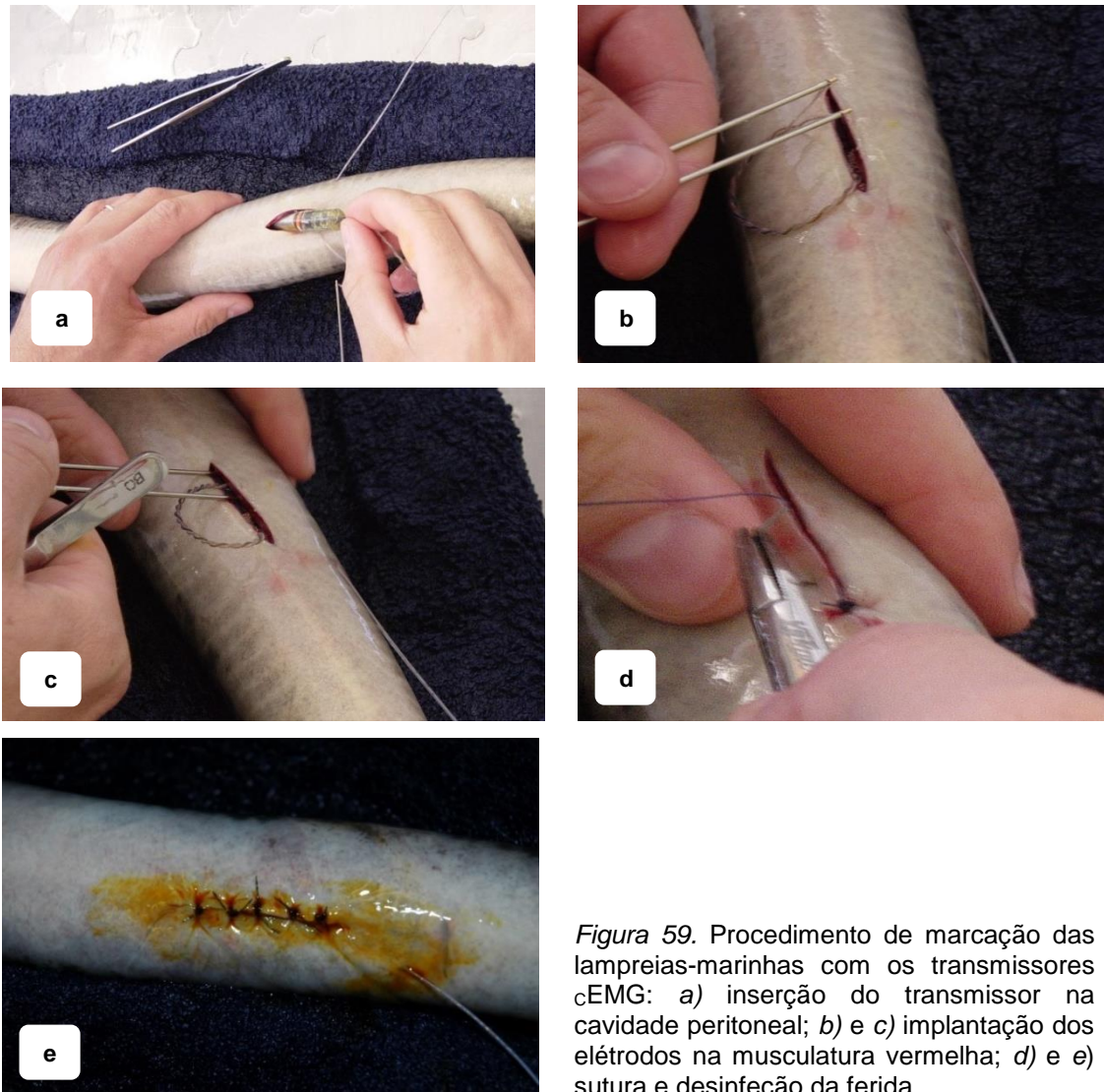
*Tabela 20.* Informação relativa às lampreias-marinhas marcadas com transmissores cEMG e libertadas na passagem para peixes do Açude-Ponte de Coimbra

ID Lampreia	Comprimento total (cm)	Peso total (g)	Frequência do transmissor	Data de marcação	Data de libertação
Pm1	81,5	1200	142.443	02-04-2014	03-04-2014
Pm2	93,5	1600	142.000	03-04-2014	04-04-2014
Pm3	89,5	1370	142.150	10-04-2014	11-04-2014

Os animais marcados foram capturados a jusante do Açude-Ponte de Coimbra com a ajuda de redes profissionais (botirão). Após a captura, os animais foram transportados (num tanque de transporte equipado com sistema de oxigenação da água) para o edifício de monitorização, onde foram anestesiados através da imersão numa solução de 0,4 ml 2-phenoxyethanol por litro de água, medidos (precisão de 1 cm), pesados (precisão de 1 g) e colocados numa mesa cirúrgica em forma de V, especialmente desenvolvida para o efeito. O transmissor cEMG foi implantado na zona posterior da cavidade peritoneal das lampreias e os elétrodos de ouro foram implantados, em paralelo, na musculatura axial vermelha dos animais (Fig. 59). Paralelamente, introduziu-se uma marca PIT aproveitando a incisão na linha média ventral associada à implantação do transmissor EMG.

Os animais foram deixados a recuperar dentro de um tanque equipado com sistemas de suporte de vida (filtro biológico, compressor de ar para oxigenar a água e um refrigerador regulado para os 14 °C), durante um período de aproximadamente 24 horas. Durante este período de recobro, procedeu-se ao registo dos valores de cEMG associados ao repouso durante os períodos em que as lampreias se encontravam completamente imóveis, assim como a diferentes níveis de atividade desencadeados

através da estimulação direta do indivíduo marcado. Após este procedimento, as lampreias foram transportadas para a primeira bacia de jusante da PPPeixes, onde permaneceram em aclimação, durante aproximadamente uma hora, até ao início do período noturno, altura em que foram libertadas e o seu comportamento monitorizado de forma contínua durante a transposição do dispositivo.



*Figura 59. Procedimento de marcação das lampreias-marinhas com os transmissores cEMG: a) inserção do transmissor na cavidade peritoneal; b) e c) implantação dos eletrodos na musculatura vermelha; d) e e) sutura e desinfeção da ferida.*

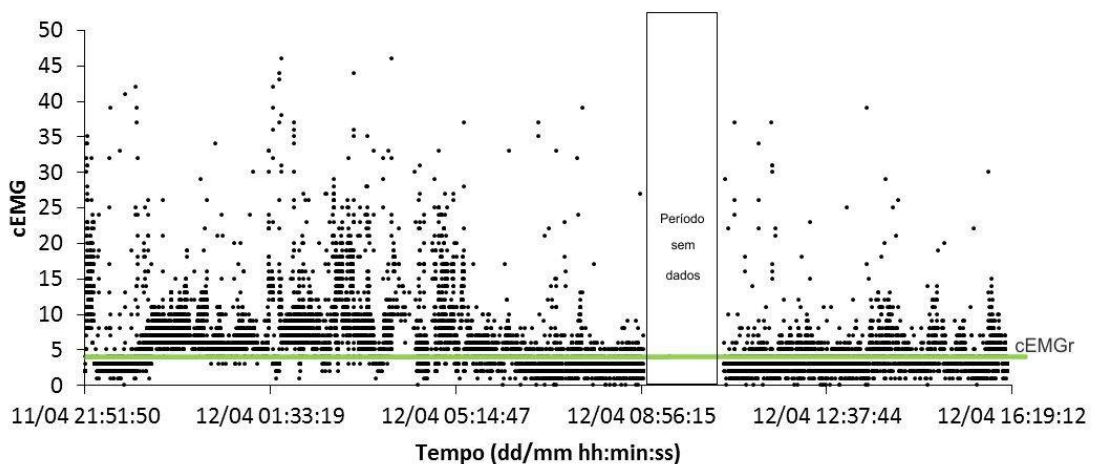
## Resultados

Do total de três lampreias marcadas com transmissores cEMG, apenas foi possível obter resultados do comportamento no interior da PPPeixes para duas delas (Pm1 e Pm2). A lampreia Pm3 saiu da PPPeixes durante a libertação, e durante todo o período de monitorização permaneceu a jusante do Açude-Ponte, numa zona de elevada turbulência, onde desenvolveu uma atividade caracterizada por picos de atividade de elevada intensidade ( $cEMG_{\text{repouso}} = 4$ ;  $cEMG_{\text{médio}} = 7$ ;  $cEMG_{\text{máx}} = 46$ ) (Fig. 60). Estes



valores mais elevados de EMG, comparativamente com os valores médios e de repouso, estão, muito provavelmente, associados a tentativas por parte do indivíduo de ultrapassar o obstáculo. Esta informação é relevante já que indica que o nível de atividade muscular despendido pelos animais a jusante do Açude-Ponte de Coimbra, junto às comportas, é muito alto, podendo com isso, se desenvolvidos durante um período de tempo prolongado, comprometer a restante migração e o respetivo sucesso reprodutor.

Este animal não foi identificado no sistema de deteção de marcas PIT durante a totalidade da época de migração de 2014.



*Figura 60.* Comportamento da lampreia-marinha Pm3 (valores de cEMG – i.e. índice de atividade relativa,) a jusante da PPPeixes. No eixo dos YY, a linha verde representa o valor de referência do cEMG de repouso (cEMGr) registado durante o período de recobro. O intervalo a branco corresponde a um período sem registo de dados.

Relativamente aos restantes dois indivíduos marcados (Pm1 e Pm2), observou-se que estes ultrapassaram com sucesso a totalidade da PPPeixes, tendo sido identificado um tempo total de transposição semelhante (~3 horas) e um comportamento natatório idêntico (Fig. 61). Este comportamento caracterizou-se por picos de atividade intensa associados à transposição ou tentativas de passagem das fendas verticais, que contrastam com períodos de repouso ou esforço muscular menos intenso provavelmente associados a períodos durante os quais as lampreias se fixam ao fundo ou às paredes da PPPeixes através do disco oral. Após a transposição do dispositivo, os animais continuaram o movimento migratório direcionado para montante sem evidências de que a perda de estímulo na área de regolfo do açude afetasse o seu comportamento.

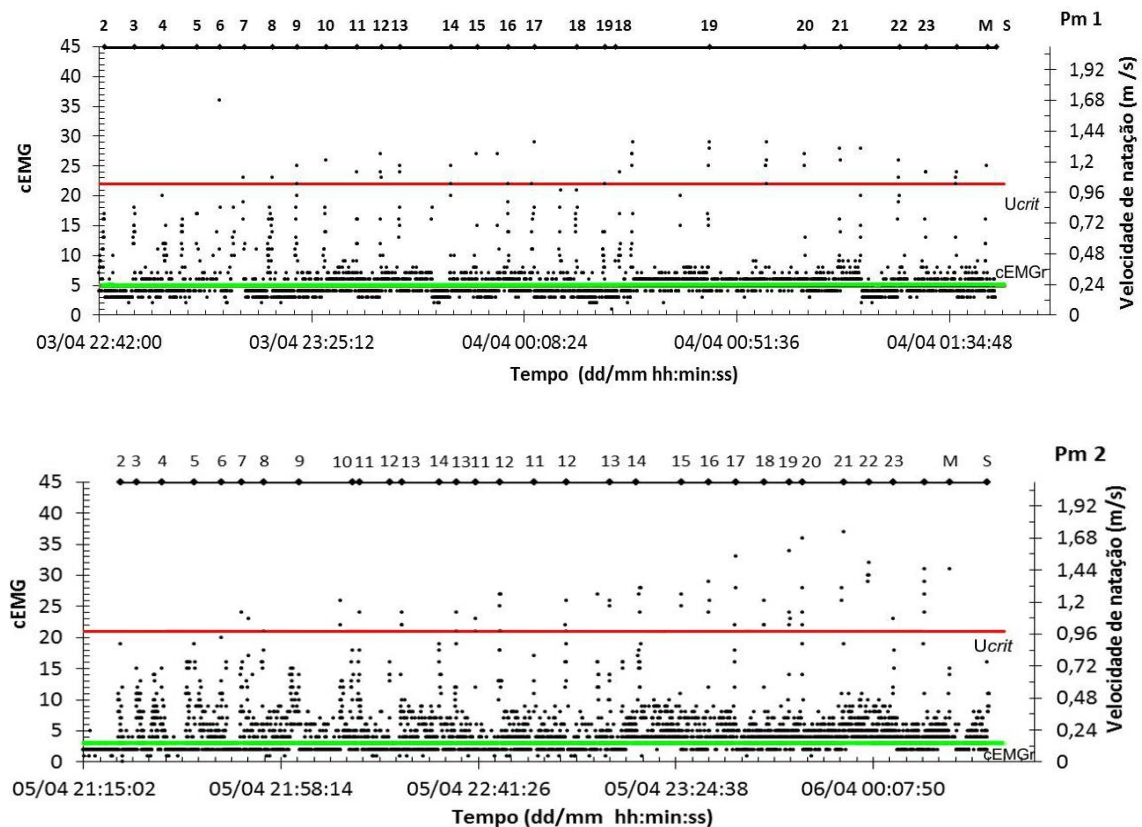


Figura 61. Comportamento (valores de cEMG) dos dois indivíduos marcados com transmissores cEMG que completaram a transposição da passagem. O valor médio de cEMG associado ao repouso de cada lampreia é igualmente apresentado no eixo YY (a verde) bem como o valor de cEMG associado ao limite crítico de natação da espécie (a vermelho). No topo de cada gráfico é identificada a transposição das diferentes bacias (1 a 23), bem como a sala de monitorização (M) e a saída (S) da PPPeixes.

Durante a transposição de dispositivos de passagem para peixes ou outro tipo de obstáculos, durante a época de migração, há muitas vezes a necessidade de recorrer a velocidades de natação superiores à capacidade máxima aeróbia ou velocidade crítica de natação das espécies. Isto pode levar ao rápido esgotamento das reservas de glicogénio e à acumulação de ácido láctico (atividade muscular anaeróbia), que consequentemente inibem a contração muscular e põem em causa o sucesso da transposição da PPPeixes e, posteriormente, o próprio sucesso reprodutor das espécies.

Este aspeto é particularmente importante para espécies como a lampreia-marinha, uma vez as suas reservas energéticas são limitadas e só se reproduzem uma vez na vida. Para as lampreias com comprimento total médio próximo daquelas que foram utilizadas nesta tarefa, a velocidade crítica de natação ( $U_{crit}$ ) é de aproximadamente 1,03 m/s (Almeida *et al.*, 2007). Através de uma calibração aproximada dos registos de cEMG com a velocidade de natação (regressão entre os valores de EMG associados ao

repouso e à transposição de uma fenda cuja velocidade de corrente é conhecida), verificou-se que para ambas as lampreias, apenas 1% do tempo total foi despendido a nadar a uma velocidade superior à capacidade máxima aeróbia (Fig. 61), o que indica que a configuração hidráulica no interior da PPPeixes é adequada para a sua transposição por parte desta espécie.

Neste sentido, é possível inferir que as condições hidráulicas no interior da PPPeixes asseguram que esta espécie realize a transposição deste dispositivo sem que, ao nível das reservas energéticas despendidas, se desencadeiem respostas fisiológicas que ponham em causa, não só o sucesso da própria transposição do dispositivo, mas também do restante movimento migratório para montante e a conclusão com sucesso das respetivas atividades reprodutoras.

### **2.3.3. Avaliação da abundância de amocetes de lampreia-marinha na fase pós-operacional da PPPeixes (Tarefa 3.3)**

#### **Enquadramento**

No âmbito de um quadro de gestão sustentável dos recursos hídricos, o desenvolvimento e implementação de medidas de restabelecimento da conectividade fluvial, enquadrando-se neste contexto medidas como a construção de passagens para peixes, devem ser acompanhados de programas de monitorização que permitam verificar se os objetivos preconizados estão a ser atingidos e detetar eventuais constrangimentos que obstem ao cumprimento desses objetivos, possibilitando, deste modo, aferir o seu grau de eficácia e eficiência e introduzir as necessárias correções, visando o melhoramento do seu funcionamento. Os programas de monitorização pós-operacional devem ser entendidos como um complemento à obra das PPPeixes e uma das componentes que contribuem para a identificação e implementação de medidas com vista ao aumento da eficiência e eficácia deste tipo de infraestruturas.

No caso particular da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra, numa fase preliminar à sua entrada em funcionamento procedeu-se à avaliação da abundância de lampreia-marinha ao longo da área de estudo, com o objetivo de monitorizar a adequabilidade de habitat a montante de PPPeixes para esta espécie e estabelecer uma situação de referência que pudesse ser comparada com dados obtidos após o seu funcionamento. Na sequência destas amostragens pré-operacionais realizadas em 2011, desde 2012 que se procedeu à realização de novas amostragens, com uma periodicidade anual, com o objetivo de avaliar a evolução da abundância de lampreia-marinha a montante e

a jusante da PPPeixes do Açude-Ponte no período posterior à entrada em funcionamento do dispositivo.

É expectável que o funcionamento da PPPeixes permita que alguns reprodutores de lampreia-marinha consigam transpor este dispositivo e reproduzir-se no troço a montante. O que se pretende com esta tarefa é estimar a abundância de amocetes no troço a montante do Açude-Ponte e, paralelamente, estimar a abundância a jusante.

Por último, a abundância em cada um destes troços, e em cada um dos anos onde se procedeu à amostragem pós-operacional, será comparada com a situação de referência para a fase pré-operacional, com o objetivo de avaliar o contributo da PPPeixes para a recolonização da bacia hidrográfica do Rio Mondego por parte da lampreia-marinha. Por outro lado, é essencial perceber também como varia a abundância a jusante para que seja possível avaliar se o aumento de habitat disponível, potenciado pela construção da PPPeixes, se reflete apenas a montante, tratando-se por isso num ganho do efetivo populacional, ou simplesmente uma transferência de indivíduos de jusante para montante, se for verificada uma diminuição do efetivo a jusante e um aumento a montante.

### Metodologia

Após a entrada em funcionamento da passagem para peixes do Açude-Ponte de Coimbra foram realizadas três campanhas de amostragem dirigidas a amocetes de *P. marinus* com vista à caracterização das populações desta espécie na fase pós-operacional da PPPeixes: agosto de 2012, 2013 e 2014. A zona de amostragem considerada para esta tarefa foi a mesma considerada em 2011 no âmbito da tarefa 1.2: entre o Açude da Formoselha (a jusante) e a mini-hídrica de Penacova (a montante), incluindo os troços inferiores dos afluentes Ceira e Alva.

Relativamente à amostragem correspondente à fase pré-operacional da PPPeixes, em 2011, nos três anos seguintes foi incluído um novo local de amostragem situado imediatamente a jusante do Açude-Ponte de Coimbra (MJ10), perfazendo um total de 34 estações de amostragem (Fig. 62): 10 estações a jusante do Açude-Ponte; 15 a montante; 5 no Rio Ceira e 4 no Rio Alva. Em 2014 optou-se por amostrar conjuntamente as estações MM12 e MM13 (MM12/13), que distavam entre si apenas cerca de 300-400 m.



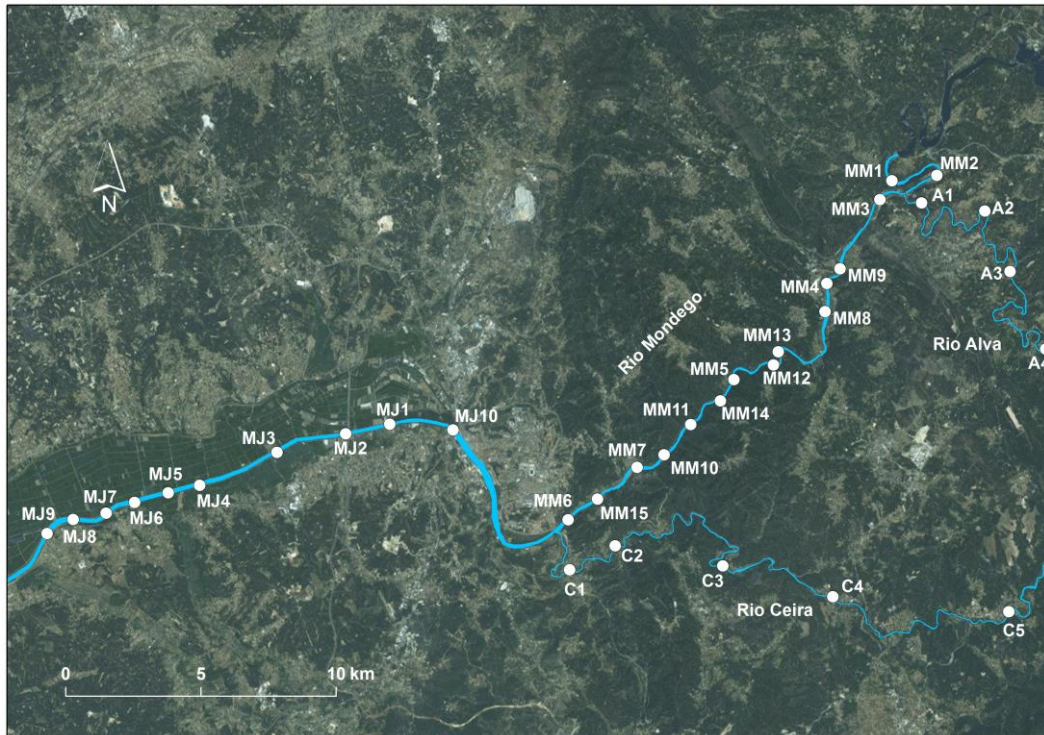


Figura 62. Distribuição das estações de amostragem de *P. marinus* e *A. anguilla* nos anos de 2012, 2013 e 2014. Em 2014 as estações MM12 e MM13 foram amostradas em conjunto (MM12/13).

Ao longo dos três anos, as respetivas épocas de amostragem decorreram sempre durante o mês de agosto. O método utilizado e o procedimento de amostragem foram semelhantes ao que havia sido levado a cabo para a captura destes animais em 2011, já descritos anteriormente neste relatório: o método de amostragem utilizado foi a pesca elétrica e o procedimento foi adaptado do “*Protocolo de amostragem e análise para a fauna piscícola*” desenvolvido no âmbito da implementação da Diretiva Quadro da Água (INAG, 2008a). O tempo de amostragem em cada local foi registado para se poder calcular o CPUE (captura por unidade de esforço expressa em número de indivíduos capturados por hora). As larvas de lampreias foram medidas (CT,  $\pm 1$  mm), pesadas (PT,  $\pm 0,01$  g) e, posteriormente devolvidas ao rio.

De forma a ilustrar a evolução das capturas de *P. marinus* desde o início da monitorização da PPPeixes, serão apresentados os resultados das abundâncias totais e para cada classe dimensional, em intervalos de 20 mm, verificadas nas campanhas de amostragem de 2011, previamente à entrada em funcionamento da PPPeixes, a 2014, tendo em conta as duas unidades espaciais de maior dimensão, nomeadamente o troço do Rio Mondego situado a montante da PPPeixes, incluindo os afluentes Alva e Ceira, e o troço localizado a jusante deste dispositivo de transposição.



A distribuição dos comprimentos das lampreias capturadas por classes dimensionais para cada um dos locais onde a sua captura foi confirmada entre 2011 e 2014, é apresentada no Anexo VII.

### Resultados

No total, em 2012, foram capturadas lampreias em 20,6% dos locais amostrados (Fig. 63). A montante do Açude-Ponte de Coimbra apenas foram capturadas lampreias no ponto situado na proximidade de Torres do Mondego (MM7), onde também havia sido registada a ocorrência desta espécie em 2011, no período pré-operacional da PPPeixes. Em 2012 foi capturado um total de 24 lampreias-marinhas ao longo da área de estudo, um número semelhante ao que havia sido observado em 2011.

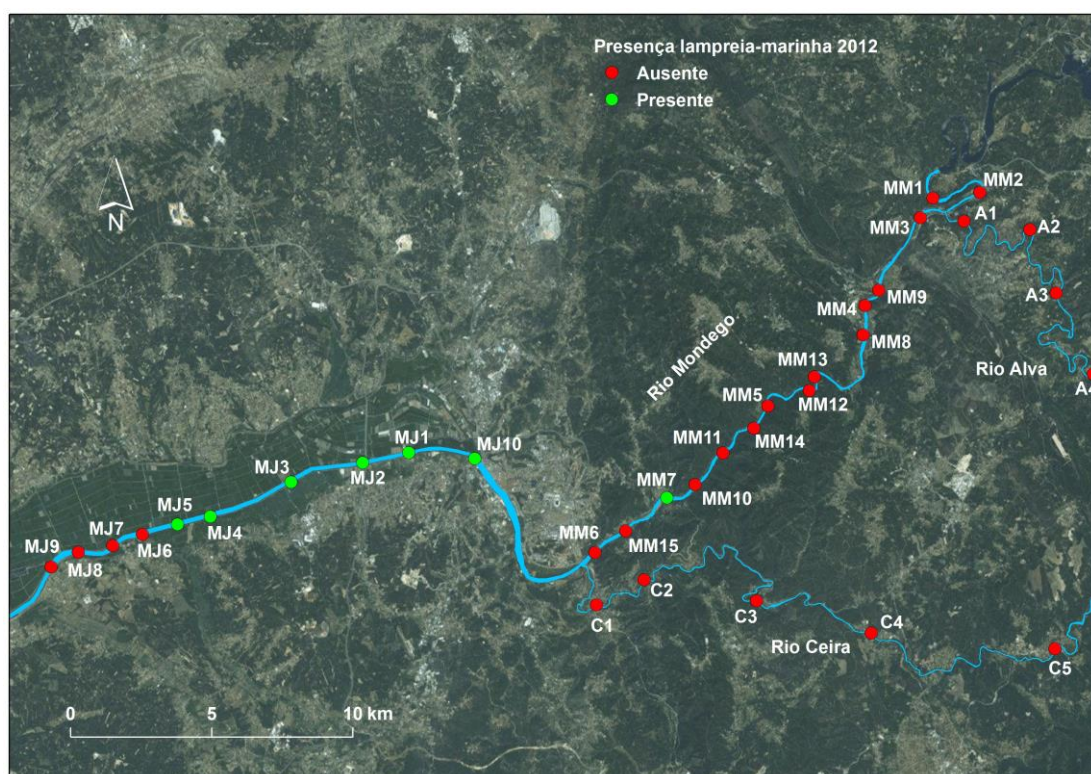


Figura 63. Distribuição das estações de amostragem para captura de amocetes de *P. marinus* no ano de 2012 e indicação da sua presença (●) e ausência (●).

No ano seguinte, em 2013, o número de locais onde foi registada a ocorrência desta espécie, bem como o número de animais capturados, foi superior, sobretudo na área a montante da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra. No total foram capturadas 117 lampreias ao longo de 41,2% dos pontos de amostragem (Fig. 64). Ainda assim, a grande maioria das lampreias foi capturada na zona a jusante do Açude-Ponte de Coimbra. Foram capturadas lampreias nos pontos a montante do Açude-Ponte mais

próximos do obstáculo e ainda no ponto mais a jusante no Rio Ceira. No Rio Alva não foram capturados exemplares de *P. marinus*.

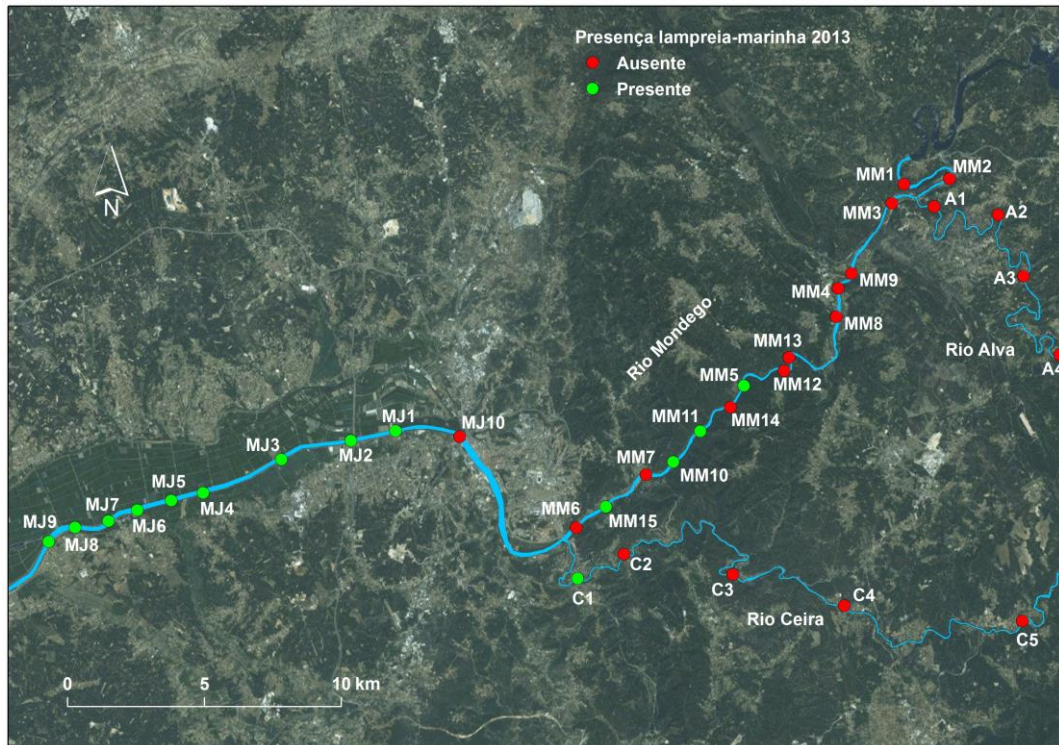


Figura 64. Distribuição das estações de amostragem para captura de amocetes de *P. marinus* no ano de 2013 e indicação da sua presença (●) e ausência (●).

Em 2014, o número de locais onde foi confirmada a presença de lampreia-marinha voltou a aumentar, tendo-se registado a ocorrência desta espécie em 51,51% dos pontos de amostragem (Fig. 65). O número total de lampreias capturadas também foi superior, tendo-se registado a ocorrência de 275 indivíduos desta espécie ao longo da área de estudo. A grande maioria das lampreias foi capturada na zona a jusante do Açude-Ponte de Coimbra. Foram capturadas lampreias nos pontos a montante do Açude-Ponte mais próximos do obstáculo, em duas estações localizadas a jusante no Rio Ceira e ainda na estação mais a jusante no Rio Alva.



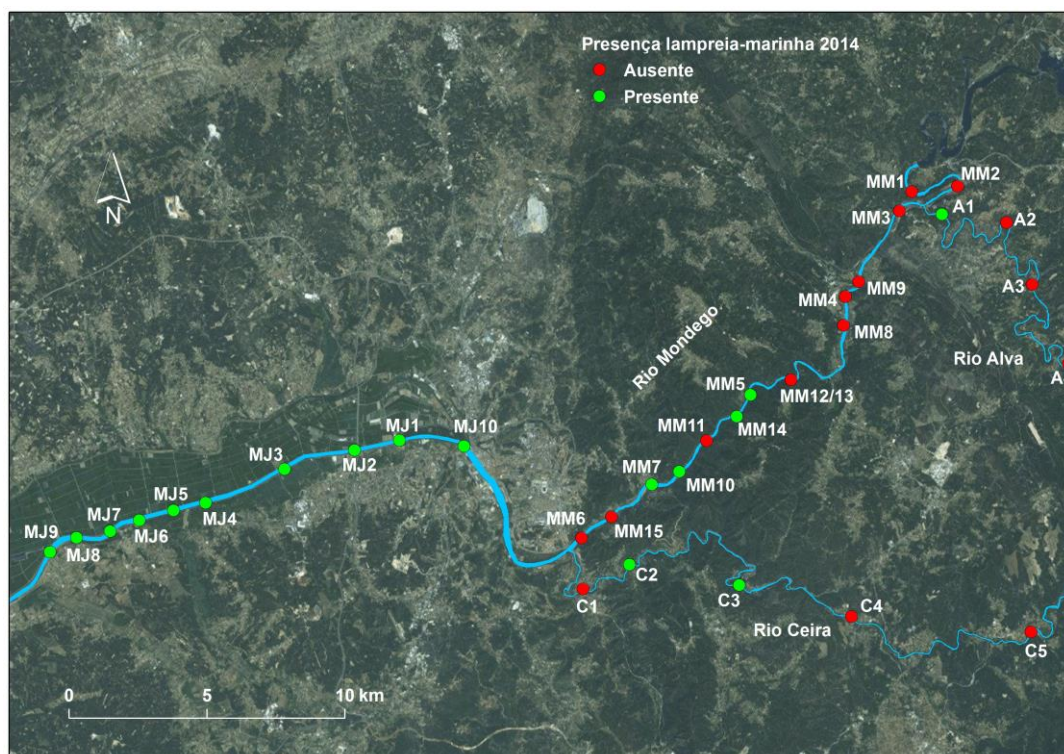


Figura 65. Distribuição das estações de amostragem para captura de amocetes de *P. marinus* no ano de 2014 e indicação da sua presença (●) e ausência (●).

A identificação dos pontos de amostragem por linha de água, as coordenadas de cada ponto, bem como o número total de lampreias capturadas em cada um dos anos em que foi desenvolvida esta tarefa (2012 a 2014) e o respetivo CPUE estão indicados na tabela 21.

Em termos de abundância, em 2012 esta espécie apresentou valores reduzidos ao longo da área de estudo (abundância média; jusante do Açude-Ponte: 2,40 CPUE; montante: 0,41 CPUE; afluentes: 0,00 CPUE), com os valores mais elevados a verificarem-se sobretudo a jusante do Açude-Ponte de Coimbra (Fig. 66), especialmente no local MJ2 (Tab. 21). Em 2013, verificou-se um aumento generalizado da abundância desta espécie na área de estudo (abundância média; jusante do Açude-Ponte: 6,96 CPUE; montante: 4,30 CPUE; afluentes: 1,11 CPUE), sobretudo a montante do Açude-Ponte de Coimbra (Fig. 67). Os locais com abundância mais elevada de lampreia-marinha em 2013 foram MM15, localizado próximo da confluência do Rio Ceira, na localidade de Torres do Mondego, e MJ6, na zona de Pereira.

A tendência de aumento da abundância de lampreia-marinha na área de estudo manteve-se durante o último ano de amostragens, em 2014, verificando-se um aumento generalizado destes valores no troço a jusante do Açude-Ponte de Coimbra (Fig. 68) e, sobretudo, a montante desta infraestrutura, em particular nos afluentes amostrados

(abundância média; jusante do Açude-Ponte: 22,46 CPUE; montante: 0,46 CPUE; afluentes: 10,56 CPUE). O Rio Ceira revelou-se um importante habitat para a fase larvar desta espécie na bacia hidrográfica do Rio Mondego, tendo sido aqui registado (C2, próximo de Cabouco) o valor mais elevado de abundância de lampreia-marinha em 2014 com um total de 74 indivíduos desta espécie, correspondentes a um valor de 88,80 CPUE (Tab. 21).

*Tabela 21.* Número de lampreias capturadas (n) em 2012, 2013 e 2014 e respetivo CPUE (número de indivíduos capturados por hora) em cada um dos locais amostrados

Curso de água	Código	Coordenadas (Datum Lisboa Hayford-Gauss)		2012		2013		2014	
		X	Y	n	CPUE	n	CPUE	X	Y
Rio Alva	A1	190776	369434	0	0,00	0	0,00	5	5,00
Rio Alva	A2	193260	369076	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Rio Alva	A3	194510	367032	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Rio Alva	A4	195221	364139	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Rio Ceira	C1	178019	355758	0	0,00	5	10,00	0	0,00
Rio Ceira	C2	179717	356735	0	0,00	0	0,00	74	88,80
Rio Ceira	C3	183300	356089	0	0,00	0	0,00	1	1,20
Rio Ceira	C4	187664	354820	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Rio Ceira	C5	194220	354194	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Rio Mondego	MM1	190251	370190	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Rio Mondego	MM2	191685	370591	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Rio Mondego	MM3	189574	369624	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Rio Mondego	MM4	187633	366554	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Rio Mondego	MM5	184003	363029	0	0,00	5	6,52	1	1,20
Rio Mondego	MM6	177707	357293	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Rio Mondego	MM7	180675	359639	5	0,10	0	0,00	1	1,15
Rio Mondego	MM8	187528	365546	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Rio Mondego	MM9	188114	366900	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Rio Mondego	MM10	181575	360041	0	0,00	5	5,00	1	1,18
Rio Mondego	MM11	182653	361336	0	0,00	13	16,96	0	0,00
Rio Mondego	MM12	185744	363951	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Rio Mondego	MM13	185730	363421	0	0,00	0	0,00		
Rio Mondego	MM14	183536	362177	0	0,00	0	0,00	2	2,40
Rio Mondego	MM15	179031	358434	0	0,00	30	36,00	0	0,00
Rio Mondego	MJ1	171155	361099	2	0,03	9	9,64	19	21,92
Rio Mondego	MJ2	169674	360811	8	0,18	2	2,14	35	42,00
Rio Mondego	MJ3	167222	360266	1	0,02	1	1,03	7	8,40
Rio Mondego	MJ4	164245	358910	1	0,02	2	2,67	6	7,35
Rio Mondego	MJ5	163050	358661	3	0,06	3	3,21	30	36,00
Rio Mondego	MJ6	161848	358367	0	0,00	24	30,00	48	49,66
Rio Mondego	MJ7	160857	357892	0	0,00	1	1,07	25	37,50
Rio Mondego	MJ8	159569	357749	0	0,00	13	14,44	13	14,18
Rio Mondego	MJ9	158821	357305	0	0,00	4	5,33	5	5,45
Rio Mondego	MJ10	173735	360838	4	0,08	0	0,00	2	2,11



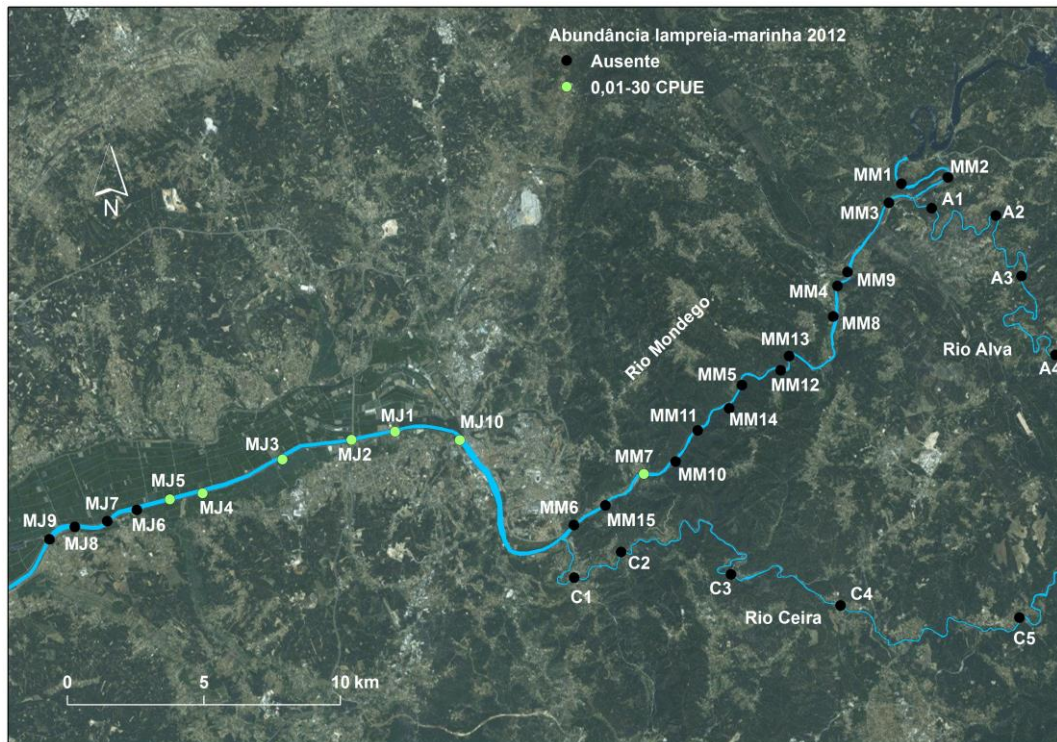


Figura 66. Abundância de *P. marinus* (classes de CPUE) em 2012 ao longo das estações de amostragem na Bacia Hidrográfica do Mondego.

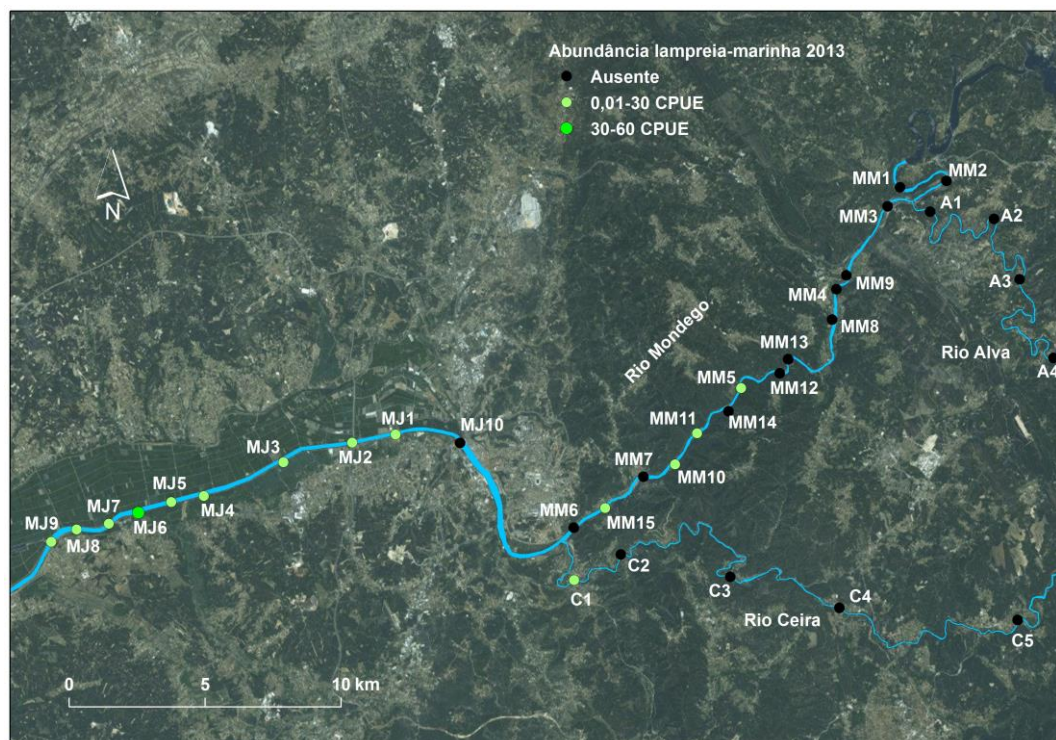


Figura 67. Abundância de *P. marinus* (classes de CPUE) em 2013 ao longo das estações de amostragem na Bacia Hidrográfica do Mondego.



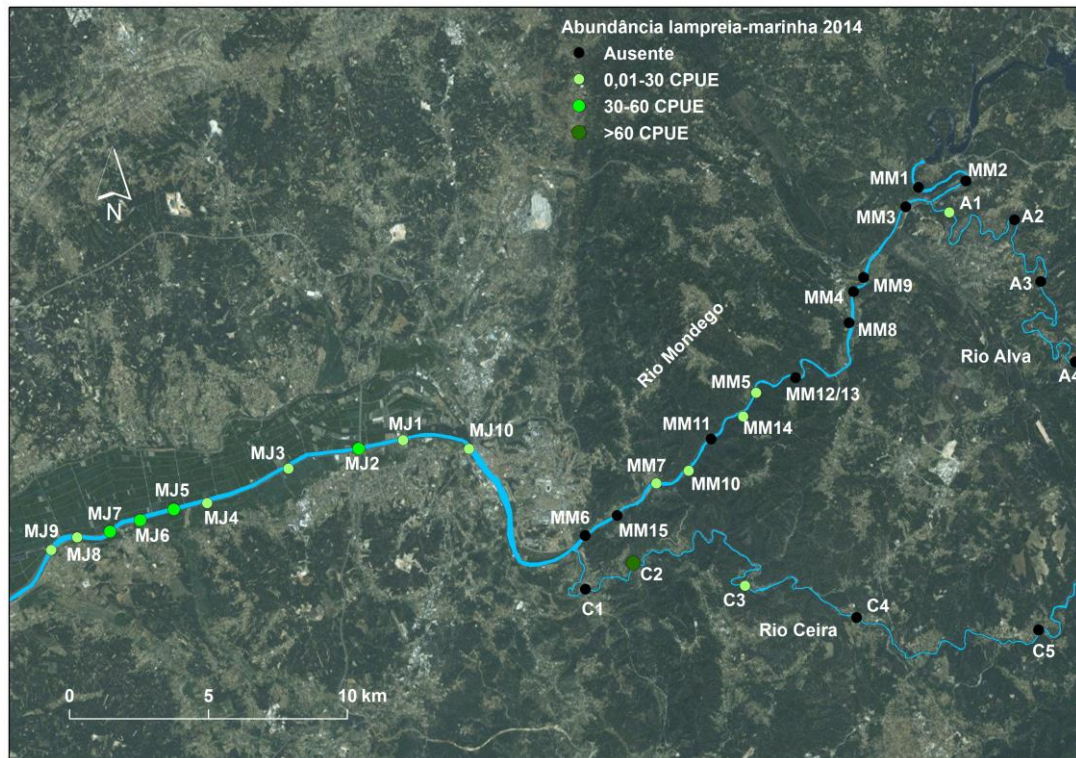


Figura 68. Abundância de *P. marinus* (classes de CPUE) em 2014 ao longo das estações de amostragem na Bacia Hidrográfica do Mondego.

A evolução da abundância total de *P. marinus* nos troços de rio amostrados a montante e jusante do Açude-Ponte entre os anos de 2011 a 2014 encontra-se representada na figura 69. Pela análise desta figura é perceptível um aumento da abundância de amocetes de *P. marinus* a montante e, especialmente, a jusante do Açude-Ponte, quando comparamos abundâncias numa fase pré-operacional (dados 2011) e evolução pós-operacional (de 2012 a 2014). Verifica-se igualmente que a proporção de indivíduos capturados a montante e a jusante do Açude-Ponte sofreu alterações consideráveis ao longo do período de estudo, verificando-se um aumento gradual, particularmente relevante em 2013, da importância dos núcleos populacionais de lampreia-marinha localizados a montante do Açude-Ponte de Coimbra para a abundância total da população desta espécie na bacia hidrográfica do Rio Mondego.

A análise da evolução da distribuição dos indivíduos por classes dimensionais durante o mesmo período temporal (Fig. 70) confirma estes resultados e permite concluir que o aumento considerável das capturas a montante do açude observado em 2013 e 2014 reflete sobretudo a elevada abundância de amocetes, na sua maioria pertencentes a classes dimensionais de indivíduos 0+, 1+ e, eventualmente, 2+ (Quintella *et al.*, 2003), registada nos rios Alva e Ceira (c.f. Anexo VII). Estes resultados confirmam a melhoria da conectividade longitudinal e o novo acesso a estas áreas de montante proporcionado

pela PPPeixes, bem como a importância destes afluentes para a reprodução de *P. marinus* na bacia hidrográfica do Rio Mondego.

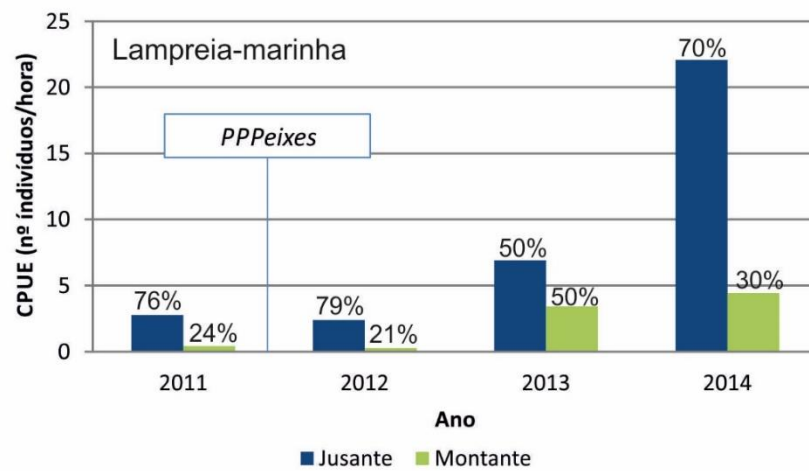
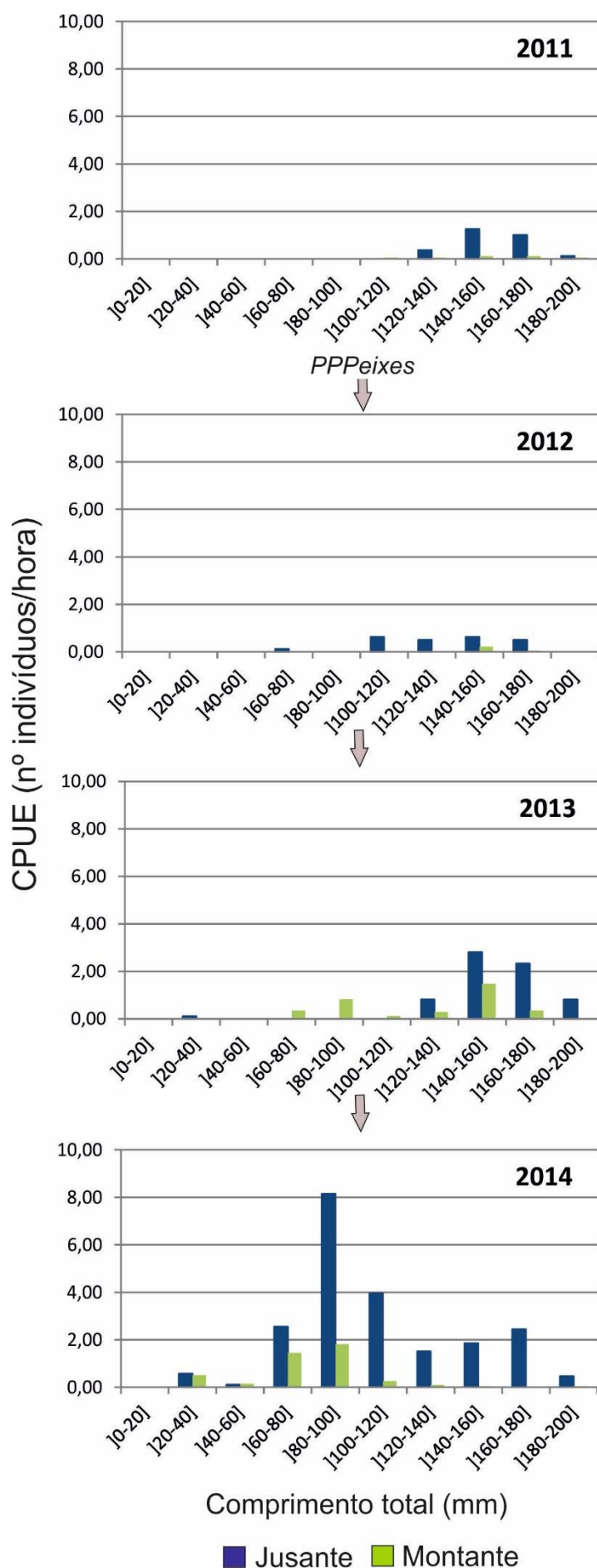


Figura 69. Evolução da abundância (CPUE, número de indivíduos capturados por hora) de *P. marinus* entre 2011 (amostragem pré-operacional), 2012, 2013 e 2014 (amostragens pós-operacionais) a montante e jusante do Açude-Ponte de Coimbra. A proporção de indivíduos capturados a montante e jusante da PPPeixes relativa ao número total de lampreias capturadas em cada um dos anos de amostragem é também apresentada.



*Figura 70.* Evolução da distribuição por classes dimensionais (CPUE, número de indivíduos capturados por hora) de amocetes de lampreia-marinha capturadas entre 2011 (amostragem pré-operacional) e 2012-2014 (amostragens pós-operacionais) a montante e jusante do Açude-Ponte de Coimbra.

#### 2.3.4. Avaliação da abundância de enguia-europeia na fase pós-operacional da PPPeixes (Tarefa 3.4)

##### Enquadramento

Com objetivos semelhantes ao trabalho levado a cabo para a lampreia-marinha no âmbito da Tarefa 3.3, para a enguia-europeia também se procedeu a uma avaliação da abundância nos troços a montante e a jusante da PPPeixes, durante um período posterior à entrada em funcionamento deste dispositivo (2012-2014). O que se pretende com esta tarefa é estimar a abundância de enguia nos troços a jusante e a montante do Açude-Ponte de Coimbra. A abundância a montante e a jusante é comparada com a situação pré-operacional (2011), obtida numa fase anterior à entrada em funcionamento deste dispositivo de transposição, permitindo avaliar os ganhos reais para esta espécie no que diz respeito ao efetivo populacional e ao habitat disponível na área de estudo.

Por outro lado, durante o desenvolvimento das restantes tarefas do programa de monitorização foram levantadas várias dúvidas relativamente à capacidade da enguia-europeia em utilizar o dispositivo de transposição estudado e/ou à incapacidade dos métodos de amostragem utilizados (i.e. contagens visuais) em garantir, por si só, uma contabilização fidedigna das enguias que conseguem transpor este dispositivo, sobretudo no que diz respeito aos indivíduos juvenis durante a migração trófica para montante (i.e., meixão). Considerando estes constrangimentos, optou-se por complementar a avaliação do impacto da construção da PPPeixes na população de enguias do Rio Mondego de uma forma indireta, através do acompanhamento da abundância numa fase posterior ao seu funcionamento, e a montante e jusante do obstáculo.

##### Metodologia

O procedimento de avaliação da abundância de enguia-europeia na fase pós-operacional da PPPeixes foi realizado em simultâneo com o procedimento de avaliação da abundância de lampreia-marinha na fase pós-operacional da PPPeixes, descrito na tarefa 3.3. Após a entrada em funcionamento da passagem para peixes do Açude-Ponte de Coimbra foram realizadas três campanhas de amostragem de *A. anguilla* com vista à caracterização das populações desta espécie na fase pós-operacional da PPPeixes, em agosto de 2012, agosto de 2013 e agosto de 2014.

A zona de amostragem considerada para esta tarefa foi a mesma considerada em 2011: entre o Açude da Formoselha (a jusante) e a mini-hídrica de Penacova (a montante), incluindo os troços inferiores dos afluentes Ceira e Alva. Relativamente à amostragem correspondente à fase pré-operacional da PPPeixes, em 2011, nos três anos seguintes foi incluído um novo local de amostragem situado imediatamente a jusante do Açude-Ponte de Coimbra (MJ10), perfazendo um total de 34 estações de amostragem (Fig. 62): #10 estações a jusante do Açude-Ponte; 15 a montante; 5 no Rio Ceira e 4 no Rio Alva. Em 2014 optou-se por amostrar conjuntamente as estações MM12 e MM13 (MM12/13), que inicialmente distavam entre si apenas cerca de 300-400 m. Ao longo dos três anos, as respetivas épocas de amostragem decorreram durante o mês de agosto.

O procedimento de amostragem utilizado ao longo dos três anos de amostragem foi idêntico ao referido na tarefa descrita anteriormente. O tempo de amostragem foi registado para se poder calcular o CPUE em cada estação de amostragem. Depois de capturadas, as enguias foram anestesiadas, medidas, pesadas e posteriormente devolvidas ao rio.

De forma a ilustrar a evolução das capturas de enguia desde o início da monitorização da PPPeixes, serão apresentados os resultados das abundâncias totais e para cada classe dimensional, em intervalos de 20 mm, verificadas nas campanhas de amostragem de 2011, previamente à entrada em funcionamento da PPPeixes, a 2014 tendo em conta duas unidades espaciais de maior dimensão, nomeadamente o troço do Rio Mondego situado a montante da PPPeixes, incluindo os afluentes Alva e Ceira, e o troço localizado a jusante deste dispositivo de transposição. A distribuição dos comprimentos das enguias capturadas por classes dimensionais para cada um dos locais onde a sua captura foi confirmada entre 2011 e 2014, é apresentada no Anexo VIII. Apesar de ter sido observada a presença de um exemplar de enguia no local C5, não foi possível medir o seu comprimento uma vez que o indivíduo escapou antes deste procedimento, razão pela qual não é apresentado histograma para esta estação.

### Resultados

Em 2012, primeiro ano de amostragens após a entrada em funcionamento da PPPeixes, foi capturado um total de 809 enguias ao longo de 97% dos locais amostrados (Fig. 71). Durante as amostragens realizadas em 2012, esta espécie apenas não foi capturada num dos locais amostrados no Rio Ceira. Comparativamente ao ano de 2011, o número de estações nas quais foram capturadas enguias aumentou cerca de 10%, tendo-se registado igualmente um aumento considerável do número de animais capturados.



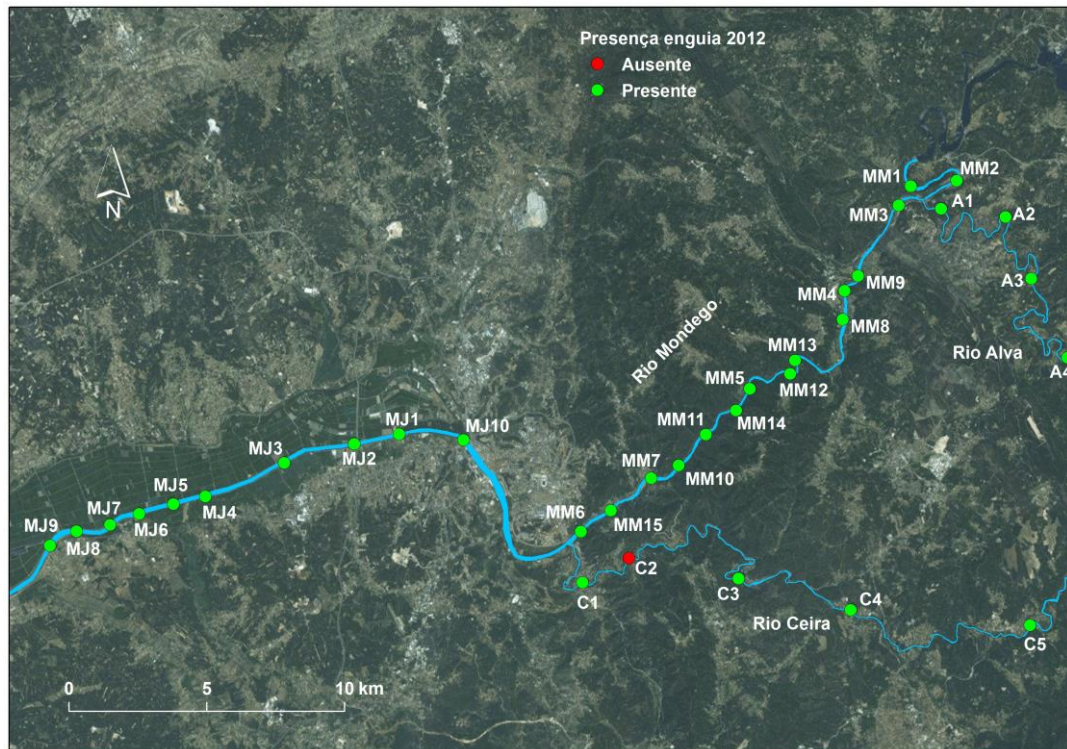


Figura 71. Distribuição das estações de amostragem para captura de *A. anguilla* no ano de 2012 e indicação da sua presença (●) e ausência (●).

Em 2013, o número de locais onde se registou a presença desta espécie foi semelhante ao ano anterior (cerca de 97%; Fig. 72), embora o local onde se verificou a ausência desta espécie tenha sido distinto. Desta feita, apenas não foram capturadas enguias no ponto MM12, que, no entanto, se encontra muito próximo de pontos nos quais esta espécie estava presente, como o caso do ponto MM13, localizado a menos de 1 km de distância. No total, durante as amostragens de 2013, foram capturadas 731 enguias ao longo da área de estudo.

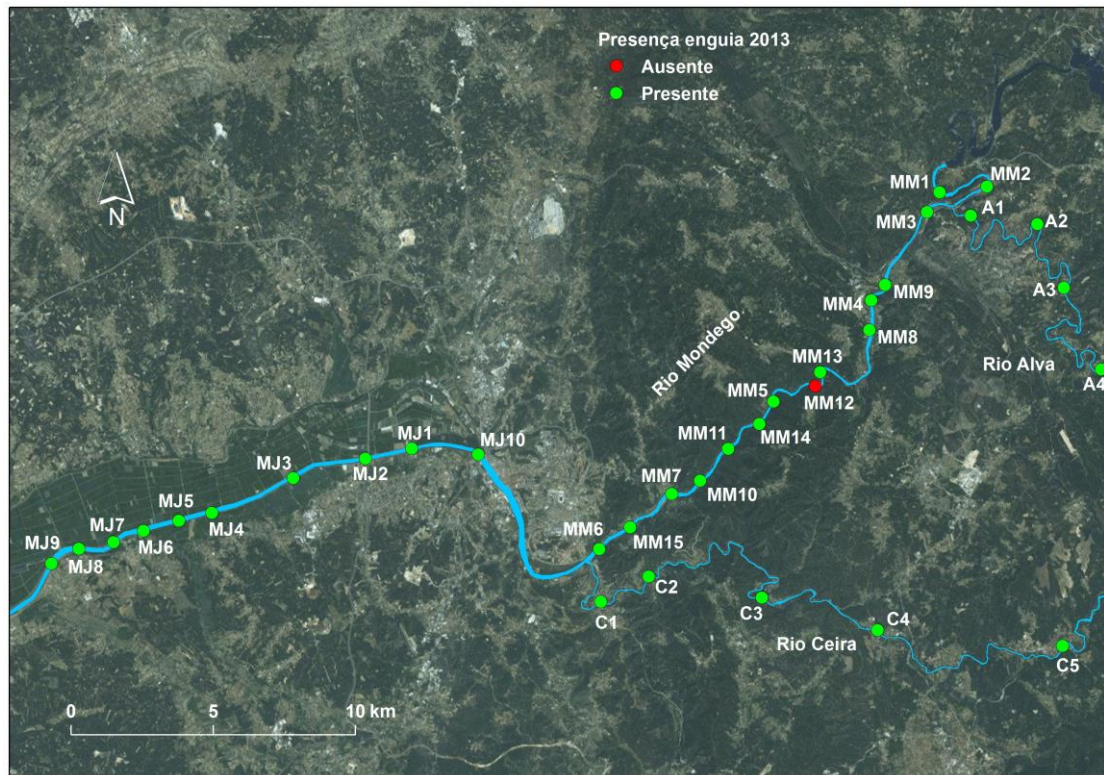


Figura 72. Distribuição das estações de amostragem de *A. anguilla* no ano de 2013 e indicação da sua presença (●) e ausência (●).

Em 2014, a proporção de locais onde se registou a presença desta espécie manteve-se semelhante aos valores de 2012 e 2013 (~97%; Fig. 73) e apenas o número total de indivíduos capturados sofreu uma ligeira redução, tendo-se capturado 644 enguias neste último ano. Apenas não foram capturadas enguias no ponto MM3 (próximo de Miro), que, no entanto, se encontra entre troços onde foi identificada a presença desta espécie.



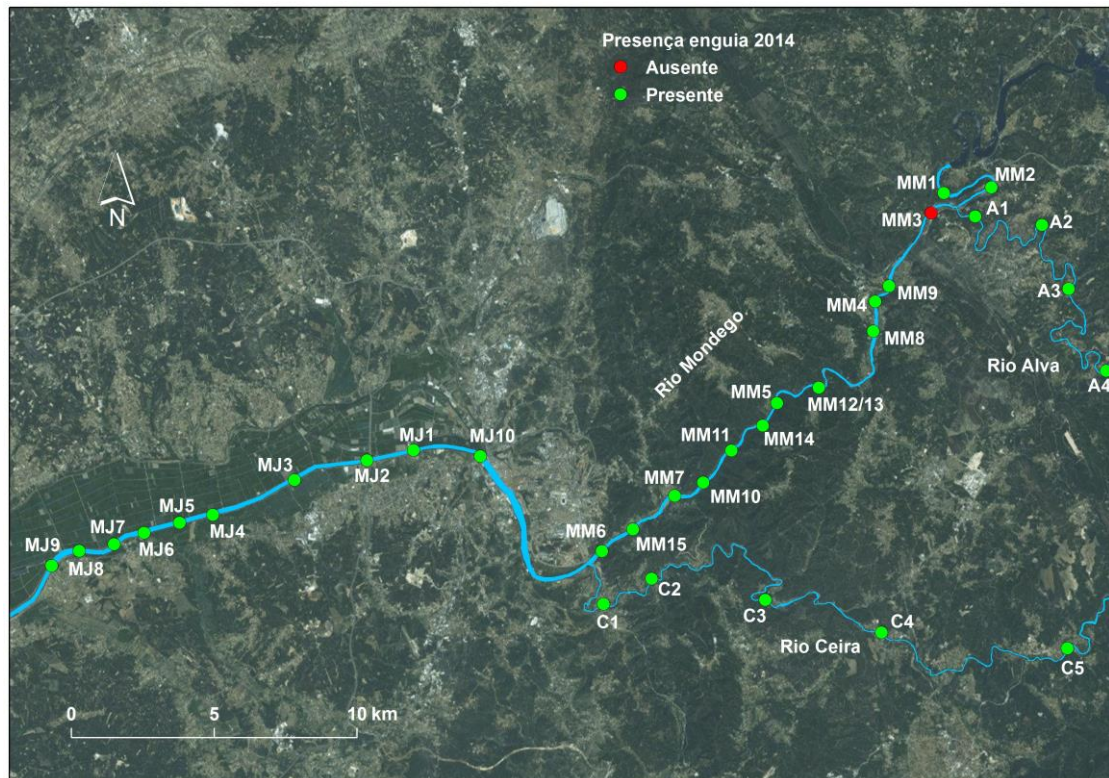


Figura 73. Distribuição das estações de amostragem para captura de *A. anguilla* no ano de 2014 e indicação da sua presença (●) e ausência (●).

A identificação dos pontos de amostragem por linha de água, as coordenadas de cada ponto, bem como o número total de enguias capturadas em cada um dos anos em que foi desenvolvida esta tarefa (2012 a 2014) e o respetivo CPUE estão indicados na tabela 22.

Tabela 22. Número de enguias capturadas (n) em 2012, 2013 e 2014 e respetivo CPUE (número de indivíduos capturados por hora) em cada um dos locais amostrados

Curso de água	Código	Coordenadas (Datum Lisboa Hayford-Gauss)		2012		2013		2014	
		X	Y	n	CPUE	n	CPUE	n	CPUE
Rio Alva	A1	190776	369434	33	29,12	22	37,71	9	9,00
Rio Alva	A2	193260	369076	6	7,20	17	25,50	8	9,60
Rio Alva	A3	194510	367032	8	10,67	4	6,00	10	12,00
Rio Alva	A4	195221	364139	6	9,00	5	8,57	8	10,67
Rio Ceira	C1	178019	355758	2	2,55	26	52,00	37	47,23
Rio Ceira	C2	179717	356735	0	0,00	7	12,00	20	24,00
Rio Ceira	C3	183300	356089	3	4,50	28	48,00	11	13,20
Rio Ceira	C4	187664	354820	4	5,00	3	4,50	2	2,40
Rio Ceira	C5	194220	354194	1	1,62	2	2,00	1	1,20
Rio Mondego	MM1	190251	370190	11	12,45	17	22,67	17	22,67
Rio Mondego	MM2	191685	370591	19	25,33	19	28,50	6	7,20
Rio Mondego	MM3	189574	369624	5	6,98	1	1,50	0	0,00
Rio Mondego	MM4	187633	366554	16	23,41	2	3,43	1	1,28
Rio Mondego	MM5	184003	363029	21	39,38	9	11,74	3	3,60
Rio Mondego	MM6	177707	357293	5	7,32	3	4,00	14	16,80
Rio Mondego	MM7	180675	359639	5	6,12	7	7,50	2	2,31
Rio Mondego	MM8	187528	365546	119	132,22	18	27,00	32	38,40
Rio Mondego	MM9	188114	366900	72	72,00	35	60,00	11	13,20
Rio Mondego	MM10	181575	360041	1	1,43	4	4,00	12	14,12
Rio Mondego	MM11	182653	361336	4	5,85	16	20,87	12	14,40
Rio Mondego	MM12	185744	363951	4	6,00	0	0,00	1	1,46
Rio Mondego	MM13	185730	363421	3	3,75	8	12,97		
Rio Mondego	MM14	183536	362177	26	33,91	3	3,00	10	12,00
Rio Mondego	MM15	179031	358434	7	10,24	32	38,40	3	3,27
Rio Mondego	MJ1	171155	361099	50	50,00	82	87,86	50	57,69
Rio Mondego	MJ2	169674	360811	30	40,00	54	57,86	45	54,00
Rio Mondego	MJ3	167222	360266	93	132,86	30	31,03	71	85,20
Rio Mondego	MJ4	164245	358910	47	65,58	16	21,33	32	39,18
Rio Mondego	MJ5	163050	358661	31	38,75	27	28,93	22	26,40
Rio Mondego	MJ6	161848	358367	19	25,91	58	72,50	54	55,86
Rio Mondego	MJ7	160857	357892	33	46,05	5	5,36	5	7,50
Rio Mondego	MJ8	159569	357749	48	72,00	30	33,33	38	41,45
Rio Mondego	MJ9	158821	357305	34	33,44	36	48,00	35	38,18
Rio Mondego	MJ10	173735	360838	43	51,60	105	157,50	62	65,26

Em termos de abundância, em 2012 (Fig. 74) esta espécie apresentou valores elevados ao longo da área de estudo (abundância média; jusante do Açude-Ponte: 55,62 CPUE; montante: 25,76 CPUE; afluentes: 7,74 CPUE) salientando-se o local MM8, localizado a montante do Açude-Ponte de Coimbra, e o local MJ3, a jusante desta infraestrutura, como aqueles onde esta espécie apresentou abundâncias relativas mais elevadas (Tab. 22). Em 2013, verificou-se um ligeiro decréscimo da abundância desta espécie na área de estudo (abundância média; jusante do Açude-Ponte: 54,37 CPUE; montante: 16,37 CPUE; afluentes: 21,81 CPUE), a montante e a jusante do Açude-Ponte de Coimbra (Fig. 75), com exceção dos dois afluentes amostrados, e apenas no local MJ10, situado

imediatamente a jusante do Açude-Ponte, se observou uma abundância desta espécie na ordem dos valores contemplados pela classe de abundância mais elevada (Tab. 22).

A tendência de decréscimo da abundância de enguia manteve-se durante o último ano de amostragens, em 2014, verificando-se uma diminuição generalizada destes valores ao longo da área de estudo (abundância média; jusante do Açude-Ponte: 47,07 CPUE; montante: 10,76 CPUE; afluentes: 14,37 CPUE), sobretudo no troço a montante do Açude-Ponte de Coimbra (Figs. 76 e 77). A área a jusante do Açude continuou a revelar-se como aquela onde os níveis de abundância de enguia nos troços amostrados da bacia hidrográfica do Rio Mondego são mais elevados. O valor mais elevado de abundância desta espécie em 2014 foi identificado no local MJ3, com um total de 71 indivíduos correspondentes a um valor de 85,20 CPUE (Tab. 22).

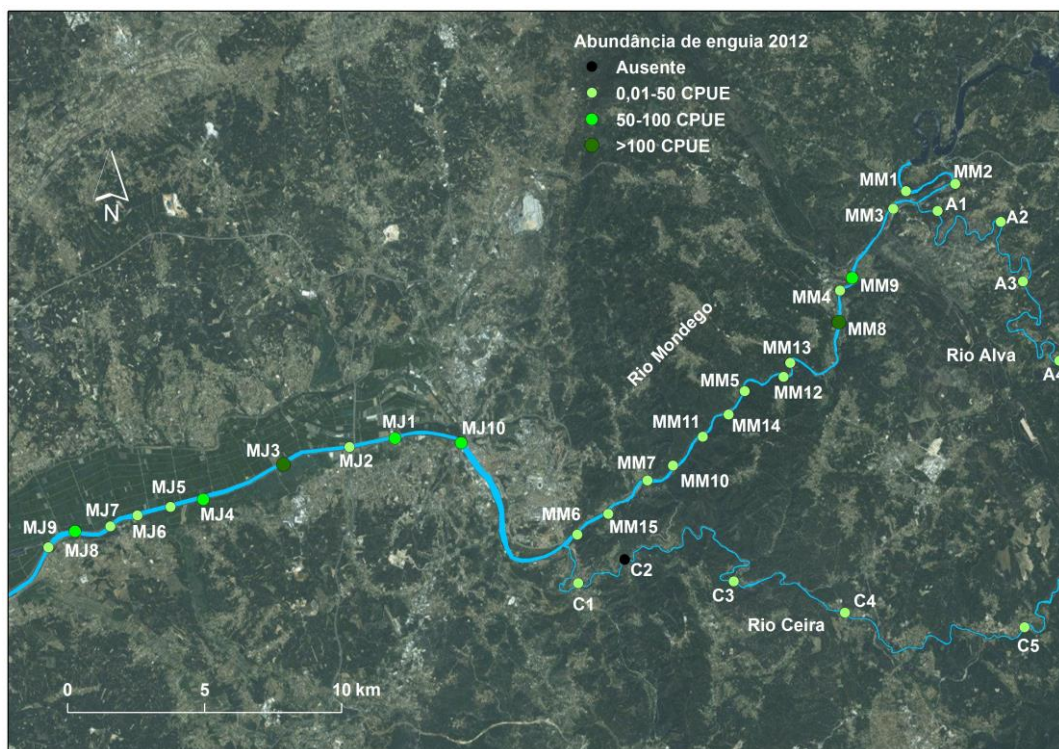


Figura 74. Abundância de *A. anguilla* (classes de CPUE) em 2012 ao longo das estações de amostragem na Bacia Hidrográfica do Mondego.



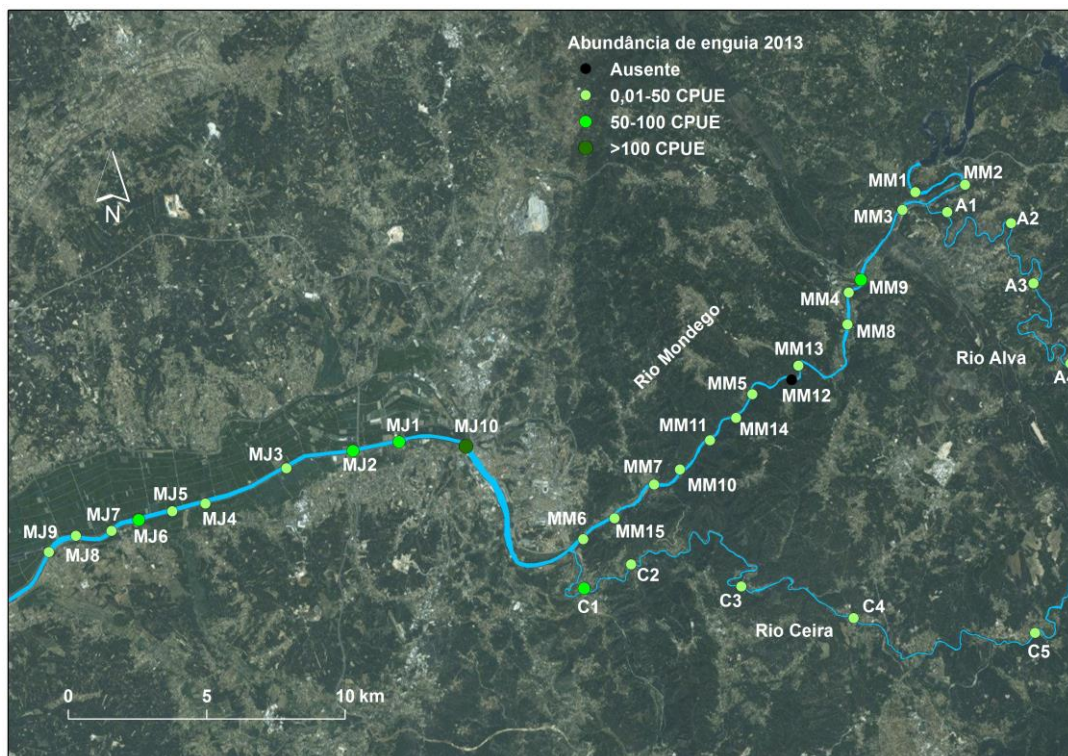


Figura 75. Abundância de *A. anguilla* (classes de CPUE) em 2013 ao longo das estações de amostragem na Bacia Hidrográfica do Mondego.

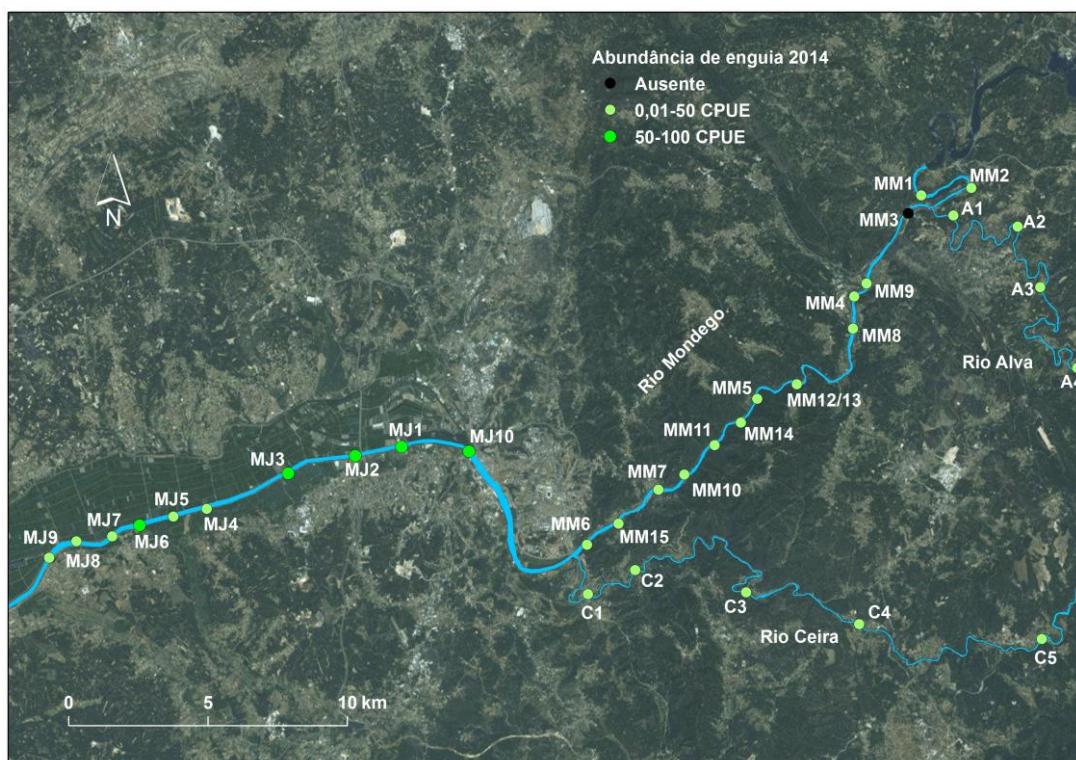


Figura 76. Abundância de *A. anguilla* (classes de CPUE) em 2014 ao longo das estações de amostragem na Bacia Hidrográfica do Mondego.

Analisando a evolução da abundância total de *A. anguilla* nos troços de rio amostrados a montante e jusante do Açude-Ponte entre os anos de 2011 a 2014 (Fig. 77) verifica-se que, apesar de, como seria expectável, esta espécie apresentar regularmente valores mais elevados de abundância na zona a jusante do Açude-Ponte, a abundância de enguia apresenta um padrão de evolução semelhante para os dois troços analisados ao longo do período de estudo, observando-se um aumento entre 2011 e 2012, seguido de uma ligeira redução do número de enguias capturadas nos dois anos seguintes. A proporção de indivíduos capturados a jusante e montante do Açude-Ponte, relativamente ao total de enguias capturadas na área de estudo, manteve-se constante ao longo dos quatro anos de amostragem.

As populações de enguia amostradas na bacia hidrográfica do Rio Mondego entre 2011 e 2014 apresentaram uma elevada estabilidade em termos de estrutura dimensional, e as alterações de abundância observadas parecem refletir apenas o padrão de variação inter-anual mencionado anteriormente para esta espécie (Fig. 78). A maioria dos indivíduos capturados, quer a jusante quer a montante do Açude-Ponte de Coimbra, pertencem às classes dimensionais mais baixas, entre os 50 e os 250 mm. De realçar que, a montante do Açude-Ponte de Coimbra e na maioria dos casos, as classes dimensionais <150 mm não estão representadas, ou estão apenas com níveis de abundância muito baixos.

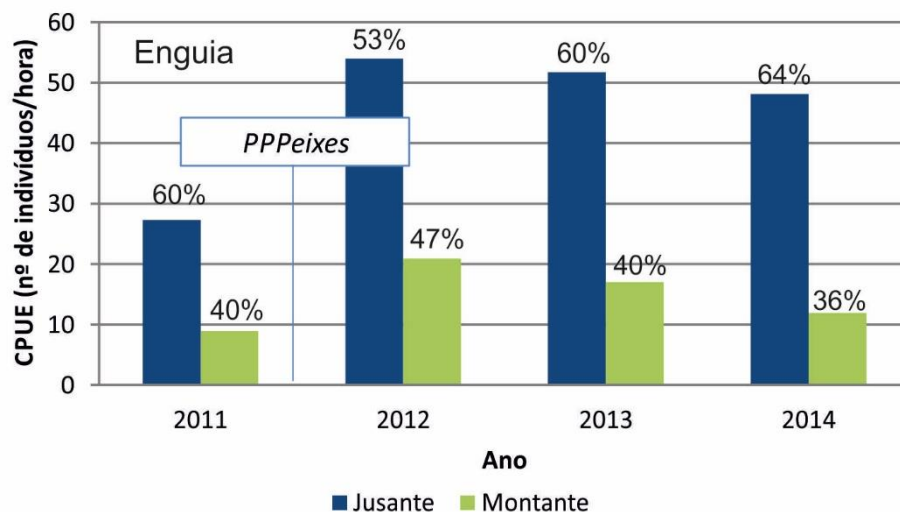
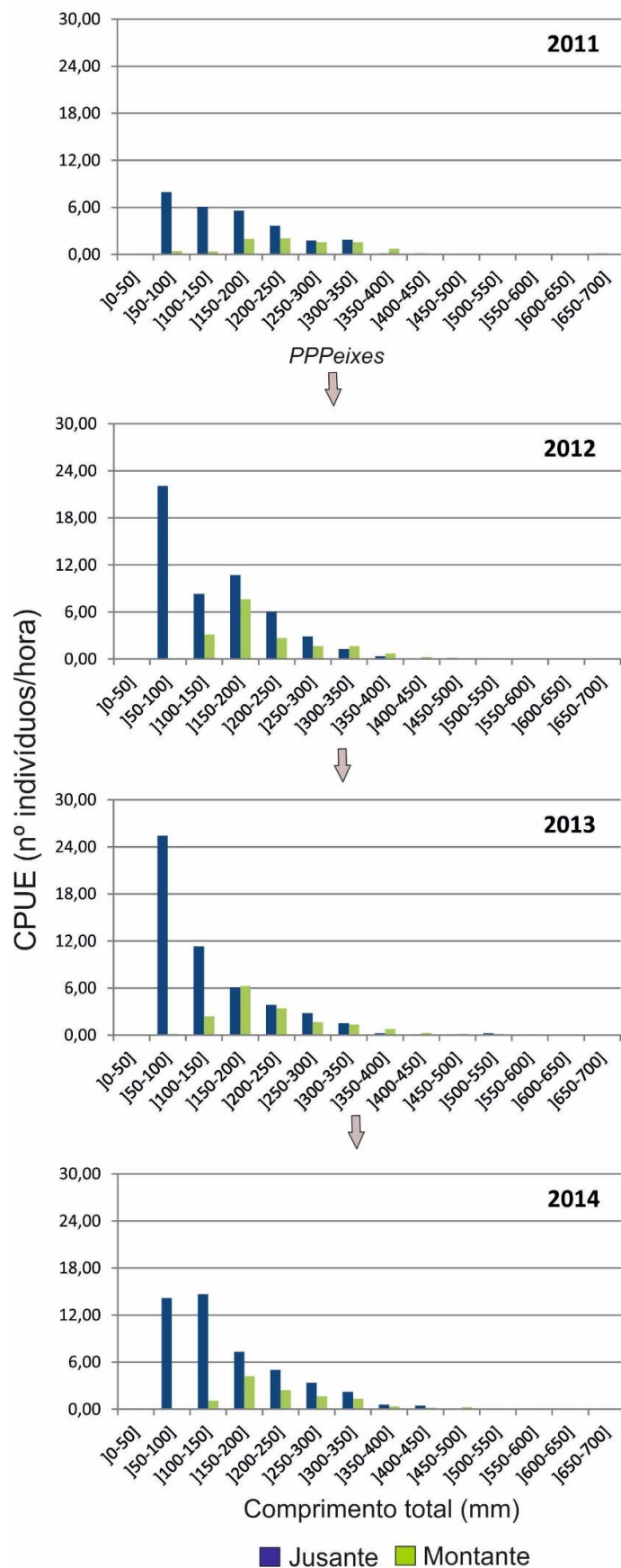


Figura 77. Evolução da abundância (CPUE, número de indivíduos capturados por hora) de *A. anguilla* entre 2011 (amostragem pré-operacional) e 2012-2014 (amostragens pós-operacionais) a montante e jusante do Açude-Ponte em Coimbra. A proporção de indivíduos capturados a montante e jusante da PPPeixes relativa ao número total de enguias capturadas em cada um dos anos de amostragem é também apresentada.



*Figura 78.* Evolução da distribuição por classes dimensionais (CPUE, número de indivíduos capturados por hora) das enguias capturadas entre 2011 (amostragem pré-operacional) e 2014 (pós-operacional) a montante e jusante do Açude-Ponte em Coimbra.



### 3. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Programa de Monitorização da Passagem para Peixes do Açude-Ponte de Coimbra, promovido pela Agência Portuguesa do Ambiente e desenvolvido por investigadores da Universidade de Évora e do MARE - Centro de Ciências do Mar e do Ambiente, iniciou-se com uma avaliação pré-operacional em 2011, período durante o qual foram recolhidos dados de referência. A avaliação pós-operacional iniciou-se em 2012 e prolongou-se até ao final de 2014. Esta monitorização, que pretendeu determinar a eficácia e a eficiência da passagem para peixes, foi feita com recurso a métodos de amostragem que permitiram a recolha de informação complementar, nomeadamente: censos visuais, técnicas de marcação com telemetria e pesca elétrica, que permitiram acompanhar a evolução da abundância a jusante e montante do Açude-Ponte de Coimbra, e inquéritos à comunidade piscatória que, para além de terem ajudado a perceber flutuações nos picos migratórios durante a época e entre épocas de migração, permitiram também contabilizar o número de indivíduos que chega a jusante do obstáculo.

Com os censos visuais, avaliou-se a eficácia da passagem para peixes (i.e., quais as espécies que utilizam a passagem) e, ao mesmo tempo, contabilizou-se o número de indivíduos que utiliza o dispositivo de passagem em cada época migratória. Foram observados no dispositivo de passagem as seguintes espécies autóctones: lampreia-marinha, sável/savelha, barbo do Norte, boga-comum, muge, truta-de-rio e enguia-europeia. Com esta abordagem foi possível concluir que a PPPeixes é multiespecífica e tem elevada eficácia para as espécies no Rio Mondego que realizam a totalidade, ou parte, das suas migrações ao longo do rio. Em 2013 e 2014 foram contabilizados, no total, mais de 3 milhões de peixes a utilizar esta infraestrutura.

No que diz respeito à utilização de técnicas de biotelemetria, os trabalhos desenvolvidos com as marcas tipo PIT permitiram avaliar a eficiência da PPPeixes para as espécies-alvo. Do conjunto de espécies pré-selecionadas para estimar a eficiência na utilização do dispositivo de passagem para montante, optou-se por não desenvolver nenhum trabalho que envolva a manipulação dos indivíduos para marcação quer com o sável quer com a savelha dada a sua elevada sensibilidade a qualquer tipo de manuseamento. Para o conjunto de espécies analisadas, foram estimados valores muito coerentes ao nível da eficiência da passagem, que rondam os 30%. À exceção do muge, cerca de 30% dos indivíduos pertencentes às espécies lampreia-marinha, barbo do Norte e boga-

comum que, durante a sua migração para montante, encontram o Açude-Ponte de Coimbra, conseguem transpor esse obstáculo utilizando a PPPeixes.

A utilização de radiotelemetria permitiu monitorizar o comportamento de algumas espécies-alvo durante a aproximação ao obstáculo, durante e após a transposição do dispositivo de passagem. Este trabalho foi dirigido à lampreia-marinha por ser, do conjunto das espécies-alvo, aquela que possui um modo natatório menos eficiente ao nível da velocidade de corrente que consegue vencer. É também uma espécie que atinge uma dimensão considerável e é bastante resiliente à manipulação para marcação, características que asseguram a utilização deste tipo de procedimento invasivo com uma probabilidade reduzida de induzir alterações comportamentais ou alterações na performance natatória dos indivíduos. Com os trabalhos desenvolvidos foi possível concluir que a lampreia-marinha demora cerca de três horas a transpor o dispositivo de passagem, não evidenciando um esforço muscular continuamente elevado durante esse movimento, de acordo com a informação obtida com os transmissores EMG que registam o nível de atividade muscular do indivíduo marcado. Durante a transposição da PPPeixes a lampreia-marinha só nadou a velocidades superiores à da velocidade crítica de natação para transpor as fendas verticais que ligam as bacias. Estes resultados apontam claramente para a adequabilidade do desenho e características hidráulicas da PPPeixes para uma espécie que, e relativamente ao conjunto das espécies-alvo deste dispositivo em questão, aquela que atinge níveis de performance natatória mais modestos.

A rádio telemetria convencional permitiu identificar alguns obstáculos localizados a montante do Açude-Ponte de Coimbra que se revelaram de difícil transposição, ou mesmo intransponíveis, para esta espécie. A acumulação de lampreias a jusante destes obstáculos potencia a predação natural, mas sobretudo a captura por pescadores furtivos, dado o seu elevado valor comercial, como foi possível constatar no Açude do Louredo, no Rio Mondego, e no Açude da Bouça, no Rio Ceira. Uma proporção significativa dos indivíduos marcados entrou no Rio Ceira, o que parece confirmar a importância deste afluente (no caso do Rio Alva não foi possível fazer esta avaliação porque os indivíduos ficaram retidos no Açude do Louredo, obstáculo situado a jusante da confluência deste afluente com o troço principal do Rio Mondego) para a reprodução da lampreia-marinha.

As amostragens com pesca elétrica permitiram acompanhar a evolução da abundância e da distribuição de duas das espécies-alvo, a lampreia-marinha e a enguia-europeia, a jusante e a montante do Açude-Ponte. Entre 2011, amostragem pré-operacional, e



2014, ao fim de 3 anos em regime pós-operacional, registou-se um aumento significativo (16 vezes) da abundância e da distribuição de larvas de lampreia-marinha a montante do Açude-Ponte, um troço que há mais de 30 anos se encontrava praticamente inacessível para esta espécie. Este resultado indica que a PPPeixes promoveu a recolonização de um troço de rio contribuindo de forma decisiva para a conservação das espécies piscícolas no Rio Mondego que realizam movimentos migratórios, em particular para espécies migradoras diádromas que necessitam de acesso a áreas mais a montante no rio para completarem o seu ciclo de vida.

Relativamente à enguia-europeia, a sua distribuição e abundância a montante do Açude-Ponte de Coimbra não se alterou significativamente após a entrada em funcionamento da PPPeixes. Este resultado pode indiciar um problema ao nível da eficiência do dispositivo de passagem construído no Açude-Ponte de Coimbra para a enguia-europeia, sobretudo para a sua fase juvenil que é aquela que realiza movimentos migratórios para montante. Este resultado é de certa forma expectável uma vez que esta infraestrutura não foi dimensionada para ser eficiente para os juvenis desta espécie. Como complemento à PPPeixes multiespecífica, aconselha-se a instalação de uma passagem especificamente dirigida a juvenis de enguia para promover a recolonização do habitat a montante do Açude-Ponte de Coimbra.

A realização de inquéritos aos pescadores profissionais para obter o número de lampreias, sáveis e savelhas capturados durante as épocas de migração/pesca de 2013 e 2014 permitiu, juntamente com as contagens efetuadas na PPPeixes e a estimativa de eficiência do dispositivo, estimar o número de indivíduos que entrou no Rio Mondego durante este período. Esta estimativa é relevante no contexto da PPPeixes já que indica um número aproximado de potenciais utilizadores da passagem. Esta informação permite também explicar melhor as variações interanuais ao nível do número de indivíduos que utilizam o dispositivo.

Os dados recolhidos junto dos pescadores profissionais, complementados com a informação relativa ao número de indivíduos que utilizou a PPPeixes nos anos em questão e a estimativa da eficiência do dispositivo, permitiram estimar que, do total de lampreias que entram todos os anos no Rio Mondego para se reproduzir (38811 em 2013 e 105006 em 2014), cerca de 30% acabam por ser capturadas pelos pescadores no troço a jusante do Açude-Ponte de Coimbra, cerca de 21% transpõem a PPPeixes e 49% permanecem no troço de rio a jusante do Açude-Ponte de Coimbra, entre o Açude da Formoselha e o Açude-Ponte de Coimbra.

Os resultados obtidos confirmam a adequabilidade do dispositivo de passagem para as espécies piscícolas do Rio Mondego, não só ao nível da sua tipologia e dimensionamento hidráulico, como também da sua localização e capacidade de atrair as espécies-alvo. Confirmou-se a sua elevada eficácia, uma vez que permite a transposição da totalidade das espécies migradoras diádromas e potamódromas que ocorrem no Rio Mondego. No entanto, os valores de eficiência determinados na monitorização da passagem podem ser melhorados, em particular para a lampreia-marinha, sável e savelha, se forem desenvolvidos alguns ajustes à gestão do caudal efluente libertado pelo Açude-Ponte. O caudal efluente mostrou ser o fator que mais condiciona a atratividade da passagem por parte das espécies-alvo, em particular no que se refere às espécies anádromas, sendo que esta deve ser parâmetro principal a considerar em futuros ajustes ao funcionamento e gestão do Açude-Ponte de Coimbra e respetiva passagem, com vista ao aumento da eficiência do dispositivo para as espécies-alvo.

Tendo em conta os resultados obtidos no presente relatório, sugere-se que, sempre que a gestão de caudal multiusos que é implementada no Açude-Ponte de Coimbra o permita, durante o pico de atividade migratória da lampreia-marinha, sável e savelha, o caudal libertado seja também condicionado à promoção da eficiência do dispositivo de transposição. Assim, sugere-se a libertação de caudais de cerca de 50 m<sup>3</sup>/s idealmente durante um dia por semana ou, alternativamente, por dois períodos de 6 horas ao longo da semana, durante os meses de março, abril e maio. Os períodos de 6 horas devem corresponder aos picos horários de migração das espécies-alvo, sendo que se sugerem os seguintes intervalos: 23h-5h e 14h-21h. Com esta gestão é expectável que a eficiência da PPPeixes para as espécies-alvo aumente significativamente não promovendo também a acumulação de indivíduos a jusante do Açude-Ponte de Coimbra, local frequentemente utilizado para atividades furtivas dirigidas sobretudo à lampreia-marinha.

Considera-se assim ser importante dar continuidade à monitorização pós-operacional da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra, quer no que respeita ao funcionamento do dispositivo em si (em termos do número de indivíduos que utiliza o dispositivo anualmente e do nível de eficiência para as espécies-alvo), como no que diz respeito à avaliação do impacto que a reabilitação do contínuo fluvial tem nas populações de peixes migradores do Rio Mondego, em particular no troço a montante do referido obstáculo. No capítulo que se segue descreve-se a metodologia de amostragem considerada mais adequada para a continuação da monitorização da PPPeixes de Coimbra.

#### 4. METODOLOGIA E CRONOGRAMA DO FUTURO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DA PPPEIXES DO AÇUDE-PONTE DE COIMBRA

A 1ª fase da monitorização da PPPEixes do Açude-Ponte de Coimbra contemplou uma avaliação pré-operacional, com a recolha de dados durante o ano de 2011, e uma avaliação pós-operacional entre os anos de 2012 a 2014.

Os resultados obtidos durante este período confirmam a adequabilidade do dispositivo de transposição monitorizado para a ictiofauna existente no Rio Mondego, não só ao nível do tipo (bacias sucessivas) e desenho (fendas verticais) do dispositivo, como também da sua localização e capacidade de atrair a ictiofauna alvo (*i.e.*, lampreia-marinha, sável, savelha, enguia-europeia, truta-de-rio, barbo do Norte e boga-comum).

A 1ª fase da monitorização da PPPEixes do Açude-Ponte de Coimbra foi desenvolvida através de uma abordagem integrada, com a utilização de diversas metodologias de amostragem que se complementam. Com o conjunto de estudos desenvolvidos foi possível confirmar a elevada eficácia da PPPEixes de Coimbra, na medida em que esta permite a transposição da totalidade das espécies migradoras diádromas e potamódromas que ocorrem no Rio Mondego. Através do acompanhamento da recolonização do troço a montante do Açude-Ponte de Coimbra ao longo das fases pré e pós-operacional, efetuada com recurso à pesca elétrica, foi também detetado um incremento significativo na abundância de lampreia-marinha num troço que, durante o período que mediou a construção do Açude-Ponte, na década de 80, e o ano da construção da nova PPPEixes, no ano de 2011, não estava regularmente disponível para esta espécie.

No entanto, tendo em conta que algumas das tarefas de monitorização desenvolvidas durante a 1ª fase de monitorização abarcaram apenas 2 ou 3 ciclos migratórios, e que durante este período foram identificadas alterações significativas no comportamento migratório evidenciado pelas espécies-alvo entre anos com características hidrológicas distintas, considera-se ser imprescindível o prolongamento dos trabalhos de monitorização para perceber de que forma é que as alterações inter-anuais da dinâmica migratória das espécies podem condicionar a definição dos resultados obtidos de acordo com as metodologias de monitorização implementadas.

Nesse sentido, propõe-se avançar com uma 2ª fase de monitorização da PPPEixes de Coimbra durante um período de 6 anos (com uma avaliação intercalar ao fim de 3 anos), de forma a obter uma base de dados mais robusta que permita com um maior grau de

segurança definir uma metodologia de monitorização que minimize os recursos associados à sua viabilização, sem perda de representatividade da informação recolhida. Propõe-se que no final do primeiro triénio seja feita uma reavaliação dos resultados, por forma a corrigir, se necessário, algum aspeto metodológico no segundo triénio. Este passo intermédio permitirá igualmente pôr em prática novas medidas de gestão que eventualmente venham a ser definidas, com vista à melhoria da eficiência da PPPeixes, e avaliar a sua eficácia no segundo triénio.

O trabalho que se pretende desenvolver durante a 2ª fase de monitorização da PPPeixes terá em conta a avaliação do funcionamento do dispositivo em si, quantificado através da estimativa da eficiência para as espécies-alvo, mas também do impacte que o restabelecimento do contínuo fluvial constitui para as populações de peixes migradores do Rio Mondego, em particular no troço a montante do referido obstáculo. Nesse sentido, é apresentado de seguida um plano de trabalhos constituído por quatro tarefas consideradas fundamentais para dar resposta ao referido plano de monitorização (Tab. 23):

- Tarefa 1. Contabilização de efetivos piscícolas que utilizam a PPPeixes nos períodos correspondentes aos picos de migração (periodicidade anual, ao longo de um período de 6 anos);
- Tarefa 2. Avaliação da abundância de amocetes de lampreia-marinha na fase pós-operacional da PPPeixes, nos troços a montante e jusante (periodicidade anual, ao longo de um período de 6 anos);
- Tarefa 3. Avaliação da abundância de enguia-europeia na fase pós-operacional da PPPeixes, nos troços a montante e jusante (periodicidade anual, ao longo de um período de 6 anos).
- Tarefa 4. Avaliação da eficiência da PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra para as espécies-alvo (a cada três anos) e definição de propostas para o seu melhoramento.

**Tabela 23.** Cronograma dos trabalhos considerados necessários desenvolver durante o prolongamento do período de monitorização pós-operacional proposto para a PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra

TAREFAS	Ciclo de monitorização					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Tarefa 1</b>						
<b>Tarefa 2</b>						
<b>Tarefa 3</b>						
<b>Tarefa 4</b>						
<b>Reavaliação*</b>						

\* - Reavaliação dos resultados obtidos com vista à definição da metodologia de monitorização definitiva.

No que respeita à Tarefa 1, onde se propõe a contabilização de efetivos piscícolas que utilizam a PPPeixes, esta será desenvolvida com uma metodologia semelhante à que se encontra descrita na secção 2.3.1 do presente relatório. A contagem dos peixes que utilizam o dispositivo de transposição deverá ser efetuada através das imagens de vídeo recolhidas pelo equipamento de monitorização instalado no edifício de monitorização. Esta tarefa é dirigida a todas as espécies anádromas (i.e. lampreia-marinha, sável/savelha), catádromas (enguia-europeia, muge) e potamódromas (barbo do Norte, boga-comum, truta-de-rio) que utilizam a PPPeixes do Açude-Ponte de Coimbra.

O período contabilizado será em função do pico de migração de cada espécie. No caso do muge, devido ao elevado número de animais que utilizam a PPPeixes (ver secção 2.3.1), e numa tentativa de reduzir os recursos humanos necessários para processar esta informação, sugere-se que se realize uma subamostragem dos meses que correspondem aos picos de migração para montante da espécie. Nesse sentido, propõe-se que de abril a outubro, inclusive (Fig. 79), seja contabilizado um dia por semana (Fig. 80).

A adequabilidade desta proposta é corroborada pela correlação entre o número de passagens total (para os dois anos contabilizados) e o número subamostrado. Para o efeito, foram testadas duas opções de subamostragem, 1 e 2 dias por semana (Fig. 81), sendo a significância estatística praticamente idêntica, pelo que propomos que se opte pela contagem de apenas um dia por semana. Os dias subamostrados revelaram-se representativos do total de contagens, acompanhando todos os picos de migração que ocorreram ao longo do ano (Fig. 80). A estimativa do número de indivíduos que mensalmente utilizou o dispositivo será obtida aplicando a expressão  $Y_i = 7,78 X_i - 953,99$ , onde  $Y_i$  corresponde ao número de animais que utilizou a PPPeixes no mês  $i$ , e  $X_i$  corresponde ao total número de animais contabilizados nos quatro dias do mês que



foram selecionados para serem visualizados. A estimativa do total anual é obtido somando os Y mensais do período entre abril e outubro, inclusive.

Propomos este tipo de abordagem metodológica apenas para a contabilização do muge porque anualmente passou um elevado número de indivíduos pela passagem, o que conferiu bastante robustez à análise, e reduziu a probabilidade de enviesar as estimativas feitas através de procedimento que envolva subamostragem. Para além disso, os períodos de migração analisados foram relativamente constantes ao longo dos dois anos monitorizados (Fig. 79).

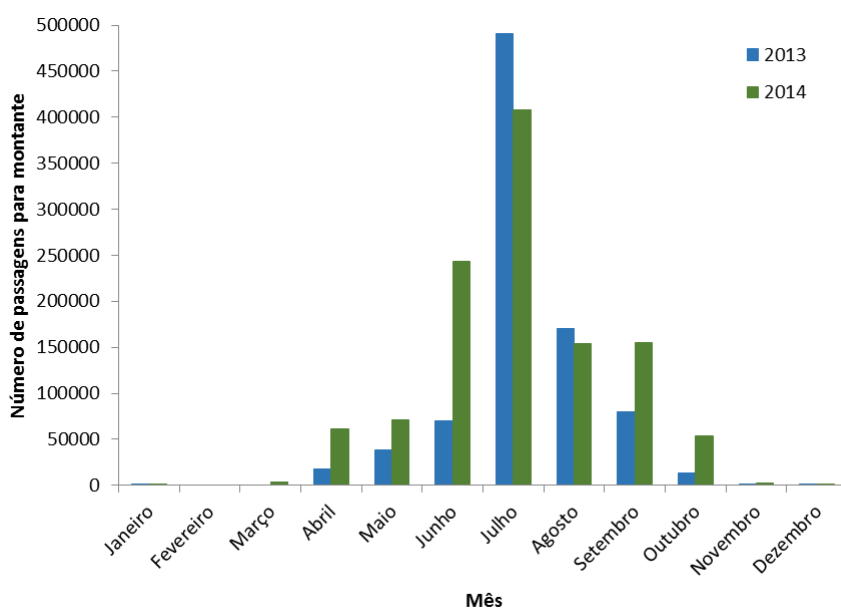


Figura 79. Distribuição mensal das passagens para montante de *L. ramada* em dois anos consecutivos, 2013 e 2014.

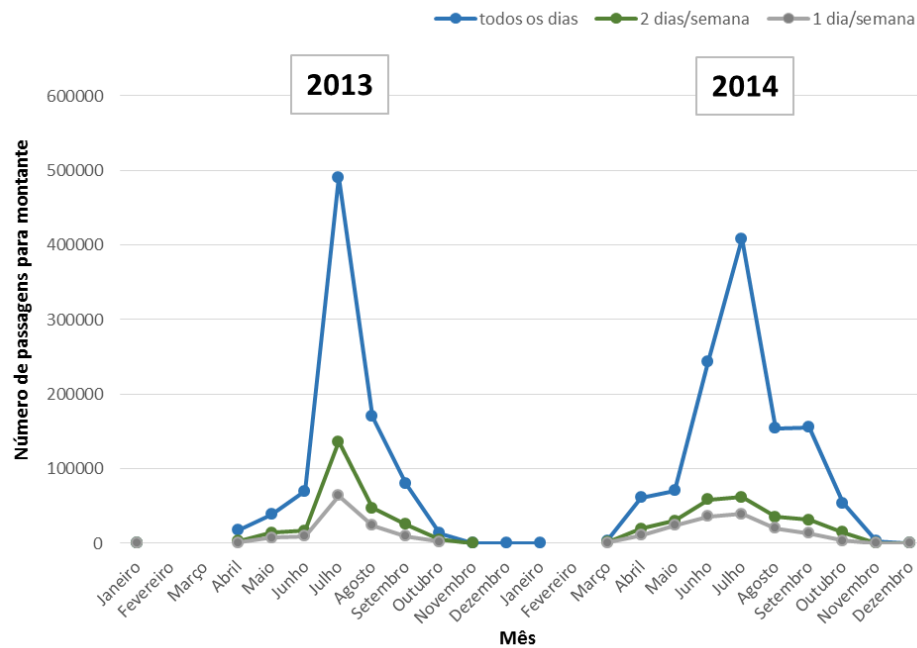


Figura 80. Distribuição mensal das passagens para montante de *L. ramada* em dois anos consecutivos, 2013 e 2014, utilizando três grupos de dados: i) valores totais reais, ii) subamostragem de dois dias por semana, e iii) subamostragem de um dia por semana.

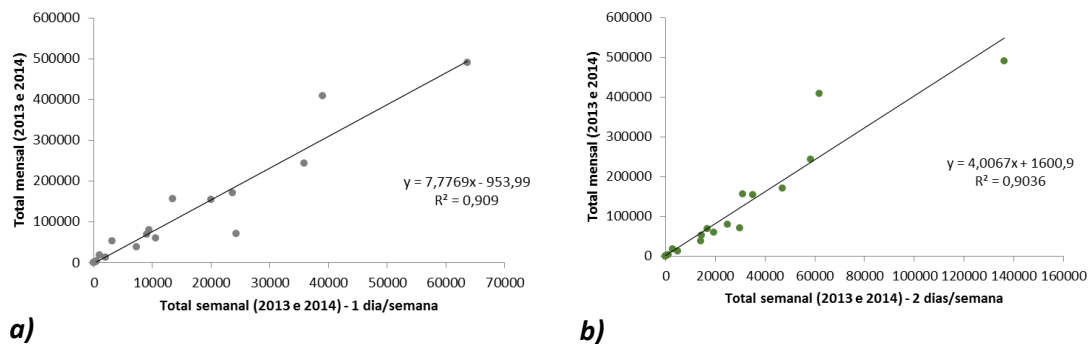


Figura 81. Regressão linear entre o número de passagens mensais de *L. ramada* para montante em 2013 e 2014, e uma subamostragem de um dia por semana (a), e dois dias por semana (b).

No que diz respeito às passagens para jusante, embora com valores significativos (sobretudo no mês de setembro), não estão ainda esclarecidos os fatores que condicionam a migração de muge para jusante. De facto, no ano 2014 existe um segundo pico de migração para jusante em junho, que não ocorreu no ano 2013. Por este motivo, nesta fase não é proposta uma metodologia de subamostragem de muge

para jusante, sendo que se prevê que no fim do primeiro triénio, depois de recolhida mais informação acerca dos movimentos para jusante, seja possível avançar para um procedimento de subamostragem semelhante ao descrito para montante.

No que diz respeito às restantes espécies (exceto lampreia-marinha e sável), prevê-se que no fim do primeiro triénio seja possível fazer uma reavaliação do procedimento de monitorização proposto e, entre outras alterações, avançar para um procedimento de subamostragem semelhante ao agora descrito para o muge. Considera-se ser provável, mas não certo, que este período de 3 anos contemple, juntamente com os 3 anos de monitorização realizados na 1ª fase, grande parte das variações hidrológicas e biológicas associadas à bacia hidrográfica, e às espécies em apreço, sendo possível dessa forma reunir um conhecimento mais consolidado das respetivas épocas de migração.

Considera-se que, tendo em conta os ciclos hidrológicos do Rio Mondego, bem como os distintos ciclos de vida das espécies-alvo, um período total de 9 anos de contabilização dos efetivos que transpõem a PPPeixes será suficiente para se implementar uma metodologia de monitorização que otimize a relação custo-benefício para a entidade gestora daquele equipamento, garantindo a representatividade dos dados recolhidos. Se ao fim do primeiro triénio os resultados obtidos já permitirem definir a metodologia de subamostragem, a partir desse momento a monitorização já pode ser executada adotando esta redução de esforço para o barbo do Norte e para a boga-comum.

No caso da lampreia-marinha e do sável/savelha, pelo facto de: (i) serem espécies cuja utilização da PPPeixes não respeita uma distribuição normal, observando-se picos de passagem muito significativos em alguns dos dias; e (ii) por serem espécies-alvo de um plano específico de gestão e conservação das suas populações que carece obrigatoriamente da informação relativa ao número de efetivos que anualmente utiliza a PPPeixes, consideramos que deverá ser efetuada a contabilização de todos os indivíduos destas espécies registados nas imagens gravadas na janela de monitorização, entre 1 de março e 31 de maio para a lampreia, e entre 1 de abril e 31 de maio para o sável/savelha, desaconselhando-se a realização de qualquer tipo de subamostragem neste período (Tabela 24).

Em síntese, a contabilização dos efetivos que utilizam a PPPeixes, deve ser efetuada anualmente, por estimativa para o muge, barbo do Norte e a boga-comum, de acordo com a metodologia proposta, e por contagem direta para a lampreia-marinha e para o sável/savelha.

**Tabela 24.** Cronograma correspondente à Tarefa 1 (contabilização de efetivos piscícolas que utilizam a PPPEixes), com indicação dos meses em que cada espécie será contabilizada (sombreado cinzento) e da percentagem de indivíduos que passou em cada mês nos anos 2013 e 2014. A percentagem corresponde apenas às passagens para montante

ESPÉCIES	ANO	Ciclo anual de monitorização											
		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
<i>P. marinus</i>	2013	0,1	0,9	8,7	79,9	10,2	0,1	0	0	0	0	0	0,1
	2014	0,3	3,0	33,0	30,2	32,6	0,9	0	0	0	0	0	0
<i>Alosa sp.</i>	2013	0	0,1	0,1	43,5	49,7	5,0	1,4	0,1	0	0	0	0
	2014	0	0,1	4,0	12,8	79,1	3,4	0,6	0,03	0	0	0	0
<i>L. bocagei</i>	2013	0,3	0,1	1,1	39,2	25,6	13,4	5	3,6	5	2,6	1,7	2,5
	2014	3,6	1,7	1,5	15,9	12,9	3,7	4,0	5,7	7,6	13,3	29,9	0,2
<i>P. polylepis</i>	2013	9,5	2,3	15,0	32,8	5,0	3,8	0,3	0,3	0,1	0	0,4	30,4
	2014	12,4	5,3	21,5	17,7	1,7	0,1	2,9	0,1	0,9	1,5	35,9	0,01
<i>L. ramada</i>	2013	0	0	0	1,9	4,4	8,0	55,7	19,3	9,1	1,5	0	0
	2014	0	0	0,3	5,29	6,1	21,1	35,4	13,4	13,5	4,7	0,2	0,01
<i>S. trutta</i>	2013	0,4	1,2	0	2,1	6,6	65,4	16,0	1,6	1,6	0	2,1	2,9
	2014	1,2	0,6	1,8	1,8	24,5	36,8	22,7	2,5	3,1	0,6	4,3	0

Classes de percentagem:

<5% ■ ; 5-25% ■ ; 25-50% ■ ; 50-75% ■ ; >75% ■

No que respeita às tarefas 2 e 3, onde se propõe a avaliação da abundância de amocetes de lampreia-marinha e enguia-europeia nos troços a montante e jusante do Açude-Ponte de Coimbra, a abordagem metodológica prevista é semelhante à descrita nas secções 2.1.2 e 2.1.3 do presente relatório. Para a captura destas duas espécies será utilizado o método da pesca-elétrica nas mesmas 34 estações de amostragem definidas para a 1ª fase de monitorização da PPPEixes. Este trabalho deverá ser feito anualmente e sempre durante o mês de agosto para que os resultados obtidos sejam comparáveis com os dados recolhidos durante a 1ª fase de monitorização da PPPEixes. As tarefas 2 e 3 são consideradas fundamentais para aferir se a eficiência observada na PPPEixes garante a colonização do troço a montante do Açude-Ponte de Coimbra. Na realidade, sem esta informação não é possível definir a eficiência mínima para a PPPEixes, levando a que, por uma questão de precaução, se procure a maximização deste parâmetro, com a implementação de medidas de gestão adicionais.

Relativamente à Tarefa 4, a avaliação da eficiência da PPPEixes para todas as espécies-alvo resilientes à manipulação necessária à sua marcação, *i.e.*, a lampreia-marinha, o barbo do Norte, a boga-comum e o muge, deverá ser feita a cada 3 anos, ou sempre que ocorra um evento hidrológico extremo (*i.e.* cheias superiores a 1400 m³/s). Para esse efeito, os indivíduos (200 exemplares por espécie) deverão ser marcados com marcas tipo PIT e, através do sistema de deteção instalado na PPPEixes, será

estimada a percentagem de indivíduos que utiliza o referido dispositivo de transposição. A metodologia do método de captura e marcação dos exemplares a utilizar deverá ser idêntica à descrita na secção 2.3.1 do presente relatório. Esta tarefa é fundamental na medida em que permitirá avaliar a evolução da eficiência da PPPeixes identificando eventuais problemas ao nível da atratibilidade do dispositivo que surjam como resultado de alterações hidromorfológicas que entretanto possam ocorrer no troço do rio a jusante do Açude-Ponte de Coimbra. Servirá igualmente para avaliar o sucesso da implementação da medida de gestão de caudal referida na secção anterior do presente relatório, que propõe que o caudal seja reduzido para valores de cerca de 50 m<sup>3</sup>/s nos períodos correspondentes aos picos de migração de determinadas espécies-alvo, durante o intervalo de, idealmente, um dia por semana ou, alternativamente, por dois períodos de 6 horas, durante os meses de março, abril e maio.



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abeare, S.M. (2009). Comparisons of boosted regression tree, glm and gam performance in the standardization of yellowfin tuna catch-rate data from the gulf of Mexico lonline fishery. Master thesis. Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. 94 pp.
- Alexandre, C.M. & P.R. Almeida (2010). The impact of small physical obstacles on the structure of freshwater fish assemblages. *River Research and Applications*. 26: 977-994.
- Alexandre, C.M., B.R. Quintella., A.T. Silva, C.S. Mateus., F. Romão & P. Branco (2013). Use of electromyogram telemetry to assess the behavior of the iberian barbel (*Luciobarbus bocagei* Steindachner, 1864) in a pool-type fishway. *Ecological Engineering* 51, 191– 202.
- Alexandre, C.M., P.R. Almeida, T. Neves, C.S. Mateus, J.L. Costa & B.R. Quintella (2015). Effects of flow regulation on the movement patterns and habitat use of a potamodromous cyprinid species. *Ecohydrology*. DOI: 10.1002/eco.1638.
- Alexandrino, P.J.B. (1994). Contribuição para o estudo da biologia das populações portuguesas do género *Alosa*. Migração, crescimento, diferenciação morfológica e pesca. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Allan, J.D. & M.M. Castillo (2007). *Stream Ecology, Structure and Function of Running Waters*. Second Edition. Springer, Dordrecht, The Netherlands. 436 pp.
- Almeida, P.R., F. Moreira, I. Domingos, J.L. Costa, C.A. Assis & M. J. Costa (1995). Age and growth of *Liza ramada* (Risso, 1826) in the river Tagus, Portugal. *Scientia Marina* 59, 143-147.
- Almeida P.R., B.R. Quintella & N.M. Dias (2002). Movement of radio-tagged anadromous sea lamprey during the spawning migration in the River Mondego (Portugal). *Hydrobiologia* 483 (1-3): 1-8.
- Almeida, P.R. (2003). Feeding ecology of *Liza ramada* (Risso, 1810) (Pisces, Mugilidae) in a South-Western estuary of Portugal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 57, 313-323.

- Almeida, P.R., H.T. Silva & 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 & I. Russel (eds.) *Advances in Fish telemetry*. CEFAS, Lowestoft, Suffolk: 99-108.
- Almeida, P.R., I. Póvoa, B.R. Quintella (2007). Laboratory protocol to calibrate sea lamprey (*Petromyzon marinus* L.) EMG signal output with swimming. *Hydrobiologia* 582: 209-220.
- Aprahamian, M. W., Aprahamian, C.D., Baglinière, J.L., Sabatié, R. & P. Alexandrino (2003). *Alosa alosa* and *Alosa fallax* spp. Literature Review and Bibliography. Environment Agency. University of Porto. 349 pp.
- Assis, C.A., P.R. Almeida, F. Moreira, J.L. Costa & M.J. Costa (1992). Diet of the twaite shad *Alosa fallax* (Lacépède) (Clupeidae) in the River Tagus Estuary, Portugal. *Journal of Fish Biology* 41, 1049-1050.
- Branco, P.J.,P. Segurado, J.M. Santos, P.J. Pinheiro & M.T. Ferreira (2012). Does longitudinal connectivity loss affect the distribution of freshwater fish? *Ecological Engineering*. 48: 70-78.
- Brown, R.S., D.R. Geist & M.G. Mesa (2006). Use of electromyogram telemetry to assess swimming activity of adult Chinook salmon migrating past a Columbia River dam. *Transactions of the American Fisheries Society* 135: 281–287. Brown et al., 2006
- Cabral, M.J. (coord), Almeida, J., Almeida, P.R., Dellinger, T., Ferrand de Almeida, N., Oliveira, M.E., Palmeirim, J.M., Queiroz, A.I., Rogado, L. & M. Santos-Reis (eds.) (2005). *Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal*. Instituto de Conservação da Natureza, Lisboa. 660 pp.
- Collares-Pereira, M.J., M.J. Martins, A.M. Pires, A.M. Gerales & M.M. Coelho (1996). Feeding behavior of *Barbus bocagei* assessed under a spatio-temporal approach. *Folia Zoologica* 45(1), 65-76.
- Cooke, S.J., E.B. Thorstad & S.G. Hinch (2004). Activity and energetics of free-swimming fish: insights from electromyogram telemetry. *Fish and Fisheries* 5(1): 21-52.

- Correia, M.J., J.L. Costa, C. Teixeira, P.R. Almeida, I. Domingos & M.J. Costa (2001). Feeding habits and condition of two landlocked populations of Allis shad (*Alosa alosa*) in Portugal. *Bulletin Français de Pêche et Pisciculture* 362, 823-835.
- Costa, J. L., C. Assis, P.R. Almeida, F.M. Moreirra & M.J. Costa (1992). On the food of the European eel, *Anguilla anguilla* (L.) in the upper zone of the Tagus estuary, Portugal. *Journal of Fish Biology* 41, 8541-850.
- De Vocht, A. & E. Baras (2005). Effects of hydropeaking on migrations and home range of adult Barbel (*Barbus barbus*) in the river Meuse. *Aquatic telemetry: advances and applications. Proceedings of the Fifth Conference on Fish Telemetry held in Europe. FAO/COISPA, Rome.*
- Domingos, I.M. (2003). A enguia-europeia, *Anguilla anguilla* (L., 1758), na bacia hidrográfica do rio Mondego. Tese de doutoramento Universidade de Lisboa, Lisboa. 293 pp.
- Dormann, C.F., J. Elith, S. Bacher, C. Buchmann, G. Carl, G. Carré, J.R. García Marquéz, B. Gruber, B. Lafourcade, P.J. Leitão, T. Münkemüller, C. McClean, P.E. Osborne, B. Reineking, B. Schröder, A.K. Skidmore, D. Zurell & S. Lautenbach (2012). Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*. 35: 1–20.
- Duarte, A.C.L., Jorge, I., Sobral, M.P., Rebordão, F.R., Martins, R. & Carneiro, M. (2003). Rendimento do botirão usado na captura da lampreia *Petromyzon marinus* L. 1758 no estuário do rio Mondego. *Relatórios Científicos e Técnicos do IPIMAR, Série digital*, 8. 19pp.
- Elith, J., C.H. Graham, R.P. Anderson, M. Dudík, S. Ferrier, A. Guisan, R.J. Hijmans, F. Huettmann, J.R. Leathwick, A. Lehmann, J. Li, L.G. Lohmann, B.A. Loiselle, G. Manion, C. Moritz, M. Nakamura, Y. Nakazawa, J.McC. Overton, A.T. Peterson, S.J. Phillips, K.S. Richardson, R. Scachetti-Pereira, R.E. Schapire, J. Soberón, S. Williams, M.S. Wisz & N.E. Zimmermann (2006). Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*. 29: 129-151.
- Elith, J., J.R. Leathwick & T. Hastie (2008). A working guide to boosted regression trees. *Journal of Animal Ecology*. 77: 802-813.
- FAO/DVWK (2002). Fish passes – Design, dimensions and monitoring. FAO, Rome. 119 pp.

- Franklin, E.C., P.L. Jokiel & M.J. Donahue (2013). Predictive modeling of coral distribution and abundance in the Hawaiian Islands. *Marine Ecology Progress Series*. 481: 121–132.
- Friedman, J., T. Hastie & R. Tibshirani (2000). Special invited paper. Additive Logistic Regression: A statistical view of boosting. *The Annals of Statistics*. 28: 337-407.
- Gardner, C., S.M. Coghlan JR, J. Zydlewski & R. Saunders (2011). Distribution and abundance of stream fishes in relation to barriers: Implications for monitoring stream recovery after barrier removal. *River Research and Applications*. DOI: 10.1002/rra.1572.
- Greathouse, E.A., C.M. Pringle, W.H. McDowell & J.G. Holmquist (2006). Indirect Upstream Effects of Dams: Consequences of Migratory Consumer Extirpation in Puerto Rico. *Ecological Applications*. 16(1): 339-352.
- Hall, C.J., A. Jordaan & M.G. Frisk (2011). The historic influence of dams on diadromous fish habitat with a focus on river herring and hydrologic longitudinal connectivity. *Landscape ecology*. 26: 95–107.
- Hardisty, M.W. 2006. Lampreys. *Life Without Jaws*. Forrest Text. UK.
- Hayes, D.B., H. Dodd & J. Lessard (2006). Effects of Small Dams on Cold Water Stream Fish Communities. *American Fisheries Society Symposium*. 16 pp.
- Hinch, S.G., R.E. Diewert., T.J. Lissimore., A.M. Prince., M.C. Healey & M.A. Henderson (1996). Use of electromyogram telemetry to assess difficult passage areas for river migrating adult sockeye salmon. *Transactions of the American Fisheries Society* 125(2): 253–260.
- ICNF (2012). Edital Zona de Pesca Profissional do Médio Mondego. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.
- ICNF (2012). Edital Zona de Pesca Profissional do Baixo Mondego. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.
- ICNF (2013). Edital Zona de Pesca Profissional do Médio Mondego. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.
- ICNF (2013). Edital Zona de Pesca Profissional do Baixo Mondego. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.

- 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.
- Katopodis, C. (1992). Introduction to Fishway Design. Freshwater Institute, Canada Fisheries and Oceans, Winnipeg, MB, Canada, 68 pp.
- Katopodis, C. & J.G. Williams (2012). The development of fish passage research in a historical context. *Ecological Engineering* 48: 8– 18
- Larinier, M (2001). Environmental issues, dams and fish migration. In: Marmulla G (ed) Dams, Fish and Fisheries. Opportunities, Challenges and Conflict Resolution. FAO Fisheries Technical Paper.No 419. Rome, FAO. 166p.
- Larinier, M., & G. Marmulla (2004). Fish passes: types, principles and geographical distribution: an overview. In Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries. Volume II. Welcomme R. and T. Petr, Eds., FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand. RAP Publication 2004/17pp.
- Larinier, M. (2000). Environmental Issues, Dams and Fish Migration, Final Draft. World Commission on Dams. 26 pp.
- Larsen, M.H., A.N. Thorn, A.N., C. Skov & K. Aarestrup (2013). Effects of passive integrated transponder tags on survival and growth of juvenile Atlantic salmon *Salmo salar*. *Animal Biotelemetry* 1 (19).
- Leathwick, J.R., J. Elith, W.L. Chadderton, D. Rowe & T. Hastie (2008). Dispersal, disturbance, and the contrasting biogeographies of New Zealand's diadromous and non-diadromous fish species. *Journal of Biogeography*. 35: 1481-1497.
- Lobón-Cerviá, J., C. Montañes & A. Sostoa (1986). Reproductive ecology and growth of a population of Brown trout (*Salmo trutta* L.) in an aquifer-fed stream of old Castile (Spain). *Hydrobiologia* 135: 81-94.
- Lucas, M.C & E. Baras (2001). Migration of freshwater Fishes. Blackwell Scientific Press. Oxford.
- Magalhães, F. (1990). Estratégias de repartição e apropriação de recursos tróficos das populações de Cyprinidae dos sistemas hidrográficos do Sorraia e do Divo.



Relatório de estágio de licenciatura. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. 420 pp.

Maitland, P.S. & T.W. Hatton-Ellis (2003). Ecology of the Allis and Twaite Shad. Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No. 3. English Nature, Peterborough. 30 pp.

Nilsson, C., C.A. Reidy, M. Dynesius & C. Revenga (2005). Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. Science. 308: 405–408.

Observatório Astronómico de Lisboa (2014). Obtido de Observatório Astronómico de Lisboa- Museu da Universidade de Lisboa: <http://oal.ul.pt/>

Parravicini, V., M. Kulbicki, D.R. Bellwood, A.M. Friedlander, J.E. Arias-Gonzalez, P. Chabanet, S.R. Floeter, R. Myers, L. Vigliola, S. D'Agata & D. Mouillot (2013). Global patterns and predictors of tropical reef fish species richness. Ecography 36: 1254-1262.

Pavlov, D.S. (1989). Structures assisting the migrations of non-salmonid fish: USSR. FAO Fisheries Technical Paper, No. 308. FAO, Rome. 97 pp.

Pinkerton, M.H., Smith, A.N.H, Raymond, B., Hosie, G.W., Sharp, B., Leathwick, J.R. & Bradford-Grieve, J.M. (2010). Spatial and seasonal distribution of adult *Oithona similis* in the Southern Ocean: Predictions using boosted regression trees. Deep-Sea Research I 57: 469–485.

Portaria n.º 564/90, de 19 de Julho Portaria n.º 564/90 de 19 de Julho. Diário da República n.º 165/90 - I Série.

Quintella, B.R. (2000). Ecologia da fase larvar de *Petromyzon marinus* L. no Baixo Mondego. Relatório e Estágio. Faculdade de Ciências da Universidade d Lisboa, Lisboa. 48 pp.

Quintella, B.R. (2006). Biologia e conservação da lampreia-marinha (*Petromyzon marinus* L.) em Portugal. Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa, Lisboa

Quintella, B.R., I. Póvoa & P.R. Almeida (2009). Swimming behaviour of upriver migrating sea lamprey assessed by electromyogram telemetry. Journal of Applied Ichthyology 25: 46-54.

- 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.
- Quintella, B.R., N.O. Andrade, A. Koed & P.R. Almeida (2004). Behavioural patterns of sea lampreys' spawning migration through difficult passage areas, studied by electromyogram telemetry. *Journal of Fish Biology* 65: 961-972.
- R Development Core Team (2004). R: a language and environment for statistical computing. Versão 2.7.1. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org> Acesso a: 13/01/2014.
- Ridgeway, G. (2006). GBM: Generalized boosted regression models. R package. Versão 1.6-3. Disponível em: <http://www.i-pensieri.com/gregr/gbm.shtml>. Acesso a: 13/11/2014.
- Rodil, I.F., T. Compton & M. Lastra (2012). Exploring Macroinvertebrate Species Distributions at Regional and Local Scales across a Sandy Beach Geographic Continuum. *PLoS ONE* 7(6): e39609. doi:10.1371/journal.pone.0039609.
- Roscoe, D.W & S.G. Hinch (2010). Effectiveness monitoring of fish passage facilities: historical trends, geographic patterns and future directions. *Fish and Fisheries* 11(1): 12–33.
- Santo, M. (2005). Dispositivos de passagens para peixes em Portugal. Direcção-Geral dos Recursos Florestais, Lisboa. 137 pp.
- Snelder, T.H. & N. Lamouroux (2010). Co-variation of fish assemblages, flow regimes and other habitat factors in French rivers. *Freshwater Biology*. 55 (4): 881–892.
- Sostoa, A. & J. Lobón-Cerviá (1989). Observations on feeding relationships between fish predators and fish assemblages in a mediterranean stream. *Regulated Rivers: Research and Management* 4, 157-163.
- Thorstad, E.B., F. Okland, K. Aarestrup & T.G. Heggberget (2008). Factors affecting the within-river spawning migration of Atlantic salmon, with emphasis on human impacts. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 18: 345-371.
- Travade, F & M. Larinier (2002). Monitoring Techniques for Fishways. *Bulletin Français de la Pêche et de la pisciculture* 364: 166–180.

# ANEXOS

## Anexo I. Informações sobre as espécies que se assumem como potenciais utilizadoras da PPeixes do Açude-Ponte de Coimbra

---

**Nome científico:** *Petromyzon marinus* L.

**Nome comum:** Lampreia-marinha



---

**Estatuto de conservação<sup>1</sup>:** VU

**Proteção legal<sup>1</sup>:** *Convenção de Berna*: III; *Diretiva Habitats*: B-II; *Outra legislação*: 1, 2

**Tipo de ocorrência<sup>1</sup>:** 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 económico<sup>1</sup>:** €€€

---

<sup>1</sup>**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 - endêmico (do Continente, dos Açores ou da Madeira); EndIb - endêmico 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:** *Alosa alosa* L.

**Nome comum:** Sável



**Estatuto de conservação<sup>2</sup>:** EN

**Instrumentos legais<sup>2</sup>:** *Convenção de Berna*: III; *Diretiva Habitats*: B-II, V; *Convenção CITES*: -; *Outra legislação*: 1, 2

**Tipo de ocorrência<sup>2</sup>:** 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 económico<sup>2</sup>:** €€€

<sup>2</sup> **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:** 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:** *Alosa fallax* (Lacepède, 1803)



**Nome comum:** Savelha

---

**Estatuto de conservação<sup>3</sup>:** VU

**Instrumentos legais<sup>3</sup>:** *Convenção de Berna*: III; *Diretiva Habitats*: B-II, V; *Convenção CITES*: -; *Outra legislação*: 1, 2

**Tipo de ocorrência<sup>3</sup>:** 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 (Aprohmanian *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 económico<sup>3</sup>:** €€

---

---

<sup>3</sup> **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:** 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 conservação<sup>4</sup>:** EN

**Instrumentos legais<sup>4</sup>:** *Convenção de Berna*: III; *Diretiva Habitats*: -; *Convenção CITES*: B(II) -; *Outra legislação*: 1, 2

**Tipo de ocorrência<sup>4</sup>:** 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 económico<sup>4</sup>:** €€€

<sup>4</sup> **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:** 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:** *Liza ramada* (Risso, 1826)

**Nome comum:** Muge



---

**Estatuto de conservação<sup>5</sup>:** LC

**Instrumentos legais<sup>5</sup>:** *Convenção de Berna*: -; *Diretiva Habitats*:-; *Convenção CITES*: -; *Outra legislação*: 1, 2

**Tipo de ocorrência<sup>5</sup>:** 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 euriótica 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 económico<sup>5</sup>:** €€€

---

---

<sup>5</sup> **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:** 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:** *Luciobarbus bocagei*  
(Steindachner, 1864)



**Nome comum:** Barbo do Norte

**Estatuto de conservação<sup>6</sup>:** LC

**Instrumentos legais<sup>6</sup>:** *Convenção de Berna*: III; *Diretiva Habitats*: B-V; *Convenção CITES*: -; *Outra legislação*: 1

**Tipo de ocorrência<sup>6</sup>:** 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 económico<sup>6</sup>:** €€

<sup>6</sup> **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:** 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:** *Pseudochondrostoma polylepis*  
(Steindachner, 1864)

**Nome comum:** Boga-comum



**Estatuto de conservação<sup>7</sup>:** LC

**Instrumentos legais<sup>7</sup>:** *Convenção de Berna*: III; *Diretiva Habitats*: B-II; *Convenção CITES*: -; *Outra legislação*: 1

**Tipo de ocorrência<sup>7</sup>:** Res/Endlb

**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 económico<sup>7</sup>:** €€

<sup>7</sup> **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:** 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:** *Salmo trutta* L.

**Nome comum:** Truta-de-rio



**Estatuto de conservação<sup>8</sup>:** LC

**Instrumentos legais<sup>8</sup>:** *Convenção de Berna*: -; *Diretiva Habitats*:-; *Convenção CITES*: -; *Outra legislação*: 1

**Tipo de ocorrência<sup>8</sup>:** 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 económico<sup>8</sup>:** €€

<sup>8</sup> **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:** 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.

## Anexo II. Formulário de capturas de lampreia-marinha para pesca com rede de deriva



Formulário de capturas diárias de lampreia-marinha no rio Mondego **para pesca com rede de deriva**

Este inquérito é confidencial. Todos os dados recolhidos são para uso exclusivamente científico.

Nome do responsável pelo preenchimento do formulário	
Local onde foi preenchido o formulário	

Data	Local onde foram capturadas as lampreias	N.º de lampreias capturadas	Nº de elementos do grupo	N.º de horas despendidas a pescar	Lampreias rejeitadas	Outras observações

Obrigada pela vossa colaboração!

## Anexo III. Formulário de capturas de lampreia-marinha para pesca com botirão



Formulário de capturas diárias de lampreia-marinha no rio Mondego **para pesca com botirão**

Este inquérito é confidencial. Todos os dados recolhidos são para uso exclusivamente científico.

Nome do responsável pelo preenchimento do formulário	
Local onde foi preenchido o formulário	

Data	Local onde foram capturadas as lampreias	N.º de lampreias capturadas	N.º de dias em que a arte esteve a operar	Lampreias rejeitadas	Outras observações

Obrigada pela vossa colaboração!

## Anexo IV. Formulário de capturas de sável e savelha



Formulário de capturas diárias de **sável e savelha** no rio Mondego

Este inquérito é confidencial. Todos os dados recolhidos são para uso exclusivamente científico.

Nome do responsável pelo preenchimento do formulário	
Local onde foi preenchido o formulário	

Data	Local onde foram capturados	Arte de pesca utilizada	N.º de horas em que a arte esteve a operar	N.º de animais capturados		Total quilos		Número de animais rejeitados		Observações
				Sável	Savelha	Sável	Savelha	Sável	Savelha	

Obrigada pela vossa colaboração!

## Anexo V. Localização das artes de pesca no Rio Mondego por zona de pesca na época de 2013 e 2014

► Botirões    —|— Extensão de rio onde os pescadores utilizam a rede de deriva

Localização das artes de pesca em 2013 na zona mais a montante do Baixo Mondego:





**Localização das artes de pesca em 2013 na zona mais a jusante do Baixo Mondego:**



**Localização das artes de pesca em 2013 na Zona de Jurisdição Marítima:**





Localização das artes de pesca em 2014 na Zona mais a montante do Baixo Mondego:





**Localização das artes de pesca em 2014 na Zona mais a jusante do Baixo Mondego:**



**Localização das artes de pesca em 2014 na Zona de Jurisdição Marítima:**







Código:

Folha 2 / \_\_\_\_

<b>Espécies acessórias capturadas:</b> (Ma – muito abundante; A – Abundante; Pa – pouco abundante)					
<b>Petromyzontidae</b>		<i>Tinca tinca</i>		<b>Mugilidae</b>	
<i>Petromyzon marinus</i>		<b>Cobitidae</b>		<i>Liza ramada</i>	
<b>Anguillidae</b>		<i>Cobitis calderoni</i>		<b>Blennidae</b>	
<i>Anguilla anguilla</i>		<i>Cobitis paludica</i>		<i>Salapia fluviatilis</i>	
<b>Clupeidae</b>		<b>Ictaluridae</b>		<b>Pleuronectidae</b>	
<i>Alosa alosa</i>		<i>Ameiurus melas</i>		<i>Platichthys flesus</i>	
<i>Alosa fallax</i>		<b>Siluridae</b>			
<b>Cyprinidae</b>		<i>Silurus glanis</i>		<b>Mugilidae</b>	
<i>Anaecypris hispanica</i>		<b>Esocidae</b>		<i>Mugil cephalus</i> *	
<i>Luciobarbus bocagei</i>		<i>Esox lucius</i>		<b>Serranidae</b>	
<i>Luciobarbus comizo</i>		<b>Salmonidae</b>		<i>Dicentrarchus labrax</i> *	
<i>Luciobarbus microcephalus</i>		<i>Oncorhynchus mykiss</i>		<b>Syngnathidae</b>	
<i>Luciobarbus sclateri</i>		<i>Salmo salar</i>		<i>Syngnathus abaster</i> *	
<i>Luciobarbus steindachneri</i>		<i>Salmo trutta</i>			
<i>Carassius auratus</i>		<b>Atherinidae</b>		*espécies marinhas	
<i>Iberochondrostoma almacai</i>		<i>Atherina boyeri</i>			
<i>Iberochondrostoma lemmingii</i>		<b>Cyprinodontidae</b>			
<i>Iberochondrostoma lusitanicum</i>		<i>Fundulus heteroclitus</i>		<b>Astacidae (Decapoda)</b>	
<i>Pseudochondrostoma duriensis</i>		<b>Poeciliidae</b>		<i>Procambarus clarkii</i>	
<i>Pseudochondrostoma polylepis</i>		<i>Gambusia holbrooki</i>			
<i>Pseudochondrostoma willkommii</i>		<b>Gasterosteidae</b>			
<i>Achondrostoma oligolepis</i>		<i>Gasterosteus aculeatus</i>			
<i>Achondrostoma arcasii</i>		<b>Centrarchidae</b>			
<i>Cyprinus carpio</i>		<i>Lepomis gibbosus</i>			
<i>Gobio gobio</i>		<i>Micropterus salmoides</i>			
<i>Iberocypris alburnoides</i>		<b>Percidae</b>			
<i>Squalius aradensis</i>		<i>Perca fluviatilis</i>			
<i>Squalius carolitertii</i>		<i>Sander lucioperca</i>			
<i>Squalius pyrenaicus</i>		<b>Cichlidae</b>			
<i>Squalius torgalensis</i>		<i>Australoheros facetus</i>			

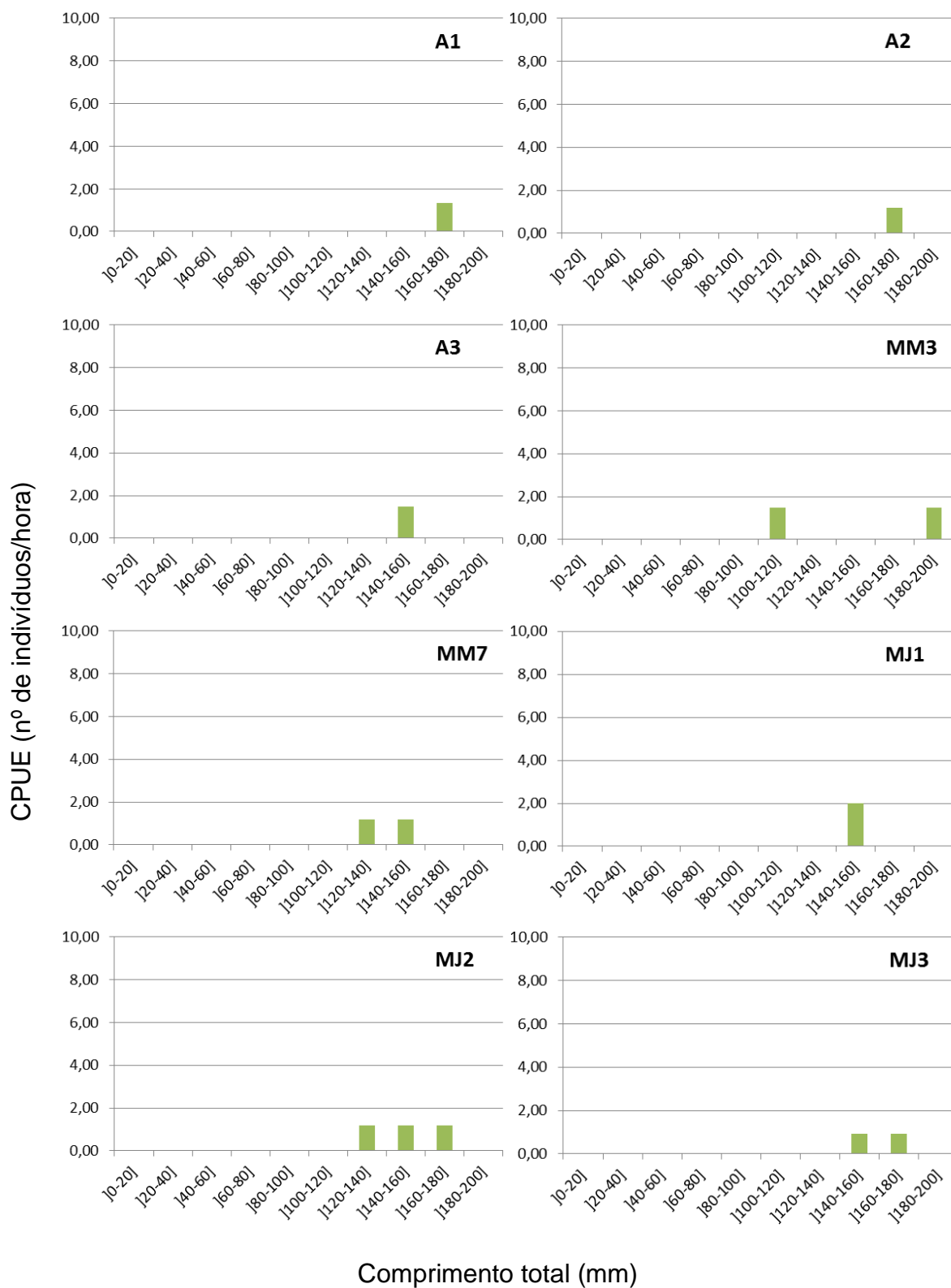
Folha 3 / \_\_\_\_

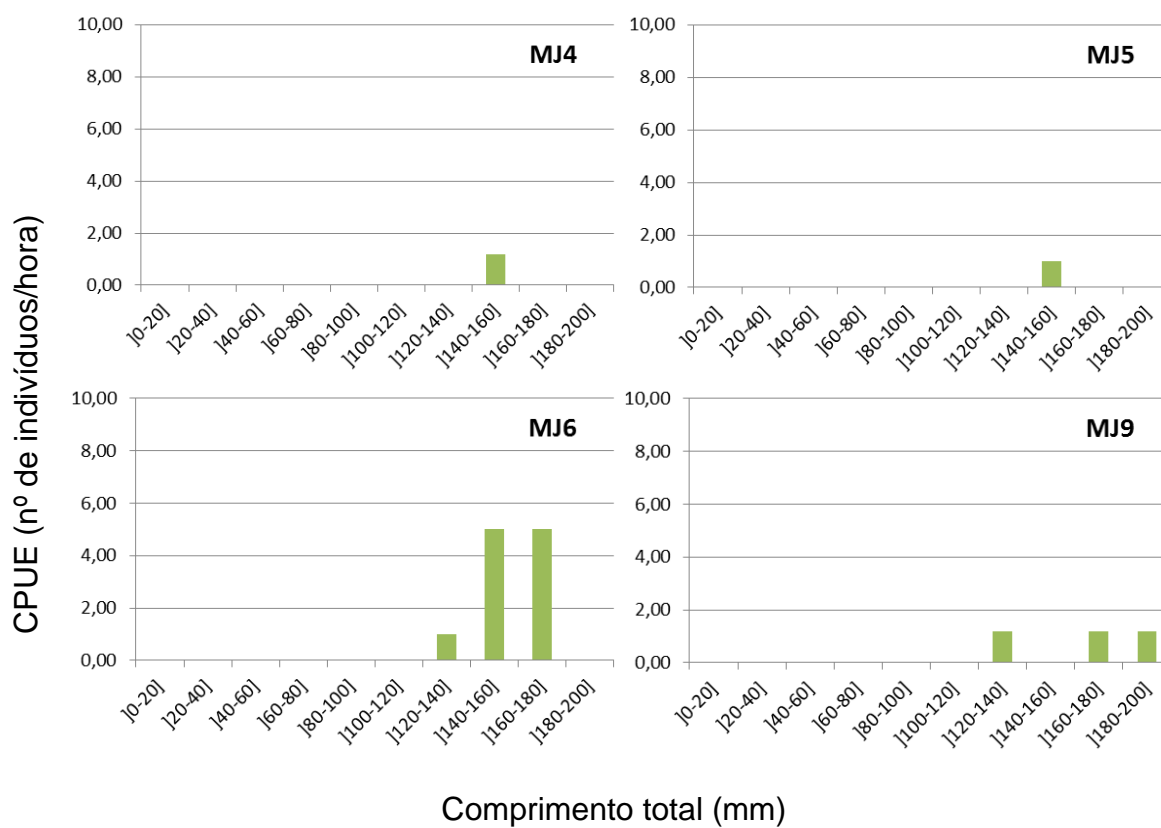
Código:

<b>Dados biométricos:</b> (Comprimento-mm; Macroftálmica-M; <i>Petromyzon marinus</i> – Pm; <i>Anguilla anguilla</i> - Aa)											
Nº	CT	PT	Obs.	Nº	CT	PT	Obs.	Nº	CT	PT	Obs.
(1)				(31)				(61)			
(2)				(32)				(62)			
(3)				(33)				(63)			
(4)				(34)				(64)			
(5)				(35)				(65)			
(6)				(36)				(66)			
(7)				(37)				(67)			
(8)				(38)				(68)			
(9)				(39)				(69)			
(10)				(40)				(70)			
(11)				(41)				(71)			
(12)				(42)				(72)			
(13)				(43)				(73)			
(14)				(44)				(74)			
(15)				(45)				(75)			
(16)				(46)				(76)			
(17)				(47)				(77)			
(18)				(48)				(78)			
(19)				(49)				(79)			
(20)				(50)				(80)			
(21)				(51)				(81)			
(22)				(52)				(82)			
(23)				(53)				(83)			
(24)				(54)				(84)			
(25)				(55)				(85)			
(26)				(56)				(86)			
(27)				(57)				(87)			
(28)				(58)				(88)			
(29)				(59)				(89)			
(30)				(60)				(90)			

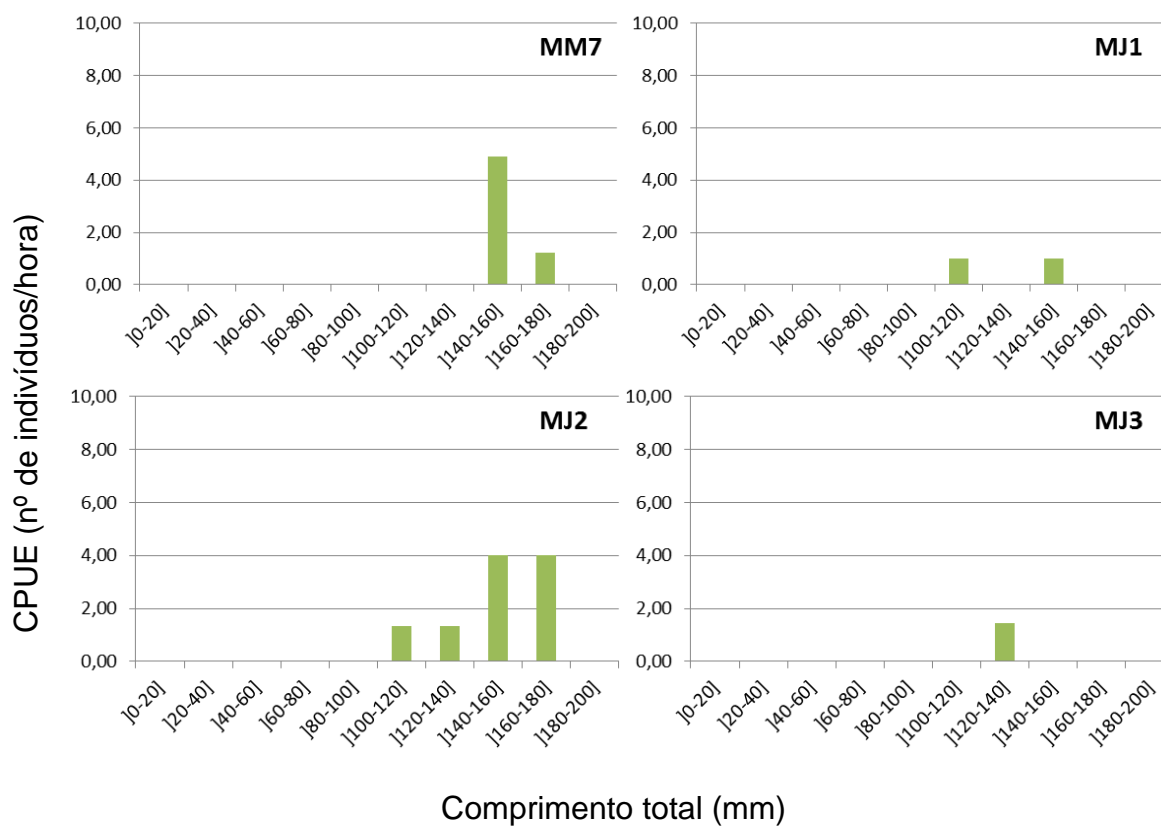
## Anexo VII. Distribuição por classes dimensionais dos indivíduos de *P. marinus* capturados no anos de 2011 a 2014 em cada um dos locais amostrados (CPUE, número de indivíduos capturados por hora)

2011

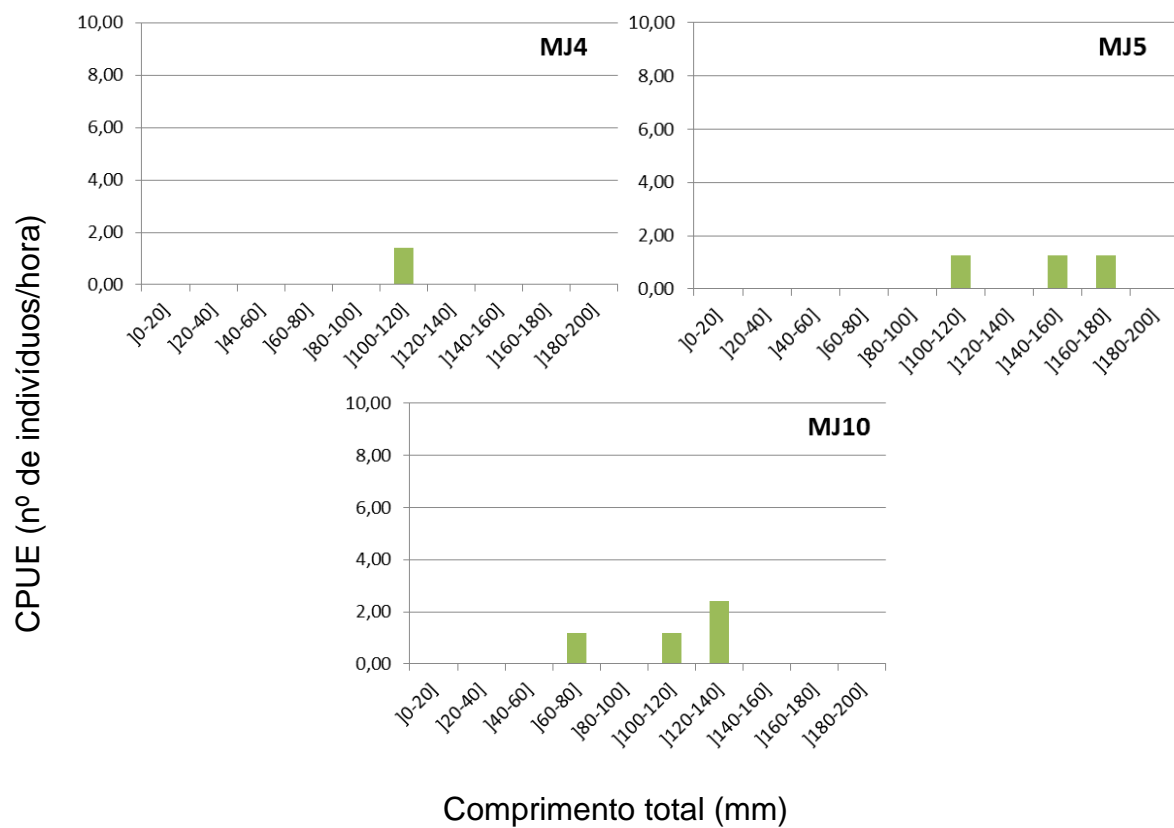




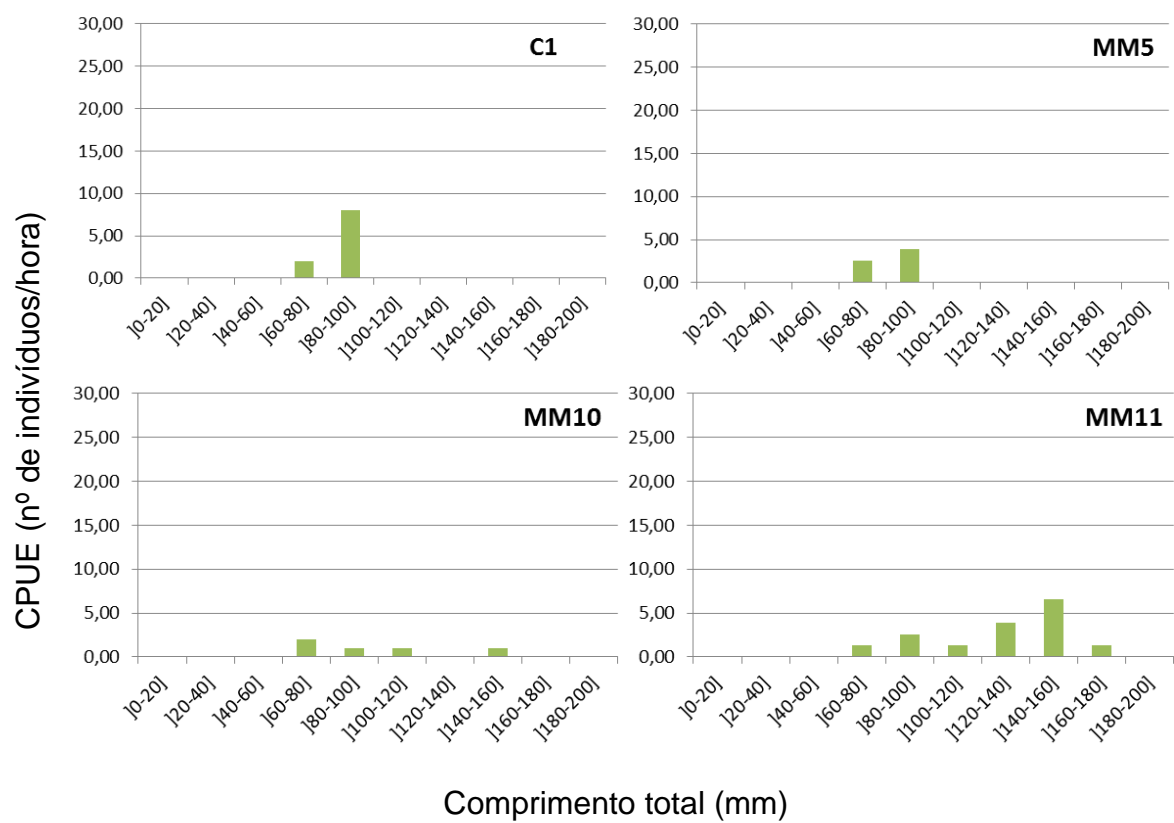
2012

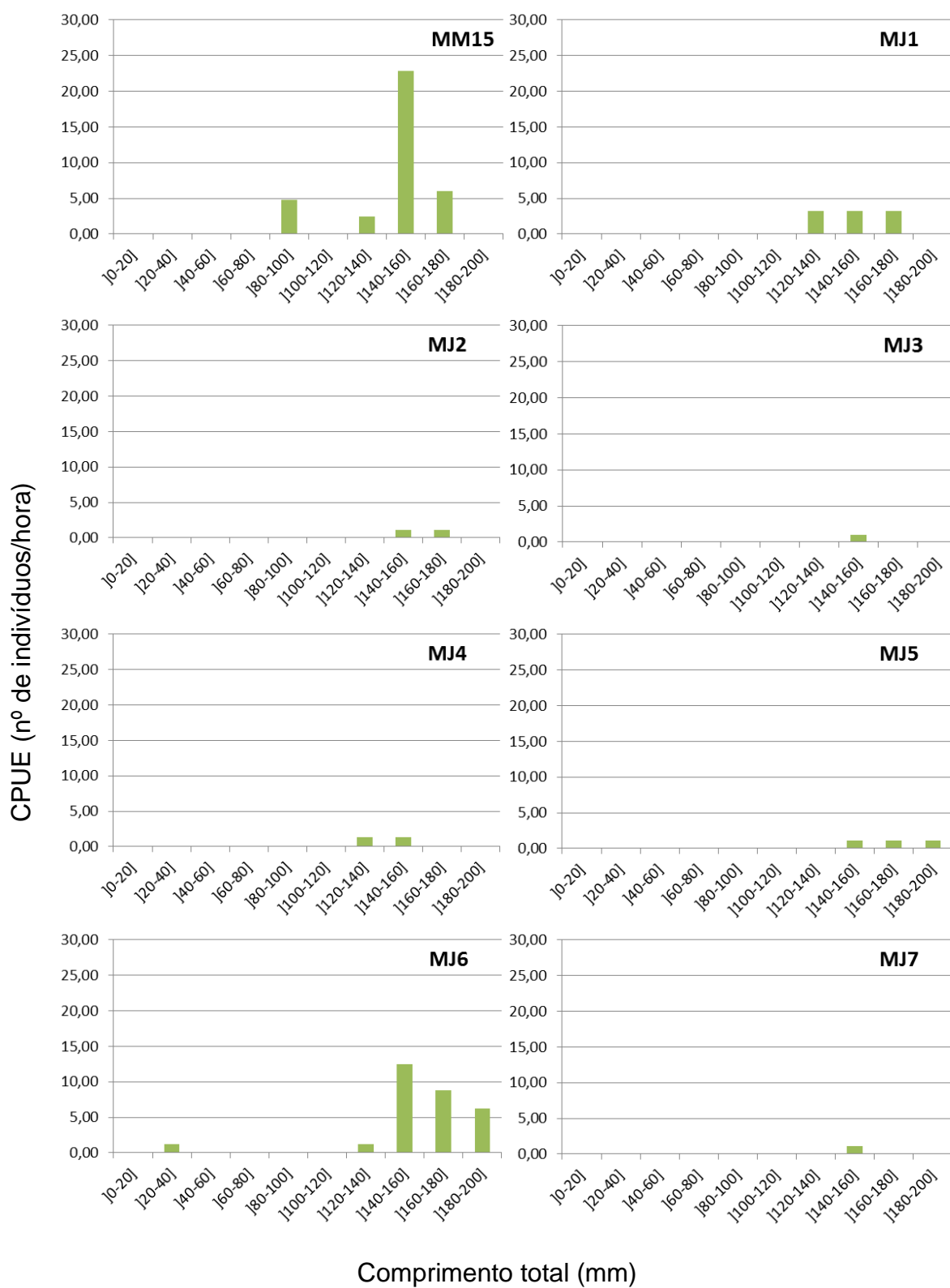


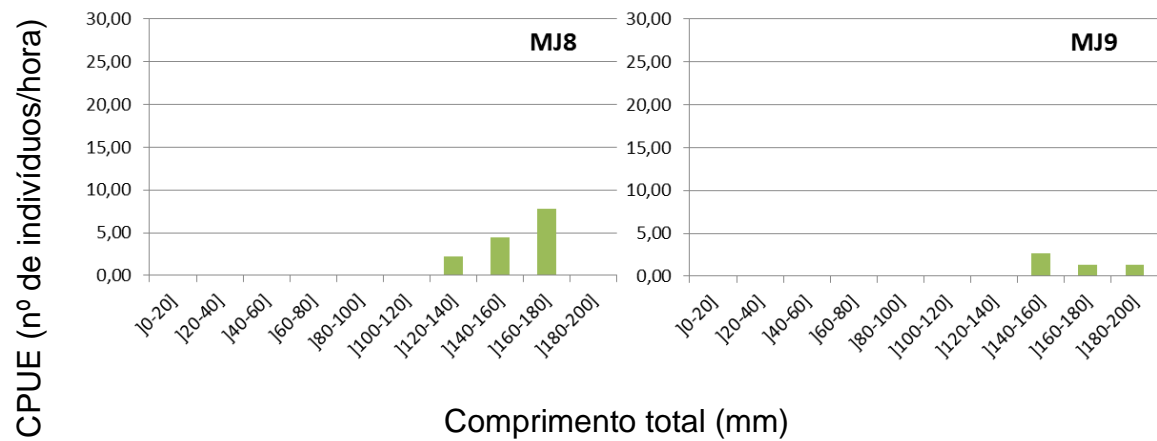




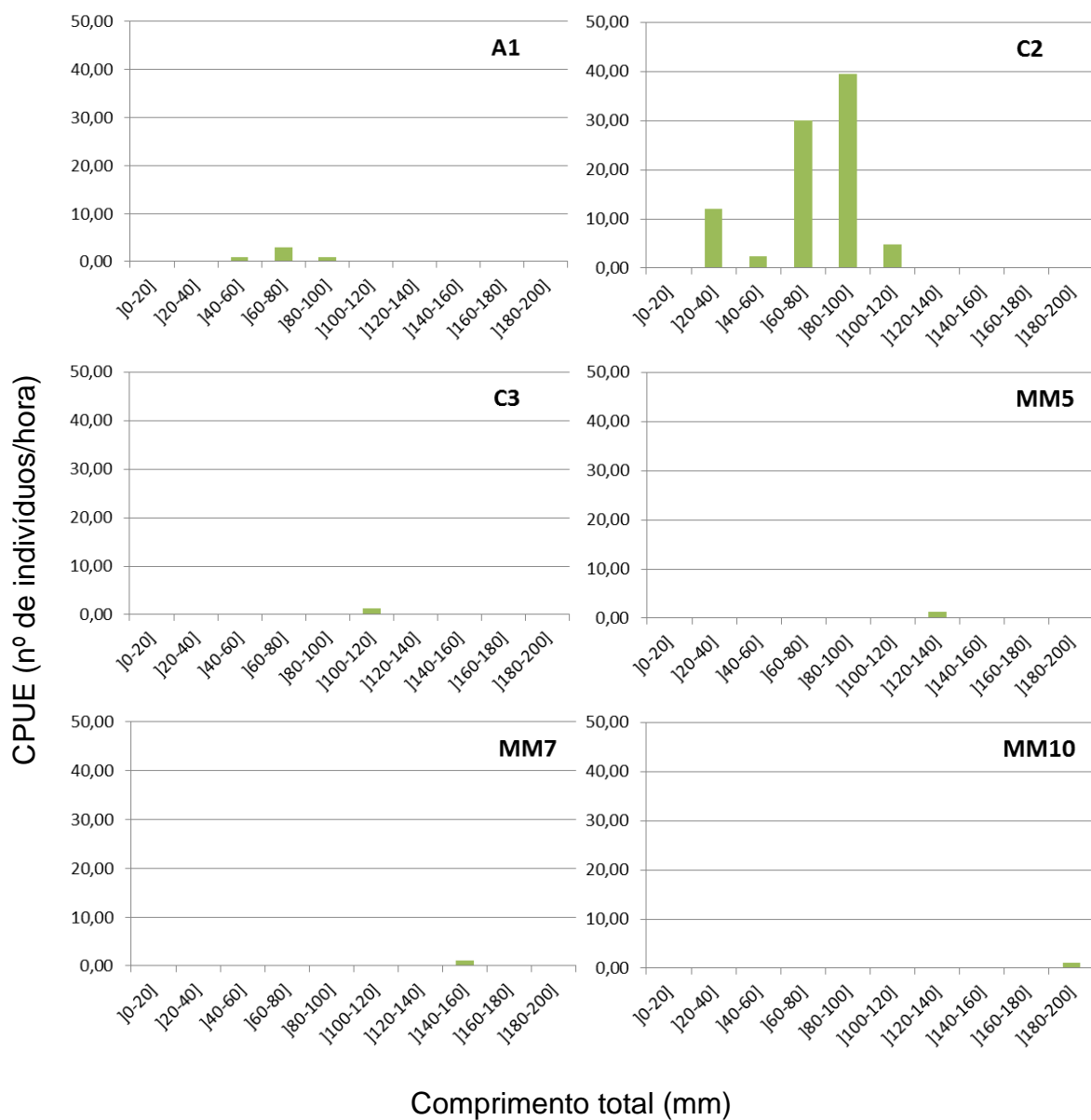
2013

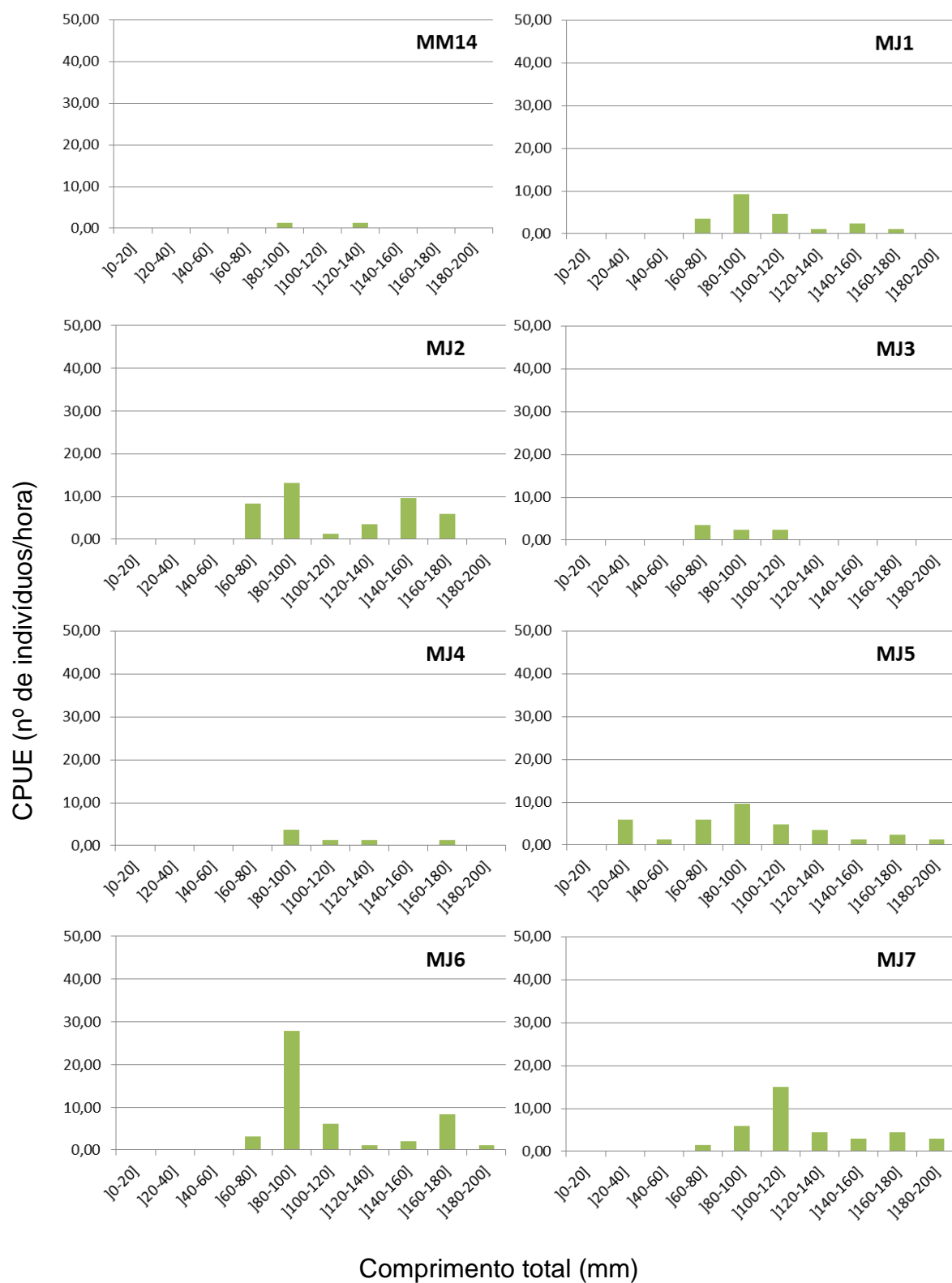


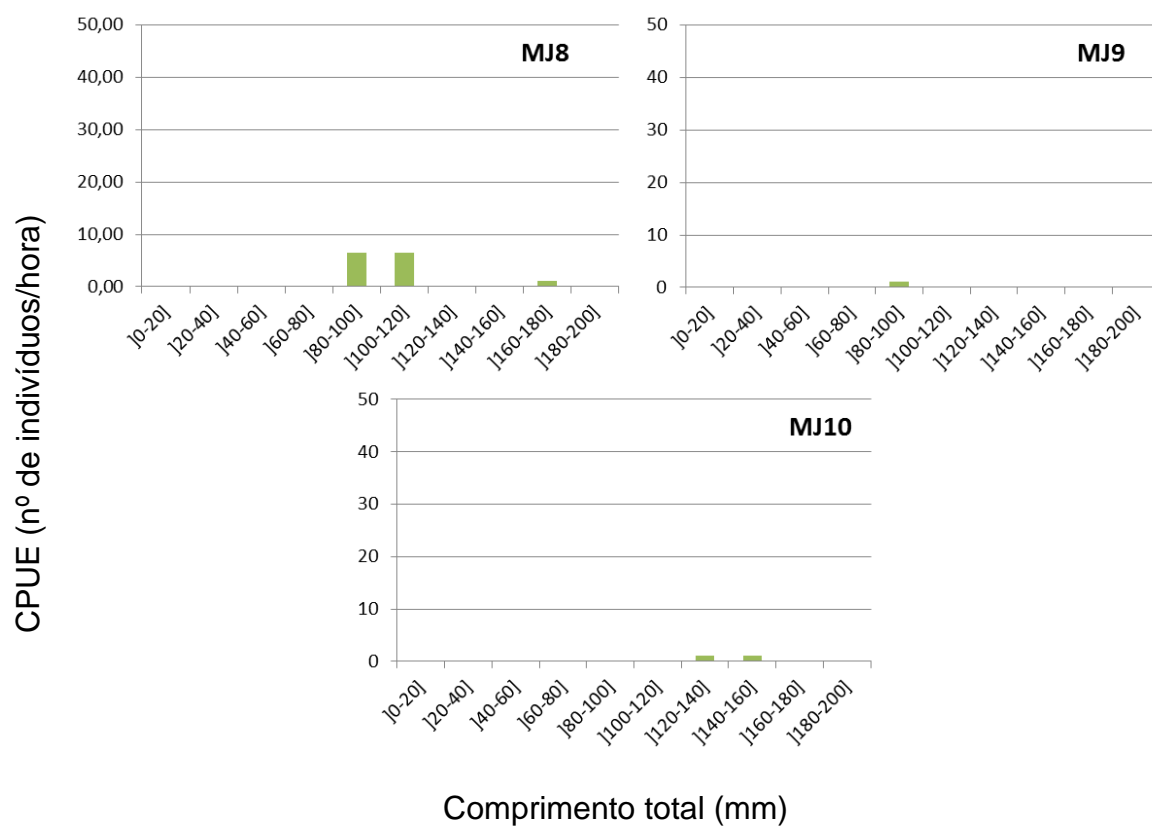




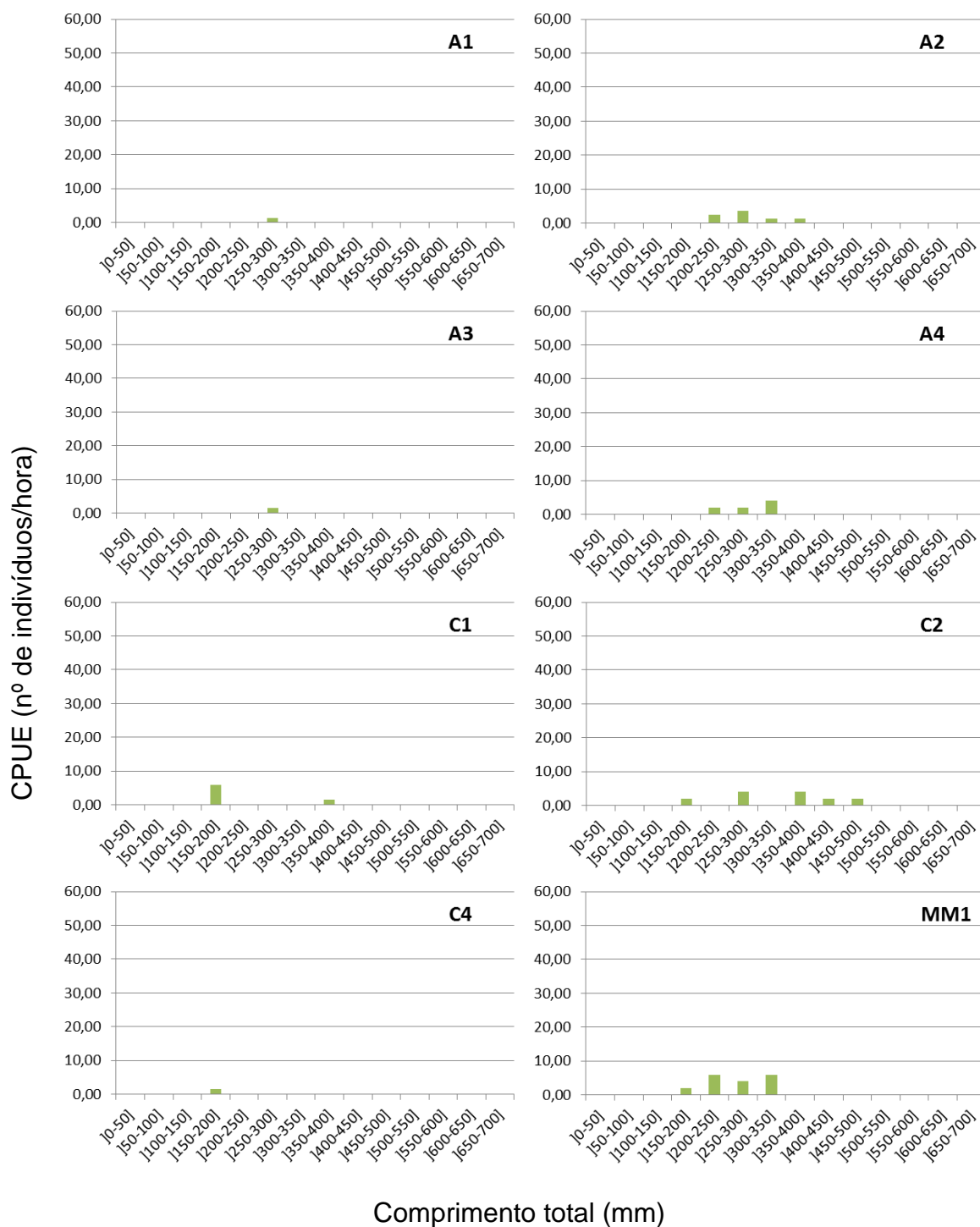
2014



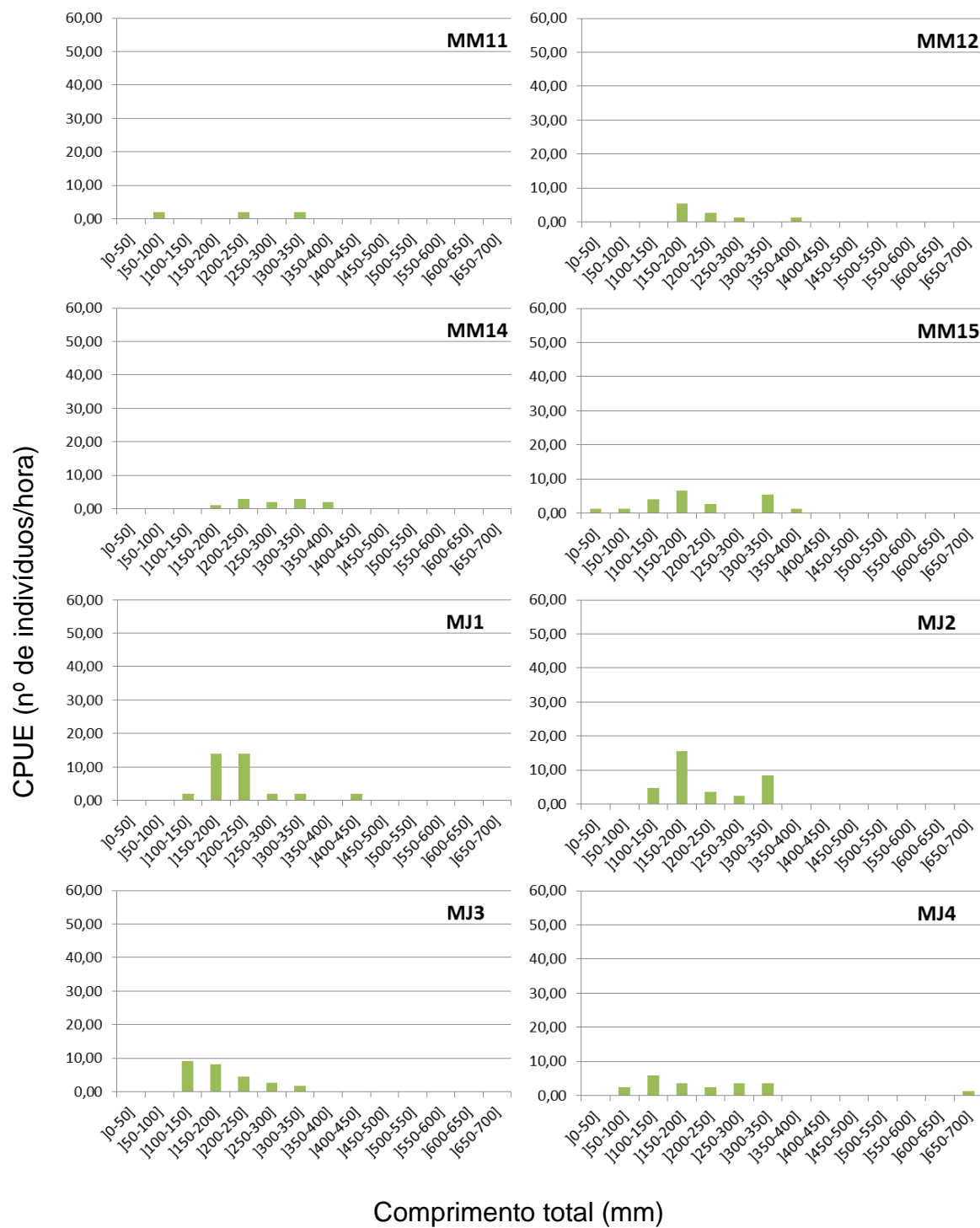


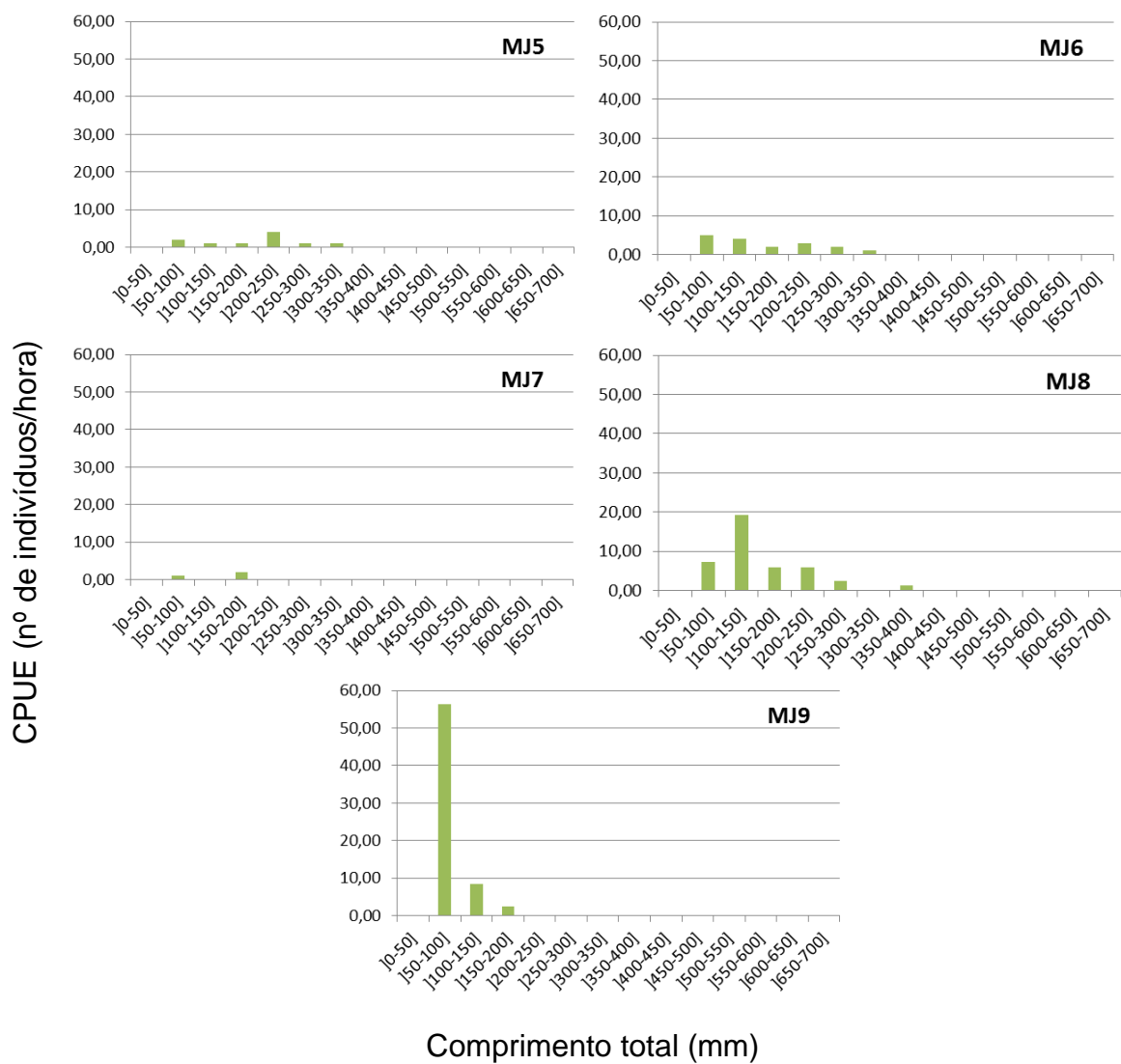




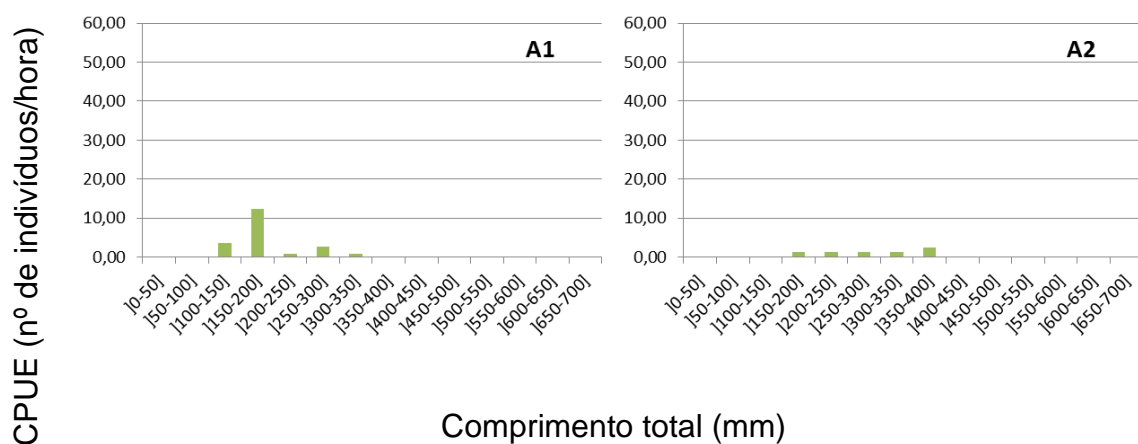
2011

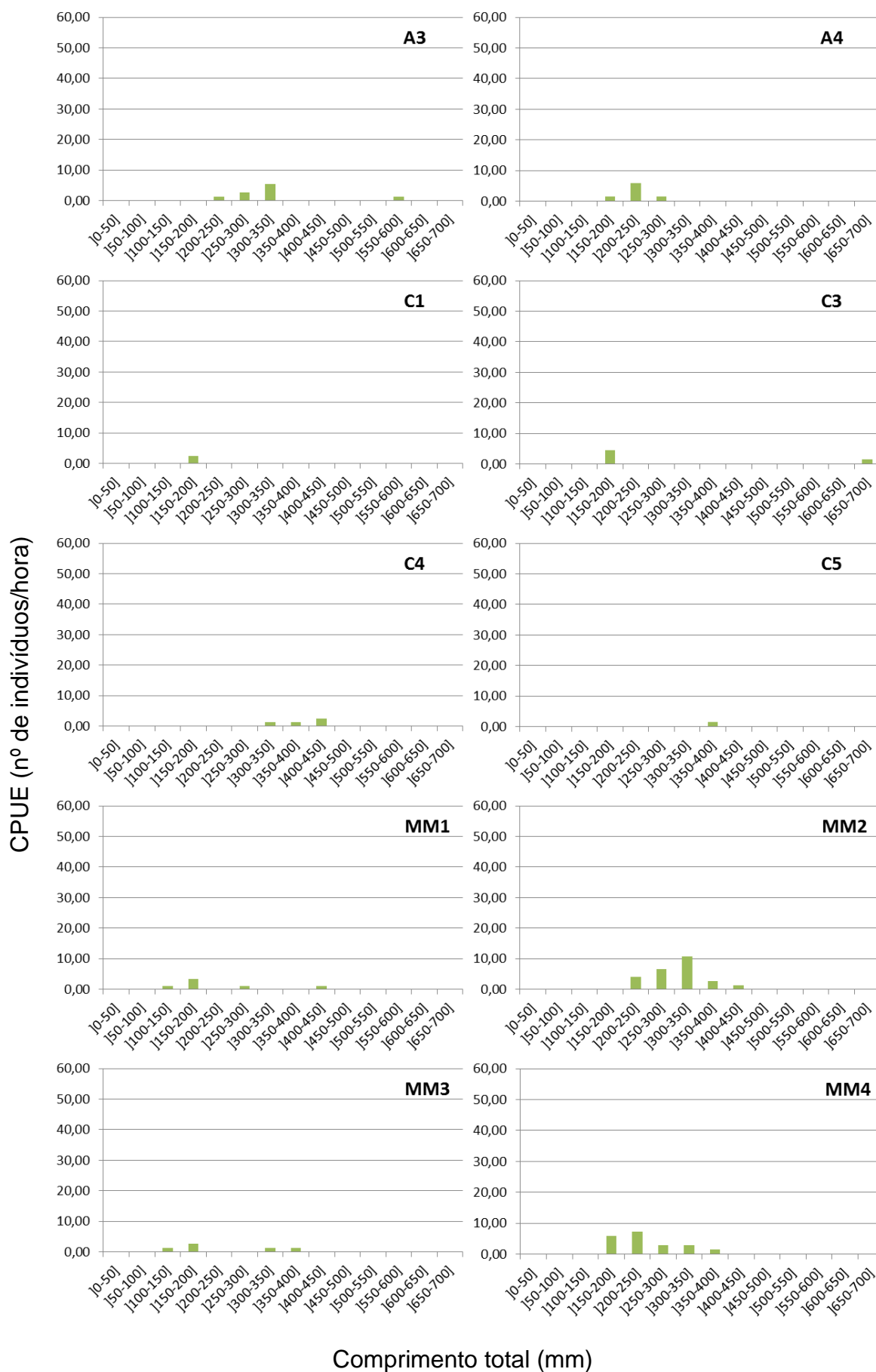




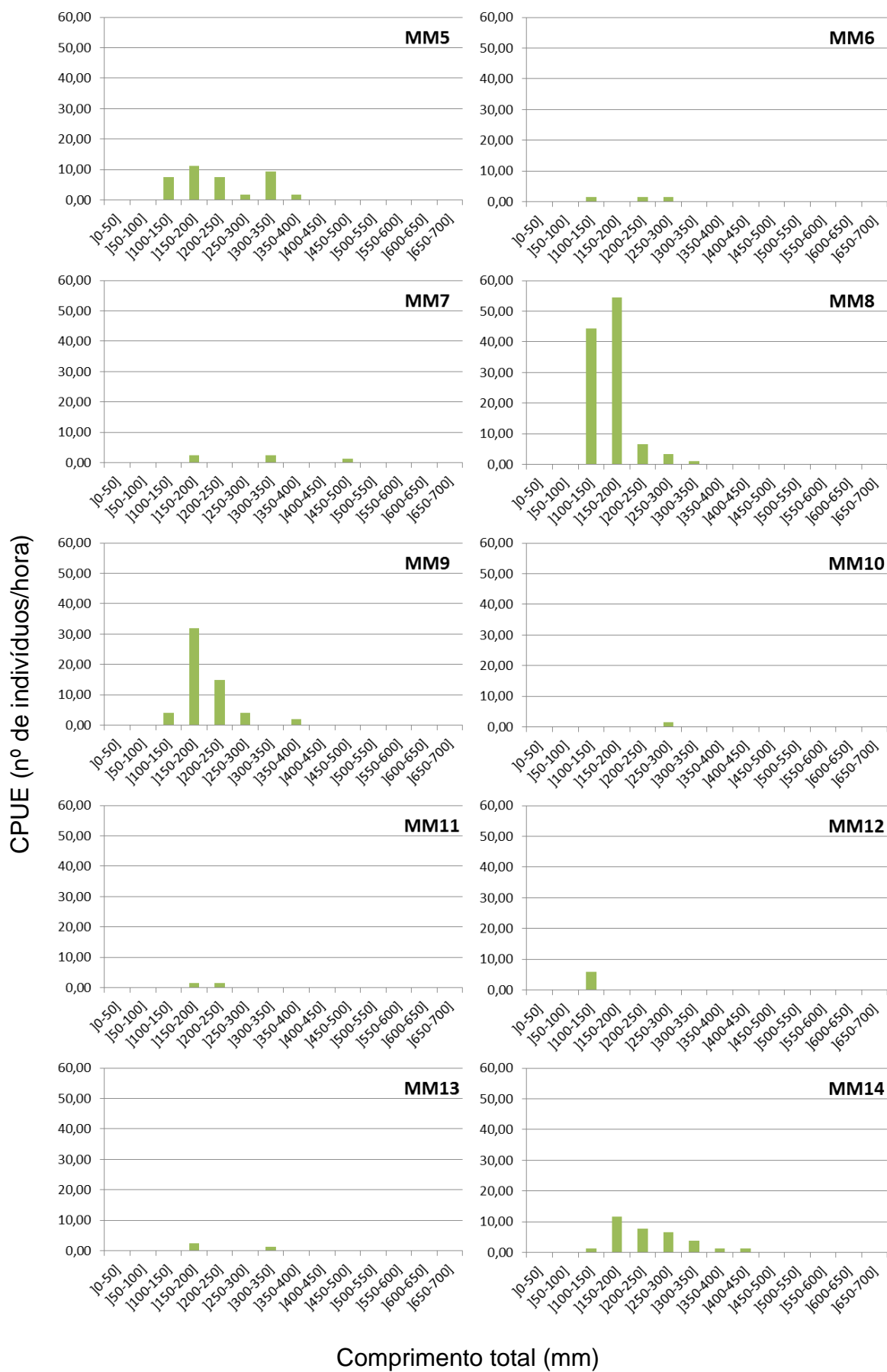


2012

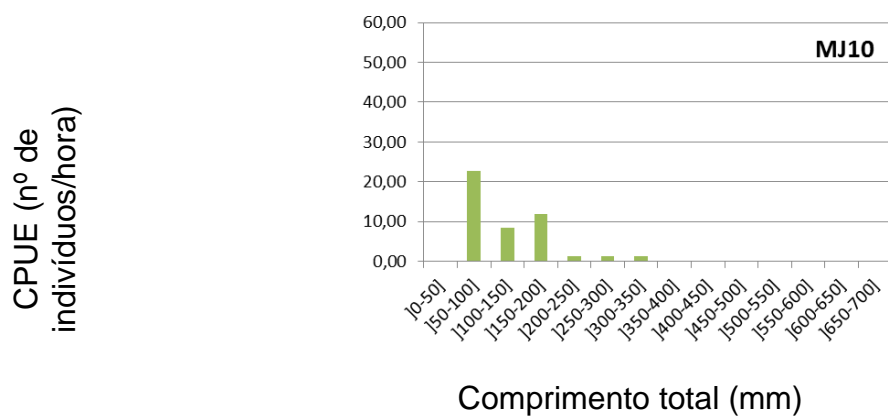




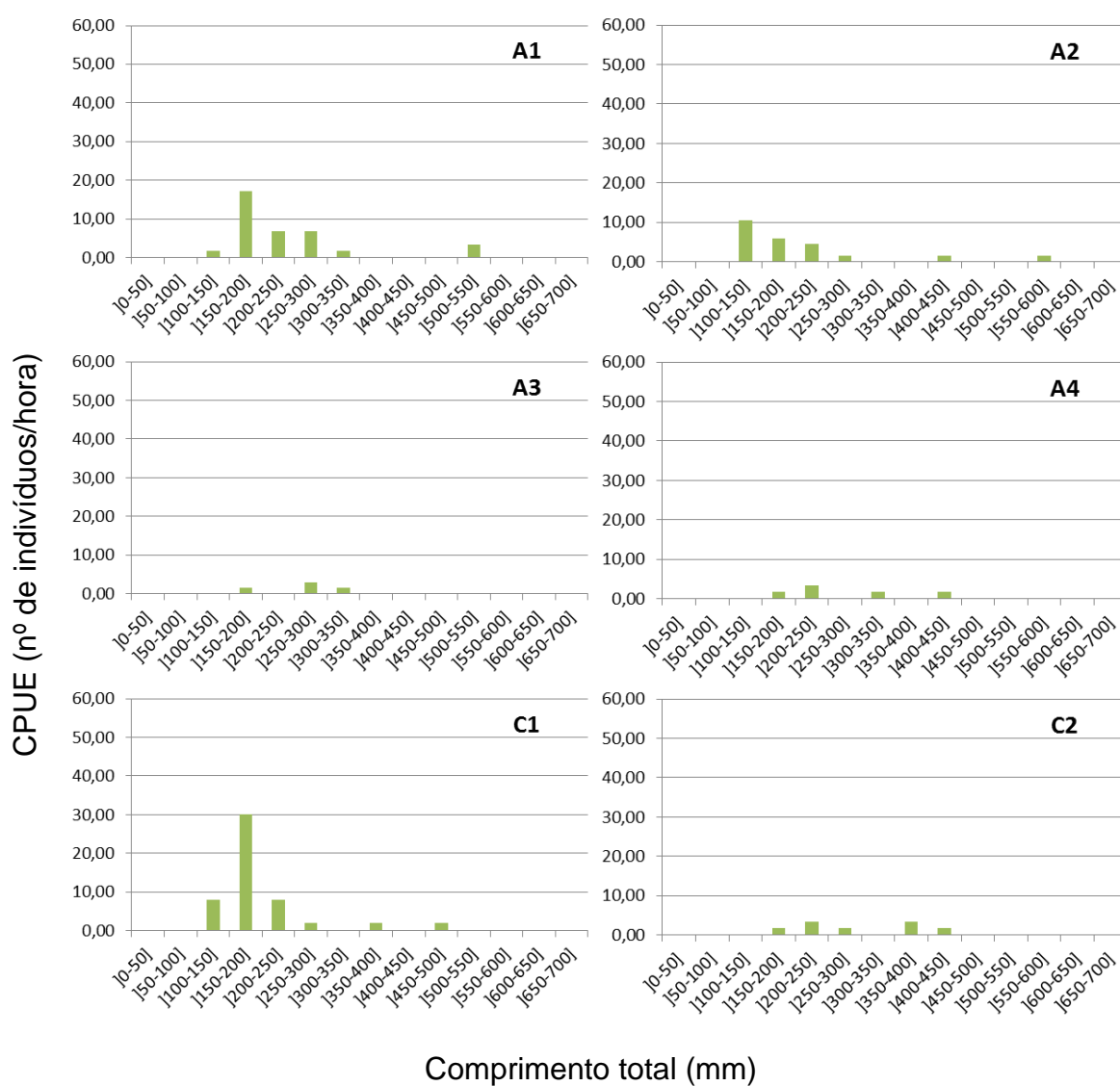


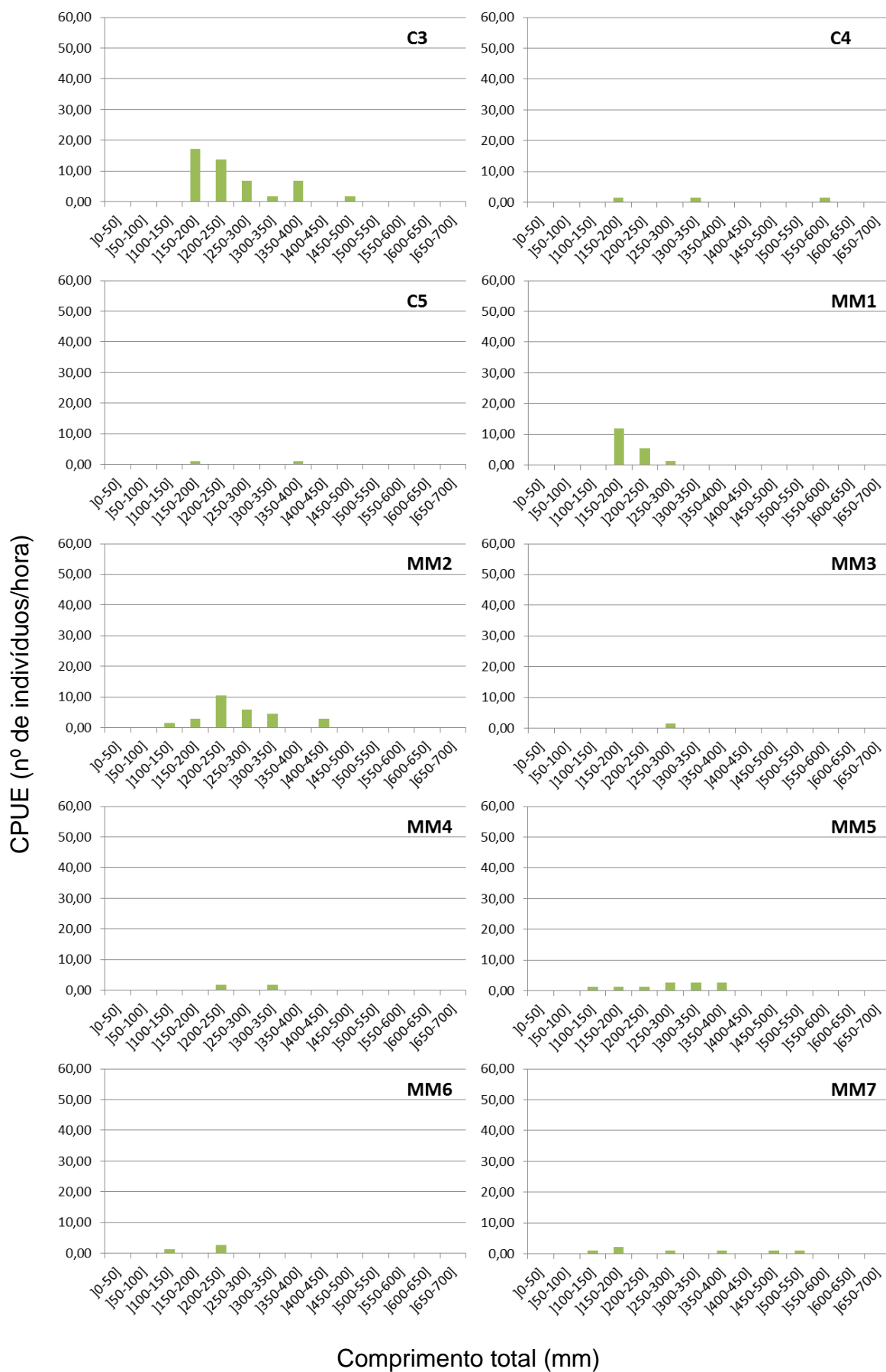


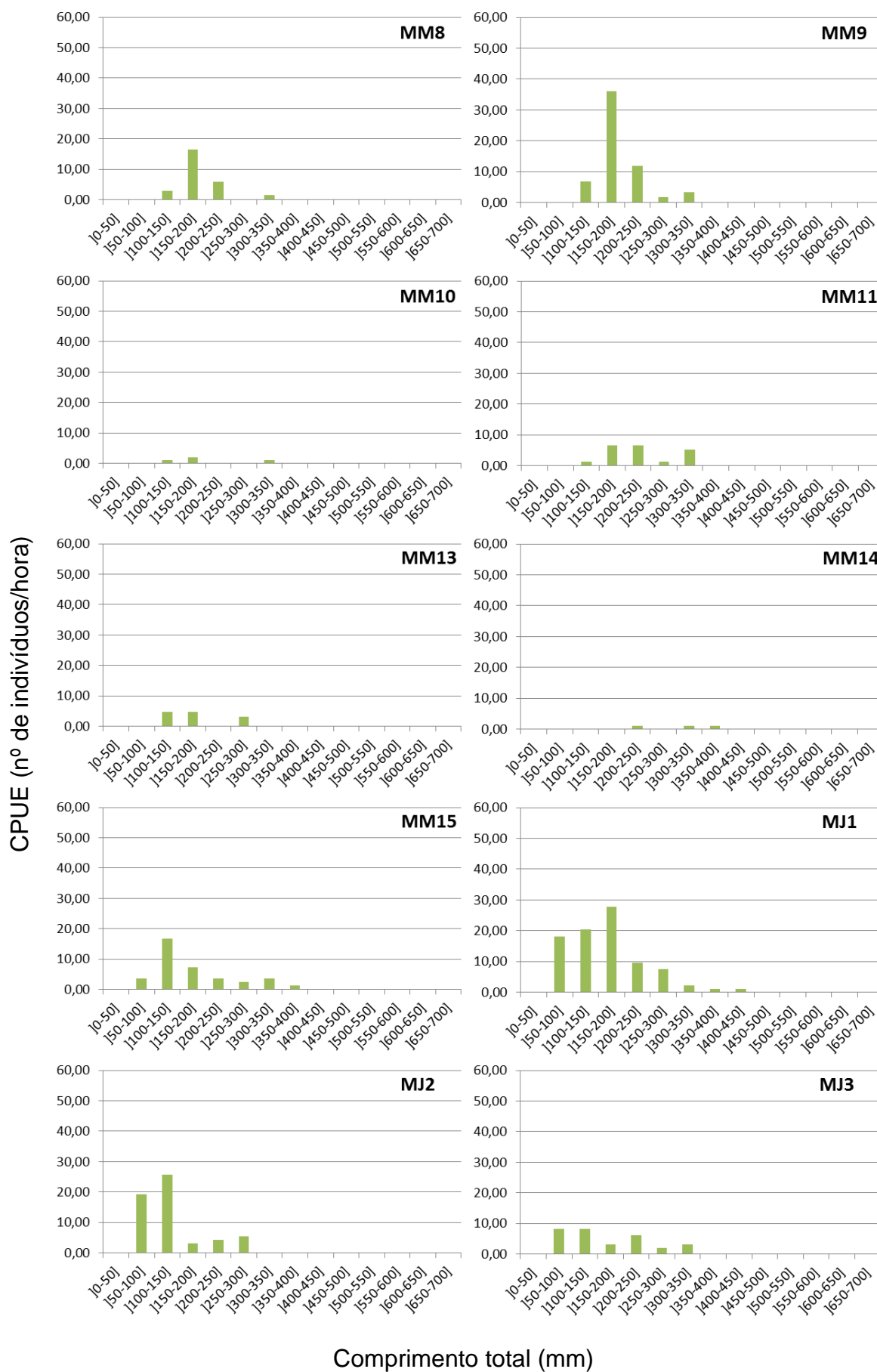




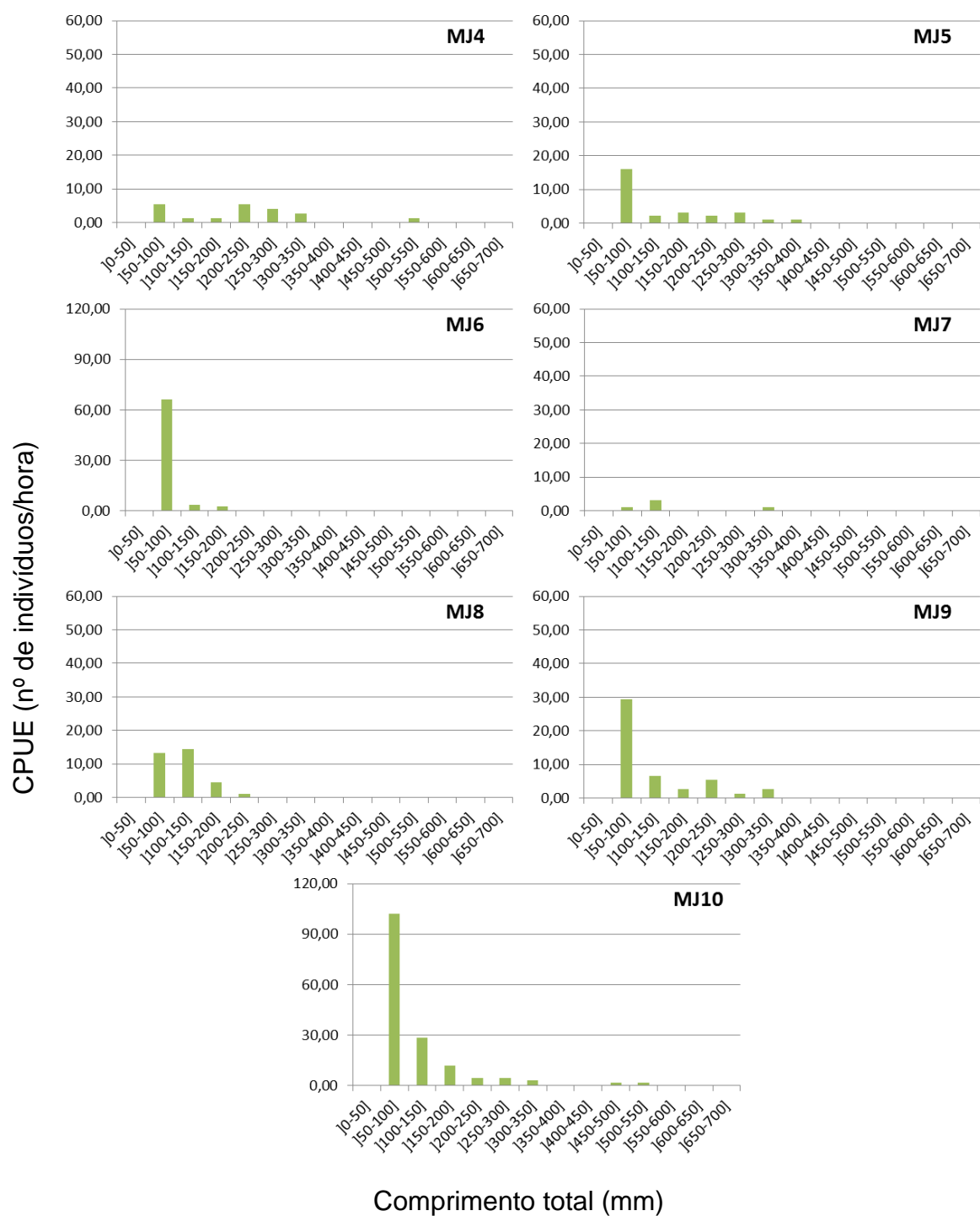
2013



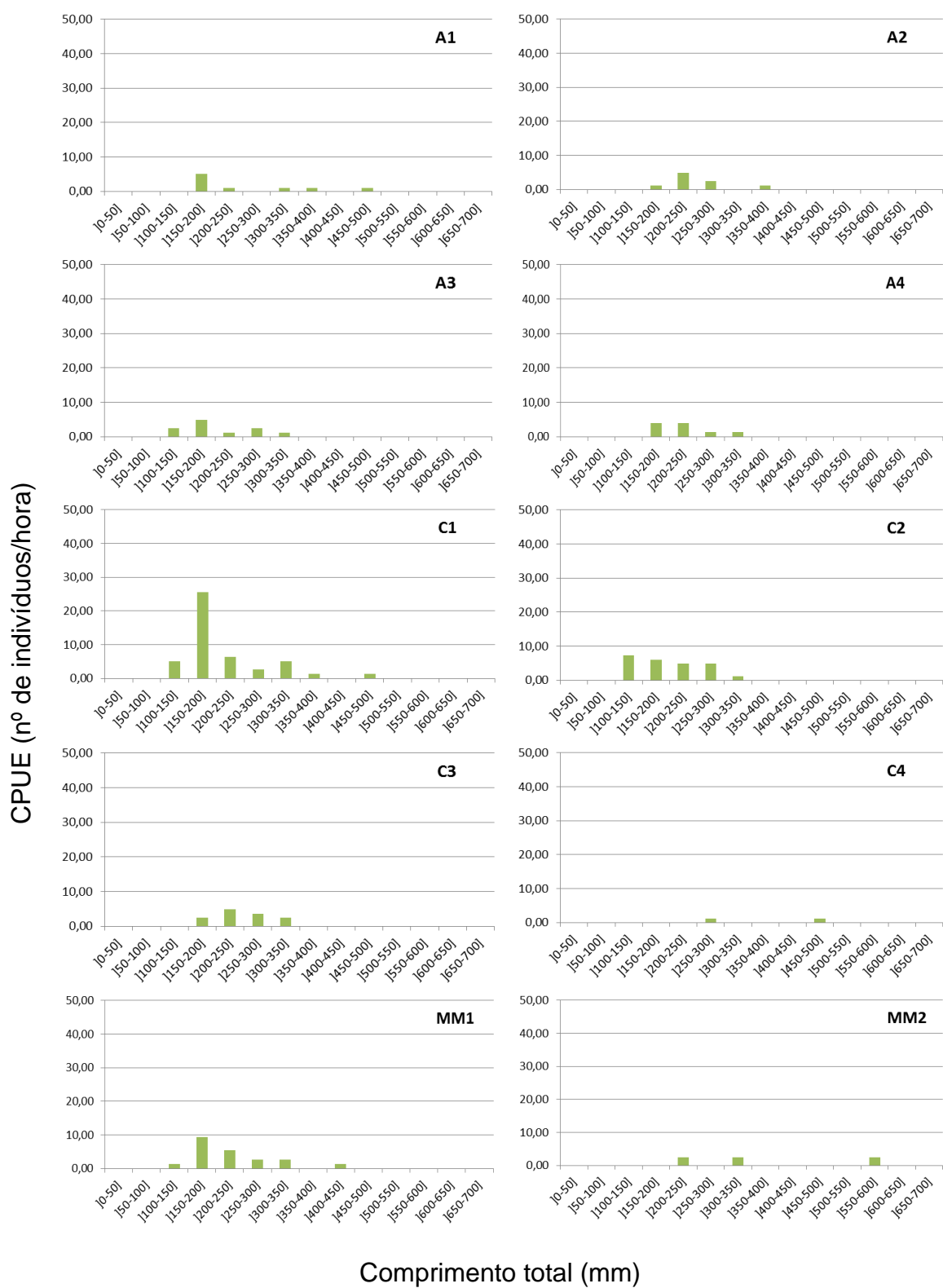


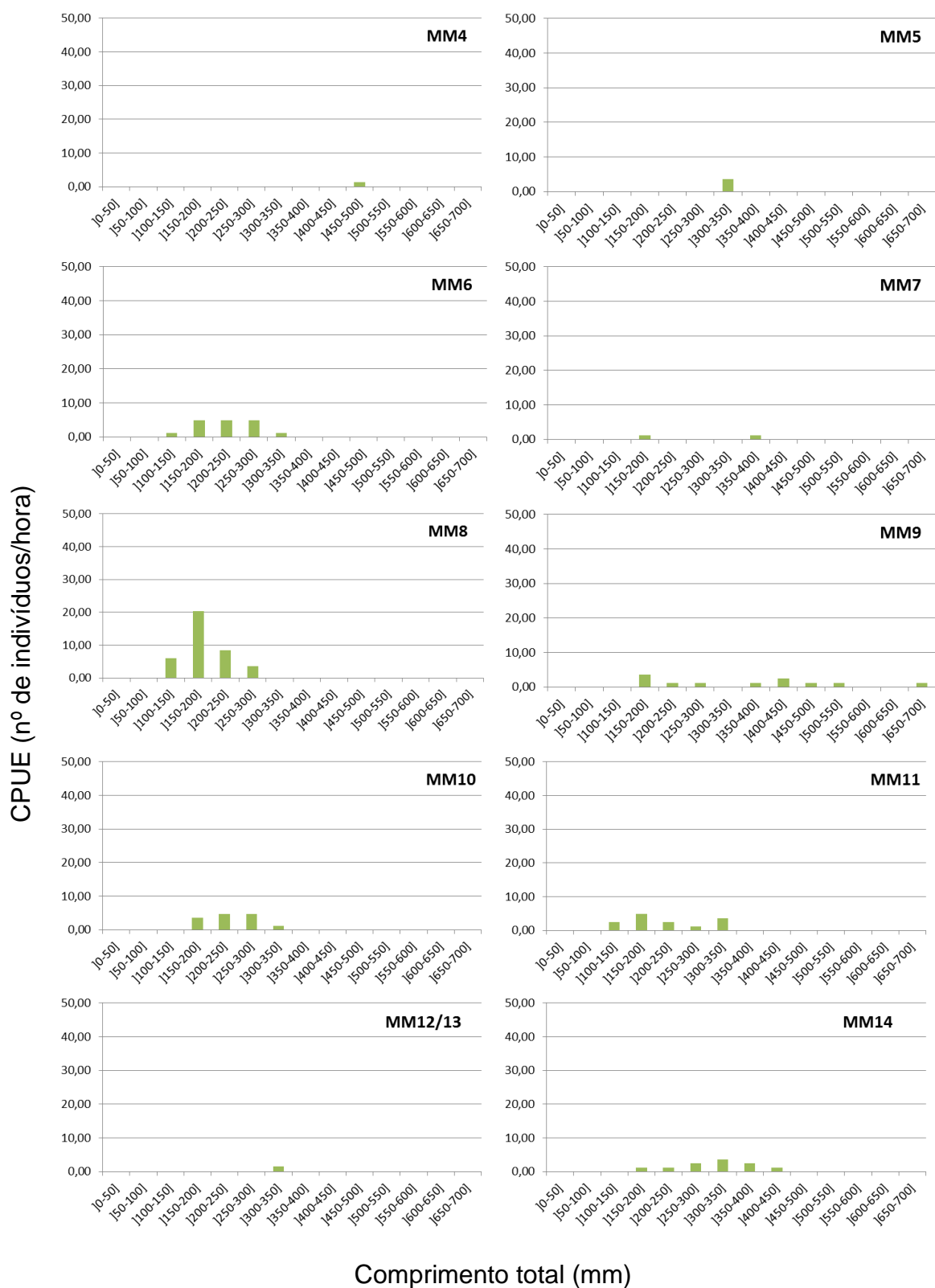


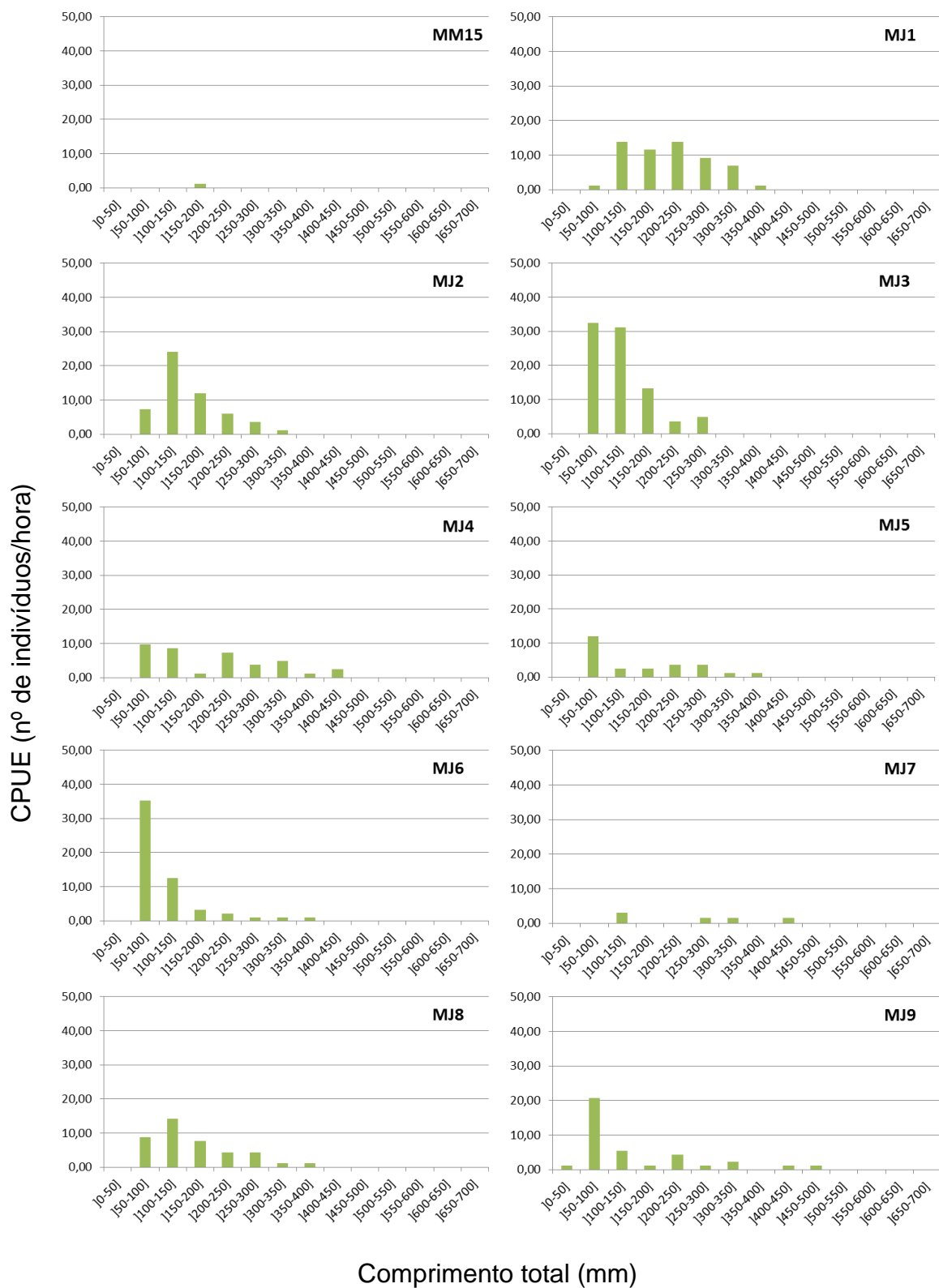




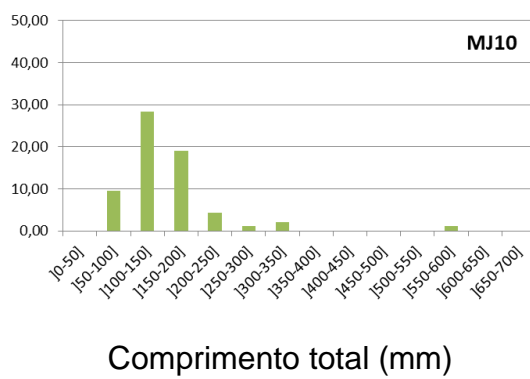
2014







CPUE (nº de  
indivíduos/hora)





## Anexo IX. Informação biométrica referente aos indivíduos pertencentes a cada uma das espécies marcadas com marcas do tipo PIT

### Lampreias<sup>1</sup>

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	T/bar	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira deteção <sup>2</sup>
3DD.003B9CC11D	1270	850	1616	02/04/2014	
3DD.003BC4ABA5	1640	940	1615	04/04/2014	17/04/2014
3DD.003BC4ABBD	1220	820	1614	04/04/2014	
3DD.003BC4ABAB	1000	842	1613	04/04/2014	18/04/2014
3DD.003BC4AB8C	1180	822	1611	04/04/2014	07/05/2014
3DD.003BC4AB60	1365	845	1609	06/04/2014	
3DD.003BC4AB79	1640	905	1608	06/04/2014	
3DD.003BC4ABB4	1065	798	1607	06/04/2014	
3DD.003BC4ABB9	1190	870	1606	06/04/2014	
3DD.003BC4AB94	1185	825	1604	06/04/2014	10/04/2014
3DD.003BC4AB70	1270	840	1603	06/04/2014	
3DD.003BC4AB90	805	780	1602	06/04/2014	
3DD.003BC4ABC0	1245	880	1601	06/04/2014	
3DD.003BC4AB6C	1245	830	972	06/04/2014	
3DD.003BC4AB6D	1310	884	971	06/04/2014	
3DD.003BC4ABB2	1220	812	970	06/04/2014	
3DD.003BC4ABAE	795	770	969	06/04/2014	
3DD.003BC4AB6E	865	787	968	06/04/2014	10/05/2014
3DD.003BC4AB7B	1410	900	967	06/04/2014	
3DD.003BC4ABAD	1240	815	965	06/04/2014	10/05/2014
3DD.003BC4AB86	1380	910	964	06/04/2014	
3DD.003BC4AB62	1730	997	963	06/04/2014	
3DD.003BC4AB7A	1070	830	962	06/04/2014	30/04/2014
3DD.003BC4AB73	1115	850	961	06/04/2014	

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	T/bar	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4AB92	1350	825	960	06/04/2014	
3DD.003BC4AB7D	1230	830	959	06/04/2014	10/05/2014
3DD.003BC4AB63	1180	865	958	06/04/2014	10/04/2014
3DD.003BC4AB82	1305	845	957	06/04/2014	
3DD.003BC4ABA0	1435	865	956	06/04/2014	11/04/2014
3DD.003BC4AB78	1290	875	955	06/04/2014	12/04/2014
3DD.003BC4AB76	1280	850	954	06/04/2014	
3DD.003BC4ABA7	1090	830	953	06/04/2014	
3DD.003BC4AB61	1375	875	952	08/04/2014	
3DD.003BC4AB8A	1160	840	951	08/04/2014	
3DD.003BC4AB69	1535	900	1787	08/04/2014	03/05/2014
3DD.003BC4ABA4	585	700	1789	10/04/2014	
3DD.003BC4AB88	965	772	1791	10/04/2014	
3DD.003BC4ABA6	805	755	1792	10/04/2014	
3DD.003BC4AB93	840	740	1793	10/04/2014	
3DD.003BC4AB91	760	736	1794	10/04/2014	
3DD.003BC4ABB5	1260	835	1796	10/04/2014	
3DD.003BC4ABB0	1190	850	1797	10/04/2014	
3DD.003BC4AB72	1360	880	1798	10/04/2014	26/04/2014
3DD.003BC4AB7E	1400	885	1433	10/04/2014	
3DD.003BC4AB9B	1055	825	1432	10/04/2014	
3DD.003BC4AB9F	1200	810	1431	10/04/2014	
3DD.003BC4AB80	1150	815	1430	10/04/2014	27/04/2014
3DD.003BC4AB68	1320	860	1429	10/04/2014	
3DD.003BC4AB8D	760	715	1428	10/04/2014	
3DD.003BC4AB77	1370	887	1427	10/04/2014	
3DD.003BC4ABAC	1295	860	1423	12/04/2014	

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	T/bar	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4ABC2	1515	915	1422	12/04/2014	14/04/2014
3DD.003BC4AB89	1285	910	1421	12/04/2014	
3DD.003BC4ABA1	1400	893	1420	12/04/2014	18/04/2014
3DD.003BC4AB95	950	785	1419	12/04/2014	
3DD.003BC4AB64	1610	930	1418	12/04/2014	
3DD.003BC4ABAF	1265	820	1417	12/04/2014	
3DD.003BC4ABBC	810	760	1415	13/04/2014	
3DD.003BC4AB97	1160	840	1413	13/04/2014	
3DD.003BC4ABB6	1280	855	1412	13/04/2014	25/04/2014
3DD.003BC4ABBB	1450	890	1411	13/04/2014	
3DD.003BC4AB9C	1450	863	1409	14/04/2014	
3DD.003BC4AC9D	930	782	1406	23/04/2014	08/05/2014
3DD.003BC4ACB6	1125	833	1405	23/04/2014	
3DD.003BC4AC8E	1115	874	1404	23/04/2014	
3DD.003BC4ACA2	975	809	1403	23/04/2014	
3DD.003BC4ACC1	1155	825	1402	23/04/2014	
3DD.003BC4ACAF	1175	835	1401	23/04/2014	10/05/2014
3DD.003BC4ACDD	1350	874	901	23/04/2014	24/04/2014
3DD.003BC4ACCF	1305	880	902	23/04/2014	
3DD.003BC4ACB7	1130	883	903	23/04/2014	11/05/2014
3DD.003BC4ACE5	1160	863	904	23/04/2014	
3DD.003BC4ACB9	985	805	906	23/04/2014	
3DD.003BC4ACD7	1595	955	907	23/04/2014	
3DD.003BC4ACCE	1120	852	908	23/04/2014	
3DD.003BC4ACE9	1160	835	909	23/04/2014	
3DD.003BC4ACCB	1540	864	910	23/04/2014	24/04/2014
3DD.003BC4ACE7	1150	871	911	23/04/2014	

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	T/bar	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4ACA7	875	785	912	23/04/2014	
3DD.003BC4ACCC	1200	850	913	23/04/2014	11/05/2014
3DD.003BC4ACC8	1260	901	914	23/04/2014	
3DD.003BC4ACB0	1315	895	915	23/04/2014	
3DD.003BC4ACB8	1200	868	916	23/04/2014	
3DD.003BC4ACA9	1100	824	917	23/04/2014	
3DD.003BC4ACC4	940	807	918	23/04/2014	
3DD.003BC4ACBB	1535	948	919	23/04/2014	16/05/2014
3DD.003BC4ACD1	1175	860	920	23/04/2014	
3DD.003BC4ACED	1070	838	921	23/04/2014	
3DD.003BC4ACC9	1545	795	922	23/04/2014	11/05/2014
3DD.003BC4AC9C	1210	900	923	23/04/2014	
3DD.003BC4ACCD	1200	897	924	23/04/2014	
3DD.003BC4ACDA	1085	761	926	24/04/2014	
3DD.003BC4AC9F	1020	836	927	24/04/2014	17/05/2014
3DD.003BC4ACD0	1190	804	928	24/04/2014	08/05/2014
3DD.003BC4AC98	930	810	929	24/04/2014	
3DD.003BC4ACD3	1275	891	930	24/04/2014	10/05/2014
3DD.003BC4ACD9	1745	940	931	24/04/2014	
3DD.003BC4ACC7	1485	880	932	24/04/2014	
3DD.003BC4ACC5	1170	780	933	24/04/2014	
3DD.003BC4ACA4	1145	809	934	24/04/2014	
3DD.003BC4ACBD	1545	890	935	24/04/2014	
3DD.003BC4ACA3	880	800	936	24/04/2014	
3DD.003BC4AC9A	1045	833	937	24/04/2014	
3DD.003BC4ACC3	935	779	938	24/04/2014	
3DD.003BC4ACBC	1045	815	939	24/04/2014	

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	T/bar	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira deteção <sup>2</sup>
3DD.003BC4ACC0	945	845	940	24/04/2014	
3DD.003BC4AC8D	1037	882	941	24/04/2014	07/05/2014
3DD.003BC4AC90	955	837	942	24/04/2014	
3DD.003BC4AC91	1555	906	943	24/04/2014	
3DD.003BC4ACEF	935	818	944	24/04/2014	
3DD.003BC4AC93	780	776	945	24/04/2014	
3DD.003BC4AC8F	1185	860	946	24/04/2014	
3DD.003BC4ACC6	1535	959	947	24/04/2014	
3DD.003BC4ACD8	1325	896	948	24/04/2014	10/05/2014
3DD.003BC4AC8C	920	770	949	24/04/2014	
3DD.003BC4ACBA	1205	889	950	24/04/2014	
3DD.003BC4ACB1	675	709	1451	24/04/2014	25/04/2014
3DD.003BC4ACE8	970	822	1452	24/04/2014	
3DD.003BC4AC9B	1525	954	1453	24/04/2014	25/04/2014
3DD.003BC4ACE6	1225	917	1457	24/04/2014	
3DD.003BC4ACD6	1040	877	1456	24/04/2014	
3DD.003BC4ACE2	1336	895	1458	25/04/2014	
3DD.003BC4AC94	975	799	1459	25/04/2014	
3DD.003BC4ACD4	1215	901	1460	25/04/2014	
3DD.003BC4ACDF	875	792	1461	25/04/2014	26/04/2014
3DD.003BC4AC95	1190	888	1462	25/04/2014	
3DD.003BC4ACA1	1630	963	1463	25/04/2014	
3DD.003BC4ACA5	1210	816	1464	25/04/2014	
3DD.003BC4ACB5	858	803	1465	25/04/2014	
3DD.003BC4ACEE	1025	885	1466	25/04/2014	
3DD.003BC4ACA0	865	818	1467	25/04/2014	26/04/2014
3DD.003BC4ACAC	1300	895	1468	25/04/2014	



Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	T/bar	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4ACD5	975	826	1469	25/04/2014	26/04/2014
3DD.003BC4ACEC	1365	877	1470	25/04/2014	
	960	826	1471	25/04/2014	
3DD.003BC4ACA6	935	784	1472	25/04/2014	
3DD.003BC4ACAA	1000	801	1473	25/04/2014	
3DD.003BC4AC92	1015	836	1474	25/04/2014	
3DD.003BC4ACB4	800	791	1475	25/04/2014	10/05/2014
3DD.003BC4ACEA	1265	889	1476	25/04/2014	26/04/2014
3DD.003BC4ACAD	1165	894	1477	25/04/2014	
3DD.003BC4ACD2	1040	830	1478	25/04/2014	
3DD.003BC4ACE3	1435	904	1479	25/04/2014	11/05/2014
3DD.003BC4ACE1	1660	974	1480	25/04/2014	26/04/2014
3DD.003BC4ACBF	1420	876	1481	25/04/2014	
3DD.003BC4ABEE	1470	926	1482	25/04/2014	
3DD.003BC4AC00	1480	945	1483	25/04/2014	
3DD.003BC4AC24	1185	846	1484	25/04/2014	
3DD.003BC4ABC4	1055	853	1485	25/04/2014	10/05/2014
3DD.003BC4AC20	1230	851	1486	25/04/2014	
3DD.003BC4AC16	1275	838	1487	25/04/2014	07/05/2014
3DD.003BC4AC14	1270	876	1488	25/04/2014	06/05/2014
3DD.003BC4AC0B	1255	842	1492	25/04/2014	
3DD.003BC4AC08	1100	819	1490	25/04/2014	
3DD.003BC4ABCC	1535	921	1491	25/04/2014	11/05/2014
3DD.003BC4ABEB	1100	842	1493	25/04/2014	26/04/2014
3DD.003BC4AC03	525	940	1494	25/04/2014	04/05/2014
3DD.003BC4ABD5	1130	868	1495	25/04/2014	
3DD.003BC4AC1A	1340	858	1497	25/04/2014	10/05/2014

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	T/bar	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4ABD2	1145	859	1498	25/04/2014	
3DD.003BC4ABE3	1077	834	1499	25/04/2014	16/05/2014
3DD.003BC4ABFD	1710	934	1500	25/04/2014	
3DD.003BC4ABED	1440	925	700	25/04/2014	
3DD.003BC4AC1E	1590	936	698	25/04/2014	
3DD.003BC4ABE4	1265	862	697	25/04/2014	
3DD.003BC4AC18	1410	922	696	25/04/2014	
3DD.003BC4ABD1	1040	810	695	25/04/2014	
3DD.003BC4AC19	1400	947	694	25/04/2014	
3DD.003BC4AC06	1315	902	693	25/04/2014	26/04/2014
3DD.003BC4AC04	1450	900	692	25/04/2014	26/04/2014
3DD.003BC4ABE6	1565	931	691	25/04/2014	
3DD.003BC4ABD9	1370	861	690	25/04/2014	
3DD.003BC4ABF9	1385	895	689	25/04/2014	
3DD.003BC4ABFF	1350	868	686	25/04/2014	
3DD.003BC4AC0F	1295	821	684	25/04/2014	
3DD.003BC4AC09	1770	968	683	25/04/2014	
3DD.003BC4AC1B	1175	840	682	25/04/2014	
3DD.003BC4AC01	1340	909	681	25/04/2014	
3DD.003BC4ABFE	1435	906	680	25/04/2014	
3DD.003BC4AC27	1250	848	679	25/04/2014	
3DD.003BC4AC11	1065	842	678	25/04/2014	27/04/2014
3DD.003BC4ABE8	1030	750	677	25/04/2014	
3DD.003BC4ABEC	1355	892	676	25/04/2014	10/05/2014
3DD.003BC4ABE9	1120	789	675	25/04/2014	
3DD.003BC4AC23	1205	884	674	25/04/2014	10/05/2014
3DD.003BC4ABE5	1050	829	673	25/04/2014	26/04/2014

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	T/bar	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4AC0C	1215	851	672	25/04/2014	12/05/2014
3DD.003BC4ABD3	1510	870	671	25/04/2014	10/05/2014
3DD.003BC4ABC7	1130	820	670	25/04/2014	10/05/2014
3DD.003BC4ABF7	1715	903	669	25/04/2014	
3DD.003BC4ABF4	1315	874	668	25/04/2014	
3DD.003BC4ABF6	1095	806	667	25/04/2014	16/05/2014
3DD.003BC4ABCE	1215	870	666	26/04/2014	
3DD.003BC4ABDD	1360	850	665	26/04/2014	
3DD.003BC4AC1C	1470	908	664	26/04/2014	11/05/2014
3DD.003BC4ABF5	910	780	663	26/04/2014	11/05/2014
3DD.003BC4ABC6	1430	881	662	26/04/2014	
3DD.003BC4ABEA	1180	835	661	26/04/2014	
3DD.003BC4ABF8	1105	824	660	26/04/2014	
3DD.003BC4ABFC	1458	984	659	26/04/2014	
3DD.003BC4ABD7	980	813	658	26/04/2014	
3DD.003BC4AC0E	910	764	657	26/04/2014	27/04/2014
3DD.003BC4ABCF	830	775	656	26/04/2014	
3DD.003BC4AC07	1330	876	655	26/04/2014	
3DD.003BC4ABFA	1150	841	653	26/04/2014	
3DD.003BC4ABCA	950	842	651	26/04/2014	
3DD.003BC4AC15	1240	840	1700	26/04/2014	
3DD.003BC4ABD0	1215	858	1699	26/04/2014	
3DD.003BC4ABE0	940	828	1698	26/04/2014	
3DD.003BC4ABC5	890	741	1697	26/04/2014	
3DD.003BC4ABDF	1085	834	1696	26/04/2014	
3DD.003BC4ABF1	840	786	1693	26/04/2014	04/05/2014
3DD.003BC4ABEF	1505	780	1692	26/04/2014	

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	T/bar	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4ABE7	1145	835	1691	26/04/2014	
3DD.003BC4AC13	1110	821	1690	26/04/2014	
3DD.003BC4AC26	1035	862	1689	26/04/2014	11/05/2014
3DD.003BC4AC12	1665	985	1688	26/04/2014	27/04/2014
3DD.003BC4ABDC	1120	826	1687	26/04/2014	
3DD.003BC4ABDE	1255	865	1686	26/04/2014	27/04/2014
3DD.003BC4ABCB	850	782	1684	26/04/2014	12/05/2014
3DD.003BC4ABFB	1190	870	1685	26/04/2014	
3DD.003BC4AC17	1250	865	1683	26/04/2014	
3DD.003BC4ABCD	1215	840	1682	26/04/2014	11/05/2014
3DD.003BC4ABC9	1390	857	1681	26/04/2014	10/05/2014
3DD.003BC4AC22	1350	873	1680	26/04/2014	27/04/2014

### Tainhas<sup>3</sup>

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4AB85	135,00	264	17/04/2014	
3DD.003BC4ABBA	545,00	395	17/04/2014	
3DD.003BC4AB96	165,00	365	17/04/2014	
3DD.003BC4AB74	145,00	268	17/04/2014	
3DD.003BC4ABBF	200,00	290	17/04/2014	
3DD.003BC4ABA9	157,00	275	17/04/2014	
3DD.003BC4AB7C	135,00	285	17/04/2014	
3DD.003BC4ABB7	470,00	376	17/04/2014	10/05/2014
3DD.003BC4ACDB	435,00	371	18/04/2014	05/05/2014
3DD.003BC4ACB3	315,00	336	18/04/2014	
3DD.003BC4AC99	176,00	301	18/04/2014	

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4ACE0	238,00	311	18/04/2014	
3DD.003BC4ACB2	342,00	336	18/04/2014	01/06/2014
3DD.003BC4AC25	370,00	350	29/04/2014	
3DD.003BC4AC10	365,00	350	29/04/2014	
3DD.003BC4AC0D	160,00	260	29/04/2014	
3DD.003BC4ABE1	305,00	345	29/04/2014	
3DD.003BC4ABF0	190,00	296	29/04/2014	
3DD.003BC4ABDA	155,00	269	29/04/2014	
3DD.003BC4ABE2	180,00	317	29/04/2014	
3DD.003BC4ABD8	140,00	263	29/04/2014	
3DD.003BC4ADC7	150,00	265	29/04/2014	
3DD.003BC4ADC8	145,00	250	29/04/2014	
3DD.003BC4ADD2	155,00	265	29/04/2014	
3DD.003BC4ADF1	275,00	317	29/04/2014	
3DD.003BC4AE00	185,00	262	29/04/2014	
3DD.003BC4ADEF	215,00	293	29/04/2014	
3DD.003BC4ADD4	125,00	251	29/04/2014	
3DD.003BC4ADF8	140,00	249	29/04/2014	
3DD.003BC4ADF9	175,00	275	29/04/2014	
3DD.003BC4ADE0	140,00	273	30/04/2014	
3DD.003BC4AE0E	175,00	278	30/04/2014	01/06/2014
3DD.003BC4ADF7	120,00	281	30/04/2014	23/05/2014
3DD.003BC4ADF7	120,00	281	30/04/2014	23/05/2014
3DD.003BC4ADD3	305,00	310	30/04/2014	23/05/2014
3DD.003BC4AE12	210,00	284	30/04/2014	15/06/2014



Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4ADC2	110,00	269	30/04/2014	
3DD.003BC4AE02	105,72	245	08/05/2014	
3DD.003BC4ADEE	292,20	309	08/05/2014	
3DD.003BC4ADE2	320,00	316	08/05/2014	
3DD.003BC4ADF4	122,85	246	08/05/2014	
3DD.003BC4ADEC	53,23	194	13/05/2014	
3DD.003BC4ADBE	260,29	313	13/05/2014	09/07/2014
3DD.003BC4AD57	136,85	245	13/05/2014	
3DD.003BC4AD9E	197,38	290	14/05/2014	
3DD.003BC4AD86	68,11	208	15/05/2014	
3DD.003BC4AE2A	260,00	301	15/05/2014	
3DD.003BC4AE1F	315,00	346	15/05/2014	
3DD.003BC4AE29	146,41	264	15/05/2014	
3DD.003BC4AE47	126,57	244	16/05/2014	
3DD.003BC4AE49	471,70	388	16/05/2014	
3DD.003BC4AE5A	270,20	331	16/05/2014	
3DD.003BC4AE43	229,30	315	16/05/2014	
3DD.003BC4AE7D	224,23	308	16/05/2014	
3DD.003BC4ADBA	109,13	249	16/05/2014	
3DD.003BC4ADC9	55,96	191	16/05/2014	
3DD.003BC4ADE5	79,09	220	16/05/2014	
3DD.003BC4ADD8	128,38	252	16/05/2014	
3DD.003BC4ADC0	165,00	198	16/05/2014	
3DD.003BC4AE6E	454,46	275	15/07/2014	
3DD.003BC4AE68	545,36	330	15/07/2014	

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4AE3B	403,23	244	15/07/2014	
3DD.003BC4AE4D	576,76	349	15/07/2014	
3DD.003BC4AE31	571,80	346	15/07/2014	
3DD.003BC4AE30	598,24	362	15/07/2014	
3DD.003BC4AE5F	345,39	209	15/07/2014	
3DD.003BC4AE79	361,92	219	15/07/2014	
3DD.003BC4AE78	702,35	425	15/07/2014	
3DD.003BC4AE2C	459,42	278	15/07/2014	
3DD.003BC4AD08	611,46	370	15/07/2014	
3DD.003BC4AD08	593,28	359	15/07/2014	
3DD.003BC4ACFA	558,58	338	15/07/2014	
3DD.003BC4AD45	528,83	320	15/07/2014	
3DD.003BC4AD53	571,80	346	15/07/2014	
3DD.003BC4AD13	338,78	205	15/07/2014	
3DD.003BC4ACFC	558,58	338	15/07/2014	
3DD.003BC4AD47	474,29	287	15/07/2014	
3DD.003BC4AD4C	636,25	385	15/07/2014	
3DD.003BC4AD00	396,62	240	15/07/2014	
3DD.003BC4ACF9	495,78	300	15/07/2014	
3DD.003BC4ACF2	385,05	233	15/07/2014	
3DD.003BC4ACF3	497,43	301	15/07/2014	
3DD.003BC4AD43	606,50	367	15/07/2014	
3DD.003BC4AD21	553,62	335	15/07/2014	
3DD.003BC4AD0C	543,70	329	15/07/2014	
3DD.003BC4ACF1	542,05	328	15/07/2014	

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4AD1B	396,62	240	15/07/2014	
3DD.003BC4AD41	588,32	356	15/07/2014	
3DD.003BC4AD46	570,15	345	15/07/2014	
3DD.003BC4AD03	619,72	375	15/07/2014	
3DD.003BC4AD41	446,20	270	15/07/2014	
3DD.003BC4AD2E	487,52	295	15/07/2014	
3DD.003BC4AD20	530,48	321	15/07/2014	
3DD.003BC4AD07	563,54	341	15/07/2014	
3DD.003BC4ACF6	231,36	140	15/07/2014	
3DD.003BC4AD0A	545,36	330	15/07/2014	
3DD.003BC4AD32	525,53	318	15/07/2014	
3DD.003BC4AD15	442,90	268	15/07/2014	
3DD.003BC4AD18	522,22	316	15/07/2014	
3DD.003BC4AD35	627,99	380	15/07/2014	
3DD.003BC4AD39	507,35	307	15/07/2014	
3DD.003BC4AD19	487,52	295	15/07/2014	
3DD.003BC4AD29	636,25	385	15/07/2014	
3DD.003BC4AD3A	532,14	322	15/07/2014	
3DD.003BC4ACFD	598,24	362	15/07/2014	
3DD.003BC4AD1E	532,14	322	15/07/2014	
3DD.003BC4AD05	618,07	374	15/07/2014	
3DD.003BC4ACFE	485,86	294	15/07/2014	
3DD.003BC4AD04	449,51	272	15/07/2014	
3DD.003BC4AD1F	396,62	240	15/07/2014	
3DD.003BC4AD4D	451,16	273	15/07/2014	

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4AD44	547,01	331	15/07/2014	
3DD.003BC4ACF5	593,28	359	15/07/2014	
3DD.003BC4AD48	599,89	363	15/07/2014	
3DD.003BC4AD1A	568,49	344	15/07/2014	
3DD.003BC4AD4F	512,30	310	15/07/2014	
3DD.003BC4ACF8	446,20	270	15/07/2014	
3DD.003BC4AD3F	297,47	180	15/07/2014	
3DD.003BC4AD16	256,15	155	15/07/2014	
3DD.003BC4ACF4	305,73	185	15/07/2014	
3DD.003BC4AD34	568,49	344	15/07/2014	
3DD.003BC4AD2C	561,88	340	15/07/2014	
3DD.003BC4AD28	378,44	229	15/07/2014	
3DD.003BC4AD23	547,01	331	15/07/2014	
3DD.003BC4AD2B	537,09	325	15/07/2014	
3DD.003BC4AD06	446,20	270	15/07/2014	
3DD.003BC4ACFB	522,22	316	15/07/2014	
3DD.003BC4AD3E	525,53	318	15/07/2014	
3DD.003BC4AD31	560,23	339	15/07/2014	
3DD.003BC4AD3B	523,87	317	15/07/2014	
3DD.003BC4AD12	593,28	359	15/07/2014	
3DD.003BC4AD1D	295,81	179	15/07/2014	
3DD.003BC4ACF7	513,96	311	15/07/2014	
3DD.003BC4AD3C	613,11	371	15/07/2014	
3DD.003BC4AD02	543,70	329	15/07/2014	
3DD.003BC4AD40	570,15	345	15/07/2014	

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4AD22	502,39	304	15/07/2014	
3DD.003BC4AD27	537,09	325	15/07/2014	
3DD.003BC4AD11	429,67	260	15/07/2014	
3DD.003BC4ACFF	611,46	370	15/07/2014	
3DD.003BC4AD0D	439,59	266	15/07/2014	
3DD.003BC4AD4B	376,79	228	15/07/2014	
3DD.003BC4AD24	504,04	305	15/07/2014	
3DD.003BC4AD2D	437,94	265	15/07/2014	
3DD.003BC4AD36	509,00	308	15/07/2014	
3DD.003BC4AD52	505,69	306	15/07/2014	
3DD.003BC4AD38	578,41	350	15/07/2014	
3DD.003BC4AD33	553,62	335	15/07/2014	
3DD.003BC4ACF0	302,42	183	15/07/2014	
3DD.003BC4AD2A	297,47	180	15/07/2014	
3DD.003BC4AD14	290,86	176	15/07/2014	
3DD.003BC4AD26	560,23	339	15/07/2014	
3DD.003BC4AD30	396,62	240	15/07/2014	
3DD.003BC4AD50	520,57	315	15/07/2014	
3DD.003BC4AD51	573,45	347	16/07/2014	
3DD.003BC4AD01	588,32	356	16/07/2014	
3DD.003BC4AD0F	323,91	196	16/07/2014	
3DD.003BC4AD0E	325,56	197	16/07/2014	
3DD.003BC4AD4A	310,69	188	16/07/2014	
3DD.003BC4AD2F	312,34	189	16/07/2014	
3DD.003BC4AD49	391,67	237	16/07/2014	



Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4AD09	363,57	220	16/07/2014	
3DD.003BC4AD1C	355,31	215	16/07/2014	
3DD.003BC4AD10	333,82	202	16/07/2014	
3DD.003BC4AD25	330,52	200	16/07/2014	
3DD.003BC4AD17	386,71	234	16/07/2014	
3DD.003BC4AD0B	396,62	240	16/07/2014	
3DD.003BC4AD42	307,38	186	16/07/2014	
3DD.003BC4AEF8	333,82	202	16/07/2014	
3DD.003BC4AF13	343,74	208	16/07/2014	
3DD.003BC4AF19	267,72	162	16/07/2014	
3DD.003BC4AF34	424,72	257	16/07/2014	
3DD.003BC4AF47	386,71	234	16/07/2014	
3DD.003BC4AF31	371,83	225	16/07/2014	
3DD.003BC4AF17	528,83	320	16/07/2014	
3DD.003BC4AEE7	484,21	293	16/07/2014	
3DD.003BC4AEEC	386,71	234	16/07/2014	
3DD.003BC4AEE5	338,78	205	16/07/2014	
3DD.003BC4AEF1	371,83	225	16/07/2014	
3DD.003BC4AF46	335,48	203	16/07/2014	
3DD.003BC4AEEB	282,59	171	16/07/2014	
3DD.003BC4AEFE	307,38	186	16/07/2014	
3DD.003BC4AF1D	436,29	264	16/07/2014	
3DD.003BC4AEE9	338,78	205	16/07/2014	
3DD.003BC4AF3C	352,00	213	16/07/2014	
3DD.003BC4AEF4	428,02	259	16/07/2014	

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4AF0F	423,06	256	16/07/2014	
3DD.003BC4AF14	289,20	175	16/07/2014	
3DD.003BC4AEF7	353,66	214	16/07/2014	
3DD.003BC4AEF3	432,98	262	16/07/2014	
3DD.003BC4AF23	287,55	174	16/07/2014	
3DD.003BC4AF21	398,28	241	16/07/2014	
3DD.003BC4AF07	446,20	270	16/07/2014	
3DD.003BC4AEE6	404,89	245	16/07/2014	
3DD.003BC4AF01	466,03	282	16/07/2014	
3DD.003BC4AF45	454,46	275	16/07/2014	
3DD.003BC4AF18	363,57	220	16/07/2014	
3DD.003BC4AEE4	322,26	195	16/07/2014	
3DD.003BC4AF10	294,16	178	16/07/2014	
3DD.003BC4AEED	340,43	206	16/07/2014	
3DD.003BC4AF12	459,42	278	16/07/2014	
3DD.003BC4AF2C	190,05	115	16/07/2014	
3DD.003BC4AEE8	371,83	225	16/07/2014	
3DD.003BC4AF0E	452,81	274	16/07/2014	
3DD.003BC4AF1A	332,17	201	16/07/2014	
3DD.003BC4AF1B	446,20	270	16/07/2014	
3DD.003BC4AEFA	403,23	244	16/07/2014	
3DD.003BC4AEEF	347,05	210	16/07/2014	
3DD.003BC4AF26	472,64	286	16/07/2014	
3DD.003BC4AF40	495,78	300	16/07/2014	

Barbos

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira deteção <sup>2</sup>
3DD.003BC4AB87	73	210	09/04/2014	
3DD.003BC4ABA8	107	230	09/04/2014	
3DD.003BC4AB71	116	250	09/04/2014	
3DD.003BC4AB7F	70	208	09/04/2014	
3DD.003BC4AB81	84	210	09/04/2014	
3DD.003BC4AB9E	1525	555	13/04/2014	
3DD.003BC4ABB3	87	230	13/04/2014	
3DD.003BC4AB67	97	230	13/04/2014	12/05/2014
3DD.003BC4ABC1	139	266	13/04/2014	28/04/2014
3DD.003BC4ABB8	1215	483	17/04/2014	
3DD.003BC4AB9A	1705	525	17/04/2014	
3DD.003BC4AB8E	1175	531	17/04/2014	
3DD.003BC4ABA3	1520	554	17/04/2014	
3DD.003BC4AB84	990	468	17/04/2014	
3DD.003BC4AB9D	1110	500	17/04/2014	
3DD.003BC4AB8F	150	260	17/04/2014	27/04/2014
3DD.003BC4ACDE	1145	490	18/04/2014	
3DD.003BC4ACBE	1840	543	18/04/2014	
3DD.003BC4AC9E	860	462	18/04/2014	
3DD.003BC4ACC2	1485	538	18/04/2014	
3DD.003BC4AC96	1415	546	18/04/2014	
3DD.003BC4ABF2	1475	546	29/04/2014	
3DD.003BC4AC02	1575	528	29/04/2014	
3DD.003BC4AC0A	2080	556	29/04/2014	
3DD.003BC4ABDB	1130	437	29/04/2014	
3DD.003BC4ABD4	1190	526	29/04/2014	
3DD.003BC4ABD6	265	300	29/04/2014	
3DD.003BC4ABC8	115	233	29/04/2014	

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira deteção <sup>2</sup>
3DD.003BC4AC1F	85	214	29/04/2014	
3DD.003BC4AC1D	1320	504	29/04/2014	
3DD.003BC4ABF3	200	235	29/04/2014	16/07/2014
3DD.003BC4ADDE	1735	546	29/04/2014	
3DD.003BC4ADEB	270	314	29/04/2014	
3DD.003BC4ADBC	95	237	29/04/2014	30/04/2014
3DD.003BC4AE16	35	194	29/04/2014	
3DD.003BC4ADB8	95	220	29/04/2014	01/07/2014
3DD.003BC4ADBF	65	212	29/04/2014	
3DD.003BC4ADBB	65	190	29/04/2014	
3DD.003BC4AE01	185	262	29/04/2014	
3DD.003BC4ADCA	75	190	29/04/2014	
3DD.003BC4ADF0	60	192	29/04/2014	
3DD.003BC4ADC1	220	276	29/04/2014	
3DD.003BC4ADD0	95	212	29/04/2014	13/06/2014
3DD.003BC4AE18	1675	548	29/04/2014	
3DD.003BC4ADCE	90	175	30/04/2014	
3DD.003BC4ADED	910	431	30/04/2014	
3DD.003BC4ADE3	1560	515	30/04/2014	
3DD.003BC4ADFE	1770	526	30/04/2014	
3DD.003BC4AE1A	90	187	30/04/2014	
3DD.003BC4AE1B	1345	515	30/04/2014	
3DD.003BC4ADDC	1505	535	30/04/2014	
3DD.003BC4ADD5	1005	480	08/05/2014	
3DD.003BC4ADFC	1835	545	08/05/2014	
3DD.003BC4AE06	1325	525	08/05/2014	
3DD.003BC4AE11	1390	510	08/05/2014	
3DD.003BC4AE0B	99,96	221	08/05/2014	24/05/2014
3DD.003BC4ADF2	1310	525	08/05/2014	

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4AE10	1345	490	09/05/2014	
3DD.003BC4ADCF	1595	511	09/05/2014	
3DD.003BC4ADF6	1140	415	09/05/2014	05/06/2014
3DD.003BC4AE09	73,14	195	09/05/2014	01/06/2014
3DD.003BC4ADC3	105,22	225	09/05/2014	
3DD.003BC4ADE8	116,81	224	09/05/2014	
3DD.003BC4ADDB	208,62	300	09/05/2014	
3DD.003BC4AE0C	1320	515	09/05/2014	
3DD.003BC4AE04	1705	510	09/05/2014	
3DD.003BC4ADBD	530	366	09/05/2014	
3DD.003BC4ADFA	83,1	195	09/05/2014	
3DD.003BC4ADD9	965	460	13/05/2014	
3DD.003BC4ADEA	900	460	13/05/2014	
3DD.003BC4ADB9	126,52	236	13/05/2014	
3DD.003BC4AE19	1630	554	13/05/2014	
3DD.003BC4ADCB	900	461	13/05/2014	
3DD.003BC4ADE9	835	428	13/05/2014	18/05/2014
3DD.003BC4ADE4	70,88	199	13/05/2014	
3DD.003BC4ADCD	193,55	271	13/05/2014	18/06/2014
3DD.003BC4ADE1	1015	475	13/05/2014	
3DD.003BC4ADDF	219,42	285	13/05/2014	
3DD.003BC4ADF5	167,61	264	13/05/2014	
3DD.003BC4ADD1	955	457	13/05/2014	
3DD.003BC4AE15	82,59	201	13/05/2014	17/05/2014
3DD.003BC4ADDA	115,15	218	13/05/2014	20/06/2014
3DD.003BC4ADE6	344,84	310	13/05/2014	
3DD.003BC4AE13	100,3	220	13/05/2014	
3DD.003BC4AE17	1370	514	13/05/2014	
3DD.003BC4AE14	1055	493	13/05/2014	



Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira deteção <sup>2</sup>
3DD.003BC4AD5A	151,41	240	13/05/2014	
3DD.003BC4AD82	103,25	225	13/05/2014	
3DD.003BC4AD7B	1410	490	13/05/2014	
3DD.003BC4AD8B	1425	510	13/05/2014	
3DD.003BC4AD74	204,25	265	13/05/2014	
3DD.003BC4AD9D	11,84	230	13/05/2014	
3DD.003BC4ADB5	695	406	13/05/2014	
3DD.003BC4AD68	990	470	13/05/2014	
3DD.003BC4AD97	134,25	249	13/05/2014	28/05/2014
3DD.003BC4AD7C	71	188	13/05/2014	
3DD.003BC4ADAB	1480	517	14/05/2014	
3DD.003BC4AD56	168	256	14/05/2014	
3DD.003BC4AD65	1005	465	14/05/2014	
3DD.003BC4AD7D	1380	485	14/05/2014	
3DD.003BC4AD63	79,08	191	14/05/2014	
3DD.003BC4AD5B	113	223	14/05/2014	
3DD.003BC4AD6F	700	420	14/05/2014	
3DD.003BC4AD90	1390	516	14/05/2014	
3DD.003BC4ADA8	182,28	261	14/05/2014	
3DD.003BC4AD88	100,33	214	14/05/2014	
3DD.003BC4AD5D	270	296	14/05/2014	
3DD.003BC4ADB1	1200	497	14/05/2014	
3DD.003BC4AD67	970	464	14/05/2014	
3DD.003BC4AD89	271,38	290	14/05/2014	
3DD.003BC4AD8C	1002	480	14/05/2014	
3DD.003BC4AD95	1125	495	14/05/2014	
3DD.003BC4AD87	182,36	272	14/05/2014	
3DD.003BC4AD66	82,57	227	14/05/2014	23/05/2014
3DD.003BC4AD6C	189,84	278	14/05/2014	29/06/2014

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4AD78	970	480	14/05/2014	
3DD.003BC4AD94	139	248	14/05/2014	
3DD.003BC4AD96	88,94	210	14/05/2014	
3DD.003BC4AD54	495	375	14/05/2014	17/05/2014
3DD.003BC4ADA1	97,07	216	14/05/2014	
3DD.003BC4AD5E	910	440	14/05/2014	18/05/2014
3DD.003BC4AD64	57,15	185	14/05/2014	
3DD.003BC4AD92	1215	530	14/05/2014	
3DD.003BC4AD7F	137,64	242	14/05/2014	
3DD.003BC4AD91	1135	520	14/05/2014	
3DD.003BC4AD73	1790	555	14/05/2014	
3DD.003BC4ADB7	62,14	195	14/05/2014	
3DD.003BC4AD6D	128,63	235	14/05/2014	
3DD.003BC4ADAC	1010	489	14/05/2014	
3DD.003BC4AD62	1000	470	14/05/2014	
3DD.003BC4ADB6	83,14	202	14/05/2014	
3DD.003BC4ADA6	1340	523	14/05/2014	
3DD.003BC4AD6E	1440	530	14/05/2014	
3DD.003BC4ADA5	410,68	339	14/05/2014	
3DD.003BC4AD79	1100	335	14/05/2014	
3DD.003BC4AD72	67,48	190	14/05/2014	
3DD.003BC4ADA2	164,16	252	14/05/2014	
3DD.003BC4AD85	880	435	14/05/2014	
3DD.003BC4ADB4	74,35	200	14/05/2014	
3DD.003BC4AD71	800	465	14/05/2014	
3DD.003BC4AD59	1300	546	15/05/2014	
3DD.003BC4AD9A	1460	534	15/05/2014	
3DD.003BC4ADA4	1600	526	15/05/2014	02/06/2014
3DD.003BC4AD5F	1560	555	15/05/2014	

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4AD75	1060	479	15/05/2014	
3DD.003BC4AD81	1880	576	15/05/2014	
3DD.003BC4AD9C	1600	533	15/05/2014	
3DD.003BC4AD84	1700	544	15/05/2014	
3DD.003BC4ADB0	1460	535	15/05/2014	
3DD.003BC4AD5C	908	445	15/05/2014	
3DD.003BC4AD99	92	212	15/05/2014	
3DD.003BC4AD7A	1450	524	15/05/2014	
3DD.003BC4AD98	1360	545	15/05/2014	
3DD.003BC4AD8A	2040	560	15/05/2014	
3DD.003BC4AD77	1370	502	15/05/2014	
3DD.003BC4AD9B	1130	503	15/05/2014	
3DD.003BC4AD60	1290	502	15/05/2014	
3DD.003BC4AD6A	1310	522	15/05/2014	
3DD.003BC4AD61	1490	516	15/05/2014	
3DD.003BC4AD70	85,95	201	15/05/2014	18/07/2014
3DD.003BC4AD55	1400	523	15/05/2014	
3DD.003BC4ADA9	1040	467	15/05/2014	
3DD.003BC4AD93	76,53	203	15/05/2014	
3DD.003BC4AD76	57,15	190	15/05/2014	01/06/2014
3DD.003BC4AD8E	175	265	15/05/2014	
3DD.003BC4AD80	84,33	202	15/05/2014	
3DD.003BC4AD7E	73,6	199	15/05/2014	
3DD.003BC4AE3F	71,96	192	15/05/2014	
3DD.003BC4AE59	108,02	227	15/05/2014	
3DD.003BC4AE25	130,59	239	15/05/2014	
3DD.003BC4AE38	156,62	254	15/05/2014	
3DD.003BC4AE36	251,82	286	15/05/2014	03/07/2014
3DD.003BC4AE3A	212	289	15/05/2014	01/06/2014

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4AE1E	480	354	15/05/2014	01/06/2014
3DD.003BC4AE6A	68,04	192	15/05/2014	18/05/2014
3DD.003BC4AE55	92,43	224	15/05/2014	
3DD.003BC4AE4B	182,63	229	15/05/2014	
3DD.003BC4AE56	113,43	225	15/05/2014	
3DD.003BC4AE52	97,32	224	15/05/2014	15/06/2014
3DD.003BC4AE70	1350	509	15/05/2014	
3DD.003BC4AE69	1470	514	15/05/2014	
3DD.003BC4AE7A	143,18	238	15/05/2014	
3DD.003BC4AE77	72,35	191	15/05/2014	
3DD.003BC4AE44	1850	602	15/05/2014	
3DD.003BC4AE53	270	303	15/05/2014	
3DD.003BC4AE66	75,87	198	15/05/2014	
3DD.003BC4AE6C	1300	503	15/05/2014	
3DD.003BC4AE64	71,64	195	15/05/2014	
3DD.003BC4AE5C	131,22	234	15/05/2014	
3DD.003BC4AE39	630	390	15/05/2014	
3DD.003BC4AE72	1180	506	15/05/2014	
3DD.003BC4AE65	1070	495	15/05/2014	
3DD.003BC4AE7B	113,73	326	15/05/2014	
3DD.003BC4AE5D	405	340	15/05/2014	19/06/2014
3DD.003BC4AE40	148,22	239	15/05/2014	
3DD.003BC4AE41	1375	503	15/05/2014	
3DD.003BC4AE6F	1785	564	15/05/2014	
3DD.003BC4AE37	292,04	298	15/05/2014	
3DD.003BC4AE75	1140	484	15/05/2014	
3DD.003BC4AE6D	77,8	194	15/05/2014	
3DD.003BC4AE20	1180	508	15/05/2014	
3DD.003BC4AE5B	383,18	355	15/05/2014	17/06/2014

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4AE21	251,01	293	15/05/2014	10/06/2014
3DD.003BC4AE1D	236,5	225	15/05/2014	08/08/2014
3DD.003BC4AE35	296,7	292	15/05/2014	
3DD.003BC4AE45		500	15/05/2014	
3DD.003BC4AE48	304,82	334	15/05/2014	01/06/2014
3DD.003BC4AE1C		510	15/05/2014	
3DD.003BC4AE7C		538	15/05/2014	
3DD.003BC4AE63	92,04	212	15/05/2014	
3DD.003BC4AE60	246,3	401	15/05/2014	
3DD.003BC4AE4E	85,23	206	15/05/2014	
3DD.003BC4AE2F	127,47	224	15/05/2014	
3DD.003BC4AE32	162,9	253	15/05/2014	
3DD.003BC4AE24		492	15/05/2014	
3DD.003BC4AE62	106,85	324	15/05/2014	16/06/2014
3DD.003BC4AE23	70,69	199	15/05/2014	
3DD.003BC4AE51	133,97	248	15/05/2014	
3DD.003BC4AE7F	75,83	193	15/05/2014	
3DD.003BC4AE73		523	15/05/2014	
3DD.003BC4AE4A	234,34	285	15/05/2014	
3DD.003BC4AE34	74,4	194	15/05/2014	
3DD.003BC4AE67		456	15/05/2014	
3DD.003BC4AE2E	401	366	15/05/2014	
3DD.003BC4AE2D	80,6	211	15/05/2014	17/07/2014
3DD.003BC4AE46		456	15/05/2014	
3DD.003BC4AE71		441	15/05/2014	
3DD.003BC4AE6B	651,8	441	15/05/2014	
3DD.003BC4AE58	206,3	272	15/05/2014	
3DD.003BC4AE27		540	15/05/2014	
3DD.003BC4AE4F		545	16/05/2014	

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira detecção <sup>2</sup>
3DD.003BC4AE3E		470	16/05/2014	
3DD.003BC4AE5E		560	16/05/2014	
3DD.003BC4AE3D	149,68	244	16/05/2014	
3DD.003BC4AE54	128,77	231	16/05/2014	
3DD.003BC4AE42	109,72	219	16/05/2014	
3DD.003BC4AE4C	122,32	224	16/05/2014	
3DD.003BC4AE33		510	16/05/2014	
3DD.003BC4AE57		473	16/05/2014	
3DD.003BC4AE74		574	16/05/2014	
3DD.003BC4AE3C	89,39	212	16/05/2014	17/05/2014
3DD.003BC4ADD7	1035	490	16/05/2014	
3DD.003BC4ADFB	1860	542	16/05/2014	
3DD.003BC4AE03	1230	506	16/05/2014	
3DD.003BC4ADE7	1655	538	16/05/2014	
3DD.003BC4AE0D	70,11	190	16/05/2014	
3DD.003BC4ADFF	75,4	195	16/05/2014	
3DD.003BC4AE07	690	371	16/05/2014	
3DD.003BC4ADF3	650	418	16/05/2014	
3DD.003BC4AE05	1550	535	16/05/2014	



Bogas

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira deteção <sup>2</sup>
3DD.003BC4AB75	132	253	13/04/2014	
3DD.003BC4AB98	34	163	17/04/2014	
3DD.003BC4AB66	78	222	17/04/2014	
3DD.003BC4AB99	56	194	17/04/2014	
3DD.003BC4ABA2	43	170	17/04/2014	14/11/2014
3DD.003BC4AB8B	39	175	17/04/2014	
3DD.003BC4ABC3	98	230	17/04/2014	
3DD.003BC4AB83	40	175	17/04/2014	08/11/2014
3DD.003BC4ABB1	66	195	17/04/2014	
3DD.003BC4AB75	125	245	17/04/2014	
3DD.003BC4AC97	73	210	18/04/2014	07/02/2015
3DD.003BC4ACE4	178	275	18/04/2014	18/11/2014
3DD.003BC4ACEB	101	220	18/04/2014	
3DD.003BC4ACA8	36	156	18/04/2014	
3DD.003BC4ACAE	81	207	18/04/2014	22/04/2014
3DD.003BC4ADC6	55	198	29/04/2014	
3DD.003BC4ADC5	35	160	29/04/2014	18/11/2014
3DD.003BC4ADD6	90	215	29/04/2014	10/11/2014
3DD.003BC4AE0A	225	289	29/04/2014	
3DD.003BC4ADC4	167	259	29/04/2014	
3DD.003BC4AE08	60	195	29/04/2014	
3DD.003BC4AE0F	40,6	165	08/05/2014	
3DD.003BC4ADCC	42,95	168	08/05/2014	19/11/2014
3DD.003BC4ADFD	31,63	156	08/05/2014	01/06/2014
3DD.003BC4ADDD	54,66	201	08/05/2014	
3DD.003BC4ADA0	55,89	175	13/05/2014	
3DD.003BC4AD9F	37,54	160	13/05/2014	

Código Pit/tag	Peso (g)	Comprimento (mm)	Data de Marcação/Libertação	Data de primeira deteção <sup>2</sup>
3DD.003BC4AD6B	62	195	13/05/2014	06/03/2015
3DD.003BC4ADB2	46,61	153	14/05/2014	
3DD.003BC4AD8F	55,33	188	14/05/2014	15/11/2014
3DD.003BC4ADB3	55,77	191	14/05/2014	
3DD.003BC4ADAF	74,45	212	14/05/2014	
3DD.003BC4AD8D	31,43	151	14/05/2014	17/11/2014
3DD.003BC4ADA3	92,58	221	14/05/2014	08/11/2014
3DD.003BC4AD58	30,63	150	14/05/2014	
3DD.003BC4ADAA	90,82	210	15/05/2014	
3DD.003BC4AD69	79,77	215	15/05/2014	
3DD.003BC4ADAD	57,49	180	15/05/2014	
3DD.003BC4AD83	88,44	220	15/05/2014	
3DD.003BC4AE28	47,4	186	15/05/2014	
3DD.003BC4AE2B	49,78	174	15/05/2014	
3DD.003BC4AE61	59,07	191	15/05/2014	
3DD.003BC4AE22	69,17	202	16/05/2014	11/11/2014
3DD.003BC4AE50	72,09	198	16/05/2014	
3DD.003BC4AE76	55,29	198	16/05/2014	
3DD.003BC4AE7E	87,67	220	16/05/2014	
3DD.003BC4AE26	82,7	215	16/05/2014	22/05/2014

Notas:

<sup>1</sup> Exemplares de lampreia/marinha foram marcados simultaneamente com T-bars.

<sup>2</sup> Data de primeira deteção: data em que o código de cada indivíduo foi registado pela primeira vez, no interior da PPPeixes, pelo sistema de deteção PIT.

<sup>3</sup> Peso das tainhas foi determinado posteriormente à marcação, tendo em conta a relação peso/comprimento definida na literatura para esta espécie (Almeida *et al.*, 1995).

**Anexo X - Panfleto informativo.**

# INFORMAÇÃO

A jusante do Açude-Ponte de Coimbra vai decorrer uma campanha de marcação de lampreias com uma marca interna (cavidade abdominal), e uma etiqueta de plástico externa de cor amarela (lado direito da barbatana dorsal).



**Caso capture uma lampreia destas,  
agradecemos que nos contacte!**



96 285 88 16



21 750 01 67

O MARE - Centro de Ciências do Mar e do Ambiente em conjunto com a Universidade de Évora, agradecem a vossa colaboração e ajuda.

**Por favor, colabore e passe a palavra!**  
**Obrigado**





## Anexo XI. Mapas individuais finais de monitorização do comportamento migratório das lampreias-marinhas marcadas com rádio-transmissores em 2012 e 2013

