

COMUNIDADE INTERMUNICIPAL DO ALTO ALENTEJO

**AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO
INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS E ENERGÉTICOS
DO APROVEITAMENTO HIDRÁULICO
DE FINS MÚLTIPLOS DO CRATO**

**COMPONENTE D - ESTUDOS AMBIENTAIS
INFRAESTRUTURAS PRIMÁRIAS**



**RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL
DO PROJETO DE EXECUÇÃO**

**VOLUME 4 – ANEXOS
DT 03 – E.15 DISPOSITIVO DE
TRANSPOSIÇÃO PARA A FAUNA PISCÍCOLA**

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS E ENERGÉTICOS DO APROVEITAMENTO HIDRÁULICO DE FINS MÚLTIPLOS DO CRATO

**COMPONENTE D – ESTUDOS AMBIENTAIS
INFRAESTRUTURAS PRIMÁRIAS**

RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO

ÍNDICE DE VOLUMES

VOLUME 1 - RESUMO NÃO TÉCNICO

VOLUME 2 - RELATÓRIO BASE

VOLUME 3 - PEÇAS DESENHADAS

VOLUME 4 - ANEXOS

APÊNDICES (Ap)

Ap 01 – TUA-DIA

Ap 02 – ENTIDADES CONTACTADAS

Ap 03 - DECRETO-LEI N.º 62/2022, DE 26 DE SETEMBRO

Ap 04 – DECLARAÇÃO DA AdVT

DOCUMENTOS TÉCNICOS (DT)

DT 01 – E.5. REVISÃO DAS NECESSIDADES HÍDRICAS ÚTEIS NO PÉ DA PLANTA

DT 02 – E.10. REVISÃO DAS PRESSÕES POR MASSA DE ÁGUA

DT 03 – E.15. DISPOSITIVO DE TRANSPOSIÇÃO PARA A FAUNA PISCÍCOLA

DT 04 – E. 16. PROPOSTA DE REGIME DE CAUDAIS ECOLÓGICOS

DT 05 – E. 18. MEDIDAS DE REPOSIÇÃO DA CONTINUIDADE FLUVIAL

DT 06 – E.19. PLANO DE CONSERVAÇÃO E REABILITAÇÃO DAS GALERIAS RIBEIRINHAS

DT 07 – E.20. INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA DO PROJETO DE EXECUÇÃO, EM FORMATO SHAPEFILE

DT 08 – E.25. LEVANTAMENTO E O DIAGNÓSTICO DAS PROPRIEDADES

DT 09 – E.26. PROJETO DE LOCALIZAÇÃO DA NOVA ALDEIA

DT 10 – E.27. SISTEMA DE INDEMNIZAÇÕES DAS ÁREAS A EXPROPRIAR

DT 11 – E.29. PLANO DE COMPENSAÇÃO DAS QUERCÍNEAS

DT 12 – E.30. PROGRAMA DE DESARBORIZAÇÃO E DESMATAÇÃO DA
ALBUFEIRA DO PISÃO

DT 13 – E.31. PLANO DE GESTÃO AMBIENTAL

DT 14 – E.34. PROJETO DE INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA DA BARRAGEM E
ALBUFEIRA DO PISÃO

DT 15 – E.36. PLANO DE CONTROLO E GESTÃO DAS ESPÉCIES VEGETAIS
EXÓTICAS INVASORAS

DT 16 – E.38., E.41., E.42. MITIGAÇÃO, CONSERVAÇÃO E VALORIZAÇÃO
PATRIMONIAL

DT 17 – E.39. LEVANTAMENTO E BREVE ESTUDO HISTÓRICO-
-ANTROPOLÓGICO DA ALDEIA DO PISÃO

DT 18 – E.49. PLANO DE CONTROLO DE VETORES

DT 19 - E.53. PROGRAMAS DE MONITORIZAÇÃO

NOTA INTRODUTÓRIA

O presente documento **DT 03 - E.15. Dispositivo de transposição para a fauna piscícola** - corresponde ao solicitado no **Elemento 15** dos Elementos a apresentar em sede de Projeto de Execução e de Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto Execução (RECAPE) da DIA (Declaração de Impacte Ambiental) do Aproveitamento Hidráulico de Fins Múltiplos (AHFM) do Crato.

“ELEMENTO 15 - Projeto do dispositivo de transposição para a fauna piscícola que garanta o restabelecimento da conectividade fluvial na ribeira de Seda. A solução a definir deve ter em conta as características técnicas da barragem do Pisão, o seu enquadramento na rede hidrográfica e as comunidades piscícolas em presença e embora se preveja que o sistema não corresponda aos tradicionais dispositivos físicos, devendo incidir num sistema de captura: i) móvel, ou ii) fixo com posterior transporte, deve ser equacionada a necessidade de que o mesmo funcione com a maior autonomia possível, ou seja com o mínimo de recursos humanos necessários, tendo em conta que a instalação de uma PPP que obrigue a um esforço contínuo por parte da futura entidade de gestão da infraestrutura, quer em termos financeiros, quer humanos, conforme foi proposto, acarreta uma maior probabilidade de insucesso. Caso se opte pela solução apresentada no EIA deve ser descrito de forma pormenorizada como será garantida a sua implementação a curto, médio e longo prazo.”

DT 03 – E.15. Dispositivo de transposição para a fauna piscícola

ÍNDICES

TEXTO	Pág.
1 INTRODUÇÃO	1
2 ENQUADRAMENTO LEGAL	3
3 OBJETIVOS DE SISTEMAS DE TRANSPOSIÇÃO PISCÍCOLA	4
4 COMUNIDADE PISCÍCOLA DA RIBEIRA DE SEDA	6
5 SOLUÇÕES PONDERADAS PARA A BARRAGEM DO PISÃO.....	10
6 SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO PISCÍCOLA PROPOSTO	13
6.1 CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS	13
6.2 MIGRAÇÃO ASCENDENTE	13
6.2.1 Pressupostos	13
6.2.2 Sistema de captura	13
6.2.3 Transporte e libertação	21
6.3 MIGRAÇÃO DESCENDENTE.....	22
6.3.1 Pressupostos	22
6.3.2 Sistema de captura	22
6.3.3 Transporte e libertação	23
7 PLANO DE MONITORIZAÇÃO	24
8 CONCLUSÕES	25
BIBLIOGRAFIA.....	26

QUADROS	Pág.
Quadro 4.1 – Taxa potenciais e confirmadas para a área de estudo.....	6
Quadro 4.2 – Relevância potencial dos impactes do efeito de barreira sobre a dinâmica das espécies piscícolas nativas versus principais mecanismos de atuação.	8
Quadro 5.1 - Tipologias de dispositivos de transposição piscícolas e suas vantagens e desvantagens.....	11
Quadro 6.1 – Síntese das características e parâmetros de análise comparativa dos locais de implantação do dispositivo de captura fixo.	19
Quadro 8.1 – Proposta de dispositivo de transposição para a fauna piscícola.	25

FIGURAS	Pág.
Figura 4.1 – Linhas de água da sub-bacia do Sorraia com destaque da área de estudo (à esquerda) e enquadramento da barragem do Pisão na referida área de estudo (à direita).	6
Figura 4.2 – Mapa de distribuição de migradores diádromos (linhas a verde com área potencial de ocorrência e círculos com presença confirmada).	8
Figura 6.1 – Locais de análise para a implantação do dispositivo de captura fixa.	14
Figura 6.2 – Local 1. Dispositivo fixo de captura proposto: localização.	16
Figura 6.3 – Local 1. Dispositivo fixo de captura proposto: solução-tipo.	17
Figura 6.4 – Local 2. Dispositivo fixo de captura proposto: localização.	18
Figura 6.5 – Local 2. Dispositivo fixo de captura proposto: solução-tipo.	19

FOTOGRAFIAS	Pág.
Foto 6.1 – Local 1.	15
Foto 6.2 – Local 2.	15

DESENHOS (ver Volume 3 do RECAPE)

DESENHO 05	(267-01-151)	– Dispositivo de Captura Fixo. Planta de localização. Local 1
DESENHO 06	(267-01-152)	– Dispositivo de Captura Fixo. Solução. Local 1
DESENHO 07	(267-01-153)	– Dispositivo de Captura Fixo. Planta de localização. Local 1
DESENHO 08	(267-01-154)	– Dispositivo de Captura Fixo. Solução. Local 1

1 INTRODUÇÃO

No âmbito do Procedimento de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) AHFM do Crato, foi emitida DIA favorável à execução da Alternativa 2 do projeto do AHFM do Crato, condicionada ao cumprimento dos termos e condições da referida DIA.

A elaboração e apresentação do projeto do dispositivo de transposição da ictiofauna em fase de RECAPE está identificada no **ponto 15** dos **Elementos a apresentar em sede de Projeto de Execução e de RECAPE** da supracitada DIA, cuja redação se transcreve a seguir:

“15 - Projeto do dispositivo de transposição para a fauna piscícola que garanta o restabelecimento da conectividade fluvial na ribeira de Seda. A solução a definir deve ter em conta as características técnicas da barragem do Pisão, o seu enquadramento na rede hidrográfica e as comunidades piscícolas em presença e embora se preveja que o sistema não corresponda aos tradicionais dispositivos físicos, devendo incidir num sistema de captura: i) móvel, ou ii) fixo com posterior transporte, deve ser equacionada a necessidade de que o mesmo funcione com a maior autonomia possível, ou seja com o mínimo de recursos humanos necessários, tendo em conta que a instalação de uma PPP que obrigue a um esforço contínuo por parte da futura entidade de gestão da infraestrutura, quer em termos financeiros, quer humanos, conforme foi proposto, acarreta uma maior probabilidade de insucesso. Caso se opte pela solução apresentada no EIA deve ser descrito de forma pormenorizada como será garantida a sua implementação a curto, médio e longo prazo.”

O Estudo de Impacte Ambiental (EIA) do AHFM do Crato incidiu sobre a totalidade das infraestruturas do AHFM do Crato, contudo, no desenvolvimento a Projeto de Execução as infraestruturas do AHFM do Crato foram divididas em três componentes, sendo cada uma destas alvo de um RECAPE, são elas:

- Infraestruturas Primárias;
- Central Solar Fotovoltaica; e
- Infraestruturas Secundárias.

Um dos principais impactes decorrentes da construção de uma barragem corresponde à quebra da continuidade fluvial longitudinal, com o conseqüente efeito de barreira sobre as deslocções da ictiofauna. Em fase de EIA do AHFM do Crato a implementação de sistemas de transposição piscícola foi identificada como uma das principais medidas de minimização dos impactes ambientais do projeto.

A DIA, remete para a fase de RECAPE a pormenorização da solução de transposição piscícola para mitigar fragmentação fluvial nos movimentos piscícolas, restabelecendo a conectividade fluvial ao longo da ribeira de Seda.

Este documento será, assim, a resposta ao solicitado no **Elemento 15**, nomeadamente a promoção da continuidade fluvial na barragem do Pisão, também associada à conectividade longitudinal.

No presente **Capítulo 1 – Introdução** é efetuada a identificação do projeto e o enquadramento geral do estudo, sendo identificados os objetivos e âmbito do volume.

No **Capítulo 2 – Enquadramento legal**, explicita-se a legislação aplicável às questões de conectividade fluvial.

No **Capítulo 3 – Objetivos de sistemas de transposição piscícola**, identificam-se os objetivos gerais da implementação de sistemas de transposição piscícola nos ecossistemas fluviais.

No **Capítulo 4 – Comunidade piscícola da ribeira de Seda**, descreve-se a comunidade piscícola característica da ribeira de Seda e seus tributários.

No **Capítulo 5 – Soluções ponderadas para a barragem do Pisão**, são apresentadas as soluções de transposição piscícola que foram ponderadas para a barragem do Pisão.

O **Capítulo 6 – Sistema de transposição piscícola proposto**, descreve e analisa o sistema de transposição piscícola proposto para a barragem do Pisão.

No **Capítulo 7 – Plano de monitorização**, é apresentada uma proposta de Plano de Monitorização, estabelecido com o objetivo de acompanhar a eficiência das ações selecionadas, que será de cariz sequencial e adaptativo, de forma a potenciar os resultados.

Por fim, no **Capítulo 8**, são apresentadas as **Conclusões** do estudo nomeadamente a explicitação da proposta de solução para o sistema integrado de transposição piscícola da barragem do Pisão.

O Capítulo final, elenca a **Bibliografia** consultada no decurso da elaboração do presente documento.

2 ENQUADRAMENTO LEGAL

A manutenção da conectividade longitudinal neste setor da ribeira de Seda contribuirá ainda para Portugal cumprir os objetivos estabelecidos a nível europeu, nomeadamente os da Diretiva Quadro da Água (DQA, Diretiva 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2000) e da Estratégia para a Biodiversidade 2030.

A DQA incorporou no sistema jurídico europeu o conceito de estado ecológico das massas de água de superfície, estabelecendo que fosse atingido em 2015 o bom estado/potencial ecológico dos troços situados a jusante das barragens, com possíveis prorrogações e derrogações para 2021 e 2027. Assim, implicitamente, a temática dos dispositivos de transposição piscícola está consagrada na legislação pela necessidade de atingir o bom estado ecológico dos ecossistemas aquáticos sendo, para o efeito, fundamental garantir a conectividade longitudinal para a ictiofauna, já que a fauna piscícola é um dos elementos biológicos de classificação.

Os Planos de Gestão de Região Hidrográfica (PGRH) ainda em vigor (Resolução do Conselho de Ministros n.º 52/2016, de 20 de setembro, retificada e republicada pela Declaração de Retificação n.º 22-B/2016, de 18 de novembro) identificam a necessidade de implementar ações que promovam a conectividade longitudinal, sempre que viável do ponto de vista técnico e financeiro. A importância desta temática foi reforçada na terceira geração dos PGRH, que esteve em consulta pública até 30/12/2022 e aguarda publicação.

Importa ainda mencionar a Lei da Pesca em Águas Interiores (Lei n.º 7/2008, de 15 de fevereiro, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 221/2015, de 8 de outubro e revisto pelo Decreto-Lei n.º 112/2017, de 6 de setembro), que assinala a obrigatoriedade de promover a circulação da ictiofauna, já que o n.º 1 do Artigo 13º – Circulação das espécies aquícolas refere explicitamente que *“As obras a construir nos cursos de água que possam constituir obstáculo à livre circulação das espécies aquícolas devem ser equipadas com dispositivos que permitam assegurar a sua transposição pelas referidas espécies, devendo o seu funcionamento eficaz ficar assegurado a título permanente”*.

Enquadrado pelos diplomas legais mencionados, o presente documento dá resposta à disposição da DIA do projeto do AHFM do Crato e será de cariz operacional, procedendo à reavaliação das questões associadas à transposição piscícola da barragem do Pisão, identificando os diferentes tipos de sistemas de transposição piscícola e analisando detalhadamente a eficácia e utilidade das alternativas passíveis de implementação face à localização da barragem do Pisão na rede hídrica e à comunidade piscícola presente.

3 OBJETIVOS DE SISTEMAS DE TRANSPOSIÇÃO PISCÍCOLA

Um dos principais impactes ecológicos associados à construção de uma barragem resulta do efeito de barreira que as infraestruturas transversais impõem, em particular para a deslocação da ictiofauna (e.g., Petts, 1984; Marmulla, 2001), que vê os seus movimentos restringidos ao longo dos sistemas fluviais. O efeito de barreira é maior para as espécies piscícolas migradoras, em particular para as diádromas (catádromas e anádromas), que necessitam de se deslocar ao longo dos sistemas aquáticos (mar-estuário-rio) para completar o seu ciclo de vida, mas pode também ser relevante para as espécies de cariz potamódromo (i.e., que realizam movimentos reprodutivos ao longo do sistema dulçaquícola). Além dos taxa alvo, o efeito de barreira é influenciado pela altura do obstáculo e pelo seu local de implantação na rede hidrográfica e face a outras barreiras transversais existentes.

O impacte das barragens na ictiofauna tem sido alvo de considerável atenção na bibliografia, particularmente no que se refere à biologia reprodutiva das espécies anádromas, pela sua expressiva relevância económica (Petts, 1984; Nicola *et al.*, 1996; Marmulla, 2001). Por exemplo, o decréscimo dos efetivos populacionais, ou a extinção local, de espécies migradoras como o salmão do Atlântico (*Salmo salar*), conduziram à construção e desenvolvimento de diversos dispositivos de transposição piscícola em obras fluviais no sentido jusante-montante (e.g., Clay, 1995; Jungwirth, 1998; Lucas e Baras, 2001; Silva *et al.* 2018), genericamente identificados como de Passagens Para Peixes (PPP). A transposição no sentido descendente (montante-jusante) tem-se tornado foco da atenção dos técnicos e investigadores recentemente. Estes dispositivos pretendem minimizar as consequências do efeito barreira nas comunidades ictiológicas, permitindo o restabelecimento, pelo menos parcial, do contínuo longitudinal nos sistemas fluviais (Jungwirth, 1998).

Em termos genéricos, uma estrutura de transposição pode ser definida como um caminho artificial, alternativo ao curso de água onde foi edificada uma barreira intransponível (ou dificilmente superável) pela ictiofauna (Silva *et al.* 2018). O princípio geral de funcionamento dos sistemas clássicos consiste em atrair os peixes em deslocação a um ponto do sistema fluvial, situado a jusante do obstáculo, e: incitá-los a deslocarem-se para montante através de uma estrutura onde circule água – PPP em sentido restrito (bacias sucessivas ou deflectores), ou capturá-los numa cuba, que, após elevação mecânica ou transporte de outra natureza, os liberte a montante – ascensores, eclusas e sistemas fixos de captura com transporte ativo (Marmulla, 2001; Larinier, 2002).

O dimensionamento de um dispositivo de transposição piscícola deve considerar determinados aspetos comportamentais das espécies alvo. As velocidades de escoamento na passagem para peixes devem, simultaneamente, ser compatíveis com as capacidades natatórias das espécies piscícolas consideradas e ter a capacidade de atrair as espécies

piscícolas, face aos caudais que circulam no rio. Para além dos dispositivos clássicos de transposição, existem também sistemas que, embora não integrando qualquer estrutura fixa, permitem mitigar o efeito de barreira das barragens através da captura (e.g., através de pesca elétrica), transporte e devolução dos exemplares capturados. Importa referir que esta tipologia de sistema de transposição – “...catch, transport and release...” – é uma das identificadas na tabela – *Mitigation Measures Library*¹ – complementar ao Guia nº 37: *Steps for defining and assessing ecological potential for improving comparability of Heavily Modified Water Bodies* –, elaborado pela União Europeia.

Os objetivos dos sistemas de transposição piscícola variam em função do local onde a estrutura hidráulica é implantada relativamente à rede hídrica e das espécies/comunidades migradoras alvo, nomeadamente quando se está na presença de ciprinídeos², salmonídeos ou de migradores diádromos. Porcher e Travade (2002) referem que no caso dos ciprinídeos sem comportamento potamódromo, o principal propósito destes dispositivos é o de evitar o isolamento populacional e consequente formação de metapopulações, assegurando a manutenção de fluxos genéticos apropriados. Desta forma, como objetivo primordial deve ser assegurado que uma fração da população migre para montante, não sendo necessário garantir que todos os exemplares ultrapassem o obstáculo.

Pelo contrário, relativamente aos *taxa* anádromos pretende-se que o maior número possível de indivíduos supere o obstáculo, com a finalidade de manter a dimensão dos *stocks* reprodutivos a montante durante a época reprodutiva (Marmulla, 2001; Porcher e Travade, 2002). Também para os *taxa* catádromos, como a enguia-europeia (*Anguilla anguilla*), é relevante garantir a deslocação para montante dos juvenis que se deslocam do estuário, permitindo a colonização dos habitats utilizados por estas espécies para se desenvolverem. Para os vários *taxa* piscícolas terão adicionalmente que ser asseguradas condições para a migração descendente, evitando o isolamento genético, garantindo a colonização dos sectores a jusante da barreira e/ou permitindo a migração dos exemplares catádromos e anádromos em direção a ambientes estuarinos ou de água salgada.

¹ Versão de fevereiro de 2020, disponível em *Guide - Water Framework Directive - Environment - European Commission* (europa.eu), e consultado em janeiro de 2023.

² Importa referir que recentemente esta família foi alvo de revisão taxonómica recente, tendo ocorrido uma divisão em várias famílias. Em Portugal estão atualmente representadas os **Cyprinidae** (inclui os géneros *Luciobarbus*, *Cyprinus* e *Carassius*), os **Tincidae** (inclui o género *Tinca*), os **Gobionidae** (inclui o género *Gobio*) e os **Leuciscidae** (que inclui os géneros *Anaecypris*, *Achondrostoma*, *Alburnus*, *Iberochondrostoma*, *Phoxinus*, *Pseudochondrostoma*, *Rutilus* e *Squalius*).

4 COMUNIDADE PISCÍCOLA DA RIBEIRA DE SEDA

A seleção do dispositivo proposto para a barragem do Pisão teve em conta a comunidade piscícola presente na sub-bacia hidrográfica do rio Sorraia, no geral, e no setor intermédio e superior da ribeira de Seda, em particular (**Figura 4.1**). O troço da ribeira de Seda compreendido entre a futura barragem do Pisão e o NPA da albufeira do Maranhão apresenta 9 afluentes, contudo os dados bibliográficos sugerem que apenas dois de maior dimensão – ribeiras do Chocanal e de Cojanças – possuem alguma capacidade para sustentar comunidades piscícolas num período alargado do ano.

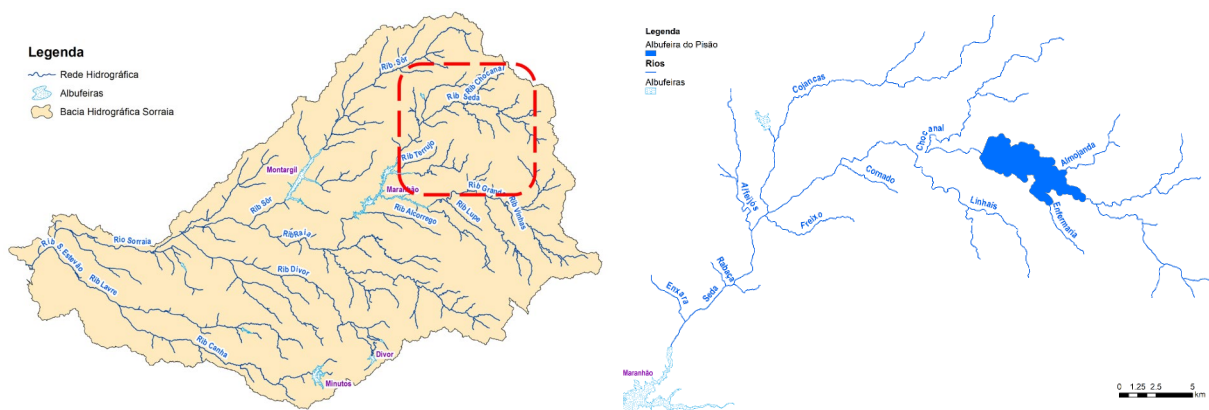


Figura 4.1 – Linhas de água da sub-bacia do Sorraia com destaque da área de estudo (à esquerda) e enquadramento da barragem do Pisão na referida área de estudo (à direita).

Os elementos caracterizadores da ictiofauna da zona de estudo foram apresentados de forma pormenorizada no EIA do AHFM do Crato, sendo sumarizados no **Quadro 4.1**.

Quadro 4.1 – Taxa potenciais e confirmadas para a área de estudo.

Nome científico	Nome Comum	Presença na bacia hidrográfica do Sorraia	Presença confirmada na área de estudo	Presença potencial na área de estudo
<i>Lampetra fluviatilis</i>	Lampreia-de-rio			
<i>Lampetra planeri</i>	Lampreia-de-riacho			
<i>Petromyzon marinus</i>	Lampreia marinha			
<i>Anguilla anguilla</i>	Enguia-europeia			
<i>Alburnus alburnus</i>	Ablete			
<i>Luciobarbus bocagei</i>	Barbo-comum			
<i>Luciobarbus comizo</i>	Cumba			
<i>Luciobarbus steindachneri</i>	Barbo de Steindachner			
<i>Carassius auratus</i>	Pimpão			
<i>Carassius gibelio</i>	Carpa-prussiana			
<i>Iberochondrostoma lusitanicum</i>	Boga-portuguesa			
<i>Iberochondrostoma olisiponensis</i>	Boga de boca arqueada de Lisboa			

Nome científico	Nome Comum	Presença na bacia hidrográfica do Sorraia	Presença confirmada na área de estudo	Presença potencial na área de estudo
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa-comum	Presente	Presente	Presente
<i>Gobio lozanoi</i>	Góbio	Presente	Ausente	Ausente
<i>Pseudochondrostoma polylepis</i>	Boga-comum	Presente	Presente	Presente
<i>Squalius alburnoides</i>	Bordalo	Presente	Presente	Presente
<i>Squalius pyrenaicus</i>	Escalo do Sul	Presente	Presente	Presente
<i>Cobitis palúdica</i>	Verdemã-comum	Presente	Presente	Presente
<i>Ameiurus melas</i>	Peixe-gato-negro	Presente	Presente	Presente
<i>Atherina boyeri</i>	Peixe-rei	Presente	Ausente	Ausente
<i>Gambusia holbrooki</i>	Gambúsia	Presente	Presente	Presente
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Esgana-gata	Presente	Ausente	Ausente
<i>Lepomis gibbosus</i>	Perca-sol	Presente	Presente	Presente
<i>Micropterus salmoides</i>	Achigã	Presente	Presente	Presente
<i>Sander lucioperca</i>	Lucioperca	Presente	Presente	Presente
<i>Esox lucius</i>	Lúcio	Presente	Ausente	Ausente
<i>Chelon ramada</i>	Muge	Presente	Ausente	Ausente
<i>Platichthys flesus</i>	Solha-das-pedras	Presente	Ausente	Ausente

A composição das associações piscícolas da sub-bacia hidrográfica do rio Sorraia é variável entre locais, nomeadamente na proporção de espécies nativas e exóticas, em resultado da influência de fatores antrópicos que afetam a qualidade ecológica da ribeira de Seda, incluindo a presença de barreiras transversais, a poluição difusa e a implementação de captações em períodos secos.

As associações nativas de zonas pouco alteradas são dominadas por ciprinídeos e leuscídeos, incluindo *Lucioperca* spp. *Pseudochondrostoma polylepis*, *Squalius* spp. e *Iberochondrostoma lusitanicum*, enquanto nas zonas mais alteradas predominam espécies exóticas, particularmente as de cariz invasor³ como a perca-sol (*Lepomis gibbosus*), gambúsia (*Gambusia holbrooki*) e ablete (*Alburnus alburnus*).

Várias das espécies nativas referenciadas para a sub-bacia do rio Sorraia, nomeadamente aquelas com maior grau de ameaça, não ocorrem na área de influência da barragem do Pisão, estando limitadas espacialmente aos troços terminais da ribeira de Seda e da ribeira de Sôr em resultado da presença das barragens do Maranhão e de Montargil (**Figura 4.2**).

³ De acordo com o estabelecido no Decreto-Lei nº 92/2019, de 10 de julho que estabelece o regime jurídico aplicável ao controlo, à detenção, à introdução na natureza e ao repovoamento de espécies exóticas

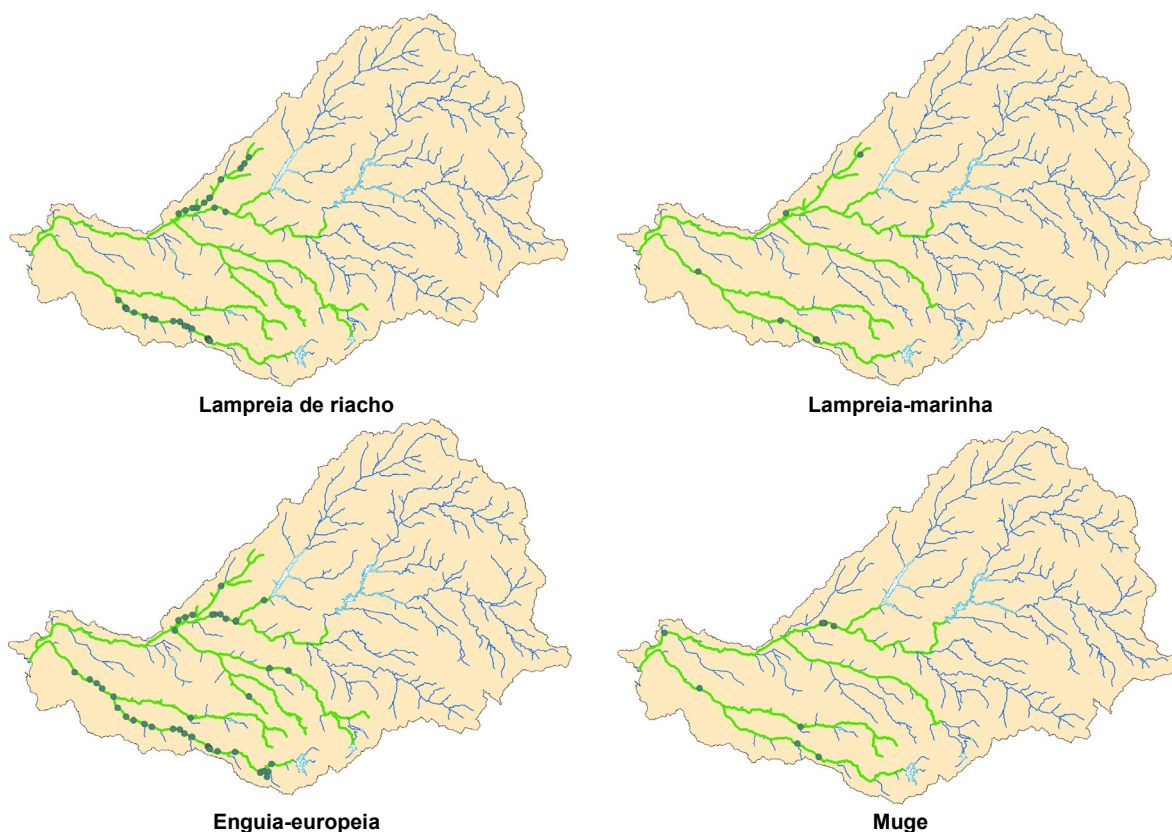


Figura 4.2 – Mapa de distribuição de migradores diádromos (linhas a verde com área potencial de ocorrência e círculos com presença confirmada).

O **Quadro 4.2** procura sistematizar os impactos potenciais do efeito barreira da barragem do Pisão para as espécies piscícolas alvo com base nas seguintes quatro classes:

- **Muito relevante:** Pode implicar o desaparecimento do *taxon* de um, ou dos dois lados da barreira;
- **Relevante:** Pode implicar a redução significativa da dimensão da população do *taxon* de um, ou dos dois lados da barreira;
- **Moderado:** Pode implicar o isolamento genético de subpopulações mas não coloca em causa a manutenção do *taxon* em qualquer dos lados da barreira;
- **Insignificante:** Sem implicações previsíveis na população do *taxon*.

Quadro 4.2 – Relevância potencial dos impactos do efeito de barreira sobre a dinâmica das espécies piscícolas nativas versus principais mecanismos de atuação.

Espécie nativa	Relevância	Principais mecanismos de atuação
<i>Luciobarbus</i> spp	Relevante	Isolamento genético e redução do acesso a <i>habitats</i> de reprodução.
<i>Pseudochondrostoma polylepis</i>	Relevante/Moderado	Isolamento genético e redução do acesso a <i>habitats</i> de reprodução.
<i>Squalius pyrenaicus</i>	Moderado	Isolamento genético.

Espécie nativa	Relevância	Principais mecanismos de atuação
<i>Squalius alburnoides</i>	Moderado	Isolamento genético.

Conseqüentemente, o sistema de transposição a implementar terá como principal objetivo a proteção das populações de barbos e da boga-comum, reduzindo o efeito de barreira sobre as deslocamentos potamódromas dos seguintes *taxa*: barbo-comum (*Luciobarbus bocagei*), cumba (*L. comizo*), barbo de Steindachner (*L. steindachneri*) e boga-comum (*Pseudochondrostoma polylepis*).

O dispositivo terá ainda em consideração outros *taxa* nativos, como o escalo do Sul (*Squalius pyrenaicus*) e o bordalo (*S. alburnoides*), garantindo o acesso dos exemplares destas espécies presentes no trecho entre a futura barragem do Pisão e a albufeira do Maranhão a locais de reprodução apropriados e promovendo igualmente o fluxo genético ao longo do trecho interferido da ribeira de Seda.

5 SOLUÇÕES PONDERADAS PARA A BARRAGEM DO PISÃO

As características da barragem do Pisão implicam condicionalismos severos à instalação da generalidade dos dispositivos de transposição adequados a ciprinídeos e leuciscídeos.

Para ultrapassar os 54 m de altura da barragem, considerando os critérios de dimensionamento para espécies de ciprinídeos e leuciscídeos (desnível entre bacias de 0,25 m e comprimento de cada bacia com 2,0 m), uma **passagem técnica por bacias sucessivas** iria apresentar cerca de 216 bacias e mais de 430 m de extensão, tornando a implantação deste tipo de dispositivo na barragem do Pisão inviável.

Uma **passagem naturalizada** teria uma extensão ainda maior (2700 m para uma inclinação de 2% e o dobro para uma inclinação de 1%), tornando pouco adequada a sua construção. Além disso, a sua implantação iria induzir impactes significativos nos ecossistemas terrestres e ribeirinhos por onde se desenvolvesse, além de apresentar uma relação de custo-benefício extremamente desequilibrada.

A instalação de estruturas fixas do tipo **eclusas de Borland** ou **ascensores de peixes** são dificultadas pela impossibilidade de acoplar estruturas a uma barragem de aterro, como é o caso da barragem do Pisão.

Subsiste assim como sistema passível de utilização na barragem do Pisão a **translocação ativa** de exemplares piscícolas, quer no sentido ascendente (jusante-montante) quer no sentido descendente (montante-jusante). Nesta metodologia, a transposição do obstáculo é concretizada através do transporte dos exemplares piscícolas em veículos apropriados, podendo os exemplares a transportar ser obtidos de diferentes formas, nomeadamente: i) captura dirigida com pesca elétrica; ou ii) recolha em dispositivo fixo de captura, conformando neste caso um sistema híbrido.

Esta tipologia de sistema apresenta a vantagem de não ser condicionado pela altura da barreira a transpor, além de ser mais versátil no que respeita aos locais de libertação dos exemplares a translocar, permitindo ainda selecionar as espécies a transpor.

No **Quadro 5.1** são sistematizados os diferentes sistemas de transposição piscícola existentes e antes descritos, incluindo uma síntese das suas vantagens e desvantagens e a sua utilização potencial no AHFM do Crato.

Quadro 5.1 - Tipologias de dispositivos de transposição piscícolas e suas vantagens e desvantagens.

Dispositivo de transposição	Vantagens	Limitações	Utilização recomendável no AHFM do Crato
Bacias sucessivas (fendas verticais ou descarregador + orifício de fundo)	<ul style="list-style-type: none"> – Utilizados por um amplo leque de taxa. 	<ul style="list-style-type: none"> – Inadequados para elevados desníveis. – Ineficazes para deslocações descendentes. 	Não
Eclusas	<ul style="list-style-type: none"> – Utilizados para reduzidos desníveis. – Adequados para espaços limitados 	<ul style="list-style-type: none"> – Não aplicável a barragens de aterro. – Carácter descontínuo de funcionamento. – Ineficazes para deslocações descendentes. 	Não
Ascensores	<ul style="list-style-type: none"> – Adaptáveis à generalidade das infraestruturas hidráulicas. – Independentes da altura do obstáculo a transpor. 	<ul style="list-style-type: none"> – Difícil de instalar em barragens de aterro⁴ e com elevados custos de construção – Elevados custos de operação e manutenção. – Ineficazes para deslocações descendentes. 	Não
Passagens naturalizadas	<ul style="list-style-type: none"> – Deslocações em ambos os sentidos. 	<ul style="list-style-type: none"> – Utilização preferencial para declives de 1-2% (máximo 5%). – Inadequados para elevados desníveis. 	Não
Dispositivo fixo de captura + transporte	<ul style="list-style-type: none"> – Utilizados em qualquer desnível. – Seleção de taxa a transpor (exclusão de espécies exóticas). 	<ul style="list-style-type: none"> – Ineficaz para deslocações descendentes. 	Sim
Sistema de captura móvel + transporte	<ul style="list-style-type: none"> – Utilizados em qualquer desnível. – Deslocações em ambos os sentidos. – Permite seleção de taxa em vários locais da rede hídrica 	<ul style="list-style-type: none"> – Eficácia dependente do esforço de captura empregue. 	Sim

⁴ Será necessário construir uma torre a jusante da barragem assim como um canal de ligação à albufeira, bem como uma conduta de alimentação (e.g., bifurcação da conduta de tomada de água).

Tendo em consideração os sistemas avaliados, o dispositivo proposto para barragem do Pisão, que se descreve de seguida, integrará:

- Estação fixa de captura no troço fluvial a jusante da barragem do Pisão e posterior transporte dos exemplares piscícolas alvo em veículo motorizado para montante da infraestrutura; e
- Sistema de captura ativa de exemplares piscícolas alvo a montante da infraestrutura e posterior transporte para jusante da barragem.

6 SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO PISCÍCOLA PROPOSTO

6.1 CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS

O sistema de transposição proposto para barragem do Pisão que em seguida se explicita irá considerar, de forma integrada, a migração ascendente e descendente da comunidade piscícola presente no troço da ribeira de Seda intercetado pela futura barragem do Pisão.

6.2 MIGRAÇÃO ASCENDENTE

6.2.1 Pressupostos

A transposição da barragem do Pisão no sentido ascendente será baseada na instalação de um dispositivo fixo de captura e no transporte para montante dos exemplares capturados pertencentes às espécies-alvo. Este sistema de transposição terá como objetivo possibilitar que as espécies nativas que ocorrem no setor intermédio da ribeira de Seda possam alcançar os habitats de reprodução existentes neste curso de água a montante da futura albufeira do Pisão, e eventualmente, nos trechos terminais dos seus principais afluentes.

6.2.2 Sistema de captura

O objetivo final do procedimento selecionado visa a translocação dos exemplares piscícolas nativos que no período reprodutivo migrem para montante, em direção ao setor onde ficará localizada a barragem do Pisão.

Complementarmente, importa referir que no **DT 02 – E.10.** e no **DT 05 – E.18.** do **Volume 4** do RECAPE, será concretizado um conjunto de medidas – *e.g.*, a remoção (parcial ou total) ou requalificação ecológica das barreiras – com vista ao restabelecimento da continuidade fluvial ao longo do troço da ribeira de Seda compreendido entre a albufeira do Maranhão e a barragem do Pisão.

O racional do sistema de captura justifica a sua localização o mais próximo da barragem do Pisão. Assim, e tendo por base a caracterização hidromorfológica deste setor da ribeira de Seda (ver análise pormenorizada no **DT 02 – E.10.** do **Volume 4** do RECAPE), foi possível sinalizar dois possíveis locais para a referida implantação (**Figura 6.1**):

- **Local 1** – No leito do rio (cerca de 1000 m, da barragem do Pisão), junto à margem direita da ribeira de Seda, a jusante da barreira natural mais próxima da barragem do Pisão, visto que em determinados períodos poderá condicionar a mobilidade piscícola para montante (**Foto 6.1**);
- **Local 2** – No açude existente identificado pela pressão hidromorfológica IHT 34 (**Foto 6.2**), a cerca de 4 000 m da barragem do Pisão, a montante da confluência com a ribeira do Chocanal.

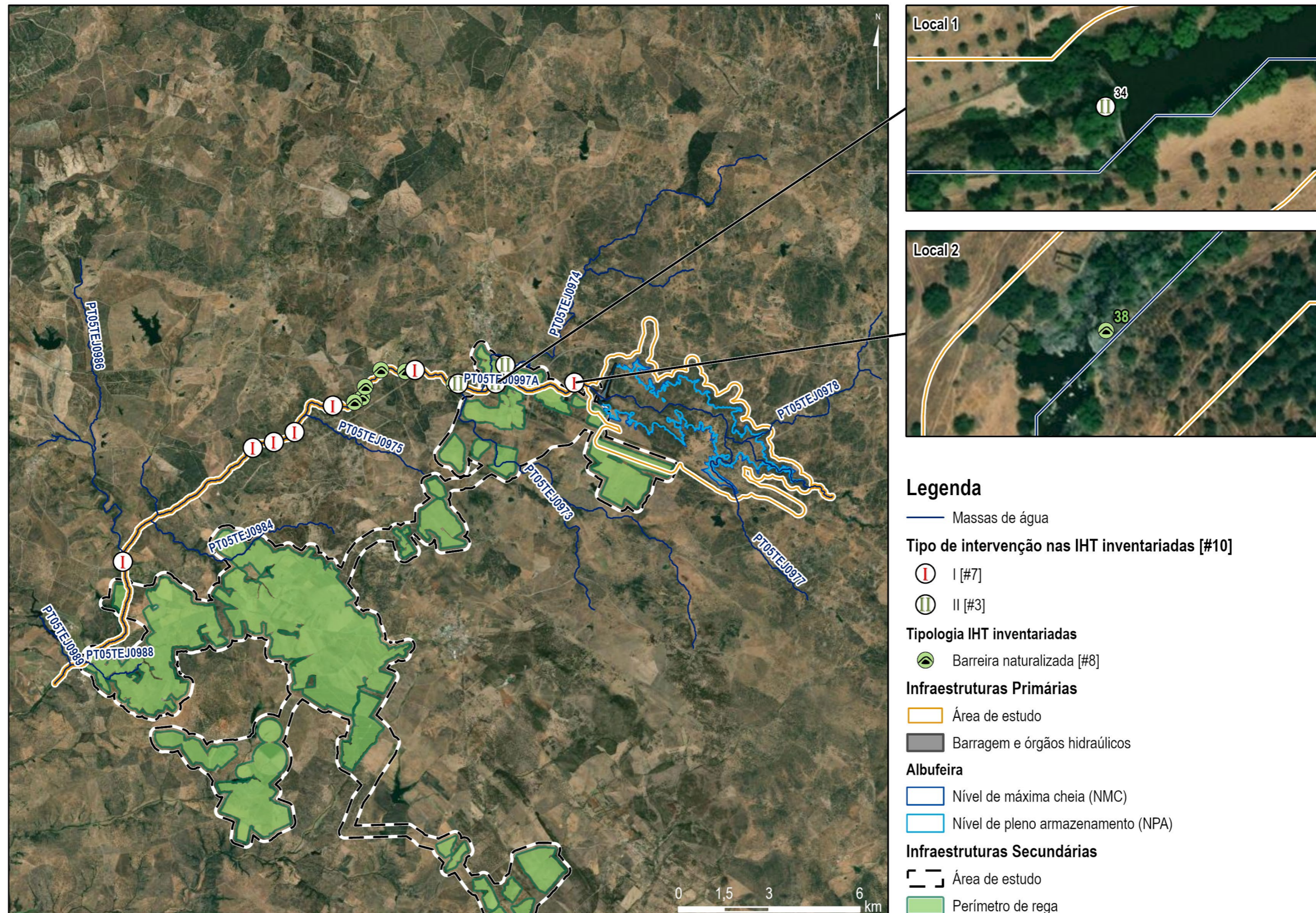


Figura 6.1 – Locais de análise para a implantação do dispositivo de captura fixa.



Foto 6.1 – Local 1.



Foto 6.2 – Local 2.

O dispositivo fixo de captura proposto será constituído por um sistema por bacias sucessivas (interligadas entre si através de orifícios de fundo e descarregadores de superfície), por forma a encaminhar as espécies para uma cuba amovível a instalar na bacia de montante. Este dispositivo terá características diferentes em função do local a implantar, particularmente:

Local 1

- Desnível a vencer será da ordem de 1 m o que conduziria à execução de aproximadamente 4 bacias sucessivas, considerando um desnível de cerca de 0,25 m e um comprimento de cerca de 12 m, considerando um comprimento de bacia de 3 m;
- Adução de caudal de funcionamento / atração através de uma conduta *by-pass*, ao dispositivo de caudal ecológico a instalar na barragem do Pisão, até à bacia de montante;
- Construção de um acesso.

Local 2

- Solução integrada de dispositivo de captura fixo e passagem para peixes por bacias sucessivas associada ao açude (IHT34);
- Desnível a vencer será da ordem dos 3 m, o que conduziria à execução de aproximadamente 12 bacias e um comprimento de cerca 36 m. Este comprimento pode ser mais facilmente implantado em dois trechos paralelos;
- Adução de caudal de funcionamento/ atração, a partir da bacia de montante, através de uma comporta mural;
- Reabilitação do acesso existente.

Nas **Figura 6.2** a **Figura 6.5** são ilustradas as soluções-tipo propostas para cada local de implantação analisado.



Figura 6.2 – Local 1. Dispositivo fixo de captura proposto: localização.

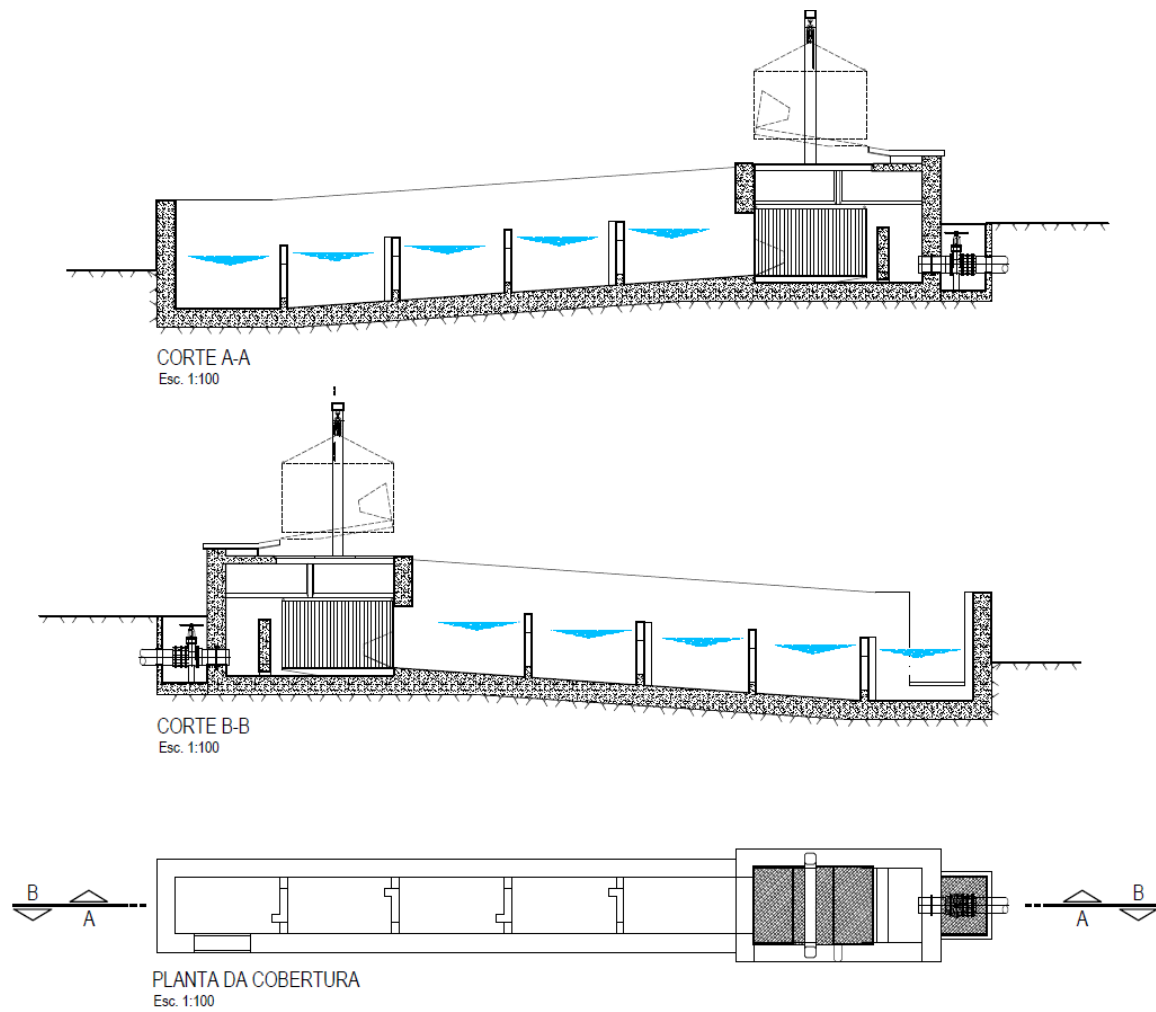


Figura 6.3 – Local 1. Dispositivo fixo de captura proposto: solução-tipo.



Figura 6.4 – Local 2. Dispositivo fixo de captura proposto: localização.

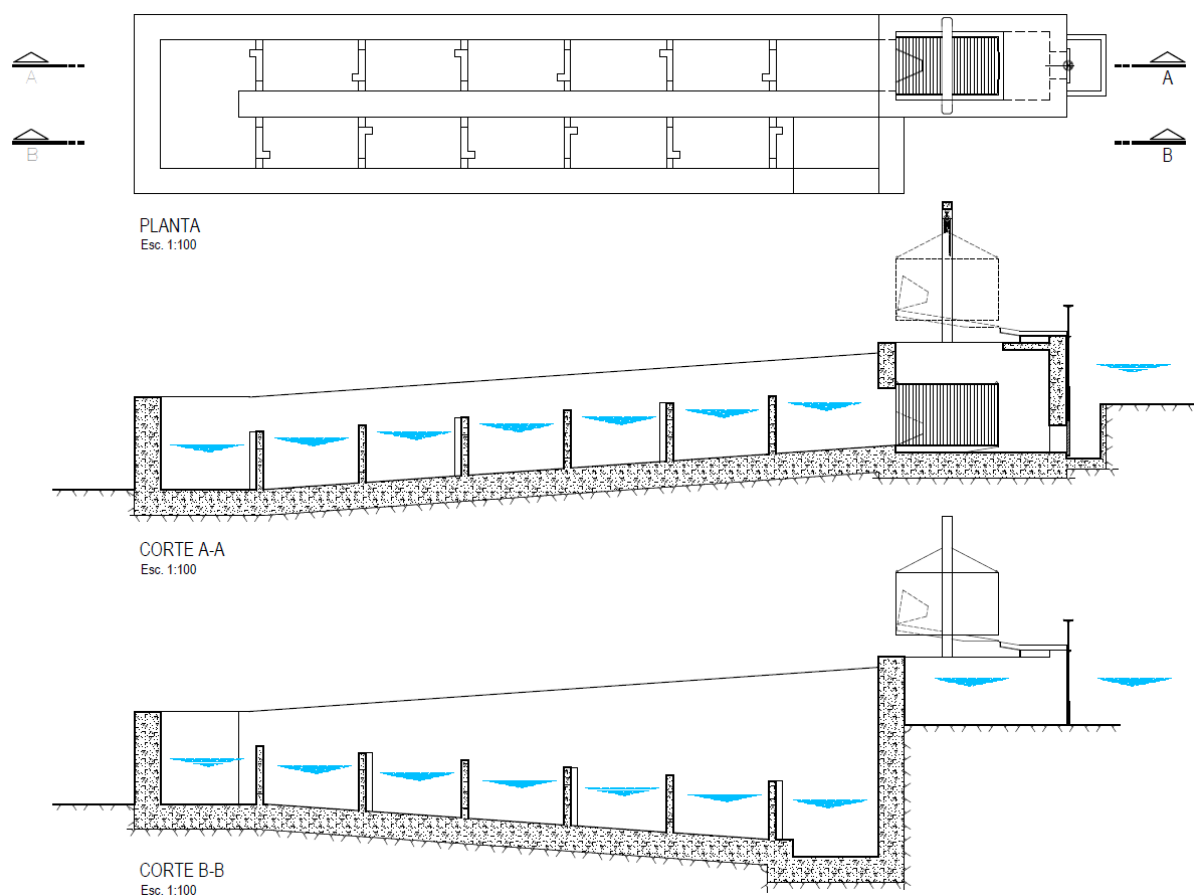


Figura 6.5 – Local 2. Dispositivo fixo de captura proposto: solução-tipo.

As características essenciais e os parâmetros da análise comparativa entre os locais analisados apresentam-se no **Quadro 6.1**.

Quadro 6.1 – Síntese das características e parâmetros de análise comparativa dos locais de implantação do dispositivo de captura fixo.

Caraterísticas	Local 1	Local 2
Distância à barragem do Pisão (m)	1 000	4 000
Local de implantação	Leito do rio (junto à margem direita) imediatamente a jusante da barreira natural existente	Açude existente alvo de requalificação ecológica
Solução de tomada de água / caudal de atratividade	By-pass ao circuito de caudal ecológico da barragem do Pisão com prolongamento da conduta até ao dispositivo de captura fixo	Açude tradicional existente
Solução para o dispositivo fixo de captura	Bacias sucessivas + cuba	Bacias sucessivas + cuba

Caraterísticas	Local 1	Local 2
Funcionamento	Apenas como dispositivo de captura fixo durante os meses de captura	Dispositivo fixo de captura durante o período previsto e passagem para peixes fora do período de captura e translocação
Parâmetros de análise	Local 1	Local 2
Estrutura a intervir no âmbito da “Implementar um plano de promoção de conectividade fluvial ao longo da ribeira de Seda.”	Não	Sim
Custo de manutenção	Significativo (manutenção da conduta de by-pass; maior suscetibilidade a obstruções do dispositivo fixo dada à sua localização)	Moderado (operações de limpeza)
Acesso	Construção de acesso	Reabilitação do acesso existente
Ecologia	Os exemplares em migração ascendente terão de ultrapassar os dois açudes tradicionais (através dos sistemas de transposição a instalar) antes de alcançar o dispositivo.	Os exemplares em migração ascendente serão “capturados” no segundo açude tradicional existente.
Possibilidade de interação com uma solução de valorização do património da ribeira de Seda	Não	Sim (permitirá a reabilitação do moinho adjacente ao açude – ver DT 16 – E.38, E.41, E.42.)

Ponto de vista ecológico

Do ponto de vista ecológico, o número de peixes em migração que irá alcançar o **Local 2** será certamente superior ao do **Local 1**. Tal facto resulta do **Local 2** se localizar mais próximo do setor da ribeira de Seda com maior capacidade de suporte para as espécies nativas alvo, além de que para alcançarem o Local 1, os exemplares piscícolas têm obrigatoriamente de ultrapassar o **Local 2**, através de um dispositivo de transponibilidade piscícola.

Ponto de vista económico

Do ponto de vista económico o **Local 2** revela-se mais ajustado, pois a infraestrutura aí existente irá ser intervencionada no âmbito do **DT 05 – E.18.** ao invés do **Local 1** – que por ser uma barreira natural não terá nenhuma intervenção –, sendo assim possível otimizar os custos de construção com a conciliação das intervenções. Acresce ainda assinalar que no

Local 2 as despesas de manutenção serão menos significativas às do **Local 1**, dado que existirá uma conduta de adução ao circuito com uma extensão considerável.

Ponto de vista de impacte sobre o ecossistema

Por outro lado, do ponto de vista de impacte sobre o ecossistema, o **Local 2** irá apresentar uma menor magnitude de intervenções, pois apenas necessitará da beneficiação de um acesso existente em cerca de 200 m, enquanto, no **Local 1** será necessário contruir um acesso com cerca de 1 300 m de extensão.

Ponto de vista de valorização integrada de património e ecossistemas aquáticos

Por fim, o **Local 2** permitirá uma interação com uma solução de valorização do património da ribeira de Seda através da reabilitação do moinho adjacente ao açude (ver **DT 16 – E.38., E.41., E.42.**).

Síntese

De acordo com a análise comparativa apresentada acima, o **Local 2** revela ser uma solução mais vantajosa.

6.2.3 Transporte e libertação

Os exemplares capturados na estrutura fixa durante o período pré-reprodutivo/reprodutivo (março a maio) serão sequencialmente transportados para montante. Numa primeira fase serão colocados em caixas/tanques arejados (com oxigenadores portáteis) e protegidos da influência direta dos raios solares. Posteriormente, e após seleção dos exemplares/espécies a translocar, serão transferidos para “veículos tanque” adequados ao transporte piscícola, que irão realizar a deslocação até ao local de libertação, a montante da futura barragem, na ribeira de Seda e, eventualmente, em alguns dos seus principais afluentes (e.g., ribeira da Lixosa). Deverá ser garantido que os locais recetores dos exemplares translocados possuem condições adequadas de sobrevivência e para o êxito da reprodução.

Este processo deverá ser acompanhado por técnicos veterinários, sendo que todos os exemplares de espécies exóticas serão suprimidos⁵. De forma a assegurar as condições adequadas de captura, manuseamento, transporte e devolução dos indivíduos ao meio aquático, serão salvaguardados, nomeadamente, os seguintes aspetos:

- Prevenção do stress fisiológico dos peixes capturados e subsequente manuseamento, realizando as capturas, transporte e devolução nos períodos do dia menos quentes (início e final do dia).

⁵ Numa primeira fase utilizando gelo para baixar o metabolismo e depois mergulhados em álcool visto ser uma metodologia aceite pela comunidade científica (e.g., Blessing *et al.*, 2010) como induzindo menor sofrimento na eliminação de espécimes piscícolas, e posteriormente levados a destino final adequado e licenciado

- Utilização de tanques de transporte providos de sistemas de arejamento (uso de oxigénio) durante o transporte das diferentes espécies, dimensionados para a carga piscícola a transportar.
- Devolução dos exemplares piscícolas ao meio aquático após observação do seu estado sanitário.
- Libertação dos exemplares em várias secções fluviais selecionadas.
- Eliminação de todos os exemplares de espécies alienígenas capturados.

Deverá também ser garantido que as translocações não provocam situações de desequilíbrio nas associações piscícolas presentes nos setores fluviais recetores, o que deverá ser acompanhado através de monitorização.

Todos os exemplares das espécies potamódromas capturados no dispositivo fixo entre março e maio de cada ano serão translocados para montante. O número de exemplares das outras espécies alvo (*S. alburnoides* e *S. carolitertii*) a translocar deverá obedecer aos princípios abaixo enunciados para a transposição descendente.

6.3 MIGRAÇÃO DESCENDENTE

6.3.1 Pressupostos

As migrações descendentes (montante-jusante) são geralmente consideradas como um processo passivo e menos exigente em termos de esforço, na medida em que a deslocação é efetuada a favor da corrente, mas tem vindo a granjear relevo nos últimos anos por forma a assegurar a mobilidade longitudinal da ictiofauna (Jungwith, 1998; Marmulla, 2001; Larinier, 2008).

A transposição descendente terá assim como objetivo limitar o isolamento genético entre as populações de espécies nativas existentes a montante e a jusante da barragem (particularmente barbo-comum, boga-comum, mas também, para o escalo-do-Sul e o bordalo).

6.3.2 Sistema de captura

A transposição descendente será garantida através da translocação de exemplares das espécies alvo capturados através de pesca elétrica, a montante da barragem do Pisão, para setores lóticos da ribeira de Seda a jusante da referida barragem – ou mesmo a jusante da barragem do Maranhão –, e eventualmente em alguns dos seus principais afluentes.

Propõe-se concretizar a translocação descendente com uma periodicidade de 3 anos, eventualmente ajustável face aos resultados do Plano de Monitorização a implementar.

No que respeita ao número de exemplares a translocar, deverá ter-se presente um dos pressupostos da genética de conservação, *one migration per generation rule* (e.g., Mills e

Allendorf, 2005), que defende ser suficiente garantir a introdução na subpopulação de um reduzido número de exemplares reprodutores para limitar significativamente a perda de polimorfismos e heterozigotia entre populações, assegurando a diversidade genética.

Assim, propõe-se a translocação para jusante de cerca de 100 exemplares das várias espécies-alvo, distribuídos por 4 conjuntos de 25. O universo de espécimes a capturar deverá integrar peixes jovens (exemplares 1+), mas também reprodutores (exemplares \geq 2+), devendo o processo decorrer no outono.

6.3.3 Transporte e libertação

Após a captura, e tal como para a translocação ascendente, os exemplares serão colocados em contentores oxigenados e conduzidos rapidamente para os locais recetores. Estes deverão ser ponderados face à dimensão média dos exemplares a translocar. Refira-se que, no caso dos exemplares juvenis, os locais de colocação não deverão incluir o trecho fluvial imediatamente a montante do NPA da albufeira do Maranhão (bem como na própria albufeira), pela ocorrência de espécies piscícolas piscívoras [e.g., *Lucioperca* (*Sander lucioperca*), achigã (*Micropterus salmoides*)].

7 PLANO DE MONITORIZAÇÃO

A eficácia do sistema de transposição proposto será acompanhada através de um programa de monitorização, orientado para a avaliação do comportamento das espécies piscícolas alvo, em especial durante os períodos de migração reprodutiva.

Este programa afigura-se primordial no sentido de avaliar, em particular, a evolução das espécies potamódromas, devendo ser enquadrado com o elemento fauna piscícola do Programa de Monitorização da fase de exploração do AHFM do Crato.

Uma fração dos exemplares translocados será marcada com *PIT-tags* (*passive integrated transponder*) e a sua evolução nos locais de translocação será acompanhada através da utilização de leitores portáteis.

O Programa de Monitorização proposto também deverá considerar uma componente de avaliação genética, de forma a detetar eventuais perdas de diversidade, a montante ou a jusante da infraestrutura. O Programa deverá decorrer ao longo da Fase de Exploração do AHFM do Crato, sendo que a deteção de qualquer perda de diversidade terá como consequência o incremento no número de exemplares a translocar.

Para a avaliação genética poderão ser utilizados os marcadores específicos das espécies-alvo, obtidos no projeto FISHATLAS (<https://www.fishatlas.net/>), que teve como principal objetivo a caracterização da estrutura genética das populações das espécies nativas da antiga família Cyprinidae. O material genético a analisar deverá ser retirado dos exemplares a translocar, sendo a unidade de trabalho por ano de translocação, de acordo com o protocolo do projeto anteriormente identificado, de pelo menos 20 exemplares por espécie.

8 CONCLUSÕES

Do ponto de vista ecológico e técnico, e em função do enquadramento da barragem do Pisão na rede hídrica e das comunidades piscícolas atualmente presentes, a solução envolvendo a estrutura fixa de captura e posterior transporte apresenta-se como a mais eficaz e vantajosa para mitigar o efeito de barreira da futura barragem do Pisão.

A solução proposta possibilita a seleção dos exemplares em migração para montante ao longo da ribeira de Seda, capturados na estrutura fixa e posteriormente transportados para vários troços recetores. Será também possível concretizar a seleção dos exemplares a translocar, com a remoção dos *taxa* exóticos.

De entre os dois potenciais locais estudados para implantação do dispositivo fixo, a análise efetuada conclui que o **Local 2** (ver **Capítulo 6**) se revela ser uma solução mais vantajosa do ponto de vista ecológico, económico, de impacte sobre o ecossistema e também uma proposta de valorização integrada de património e dos ecossistemas aquáticos.

Complementarmente, será promovida a transposição descendente da barragem do Pisão com recurso a translocação ativa.

Assim, em síntese, a proposta final é a apresentada no **Quadro 8.1**.

Quadro 8.1 – Proposta de dispositivo de transposição para a fauna piscícola.

Tipo de migração	Ascendente	Descendente
Sentidos	Jusante-Montante	Montante-Jusante
Forma	Sistema de captura fixo (Local 2) + translocação	Captura ativa + translocação
Época	Período pré-reprodutivo (geralmente na primavera, de março a maio)	Outono
Periodicidade	Anualmente , ao longo do período da concessão	A cada três anos , ao longo do período da concessão

A solução integrada proposta considera também o seguimento permanente da evolução das associações piscícolas na ribeira de Seda, a jusante e a montante da barragem do Pisão, com o objetivo de avaliar o sucesso das ações concretizadas. Para tal, será implementado o Plano de Monitorização definido no **Capítulo 7**.

BIBLIOGRAFIA

- Blessing, J. J., Marshall, J. C. e S. R. Balcombe (2010), Humane killing of fishes for scientific research: a comparison of two methods. *Journal of Fish Biology* **76**: 2571-2577.
- Clay, C. H. (1995). *Design of fishways and other fish facilities* - 2nd Edition. Lewis Publishers, CRC Press, Inc.
- Jungwirth M. (1998). River continuum and fish migration - going beyond the longitudinal river corridor in understanding ecological integrity. In M. Jungwirth; S. Schmutz e S. Weiss (Edts.), *Fish migration and fish bypasses*. Vienna, Austria. pp 19-32.
- Larinier, M. (2002). Fishways - general considerations. *Bulletin Français de la Peche et de la Pisciculture* **364**: 21-27.
- Larinier, M. (2008). Fish passage experience at small-scale hydro-electric power plants in France. *Hydrobiologia* **609**:97-108.
- Lucas, M. C. e E. Baras (2001). *Migration of freshwater fishes*. Blackwell Science, Oxford.
- Marmulla, G. (Edt.) (2001). *Dams, fish and fisheries - opportunities, challenges and conflict resolution*. FAO Fisheries Technical Paper nº. 419. Rome, FAO.
- Mills, L. S. e F. W. Allendorf (2005). The one-migrant-oper-generation rule in conservation and management. *Conservation Biology* **10**(6): 1509-1518.
- Nicola, G. G.; Elvira, B. e A. Almodóvar (1996). Dams and fish passage facilities in the large rivers of Spain: effects on migratory species. *Archives Hydrobiology*. **113**(1-4): 375-379.
- Petts, G. E. (1984). *Impounded rivers. Perspectives for ecological management*. John Wiley e Sons. Wiltshire
- Porcher, J. P. e F. Travade (2002). Fishways: biological basis, limits and legal considerations. *Bulletin Français de la Peche et de la Pisciculture* **364**: 9-20.
- Silva, A. T., Lucas, M. C., Castro-Santos, T., Katopodis, C., Baumgartner, L. J., Thiem, J. D., Aarestrup, K., Pompeu, P. S., O'Brien, G. C., Braun, D. C., Burnett, N. J., Zhu, D. Z., Fjeldstad, H. P., Forseth, T., Rajaratnam, N., Williams, J. G. e S. J. Cooke (2018). The future of fish passage science, engineering, and practice. *Fish Fish*. **19**: 340-362.



Rua do Mar da China, 1 - Escritório 2.4 • Parque das Nações, 1990-137 Lisboa • Portugal
Telefone (+351) 21 752 01 90 • Fax (+351) 21 752 01 99 • E-mail geral@aqualogus.com
www.aqualogus.com