



AÇÕES DE CONSERVAÇÃO E GESTÃO PARA PEIXES MIGRADORES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO VOUGA

CONSERVATION AND MANAGEMENT ACTIONS
FOR MIGRATORY FISH IN THE VOUGA RIVER BASIN

(LIFE16 ENV/PT/000411)

- Entregável - Ação B7 -

Manual de Boas Práticas e Orientações de Gestão de Açudes alvo de intervenções com vista à Manutenção da Continuidade Fluvial



Trabalhos realizados no âmbito do projeto LIFE ÁGUEDA (LIFE16 ENV/PT/000411), com o financiamento do Programa para o Ambiente e a Ação Climática (LIFE) e contributos diretos para a conservação de espécies e habitats da Rede Natura 2000. Cofinanciado pela EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A.



UNIVERSIDADE
DE ÉVORA



MARE



Apoios Parceiros Coordenação

- Deliverable - Action B7 -

Good Practices and Guidelines for the Management of Weirs subject to interventions aimed at Maintaining River Continuity



Financiado pelo Programa LIFE para o Ambiente e Ação Climática



Elaborado por:

Hidráulica e Hidrologia: Pedro Marques¹, Isabel Pragana¹

Ambiente: Filipa Reis¹, Paulo Pinheiro¹

¹ AQUALOGUS, Engenharia & Ambiente, Lda.

ÍNDICES

TEXTO	Pág.
Executive Summary	5
Sumário Executivo	6
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento Geral	1
1.2. Organização Do Manual	1
1.3. Entidades Alvo	2
2. Equandramento Legislativo	4
3. Importância Da Conectividade Fluvial Para A Fauna Aquática	6
4. Sistemas De Transposição Piscícola	7
4.1. Considerações Gerais	7
4.2. Bacias Sucessivas	8
4.3. Passagens Naturalizadas	10
4.4. Monitorização E Avaliação Da Eficácia	13
5. Boas Práticas De Manutenção Da Continuidade Fluvial Nos Açudes	15
5.1. Considerações Gerais	15
5.2. Ações De Inspecção	16
5.3. Ações De Manutenção	17
5.4. Ações De Monitorização	18
6. Recursos Técnicos E Meios A Disponibilizar	18
7. Referências Bibliográficas	20

FOTOGRAFIAS

Pág.

Fotografia 4.1 – Dispositivos de bacias sucessivas instalados em diversos açudes: AG3 e AG8.....	9
Fotografia 4.2 – Dispositivos de passagens naturalizadas, particularmente rampa de blocos (AG9 e AG10) e canal bypass (AL5).	13

FIGURAS

Pág.

Figura 4.1 – Esquema ilustrativo de uma passagem por bacias sucessivas de carácter sazonal.	9
Figura 4.2 – Esquema ilustrativo de uma passagem em canal <i>bypass</i>	11
Figura 4.3 – Esquema ilustrativo de uma passagem através de uma rampa de blocos.....	12

Executive Summary

This *Good Practices and Guidelines for the Management of Weirs subject to interventions aimed at Maintaining River Continuity* forms part of Action B7 of the LIFE Águeda project (LIFE16 ENV/PT/000411) and is intended to support the entities responsible for the management, operation and maintenance of weirs in ensuring river continuity and protecting fish communities, particularly priority migratory species.

River continuity is essential for compliance with the Water Framework Directive and other legislation concerning the movement of aquatic species. The presence of weirs and other transverse barriers can fragment habitats, hinder migratory movements, alter sediment dynamics and compromise the ecological status of rivers. Accordingly, this Manual sets out recommendations to ensure that such infrastructures are operated in a manner compatible with the conservation of freshwater ecosystems.

The document describes the main types of fish passage devices (PPPs) suitable for small weirs—namely pool-and-weir systems, block ramps and bypass channels—and provides guidance on their design, operation and ecological integration. It also emphasises the importance of hydraulic and biological monitoring processes, which are crucial for evaluating the effectiveness of these structures and ensuring they enable the passage of different species and life stages.

The Manual further clarifies the roles and responsibilities of the Infrastructure Owner and the Operating Entity, highlighting the need for close coordination between them. It sets out standard procedures for inspections, preventive and corrective maintenance, and monitoring - essential to prevent debris obstruction, detect structural anomalies and ensure adequate attraction and passage conditions.

Finally, it identifies the technical, human and operational resources required for effective management, including the importance of multidisciplinary teams, systematic record-keeping of actions carried out, and compliance with safety rules during fieldwork.

This Manual is therefore a practical tool that contributes to the central objectives of LIFE Águeda: restoring river connectivity, improving the ecological status of rivers in the Vouga basin, and promoting the conservation of migratory fish species, by providing clear and applicable guidance for the sustainable management of hydraulic infrastructures.

Sumário Executivo

O presente *Manual de Boas Práticas e Orientações de Gestão de Açudes alvo de intervenções com vista à Manutenção da Continuidade Fluvial* integra a Ação B7 do projeto LIFE Águeda (LIFE16 ENV/PT/000411) e tem como finalidade apoiar as entidades responsáveis pela gestão, operação e manutenção de açudes na garantia da continuidade fluvial e na proteção das comunidades piscícolas, especialmente das espécies migradoras prioritárias.

A continuidade fluvial é essencial para o cumprimento da Diretiva-Quadro da Água e restante legislação nacional relativa à circulação de espécies aquícolas. A existência de açudes e outras barreiras transversais pode fragmentar habitats, impedir movimentos migratórios, alterar o regime sedimentar e comprometer o bom estado ecológico dos rios. Assim, o Manual sistematiza recomendações que asseguram que estas infraestruturas são operadas de forma compatível com a conservação dos ecossistemas dulçaquícolas.

O documento descreve os principais dispositivos de transposição piscícola (PPP) aplicáveis a açudes de pequena dimensão, nomeadamente bacias sucessivas, rampas de blocos e canais bypass, e apresenta orientações para o seu dimensionamento, operação e integração ecológica. Adicionalmente, salienta a importância de processos de monitorização hidráulica e biológica, fundamentais para avaliar a eficácia das estruturas e garantir que permitem a transposição de diferentes espécies e estágios de vida.

O Manual clarifica ainda os papéis e responsabilidades do Dono de Obra e da Entidade Exploradora, reforçando a necessidade de coordenação entre ambas. Define procedimentos padronizados para inspeções, manutenção preventiva e corretiva e monitorização, essenciais para prevenir obstruções por detritos, detetar anomalias estruturais e assegurar condições adequadas de atratividade e passagem.

Por fim, são apresentados os recursos técnicos, humanos e operacionais necessários para uma gestão eficaz, incluindo a importância de equipas multidisciplinares, registos sistemáticos das ações realizadas e cumprimento das normas de segurança em trabalho de campo.

Este Manual constitui, assim, uma ferramenta prática que contribui para os objetivos centrais do LIFE Águeda: restaurar a conectividade fluvial, melhorar o estado ecológico dos rios da bacia do Vouga e promover a conservação das espécies piscícolas migradoras, oferecendo orientações claras e aplicáveis para uma gestão sustentável das infraestruturas hidráulicas.

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO GERAL

O presente Manual de Boas Práticas **insere-se na sub-ação B7.1 - Produção e disseminação de Guias de Boas Práticas**, que inclui para além do presente **Manual referente à Gestão dos Açudes e Manutenção da Continuidade Fluvial**, o Manual de Orientações para a Gestão da Pesca e Mecanismos de Regulação anual do esforço da Pesca e o Manual de Boas Práticas relativas à Gestão para a Manutenção de Habitats Ripícolas.

O presente documento constitui o Manual de Boas Práticas referente à **Gestão dos Açudes e Manutenção da Continuidade Fluvial**.

1.2. ORGANIZAÇÃO DO MANUAL

O presente **Manual de Boas Práticas de Gestão dos Açudes e Manutenção da Continuidade Fluvial** é constituído por sete capítulos incluindo o presente capítulo Introdutório, onde é efetuado um enquadramento geral, é descrita a organização do manual e as entidades alvo do presente manual.

O **Capítulo 2** constitui um enquadramento legislativo e o **Capítulo 3** remete para a importância da continuidade fluvial para a fauna aquática.

No **Capítulo 4** são apresentados os diversos tipos de dispositivos de transponibilidade piscícola, bem como algumas considerações sobre a monitorização da eficácia dos mesmos. As Boas Práticas recomendadas são apresentadas no **Capítulo 5** e os recursos técnicos e meios a disponibilizar no **Capítulo 6**.

Por último, as referências bibliográficas constam do **Capítulo 7**.

1.3. ENTIDADES ALVO

A gestão e manutenção de açudes requer a atuação de diferentes profissionais inseridos em áreas diversas, com o objetivo primordial de garantir a funcionalidade das infraestruturas e consequentemente a sua eficácia.

Neste processo de gestão e manutenção destacam-se duas grandes entidades que poderão ou não pertencer à mesma jurisdição, particularmente o **Dono de Obra** e a **Entidade Exploradora**.

O **Dono de Obra** é a entidade responsável pela promoção de uma infraestrutura, desde as suas fases de conceção e construção até à sua exploração e, eventualmente, abandono e demolição. Tipicamente, este tipo de infraestruturas pertencem a entidades públicas, particularmente autarquias e juntas de freguesia, podendo, no entanto, pertencerem a empresas privadas, que promovem a construção e exploração deste tipo de infraestruturas com objetivos variados. No que respeita à exploração das infraestruturas, poderá ser efetuada diretamente pelo Dono de Obra ou ser delegada a uma **Entidade Exploradora**.

As principais responsabilidades de cada entidade são enquadradas em seguida. Caso o Dono de Obra constitua também a Entidade Exploradora as funções são cumulativas. De notar que perante a(s) Autoridade(s) (Estado) com tutela sobre determinada infraestrutura, o Dono de Obra é o responsável pela infraestrutura.

Assim, cabe ao **Dono de Obra**:

- Obter as licenças e autorizações necessárias para a construção e exploração;
- Garantir que a infraestrutura cumpre os requisitos legais e técnicos, a que está obrigada;
- Garantir as condições de segurança e funcionalidade da infraestrutura,
- Garantir as necessárias medidas periódicas de conservação, manutenção e reparação;

- Suportar os encargos inerentes à exploração infraestrutura, incluindo os relativos à conservação, manutenção e reparação;
- Comunicar com a(s) Autoridade(s) competentes, garantindo o cumprimento das exigências legais.

Cabe à Entidade Exploradora:

- A operação e monitorização contínua da infraestrutura de forma a garantir a segurança estrutural e funcional;
- Executar as necessárias operações de manutenção preventiva e/ou corretiva necessárias para o correto funcionamento da infraestrutura;
- A gestão dos riscos associados à infraestrutura;
- Comunicar e cooperar com o Dono de Obra, garantindo a adequada monitorização e manutenção da infraestrutura.

Na gestão da exploração e manutenção das infraestruturas deverá estar envolvida uma equipa multidisciplinar que deverá ser gerida pelos seguintes responsáveis:

Responsável Gestão:

- Garantir o cumprimento das normas e das exigências regulamentares (estruturais e ambientais);
- Definir critérios de monitorização e indicadores de eficácia e funcionalidade;
- Avaliar a necessidade de promoção de programas de mitigação de eventuais impactos causados pela infraestrutura;
- Avaliar os dados de monitorização e propor medidas de melhoria de operação das infraestruturas.

Responsável Operação e Manutenção:

- Gestão e execução das ações de monitorização, operação e manutenção das infraestruturas;

- Promoção das inspeções de rotina para identificação de possíveis anomalias da infraestrutura.

Os responsáveis deverão gerir a equipa Operacional, que deverá ter as seguintes funções:

- Execução das operações de manutenção com a periodicidade definida pelo responsável Operação e manutenção;
- Execução das operações de monitorização do funcionamento dos dispositivos de transponibilidade, quando definido;
- Implementação dos programas de conservação para mitigação de impactos, quando definidos;
- Execução de ações de resposta rápida a possíveis incidentes e inoperacionalidade das infraestruturas e dispositivos associados.

A garantia de uma correta gestão, operação e manutenção das infraestruturas deverá ser conseguida através da coordenação, comunicação e partilha de dados constante entre os diversos elementos da equipa multidisciplinar.

2. EQUANDRAMENTO LEGISLATIVO

A **Diretiva-Quadro da Água** (DQA, Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2000) incorporou no sistema jurídico europeu – transposta para o ordenamento jurídico interno pela **Lei da Água** (Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, na sua redação atual) – 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 2027. A DQA incorpora implicitamente a temática dos dispositivos de transposição piscícola pela necessidade de atingir o bom estado ecológico dos ecossistemas aquáticos sendo, para o efeito, fundamental garantir a conectividade longitudinal, já que a fauna piscícola é um dos elementos biológicos da classificação de estado.

A nível da legislação nacional, a **Lei da Pesca em Águas Interiores** (Lei n.º 7/2008, de 15 de fevereiro, na sua redação atual), assinala a obrigatoriedade de promover a circulação da ictiofauna, já que o nº 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”*.

O **Regime Jurídico da Pesca em Águas Interiores** (Decreto-Lei n.º 112/2017, de 6 de setembro, na sua redação atual) definiu explicitamente *Conetividade longitudinal*, como a existência de ligação ao longo do curso de água, possibilitando a circulação da fauna aquática no sentido jusante - montante e em sentido inverso. Acrescentando também a definição de *Passagem Para Peixes (PPP)*, como o dispositivo que visa assegurar a transposição de infraestruturas hidráulicas ou outros obstáculos pelas espécies da fauna piscícola.

Os **Planos de Gestão das Regiões Hidrográficas (PGRH)** em vigor (Resolução do Conselho de Ministros n.º 62/2024, de 3 de abril) – continuam a identificar nos respetivos Programas de Medidas várias ações relacionadas com a redução das pressões hidromorfológicas, incluindo algumas diretamente ligadas com a conetividade, particularmente a medida identificada como *“PTE3P01 - Promover a continuidade longitudinal”*.

Recentemente foi aprovado pelo Parlamento Europeu em 27 de fevereiro de 2024, a **Lei do Restauro da Natureza (LRN)**, que abrange todo o continente europeu sendo um elemento constituinte da Estratégia de Biodiversidade da UE/2030 de maio de 2020. A LRN visa a recuperação de pelo menos 30% dos habitats terrestres (incluindo águas interiores) e marinhos da União Europeia (EU) que não estejam em boa condição até 2030 (pelo menos 60% até 2040 e 90% até 2050). Entre as medidas propostas, destaca-se a obrigação dos Estados-Membros assegurarem a manutenção da conectividade fluvial restaurada.

3. IMPORTÂNCIA DA CONECTIVIDADE FLUVIAL PARA A FAUNA AQUÁTICA

Um dos principais impactes ecológicos associados à construção de uma infraestrutura transversal a um curso de água resulta do efeito de barreira que estas infraestruturas impõem, em particular para a deslocação da ictiofauna. 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 restritos ao longo do sistema dulçaquícola). Além dos *taxa* alvo potencialmente presentes, o efeito de barreira é influenciado pela altura do obstáculo e pelo seu local de implantação na rede hidrográfica, para além do impacto cumulativo de outras eventuais barreiras transversais existentes.

A **perda de continuidade fluvial** apresenta diversas consequências, as quais se destacam:

- Alteração e fragmentação dos ecossistemas lóticos, influenciando a manutenção da biodiversidade e a disponibilidade de habitat, potenciando o isolamento genético ou até mesmo a extinção de determinadas espécies;
- Redução da ocorrência e abundância de peixes migradores, diminuindo a sua mobilidade e alterando os seus ciclos de vida, impedindo que alcancem as suas áreas de reprodução e alimentação;
- Alteração da qualidade de água e equilíbrio ecológico influenciando a circulação de nutrientes e sedimentos que poderão por exemplo conduzir à proliferação de algas e redução de níveis de oxigénio dissolvido;
- Perturbação dos ciclos de deposição/erosão de sedimentos.

Desta forma, a **mitigação da redução e/ou perda da conectividade fluvial** passa pela preconização de diversas soluções, tais como:

- Remoção total ou parcial de barreiras obsoletas, sem qualquer tipo de uso e finalidade associados;
- Preconização de dispositivos de transposição para as espécies piscícolas alvo;

- Promoção da implementação de Regimes de Caudal Ecológico (RCE) através de dispositivos dedicados e dimensionados de acordo com a legislação;
- Promoção da transposição de sedimentos acumulados/depositados para jusante.

4. SISTEMAS DE TRANSPOSIÇÃO PISCÍCOLA

4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

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:

- i) Incitá-los a deslocarem-se para montante através de uma estrutura onde circule água – PPP em sentido restrito (bacias sucessivas ou deflectores);
ou
- ii) 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).

Para além dos dispositivos clássicos de transposição, existem também procedimentos sistematizados que, permitem mitigar o efeito de barreira das barragens através da captura (e.g., através de pesca elétrica, estações de capturas fixa), transporte e devolução dos exemplares capturados.

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 ciprinídeos, leuciscídeos, salmonídeos ou de migradores diádromos.

O dimensionamento de um dispositivo de transposição piscícola deve considerar determinados aspetos comportamentais das espécies alvo. Assim, as velocidades de

escoamento na passagem para peixes devem, simultaneamente, ser compatíveis com as capacidades natatórias e ter a capacidade de atrair as espécies piscícolas consideradas, face aos caudais que circulam no rio.

O presente Manual de Boas Práticas incidirá em dispositivos de transposição piscícola tipicamente associados a obstáculos de altura reduzida como são exemplos os açudes. Estes dispositivos podem ser constituídos por passagens de bacias sucessivas ou apresentarem um carácter naturalizado como são exemplo as rampas de blocos e os canais *bypass*.

4.2. BACIAS SUCESSIVAS

As passagens de bacias sucessivas foram o primeiro tipo de dispositivo de transposição construído para fazer face a obstáculos naturais ou artificiais, sendo frequentemente utilizadas em França durante o século XIX (*e.g.*, Marmulla, 2001; Larinier e Marmulla, 2004).

São vulgarmente denominadas por escada de peixes, dada a sua configuração se basear em bacias escalonadas em forma de degraus, formando um canal transponível pelos peixes em migração. O princípio geral do funcionamento consiste em dividir o desnível a vencer em várias quedas consecutivas de menor dimensão, através da construção de pequenas bacias que escoam água entre si de montante para jusante (FAO, 2002).

Existem dois tipos base de passagens por bacias sucessivas. Um, no qual a comunicação entre bacias é efetuada por descarregadores de superfície e orifícios de fundo, ficando estas estruturas instaladas no septo que divide as bacias consecutivas; e outro, no qual a deslocação pode ser realizada por fendas verticais, existentes ao longo do septo.

Os indivíduos transpõem as bacias nadando na coluna de água, ou em algumas situações por salto, sendo que estas alternativas derivam do tipo de descarregador instalado. Para além de permitirem a comunicação entre bacias, os descarregadores apresentam outras funções, nomeadamente a disponibilização de áreas de repouso para os peixes, para além de assegurarem a dissipação da energia da água, evitando o seu transporte ao longo da passagem (*e.g.*, Marmulla, 2001; Larinier, 2002; Alvarez-Vázquez, *et al.*, 2008).

Este tipo de passagem para peixes é indiscutivelmente o de utilização mais comum em Portugal, sobretudo quando se pretende vencer desníveis pouco pronunciados. Estas poderão assumir uma construção de carácter permanente recorrendo-se a materiais como

o betão armado, ou caso sejam de carácter sazonal, assumir configurações mais naturalizadas recorrendo a materiais como a madeira, tal como ilustra a **Figura 4.1**

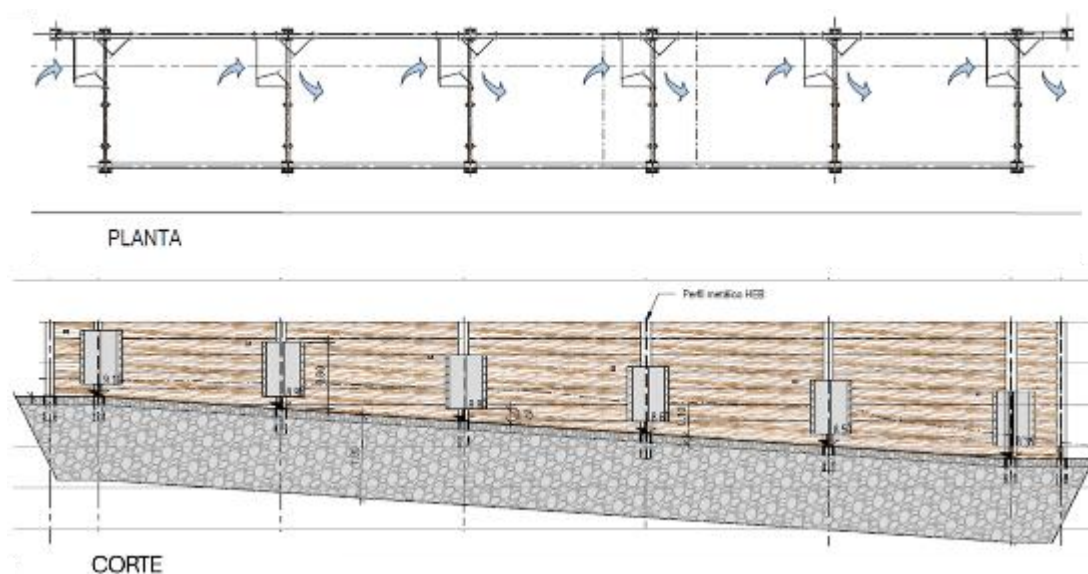


Figura 4.1 – Esquema ilustrativo de uma passagem por bacias sucessivas de carácter sazonal.

De seguida são apresentadas fotografias de dispositivos desta tipologia construídos e em funcionamento.



AG3



AG8

Fotografia 4.1 – Dispositivos de bacias sucessivas instalados em diversos açudes: AG3 e AG8.

4.3. PASSAGENS NATURALIZADAS

As passagens naturalizadas proporcionam uma alternativa face às estruturas de transposição tradicionais por bacias sucessivas, mimetizando um curso de água natural (Eberstaller *et al.*, 1998; Parasiewicz *et al.*, 1998; FAO, 2002). Estes tipos de dispositivos são preferencialmente direcionados para as comunidades ictiofaunísticas, mas podem ser utilizados também por macroinvertebrados e mesmo por mamíferos (*e.g.*, Parasiewicz *et al.*, 1998).

No seu planeamento são considerados pressupostos ecológicos, maioritariamente a manutenção da conectividade fluvial para todas as espécies e estados de maturidade, para além da capacidade de proporcionarem um habitat colonizável pelas diferentes comunidades. Um dos principais condicionalismos decorre da necessidade de serem aplicadas com declives pouco acentuados, preferencialmente 1-2%, podendo atingir no máximo os 5% (Gebler, 1998; Marmulla, 2001), o que limita a utilização deste tipo de estruturas para a transposição piscícola de grandes obstáculos. As principais vantagens derivam da facilidade com que a fauna aquática utiliza estas estruturas em ambos os sentidos (*e.g.*, Calles e Greenberg, 2009), sendo de salientar que se apresentam como o tipo de passagens para peixes que possibilita a realização de migrações descendentes sem perigos acrescidos para as diversas comunidades dulçaquícolas.

Segundo FAO (2002), são considerados três tipos de passagens naturalizadas: canais naturalizados ("*bypass*"), rampas e declives ("*bottom ramps and slopes*") e rampas para peixes ("*fish ramps*").

Os canais naturalizados são os de utilização mais vulgar e habitualmente designados de *bypass*. Consistem num canal que rodeia o obstáculo, sendo similar a um afluente ou canal lateral do rio principal (Gebler, 1998; FAO, 2002).

As rampas e declives (*bottom ramps and slopes*) são caracterizadas pela construção de um conjunto de pequenos açudes com material rochoso, que se estende por toda a largura do curso de água. O objetivo primordial é a suavização do gradiente hidráulico ao longo de

uma secção do perfil longitudinal do curso de água (Heimerl *et al.*, 2008), de forma a facilitar a mobilidade piscícola.

Por fim, as rampas de peixes (*fish ramps*) correspondem a estruturas integradas no próprio obstáculo a transpor (FAO, 2002). A base é revestida por substrato grosseiro (e.g., blocos, calhaus e pedras), espaçado com o intuito de criar pequenas cascatas que atenuam a velocidade da corrente, facilitando as deslocações dos exemplares ictiofaunísticos.

É uma tipologia de dispositivos de transposição que tem registado um grande incremento nos últimos anos em Portugal.

A **Figura 4.2** e **Figura 4.3** ilustram um esquema de uma passagem por bypass e uma passagem constituída por uma rampa de blocos.

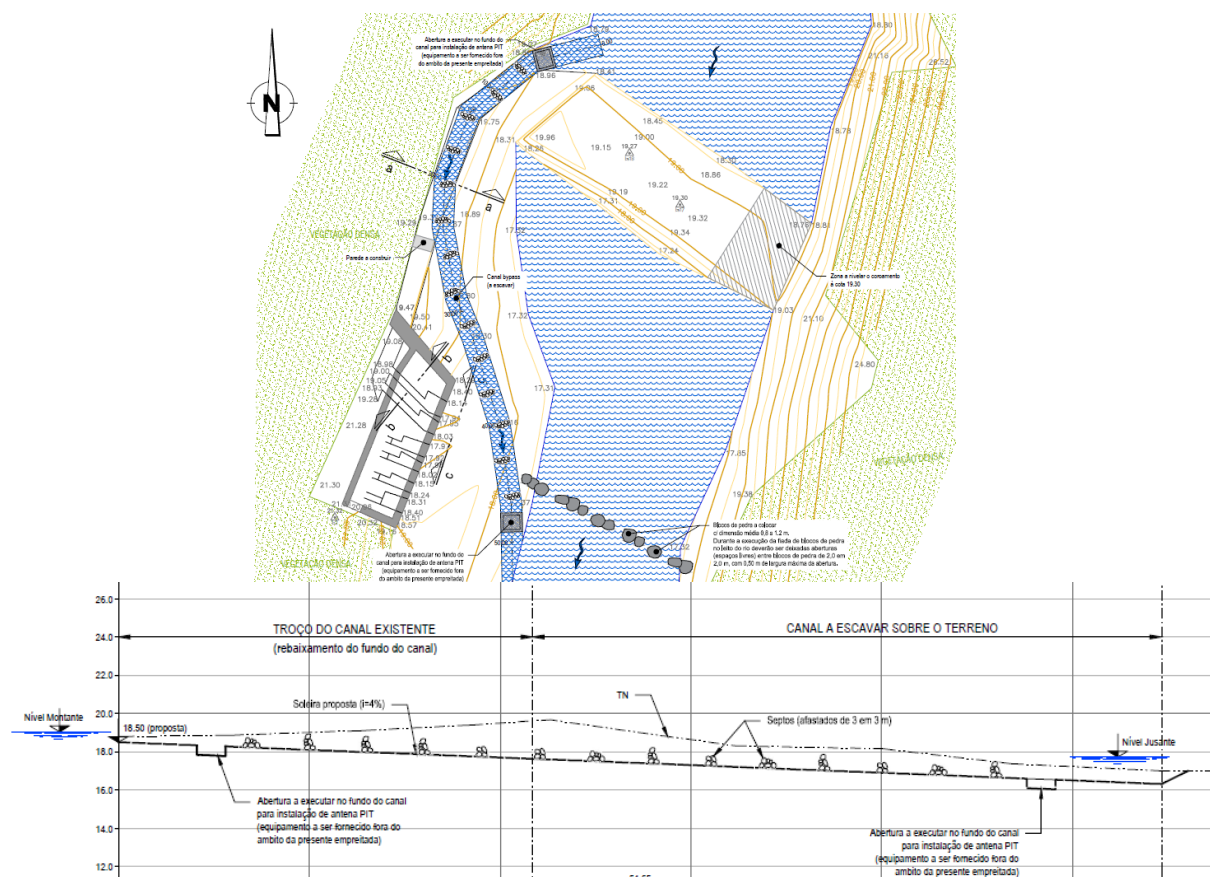


Figura 4.2 – Esquema ilustrativo de uma passagem em canal *bypass*.

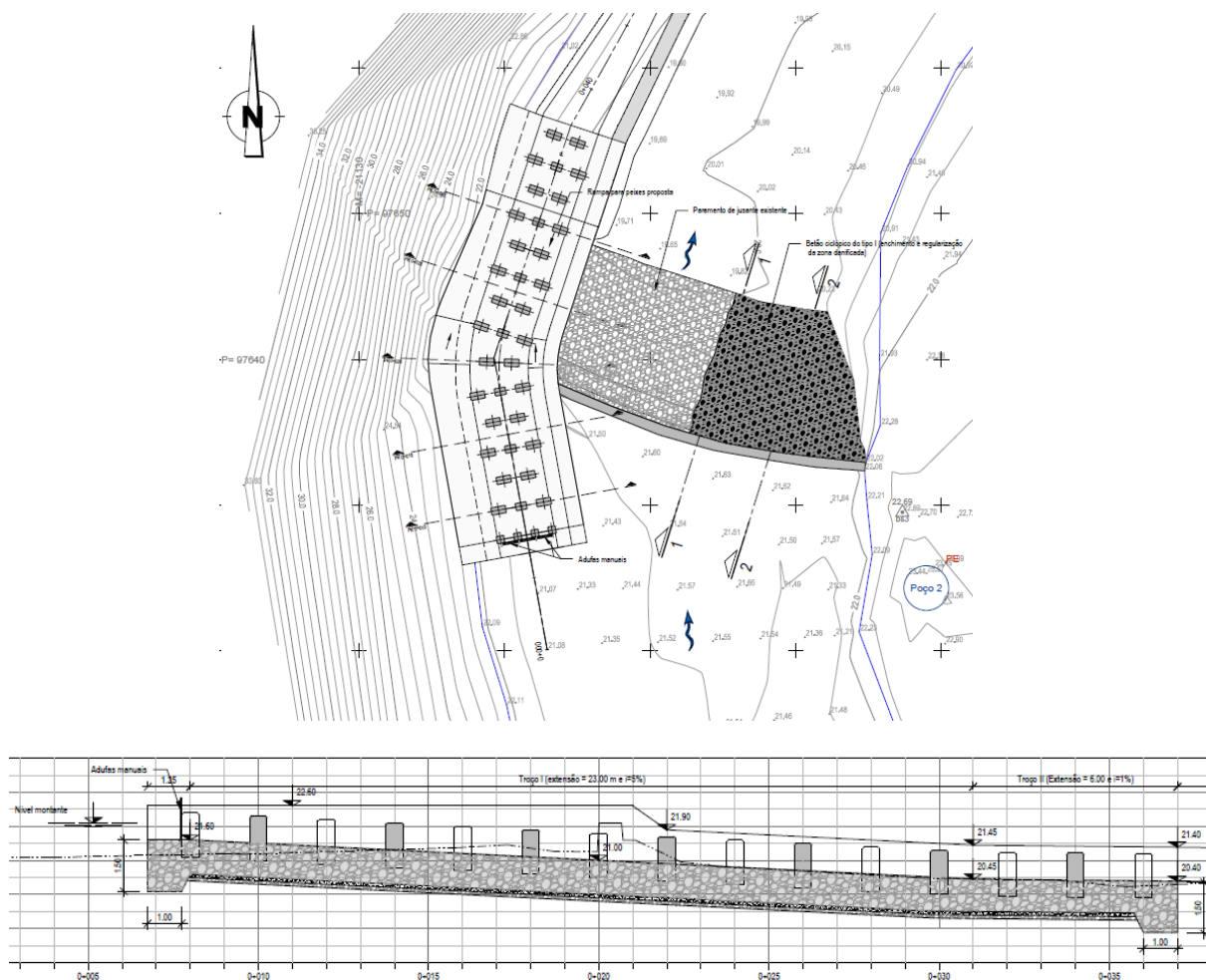


Figura 4.3 – Esquema ilustrativo de uma passagem através de uma rampa de blocos.

De seguida são apresentadas fotografias de dispositivos desta tipologia construídos e em funcionamento.



AG9



AG10



AL5

Fotografia 4.2 – Dispositivos de passagens naturalizadas, particularmente rampa de blocos (AG9 e AG10) e canal bypass (AL5).

4.4. MONITORIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA

Os dispositivos de transponibilidade deverão ser monitorizados e a sua eficácia avaliada tendo em conta as **componentes hidráulico-operacional e biológica** em função das metas estabelecidas para o funcionamento do referido dispositivo, i.e. espécies alvo, estágio de vida, período migratório, etc.

Na **componente hidráulico-operacional** destacam-se os aspetos relacionados com as características do escoamento e com a operacionalidade dos dispositivos, caso sejam dotados de comportas de regulação de caudal. No que concerne às **características do escoamento** deverá ser monitorizado/avaliado o seguinte:

- **Condições de atratividade** – capacidade do dispositivo de atrair os indivíduos para o seu interior;
- **Condições do escoamento no interior da passagem** – velocidades de escoamento, alturas de escoamento e valores de potência dissipada;
- **Condições de saída** – capacidade dos indivíduos para efetuar a sua migração para montante da estrutura.

No que concerne aos **aspetos operacionais**, caso os dispositivos sejam dotados de órgãos de regulação admissão de caudal, tais como comportas, deverá ser monitorizada/avaliada a **conformidade da operação com o definido nas regras de exploração** da infraestrutura, principalmente no respeito às épocas do ano em que os dispositivos deverão estar em funcionamento e quais os caudais admissíveis.

Na **componente biológica**, a avaliação da eficácia dos dispositivos relaciona-se principalmente com a percentagem de indivíduos que conseguem transpor o obstáculo, implicando a sua entrada, transponibilidade e saída. Nesta componente deverão ser monitorizados/avaliados os seguintes fatores:

- **Percentagem de indivíduos que transpõe o obstáculo** – contabilização dos indivíduos por espécie e estágio de vida para diferentes condições de escoamento (diferentes meses do ano);
- **Distribuição e abundância da comunidade piscícola** – verificação do número de indivíduos presentes nas áreas adjacentes ao dispositivo e que potencialmente o possam utilizar;
- **Tempo de atraso na passagem** - verificação do tempo necessário para que os indivíduos completem a transposição do dispositivo.

A avaliação da eficácia pode ser realizada por várias metodologias, podendo ser destacadas as marcações com **telemetria** (e.g., radiotelemetria, ultra-sónico, *PIT-tags*), **marcação-**

recaptação, ou contagem (e.g., visual, automática) permitindo a descrição quantitativa da performance de passagem da ictiofauna, que é traduzida na proporção da população piscícola a jusante da barreira física que efetivamente usa o dispositivo de transposição. As técnicas a utilizar dependerão dos grupos de espécies alvo – anádromos, catádromos, potamódromos, anfídromas –, das características específicas do dispositivo de transposição e do curso linha de água.

5. BOAS PRÁTICAS DE MANUTENÇÃO DA CONTINUIDADE FLUVIAL NOS AÇUDES

5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Tal como ilustrado nos capítulos anteriores a conectividade fluvial assume um papel importante no equilíbrio dos ecossistemas aquáticos e ribeirinhos, sendo crucial a criação de dispositivos, quando necessários, para a manutenção desta continuidade.

No entanto, e como na natureza os fenómenos são evolutivos e contínuos será necessário garantir o funcionamento destes dispositivos ao longo do tempo, bem como avaliar a sua eficácia tendo em conta o propósito para o qual foram concebidos.

A manutenção dos dispositivos de transposição piscícola constitui um aspeto fundamental para o seu correto funcionamento e garantia de eficácia, uma vez que a obstrução de parte ou da totalidade da estrutura pode alterar significativamente as suas condições de funcionamento hidráulico, reduzindo consequentemente a sua eficácia.

Um dos principais fatores responsáveis pela inoperacionalidade dos dispositivos é a retenção quer de material flutuante (e.g., ramos, troncos de árvores), quer da deposição de sedimentos (e.g., areias, blocos, pedras) ou de resíduos vários. Esta retenção provoca obstrução em diversas zonas dos dispositivos de transposição provocando o seu mau funcionamento ou até mesmo a sua inoperacionalidade.

Para tal será necessário promover ações de manutenção destes dispositivos que deverão ser precedidas de inspeções à estrutura, por forma a detetar precocemente a necessidade de intervenção. Paralelamente deverão ser promovidas ações de monitorização da eficácia

do dispositivo com o intuito de avaliar o seu propósito e/ou promover ações de adaptação dos dispositivos por forma a mitigar possíveis efeitos negativos na continuidade fluvial.

De notar que nem todos os açudes existentes constituem obstáculos à transponibilidade das espécies alvo ao longo de todo o ano. Neste caso é recomendável a realização de ações de monitorização da transponibilidade na época migratória, por forma concluir-se se o mesmo constitui ou não um obstáculo à transponibilidade das espécies alvo.

5.2. AÇÕES DE INSPECÇÃO

As ações de inspeção deverão ser promovidas tendo como principais objetivos:

- Verificar o estado de conservação estrutural do açude e dispositivos associados;
- Identificar a presença de obstáculos (*e.g.*, material flutuante, deposição de sedimentos, resíduos de outra natureza,) no açude e dispositivos associados.

As ações de inspeção dividem-se em dois tipos, designadas de ***inspeção de rotina*** e ***inspeção excecional***.

A **inspeção de rotina** deverá ser feita **anualmente** de preferência em período de estiagem por forma a verificar:

- **Açude:**
 - Estado de conservação da estrutura e identificação de anomalias estruturais (*e.g.*, existência de fissuras/ fendas, possíveis derrubamentos, existência de cavidades,);
 - Estado de conservação dos equipamentos de obturação e meios de elevação, caso existam (*e.g.*, existência de corrosão em elementos metálicos);
 - Identificação de possíveis elementos em falta, tais como comportas, tabuas de madeira, perfis metálicos, fruto de diversas origens tais como arrastamento para jusante ou até de possíveis atos de vandalismo;

- Grau de assoreamento da albufeira, deposição ou obstrução das secções de descarga (livre ou obturadas);
- Existência de vegetação abundante, quer no açude, quer nas margens que impeçam o fácil e conveniente acesso à infraestrutura.
- **Dispositivo de transponibilidade:**
 - Obstrução de orifícios e/ou descarregadores;
 - Danos estruturais, designadamente erosões ou infraescavações no troço terminal;
 - Deposição de sedimentos e ou detritos.

A **inspeção excecional** deverá ser promovida **após a ocorrência de cheias** ou **episódios de pluviosidade intensa** que impliquem a submersão total dos dispositivos de transponibilidade. Nestas inspeções deverão ser observados os aspetos mencionados no âmbito das inspeções de rotina.

5.3. AÇÕES DE MANUTENÇÃO

As **ações de manutenção** compreendem nomeadamente as seguintes ações:

- Limpeza e remoção de vegetação no açude, dispositivo de transponibilidade e manutenção do acesso à infraestrutura;
- Limpeza e remoção da vegetação nas margens caso exerça influência nas condições de atratividade do dispositivo de transponibilidade;
- Limpeza e remoção de sedimentos e detritos depositados no açude e nos dispositivos de transponibilidade;
- Limpeza e desobstrução dos orifícios de descarga (livre ou controlados por comportas) (*e.g.*, comportas, grelhas);
- Reparação de anomalias estruturais das infraestruturas do açude e dispositivos associados (*e.g.*, fissuras, erosões, cavidades, derrubamentos).

As ações de manutenção deverão ser promovidas **anualmente** preferencialmente antes do início da época de migração das espécies alvo.

5.4. AÇÕES DE MONITORIZAÇÃO

As ações de monitorização deverão ser promovidas com os objetivos expostos no **subcapítulo 4.4** referente à monitorização e eficácia do dispositivo nas suas **componentes hidráulico-operacional e biológica**.

As **ações de monitorização** deverão ocorrer com uma **periodicidade mensal** na época de migração das espécies alvo e mais duas vezes no ano no verão e no inverno.

6. RECURSOS TÉCNICOS E MEIOS A DISPONIBILIZAR

Os recursos técnicos envolvidos no processo de gestão e manutenção dos açudes e dispositivos associados dizem respeito às entidades alvo mencionadas no capítulo introdutório, particularmente o **Dono de Obra** e **Entidade Explorada**, caso não constituam a mesma entidade.

A equipa multidisciplinar proposta (Responsável Gestão; Responsável Operação e Manutenção e Equipa Operacional) deverão manter uma comunicação regular de transferência de conhecimento, por forma a garantir os seguintes aspetos;

- Identificação precoce de possíveis problemas estruturais e/ou operacionais (através de: **Ações de Inspeção e Monitorização**; recorrendo ao **Responsável Gestão e Responsável Operação e Manutenção**);
- Manutenção do bom estado e operacionalidade da estrutura (através de: **Ações de Manutenção**; recorrendo ao: **Responsável Operação e Manutenção e Equipa Operacional**);
- Manutenção da eficácia da estrutura e promoção de ações de melhoramento por forma a mitigar possíveis impactos na continuidade fluvial (através de: **Ações de Monitorização**; recorrendo ao: **Responsável Gestão e Equipa Operacional**).

Em termos de comunicação deverá ser reportado ao **Responsável Gestão** os eventos/anomalias detetados no decorrer das ações promovidas através de elaborações de

Relatórios específicos de cada ação (Inspeção, Manutenção e Monitorização) que deverão conter no mínimo:

- **Informações gerais:** tipo de ação promovida; data; condições meteorológicas; identificação das infraestruturas alvo; localização, entre outros;
- **Informações particulares:** deverá mencionar os aspetos chave de cada ação listados no presente Manual de Boas Práticas;
- **Observações:** deverá refletir situações particulares identificadas em campo e que não são mencionadas nas informações particulares;
- **Recomendações:** deverá refletir ações futuras em função do identificado no local.

Os relatórios a produzir deverão ser estandardizados para cada ação (Inspeção, Manutenção e Monitorização) por forma a manter a uniformidade e evitar ambiguidades ou subjetividades da informação a transmitir). Os relatórios deverão ser devidamente arquivados por forma a constituir um Arquivo Técnico da infraestrutura e dispositivos associados, que deverá ficar a cargo do Dono de Obra.

Em termos práticos, este tipo de ações envolve deslocações frequentes a campo, implicando medidas de segurança no trabalho que deverão ser cumpridas, de acordo com a legislação em vigor. Algumas medidas exemplificativas que deverão ser tidas em conta:

- Equipas constituídas pelo menos por dois elementos;
- Equipas dotadas de equipamentos de proteção individual adequados ao local e tipo de ação a executar (*e.g.*, capacete de proteção, botas antiderrapantes e impermeáveis, entre outros);
- Equipas dotadas de equipamentos necessários à execução das ações objeto alvo (*e.g.*, meios de limpeza adequados, escadas de acesso, molinetes, etc.);
- Equipas dotadas de material de primeiros socorros que deverão acompanhar as deslocações;
- Equipas dotadas de equipamento de orientação e comunicação;
- Em caso de ocorrência de fenómenos meteorológicos extremos os trabalhos deverão ser imediatamente interrompidos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarez-Vázquez, L. J., Martínez, A., Vázquez-Méndez, M.E., e M. A. Vilar (2008). An optimal shape problem related to the realistic design of river fishways. *Ecological Engineering* **32**: 293-300.

Calles, O. e L. Greenberg, (2009). Connectivity is a two-way street-the need for a holistic approach to fish passage problems in regulated rivers. *River Research and Applications* **25**(10): 1268-1285.

Eberstaller, J.; Hinterhofer, M. e P. Parasiewicz (1998). The effectiveness of two nature-like bypass channels in an upland Austrian river. In M. Jungwirth; S. Schmutz e S. Weiss (Edts.), *Fish migration and fish bypasses*. Vienna, Austria. pp 363-383.

FAO (2002). *Fish passes – designs, dimensions and monitoring*. FAO, Rome.

Gebler, R. J. (1998) Examples of near-natural fish passes in Germany: drop structure conversions, fish ramps and bypass channels. In M. Jungwirth; S. Schmutz e S. Weiss (Edts.), *Fish migration and fish bypasses*. Vienna, Austria. pp 403-419.

Heimeri, S., Krueger, F. e H. Wurster (1998). Dimensioning of fish passage structures with perturbation boulders. *Hydrobiologia* **609**(1): 197-204. Larinier, M. (2002). Baffle fishways. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* **364**: 83-101.

Larinier, M. e F. Travade (2002). Downstream migration; problems and facilities. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* **364**: 181-207.

Larinier, L. e G. Marmulla (2004). Fish Passes: Types, Principles and Geographical Distribution – An Overview. In: *Welcomme R. and T. Petr, eds., Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries*. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand. RAP Publication, 183-205 pp.

Marmulla, G. (Edt.) (2001). *Dams, fish and fisheries - opportunities, challenges and conflict resolution*. FAO Fisheries Technical Paper nº. 419. Rome, FAO.

Parasiewicz, P.; Eberstaller, J.; Weiss, S. e S. Schmutz (1998). Conceptual guidelines for nature-like bypass channels. In M. Jungwirth; S. Schmutz e S. Weiss (Edts.), *Fish migration and fish bypasses*. Vienna, Austria. pp 348-362.

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 Fisheries* **19**: 340-362.



LIFE ÁGUEDA

Ações de conservação e gestão para peixes migradores na bacia hidrográfica do Vouga

LIFE16 ENV/PT/000411

Coordinating Beneficiary



UNIVERSIDADE
DE ÉVORA



MARE

Associated Beneficiaries



DOCAPESCA
PORTOS E LOTAS, S.A.



<http://www.life-agueda.uevora.pt>



life.agueda@uevora.pt



@LIFE.AGUEDA

Este documento reflete apenas as opiniões e o trabalho da equipa do projeto, e nem a Agência nem a União Europeia são responsáveis pelo conteúdo ou pela utilização de qualquer informação nele contida.