



River2Ocean

Ebook

Melhores práticas para a gestão das bacias dos Rios Minho, Lima e Cávado



Universidade do Minho
Escola de Ciências



INSTITUTO DE CIÊNCIA E INOVAÇÃO
PARA A BIO-SUSTENTABILIDADE



centre of molecular and
environmental biology



UNIÃO EUROPEIA
Fundos Europeus
Estruturais e de Investimento

O projeto River2Ocean recebeu financiamento no âmbito do concurso NORTE-45-2020-75 do Programa Operacional NORTE 2020, "Sistema de Apoio à Investigação Científica e Tecnológica - Projetos Estruturados de I&D&I".





Índice

1. Introdução	5
2. Breve caracterização das bacias dos Rios Minho, Lima e Cávado	6
3. Ameaças aos ecossistemas de água doce, de transição e marinhos	8
4. Ecossistemas de água doce	10
4.1 Soluções - Boas práticas de gestão	10
4.2 Benefícios e beneficiários	14
5. Ecossistemas de transição	16
5.1 Soluções - Boas práticas de gestão	16
5.2 Benefícios e beneficiários	19
6. Ecossistemas marinhos	21
6.1 Soluções - Boas práticas de gestão	21
6.2 Benefícios e beneficiários	24
7. Financiamento	26
8. Referências	27





1. Introdução

O **progresso social, económico e ambiental** é uma meta imprescindível para o futuro do país e do planeta. Os últimos séculos mostram que não existe prosperidade sustentável, seja a nível local, nacional ou internacional, sem que ao progresso socioeconómico esteja associada uma forte consciencialização ambiental. Atualmente, **as alterações globais, como as alterações climáticas, os eventos extremos, a perda de biodiversidade, entre outros, constituem problemas preocupantes**, e uma ameaça ao funcionamento dos ecossistemas e ao bem-estar da humanidade. Assim, a integração das diferentes esferas da vida na governança torna-se essencial para **proteger os ecossistemas aquáticos** e garantir um futuro sustentável.

O **bem-estar das populações e o desenvolvimento socioeconómico** deve ter em conta a utilização sustentável dos recursos naturais pelo que o **equilíbrio entre a ecologia e a economia** é o maior desafio para o século XXI. Para tal, é fundamental garantir a produção de **conhecimento científico** que possa alicerçar a tomada de decisão em várias áreas, como a agricultura, as pescas, o turismo, as energias verdes, a gestão da água, a gestão de resíduos e a proteção da natureza.

Este **manual de boas práticas** pretende, por um lado, descrever o estado do conhecimento no que diz respeito às ameaças aos **ecossistemas aquáticos nas bacias dos Rios Minho, Lima e Cávado**, e também providenciar soluções que possam auxiliar as entidades competentes públicas, privadas ou individuais (*e.g.* setor agrícola e da pesca ou a população em geral) a desempenhar o seu papel de defesa do meio ambiente de forma a poderem usufruir dos serviços prestados pelos ecossistemas. Os **serviços dos ecossistemas, definidos como os benefícios que a biodiversidade e a natureza fornecem para o bem-estar humano**, podem ser divididos em três categorias: serviços de produção (*e.g.* fonte de alimento, água para consumo ou produção hidroelétrica), **serviços de regulação** (*e.g.* regulação de cheias, regulação do clima, sequestro de carbono) e **serviços culturais** (*e.g.* atividades de lazer, turismo da natureza). Transversalmente à provisão de

serviços dos ecossistemas estão as funções dos ecossistemas, tais como o ciclo de nutrientes incluindo a decomposição da matéria orgânica que suportam esta provisão. O envolvimento de todos os interessados aumenta o potencial de sucesso das medidas propostas e implementadas e contribui para a **capacitação dos atores** envolvidos.

Para uma análise mais fina, este manual estabelece uma divisão entre **ecossistemas de água doce**, constituindo as águas interiores, como os rios; os **ecossistemas de transição**, constituindo a zona estuarina e envolvente; e os **ecossistemas marinhos**, constituindo a zona costeira e a ligação ao oceano.

Torna-se também central identificar de que forma será possível levar à boa concretização as medidas propostas. Para tal, é também proposto um conjunto de **fontes de financiamento** disponíveis, muitas provenientes de fundos europeus, mas também de fundos nacionais direcionados para as medidas ambientais propostas.

Potenciando os serviços dos ecossistemas prestados e conciliando as atividades industriais, agrícolas, pesqueiras e de turismo (entre outras), com a proteção do meio ambiente, é possível alcançar uma **gestão sustentável dos recursos naturais**. Este manual pretende dar um contributo para o desenvolvimento sustentável, baseado na perceção dos intervenientes, mas também em sólido conhecimento científico.

2. Breve caracterização das bacias dos Rios Minho, Lima e Cávado

Os Rios Minho, Lima e Cávado localizam-se no Noroeste da Península Ibérica (Fig. 1), sendo influenciados pelo clima Atlântico, estando inseridos numa complexa rede montanhosa. São rios com importantes funções ecológicas, sustentando diversas espécies endémicas no Parque Nacional da Peneda-Gerês, incluídos em parte do seu percurso na Rede Natura 2000, e no caso dos estuários dos Rios Minho e Lima, constituindo Zonas Especiais de Conservação (ZEC). A nível socioeconómico, percorrem áreas muito díspares, desde as áreas mais interiores ao litoral.

A **bacia hidrográfica do Rio Minho** tem cerca de 17.080 km², e o seu rio tem cerca de 300 km. O Rio Minho é transfronteiriço, tendo a sua nascente na serra de São Mamede (Espanha), fluindo para Caminha (Portugal) constituindo as últimas dezenas de km a fronteira entre os dois países. Ao longo da sua extensão, este rio tem várias barragens, apenas no troço espanhol, que controlam o seu fluxo. O estuário do Rio Minho tem uma profundidade média de 2.6 m.

A **bacia hidrográfica do Rio Lima** tem cerca de 2.470 km² e o seu rio tem cerca de 108 km. Este rio tem a sua nascente na serra de Meira (Espanha), fluindo para Viana do Castelo (Portugal) até alcançar o Oceano Atlântico. O fluxo do rio é controlado por 3 barragens no troço português. O estuário do Rio Lima tem uma profundidade média de 3 m, e nos canais de navegação pode chegar aos 10 m.

A **bacia hidrográfica do Rio Cávado** tem cerca de 1.589 km² e o rio tem cerca de 129 km. O Rio Cávado tem a nascente na serra do Larouco (Portugal), fluindo para Esposende (Portugal). O seu fluxo é controlado por 6 barragens no troço português. O estuário do Rio Cávado tem uma profundidade média de 3.5 m. O Rio Cávado flui por zonas especialmente industrializadas e pode ser afetado por efluentes industriais e domésticos.

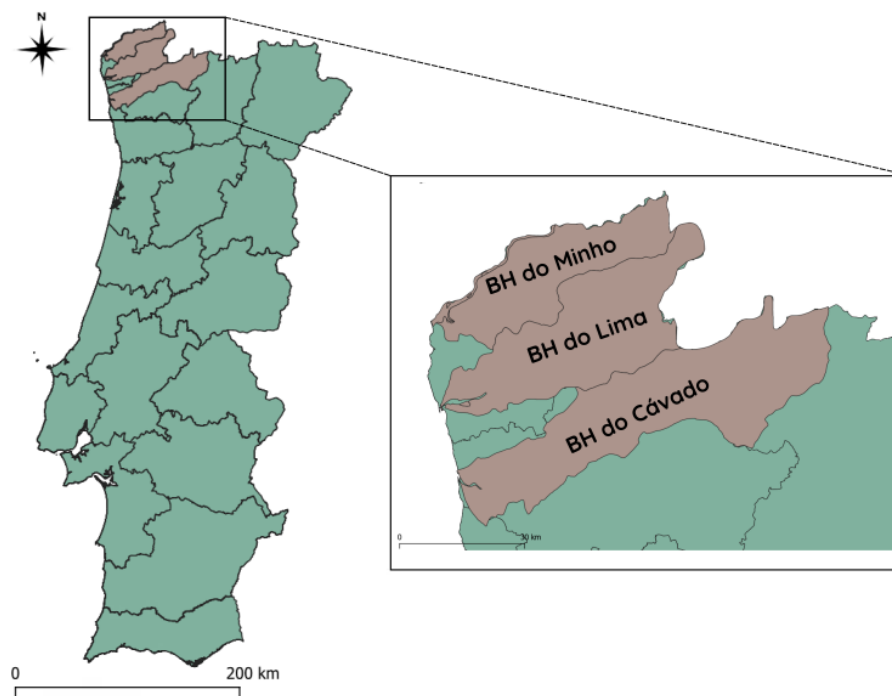


Figura 1. Localização da área de estudo em Portugal continental – Bacia Hidrográfica (BH) do Rio Minho, Bacia Hidrográfica do Rio Lima e Bacia Hidrográfica do Rio Cávado.



3. Ameaças aos ecossistemas de água doce, de transição e marinhos

A figura 2 pretende sintetizar as principais ameaças a estes ecossistemas e algumas das relações entre si que condicionam, provocam ou potenciam as ameaças existentes:

Poluição e contaminação da água

- agricultura e pecuária
- insuficiência do número de ETARs ou estruturas com funcionamento deficiente
- descargas ilegais (principalmente industriais, podendo também ser domésticas ou agrícolas)
- falta de monitorização e fiscalização dos rios
- exploração mineira

Alteração ao regime fluvial

- construção de barragens, açudes e outras barreiras físicas
- inexistência de estruturas de mitigação, como passagem para peixes e sua monitorização
- baixa densidade de vegetação ripária e elevada erosão do solo

Aumento das pressões humanas

- aumento da pressão turística
- assoreamento
- dragagens
- aumento de compostos azotados e fosfatos que levam à eutrofização
- redução do oxigénio dissolvido na água
- atividades náuticas como fator de poluição e favorecimento de introdução de espécies invasoras

- construções junto às margens
- aquacultura como vetor de introdução de espécies invasoras

Alterações climáticas

- aumento da salinização no meio dulçaquícola - também relacionado com excesso de extração de água subterrânea - (podendo causar problemas de salinização de campos agrícolas)
- favorecimento de espécies invasoras (*e.g. Corbicula fluminea, Eichhornia crassipes, Procambarus clarkii, Acacia spp.*, etc)
- extremos climáticos
- aumento do nível médio do mar
- potencial aumento da erosão costeira (também relacionada com alterações no transporte de sedimentos e gestão da orla costeira)

Sobre-exploração de recursos piscícolas

- redução de espécies economicamente e ecologicamente relevantes (*e.g. enguia, sável, lampreia*)
- pesca ilegal (*e.g. mexilhão, enguia, ouriço-do-mar*, etc)
- tragédia dos comuns

Dificuldades na gestão

- burocracia e sobreposição de entidades responsáveis
- pouco envolvimento da comunidade na definição de estratégias de gestão
- dificuldade na obtenção de dados comparáveis a nível espacial e temporal

1-RIO
2-MAR
3-OCEANO

Cores por ecossistema

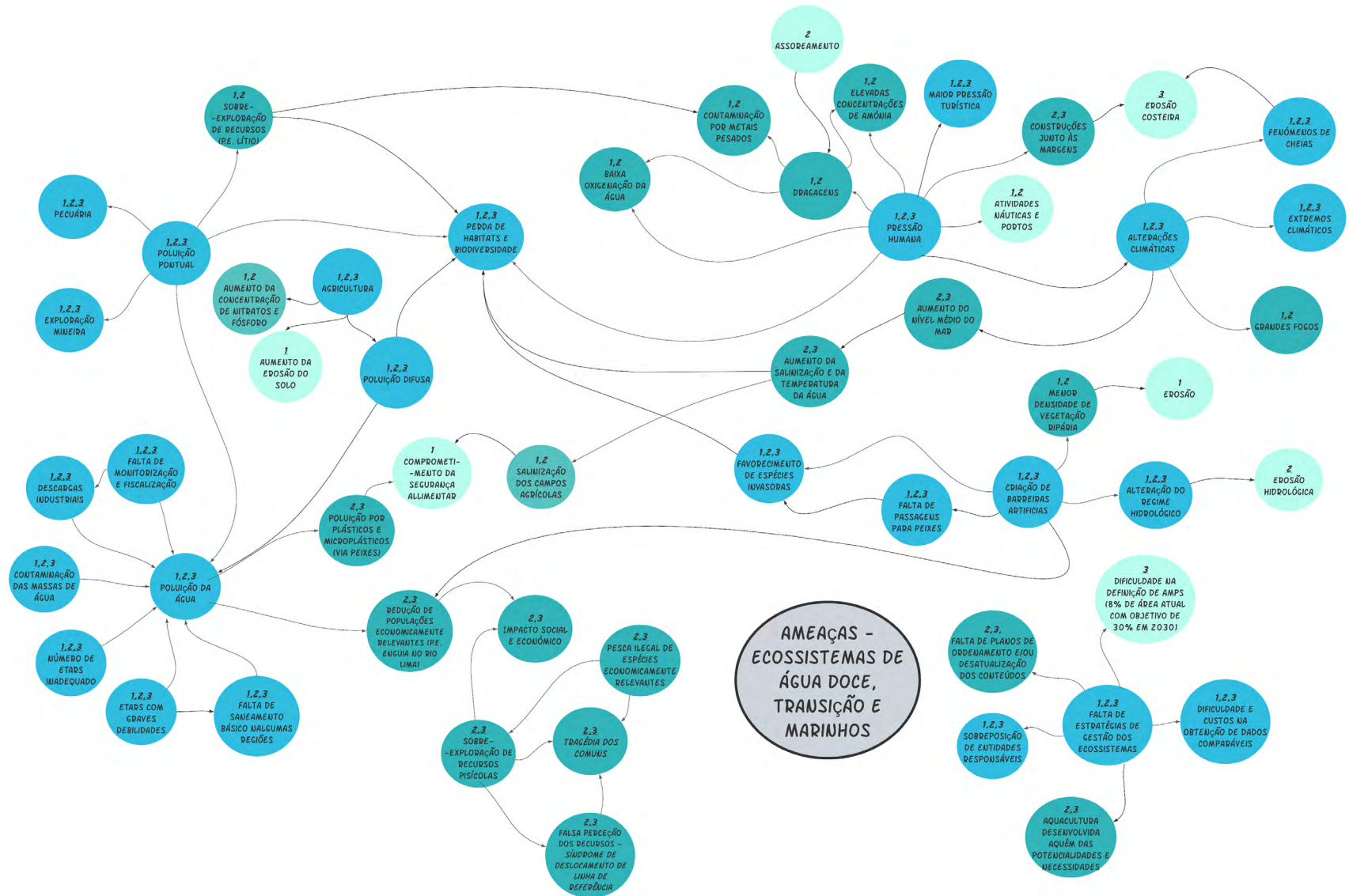


Figura 2. Ameaças aos ecossistemas de água doce, transição e marinhos

4. Ecossistemas de água doce

4.1. Soluções - Boas práticas de gestão

As soluções apresentadas (Fig. 3), baseadas nos problemas identificados, estão interligadas e são interdependentes, o que torna imperativa uma **gestão integrada e adaptativa** dos problemas encontrados, bem como da resposta às medidas de gestão implementadas. As medidas de gestão aqui sugeridas, sendo consideradas a nível regional, têm (em alguns casos) uma **aplicabilidade transversal em ambientes atlânticos**, onde as ameaças e as suas correspondentes soluções poderão ser semelhantes.

Um dos principais problemas dos ecossistemas de água doce prende-se com a **poluição** (pontual ou difusa), e, por isso, é importante identificar os poluentes e a sua origem para a resolução do problema ou mitigação dos seus efeitos. A identificação **de ETARs com debilidades** ou de locais, onde por via da densidade populacional e industrial, é necessária a **construção de mais estruturas** de tratamento de águas residuais é urgente, tendo a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) já elaborado um levantamento não exaustivo destas situações. A concretização do estabelecido no plano hidrográfico para as bacias dos Rios “Minho e Lima” e “Cávado, Ave e Leça” é imperioso em termos sociais, económicos e ambientais. Também o **pleno acesso a saneamento** deverá ser um objetivo a curto prazo, dando resposta a um problema social e mitigando uma das fontes de poluição dos cursos de água. O **aumento da fiscalização**, com a proposta do **regresso da carreira dos guardas-rios** (como ocorre em formato piloto em Guimarães, no Rio Ave e Selho com a empresa municipal Vitrus), permitiria controlar algumas das fontes de poluição pontual, evitando algumas das descargas ilegais que ainda ocorrem.

As **barragens e açudes** constituem uma barreira ao ciclo fluvial com consequências para o ciclo de vida das espécies migradoras que ocorre entre diferentes ecossistemas, como é o caso do salmão – *Salmo salmar*, da enguia – *Anguilla anguilla*, do sável – *Alosa alosa*, ou da lampreia – *Petromyzon marinus*. Por

essa razão, torna-se essencial fazer um **levantamento das estruturas obsoletas e avaliar os benefícios da sua demolição**. É também necessário tomar medidas que minimizem os danos causados por estas estruturas como é o caso das **passagens para peixes**. Nas barragens do Rio Cávado não existe nenhuma destas estruturas, e no Rio Lima (barragem do Touvedo) deixou de haver **monitorização** das estruturas existentes. O **retomar da monitorização** deveria ser um objetivo a curto prazo pois fornece importantes indicadores ecológicos e informação científica relevante. O **restauro fluvial**, direcionado a locais especialmente vulneráveis, constitui um mecanismo de proteção ecológica para fazer face às alterações antropogénicas nestes ecossistemas.

Numa perspetiva nacional há duas medidas que dariam resposta às preocupações ecológicas e sociais relativas à gestão da água: a **revisão da Convenção de Albufeira**, garantindo os caudais que permitam o abastecimento das populações e respondam às necessidades ecológicas, e o **controlo público de alguns setores**, como o setor energético ou a gestão da água, de forma a salvaguardar os interesses económicos, sociais, ambientais e políticos do País.

No que diz respeito às fontes de **poluição difusa**, nomeadamente no **setor agrícola**, algumas medidas poderiam ser concretizadas no sentido de diminuir o seu impacto no ecossistema, nomeadamente a **mobilização reduzida do solo**, a **criação de faixas de proteção** (já previsto na legislação, mas ainda por concretizar em muitos locais) e a **aplicação de fertilizantes no solo de forma mais eficiente**. Para o sucesso das medidas propostas será necessária a criação de **mecanismos de apoio à pequena e média agricultura**, de modo a fazer face aos acrescidos custos. Estas medidas vão ao encontro do conceito de **agroecologia**, de favorecimento da pequena e média agricultura e da compatibilização dos interesses da atividade agrícola com os da proteção e preservação ambiental, bem como de favorecer o fornecimento de outros serviços para além da produção de alimentos.



Ecossistemas de água doce

Boas práticas de gestão

Alterações do regime fluvial

Fazer novo levantamento de da localização de barragens onde é possível colocar passagens para peixes (e.g. no Cávado não existe nenhuma), monitorizando também a abundância de peixes

Identificar locais vulneráveis na zona envolvente das barragens para proceder a restauro fluvial

Inventariar barragens e açudes obsoletos - avaliar potencial demolição

Rever a Convenção de Albufeira garantindo a defesa dos recursos hídricos e ecológicos de Portugal

Propor o controlo público de setores, como o setor energético ou a gestão da água

Poliuição difusa

Medidas direcionadas para a agricultura – criação de faixas de proteção, mobilização reduzida do solo; incorporação dos fertilizantes no solo

Programas de sensibilização ambiental dirigidos a agricultores

Criação de incentivos económicos dirigidos a pequenos e médios agricultores para garantir a concretização das medidas propostas

Favorecer os modelos de agroecologia e os circuitos curtos de produção

Restauro de zonas mineiras abandonadas através da re-vegetação e técnicas geomorfológicas

Poliuição pontual

Aumento da fiscalização ambiental com e.g. regresso da carreira de "guarda-rios"

Levantamento das ETARs com funcionamento deficitário – proceder à melhoria ou ampliação das já identificadas (4 na RH1 e >10 na RH2)

Assegurar saneamento básico à população – na RH1 e na RH2 só 80% e 92% tem acesso efetivo à água e 73% e 60% a tratamento de resíduos respetivamente

Construção das ETARs previstas (2 na RH1 e 4 na RH2) e inventariação de necessidades futuras

Alterações climáticas

Estratégias de prevenção de eventos extremos:

Criação de corta-fogos e uso do fogo controlado

Condicionar construções nas margens dos rios – revisão de PDMs

Construção de bacias de retenção a montante de pontos críticos para minimizar risco de inundação

Criação de ferramentas que apoiem os envolvidos nos processos ecológicos (e.g. CLIMALERT)

Adaptação dos reservatórios das barragens

Perda de habitats e biodiversidade

Identificação de pontos para recuperação ripária, proteção e valorização fluvial

Estabilização de encostas e taludes

Programas de sensibilização levados a cabo pela Universidade do Minho e por parceiros públicos e privados

Adoção de medidas efetivas para controlo de espécies invasoras – fiscalização e impedimento da introdução de novos indivíduos; monitorização; remoção controlada e substituição por espécies nativas

Figura 3. Boas práticas de gestão nos ecossistemas de água doce.

No que diz respeito à **exploração mineira**, é essencial que localmente sejam desenvolvidos projetos de **restauro ecológico das antigas zonas mineiras**, avaliando também o real balanço dos perigos das explorações em curso, com medidas compensatórias que possam promover o equilíbrio ecológico, e responder aos anseios das populações destas regiões (e.g. Montalegre ou serra da Arga).

As **alterações climáticas** colocam-nos novos desafios, seja pelo facto dos **eventos extremos** se tornarem mais frequentes, mais intensos e imprevisíveis, seja devido à disseminação de **espécies invasoras**. A **monitorização a longo prazo** é essencial para a inventariação da biodiversidade, dos bens naturais e dos habitats e para permitir medidas direcionadas, como a **recuperação de vegetação ripária** (que estabilizam as margens e retêm os contaminantes) em locais identificados como vulneráveis, ou a **estabilização de taludes** que possam constituir um risco. A utilização generalizada de **fogo controlado** e a criação de **zonas corta-fogo** são estratégias propostas para evitar maiores danos provocados por eventos climáticos extremos. Por outro lado, a **criação de bacias de retenção** a montante de pontos críticos, é importante para controlar eventos de cheias recorrentes. As medidas de adaptação às alterações climáticas, nomeadamente no setor energético, servirão para atenuar os danos provocados pelos fenómenos de seca no Verão, pelo aumento das temperaturas que alteram os padrões de consumo de energia, e pelos padrões de precipitação que se concentrarão mais no Inverno. A eventual **alteração na função dos reservatórios** de água das barragens terá que ser considerada (para responder ao perigo de cheias, de seca e de produção de energia). É também essencial a **produção de conhecimento científico** que sirva de base às opções de gestão, sendo necessárias ferramentas de serviços do clima que ajudem os stakeholders na tomada de decisão (e.g. ferramentas do [projeto CLIMALERT](#)).

A **sensibilização e a capacitação**, dirigida a setores específicos, como os agricultores, pescadores ou autoridades, ou ao público em geral, torna-se imperativo para assegurar a defesa e proteção dos valores naturais dos ecossistemas de água doce da região Norte de Portugal.

Caso de estudo 1

Ecossistemas de Água Doce - EAD

Um estudo realizado na bacia do Rio Cávado pelo CBMA/IB-S na Universidade do Minho demonstrou que a existência de **faixas de proteção reduziu a exportação de sedimentos** até 32%, a exportação de **fósforo** até 14% e a exportação de **nitrato** até 19%, apesar das faixas apenas terem sido aplicadas a 3,9% da área total. Este estudo demonstrou também que a **utilização combinada das faixas de proteção, a reduzida mobilização dos solos e a incorporação dos fertilizantes apresentam resultados satisfatórios na remoção de poluentes antes destes atingirem o meio aquático** (Ramião et al. 2002a).

Caso de estudo 2

Ecossistemas de Água Doce - EAD

O [LIFE Natural Adapt 4 Rural Areas](#) é um projeto partilhado entre o Município de Vila Nova de Famalicão e as Águas do Norte. Este projeto iniciado em 2021 pretende implementar medidas para fazer face às alterações climáticas, nomeadamente através da **conservação de habitats naturais, da reabilitação de sistemas de armazenamento de água tradicionais e no melhoramento de uma ETAR** visando a potencial **reutilização de águas residuais**. Prevê-se que seja possível a replicação das medidas adotadas para outros locais e contextos em Portugal.

Caso de estudo 3

Ecosistemas de Água Doce - EAD

O projeto [MigraMinho](#) (2017-2020) desenvolveu várias ações no Rio Minho e seus afluentes (em Portugal e Espanha) no sentido de **retirar barreiras físicas que perturbam o ciclo fluvial** (e.g. açudes e outras barreiras) e previu a **colocação de estruturas que auxiliem a permeabilidade e a transponibilidade do Rio Minho** e seus afluentes (bem como ações diretas de transposição de espécies economicamente relevantes). O projeto visou também a **melhoria da qualidade da vegetação ripícola** para restauro do habitat fluvial, considerando ações de **educação e sensibilização ambiental** que alertem para a importância dos ecossistemas. Este projeto transfronteiriço foi importante para a recuperação de zonas ecologicamente importantes, e poderá ser replicado noutras regiões.

Caso de estudo 4

Ecosistemas de Água Doce - EAD

As **alterações climáticas** causarão a **diminuição de produção hidroelétrica** nas barragens localizadas ao longo do **Rio Cávado**. Os resultados do trabalho de Ramião et al. (2022b) mostram que devido ao impacto das alterações climáticas é expectável que o **fluxo de água** para os reservatórios **seja reduzido entre 55% a 90% a longo prazo dependendo dos futuros cenários de emissão de gases com efeito de estufa**. Este cenário originará uma **redução entre 79GWh/ano e 272GWh/ano**, o que é equivalente a 11% e 38%, respetivamente, da energia que foi consumida na zona do Cávado em 2019.

Caso de estudo 5

Ecosistemas de Água Doce - EAD

O [CLIMALERT](#) foi um projeto coordenado pelo CBMA/IB-S na Universidade do Minho (2017-2021), que desenvolveu uma App e uma plataforma web para auxiliar os agricultores na gestão e irrigação das suas culturas de acordo com a previsão de eventos climáticos. Este projeto visou a **compatibilização do setor agrícola com os recursos hídricos** de modo a planear cenários de exploração agrícola e uso hídrico a médio e longo prazo.

Caso de estudo 6

Ecosistemas de Água Doce - EAD

O [LIFE Fluvial](#) (2018-2022) é um projeto que, em Portugal, incidiu na bacia dos Rios Minho e Lima e pretendeu **melhorar o estado de conservação dos corredores fluviais** atlânticos da Rede Natura 2000. Através de um modelo de gestão transfronteiriço foi possível a **melhoria da conectividade e a redução da fragmentação de habitats**, um maior controlo da flora exótica e invasora e a plantação de espécies autóctones.

4.2. Benefícios e beneficiários

A procura do equilíbrio ecológico e a defesa dos valores biológicos têm um valor natural intrínseco que não deve ser negligenciado. À parte disto, existem óbvios beneficiários (Fig. 4) com as soluções apresentadas, desde logo as **populações da zona do Minho, Lima e Cávado, cujo acesso à rede de água e saneamento ainda não é total** e cujos constrangimentos associados a este facto são evitáveis. Simultaneamente, a resolução deste problema traria também vantagens do ponto de vista de **redução da poluição pontual**. Esta redução será também possível com o adequado tratamento dos efluentes, seja através da construção ou melhoria das ETARs ou pela efetiva fiscalização dos rios.

As medidas de adaptação às alterações climáticas no que diz respeito às barragens e a eventual alteração na função dos reservatórios irão **beneficiar a população residente, o turismo e eco-turismo, com expectável retorno económico**. Irá também permitir otimizar a produção de energia, garantindo menores perdas na produção de energia sustentável, assegurando retorno económico e desenvolvimento regional.

As medidas de recuperação e/ou proteção de zonas ripárias permitirão **potenciar as espécies nativas**, contribuir para o **controlo de cheias** (para o qual contribuirá também a construção das bacias de retenção), reduzir o risco de poluição e **contribuir para as metas da UE** de redução das emissões de carbono e aumento do seu sequestro.

Em síntese, poderemos concluir que as soluções e sugestões apresentadas potenciarão os diversos **serviços dos ecossistemas**, nomeadamente os culturais - através da **reabilitação da paisagem** e **potencial turístico**; de produção, pela **garantia de fornecimento de água** para os seus diferentes usos, incluindo a produção de energia; de **regulação**, através da melhoria qualidade da água, da **captura de CO²** ou da **regulação de cheias**. A aplicação e sucesso destas medidas representará um retorno económico e ambiental significativo.

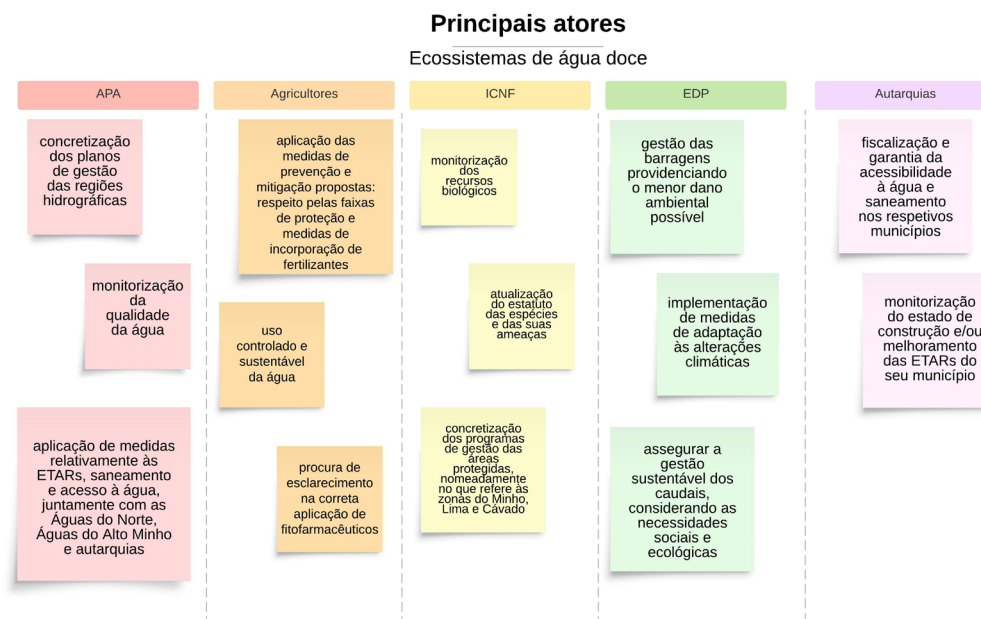


Figura 4. Principais atores nos ecossistemas de água doce



5. Ecossistemas de transição

5.1. Soluções - Boas práticas de gestão

São muitas as ameaças aos ecossistemas de transição e muitas as propostas que aqui trazemos para as mitigar (Fig. 5). De seguida sintetizaremos as medidas principais que propomos para estas áreas.

A implementação de **janelas de trabalho ambientais** para que a realização de dragagens se ajuste aos ciclos de vida das espécies a proteger não é habitual na área de estudo, mas será um passo importante para a proteção da biodiversidade. A efetiva **proibição da construção nas margens dos estuários** (que poderá requerer revisão de PDMs em alguns municípios), aliada à **monitorização e caracterização das zonas de cheia** constituirá um passo essencial na gestão destas áreas.

O **controlo das espécies invasoras** implica a sua **monitorização e remoção** (considerando também a função que as espécies passaram a desempenhar no ambiente onde agora estão inseridas – *e.g.* *Corbicula fluminea* no estuário do Minho tem já um papel relevante na cadeia trófica), e a seleção dos melhores **métodos** de controlo (biológicos, químicos, mecânicos, entre outros). O controlo destas espécies requer na maior parte das vezes o apoio popular, e são, por isso, necessárias ações de **sensibilização e educação ambiental**. De forma transversal, a sensibilização e a educação ambiental têm um papel de destaque, seja direcionado aos intervenientes em atividades náuticas de recreio (*e.g.* com vista à limpeza e desinfeção das embarcações que são vetores de propagação de espécies invasoras), às **autoridades competentes pela fiscalização** (SEPNA, portos e capitánias, entre outros), seja ao **público em geral**.

O **aumento da fiscalização**, no que diz respeito à exploração de recursos, e a adequada **limpeza e desinfeção das embarcações** são passos essenciais para garantir a proteção das zonas estuarinas.

As alterações climáticas, combinadas com a falta de estratégia de gestão no uso da água e do solo tenderão a agravar o problema da **salinização dos campos agrícolas**, que exige uma resposta para uma intervenção concertada. A **aplicação de novos métodos** deverá ser avaliada, de modo a mitigar os danos causados e a diminuir os prejuízos económicos para o setor agrícola

A **desburocratização** no acesso à informação científica é fundamental, bem como a **clara definição de responsabilidades** entre os vários organismos intervenientes na gestão das áreas de transição. Esta articulação terá que ir no sentido da **standardização dos dados**, com base em recomendações de recolha e de tratamento de dados, que se possam tornar comparáveis espacial e temporalmente. É essencial que o Estado Central assegure a **monitorização das espécies e habitats** e que concretize os **Programas de Ordenamento do Estuário do Minho, Lima e Cávado** necessários. Esta informação, aliada à investigação científica dará o suporte necessário para o eventual alargamento das áreas protegidas.

Muitas outras medidas poderão ser propostas e estudadas, nomeadamente no que diz respeito ao controlo da poluição pontual e difusa que abordámos no capítulo anterior, bem como relativamente às barreiras artificiais.

Caso de estudo 7

Ecossistemas de transição - ET

Investigadores do CBMA/IB-S da Universidade do Minho compararam a biodiversidade avaliada pela metodologia convencional baseada na morfologia do macrozoobentos (macroinvertebrados bentónicos presentes nos ecossistemas aquáticos >0.5mm) e baseada no **DNA metabarcoding** nos estuários dos Rios Minho, Lima, Vouga e Mondego. Os resultados demonstraram a **utilidade e validade do DNA metabarcoding**, uma vez que permite **amostragens com menores custos** e especialmente mais abrangentes, o que facilita uma **gestão adaptativa** com **dados mais precisos**, e **facilmente comparáveis do ponto de vista espacial e temporal** (Duarte et al. 2023). Esta técnica não substitui a análise morfológica, mas complementa-a, sendo mais vantajosa a sua aplicação de forma sistemática.

Caso de estudo 8

Ecossistemas de transição - ET

Um estudo no estuário do Minho demonstrou a grande **densidade e biomassa de *Corbicula fluminea***, confirmando que esta **espécie invasora** tem a **maior produtividade registada num bivalve** (Sousa et al. 2008). Este estudo confirmou também o **declínio de vários moluscos depois da invasão de *C. fluminea***. A expansão desta espécie invasora deve-se: 1) à sua aptidão para melhor explorar os recursos, e 2) à sua densidade elevada que afeta a capacidade das comunidades nativas acederem aos recursos necessários à sua sobrevivência. **Esta espécie faz já parte da dinâmica deste estuário**, mas é essencial **identificar os locais onde ainda é possível evitar a sua invasão e dispersão**.



Ecosistemas de transição

Boas práticas de gestão



Figura 5. Boas práticas de gestão nos ecossistemas de transição.

5.2. Benefícios e beneficiários

O aumento do **conhecimento científico** permitirá o alcance de soluções direcionadas aos estuários dos Rios Minho, Lima e Cávado que potenciarão a **economia local** não só através do **ecoturismo** (estimulado também pelas melhores condições das massas de água e **melhoramento dos ecossistemas**), mas também pela **proteção dos habitats**, expressa pelo proposto aumento das áreas protegidas.

A valorização destas áreas e das espécies nativas através de ações de educação ambiental dirigidas a utilizadores de embarcações e ao público geral contribuirá também para a proteção e promoção da biodiversidade e para o **aumento dos serviços de ecossistemas culturais**. É de destacar o papel das Universidades (Fig. 6), com especial destaque para a **Universidade do Minho**, que beneficiarão fortemente com uma proposta de **coordenação entre entidades e standardização de métodos de recolha e de tratamento de dados**.

A proibição de construção junto às margens dos estuários é necessária e dará um contributo para a **valorização dos serviços de ecossistema de provisão e regulação**. A monitorização das **espécies invasoras** poderá permitir não só o seu **controlo**, mas também a sua possível **exploração económica** (e.g. *Corbicula fluminea*).

São também de salientar os **benefícios sociais, económicos e políticos** associados a áreas ecologicamente saudias, que são fruto de maior investimento, maior conhecimento científico e de maior valor socioeconómico.

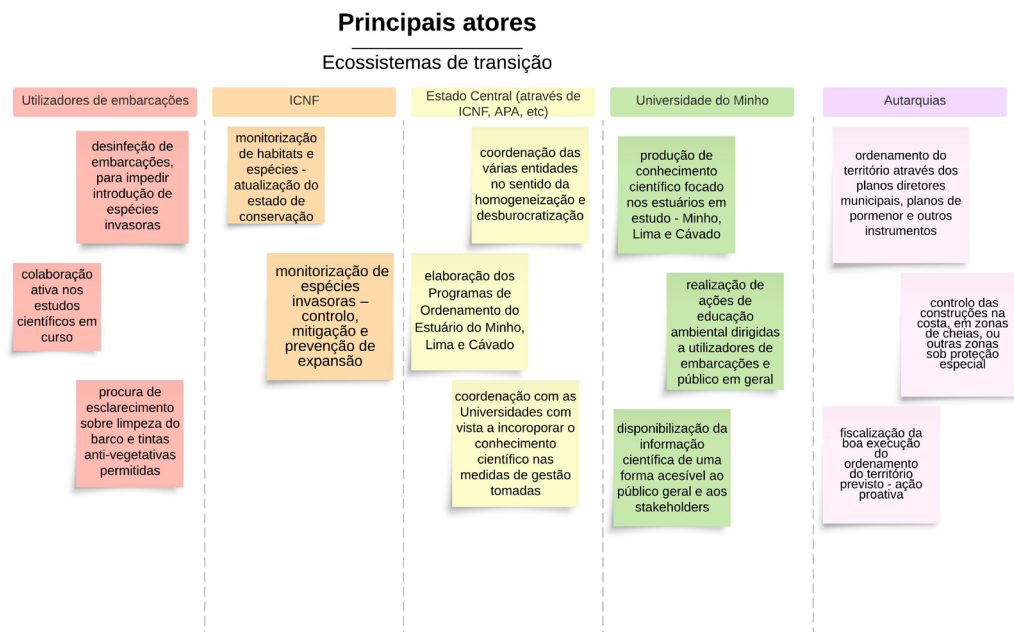


Figura 6. Principais atores nos ecossistemas de transição.



6. Ecossistemas Marinhos

6.1. Soluções - Boas práticas de gestão

As zonas costeiras são zonas especialmente vulneráveis, que exigem medidas direcionadas que possam dar resposta às crescentes ameaças (Fig. 7), patentes *e.g.* no Plano de Ordenamento da Orla Costeira Caminha-Espinho.

No que diz respeito à gestão dos **recursos piscícolas** é essencial que as ações tomadas tenham em conta o **diálogo com os principais intervenientes**, nomeadamente os **pescadores** das várias artes. A promoção de mecanismos que **melhorem o preço de primeira venda** poderá auxiliar a reduzir a quantidade de peixe pescado através do aumento de rendimento dos pescadores, bem como a **possibilidade de venda direta ao consumidor** (depois de pesagem na lota) e a **certificação do pescado** proveniente da pesca artesanal (como já ocorre em alguns locais em Portugal). Também a **promoção de espécies acessórias com menor valor comercial** poderá constituir um auxílio económico aos pescadores e um maior aproveitamento dos recursos piscícolas, que acabam muitas vezes por ser devolvidos ao mar. O estímulo aos **circuitos curtos de comercialização** apresenta-se como uma alternativa ambientalmente sustentável que garante maior retorno económico às partes envolvidas. A **substituição de alguns instrumentos de pesca em material plástico por alternativas mais sustentáveis** deverá ser uma prioridade (*e.g.* substituição de covos e alcatruzes em plástico por barro).

É essencial que se aumente a **fiscalização da pesca ilegal**, através de mais **financiamento** direcionado para estas ações, mas também através de outras medidas como seja o **rastreio em tempo real das embarcações** de pesca.

O **financiamento em Investigação & Desenvolvimento** é fundamental para que haja um levantamento dos recursos biológicos, uma efetiva **monitorização de espécies e habitats**, contribuindo para o conhecimento científico que sustente o **aumento das áreas protegidas marinhas** como preconizado pela UE (em Portugal as áreas protegidas apenas representam 8% do território, havendo o objetivo de atingir

30% já em 2030). A monitorização da adequabilidade e do **sucesso dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira** é necessária, bem como a **devida caracterização das zonas inundáveis e a utilização dessa informação em instrumentos de gestão**, bem como a **adequação dos planos diretores municipais** (e dos planos de pormenor e outros instrumentos autárquicos) às novas condições e ao cenário das alterações climáticas. Estas tarefas exigem uma **articulação entre várias estruturas**, pelo que é imperativo que haja uma clara definição de responsabilidades de cada organismo, com o Estado central a assumir uma **homogeneização de procedimentos e políticas**, que não descure as necessidades sociais, ambientais, económicas e políticas.

Do ponto de vista ecológico, o **controlo de espécies invasoras** tem que ser uma prioridade (*e.g.* o chorão-das-areias, *Carpobrotus edulis*, nas dunas, macro-algas como a alga Japonesa *Sargassum muticum* ou a *Grateloupia turuturu*, espécies animais como *Mya arenaria* ou *Astrominius modestus*, etc), bem como o **levantamento de eventuais restrições burocráticas à sua remoção** (*e.g.* a restrição ou complexidade do processo da remoção de espécies exóticas quando em zonas Rede Natura 2000).

A **sensibilização, educação ambiental** e capacitação são medidas transversais a aplicar aos três ecossistemas e que podem ser **dirigidas a grupos de interesse específico** (*e.g.* pescadores, titulares de cargos públicos, portos e capitánias, GNR), ou ser de carácter genérico, dirigido às populações em geral.

Novas medidas serão necessárias para garantir a **defesa das zonas costeiras** e dos serviços de ecossistemas por elas providenciados, pelo que a **regulação e regulamentação dos setores de atividade** aqui implementados deverá ser uma realidade. A revitalização do setor do turismo através de métodos inovadores e sustentáveis poderá vir a ser implementada ao largo da costa da zona litoral norte, como é o caso das **“excursões de pesca” ou “pesca-turismo”, já em curso no arquipélago dos Açores, mas cuja concretização não foi ainda possível no continente por entraves legislativos.**

Caso de estudo 9

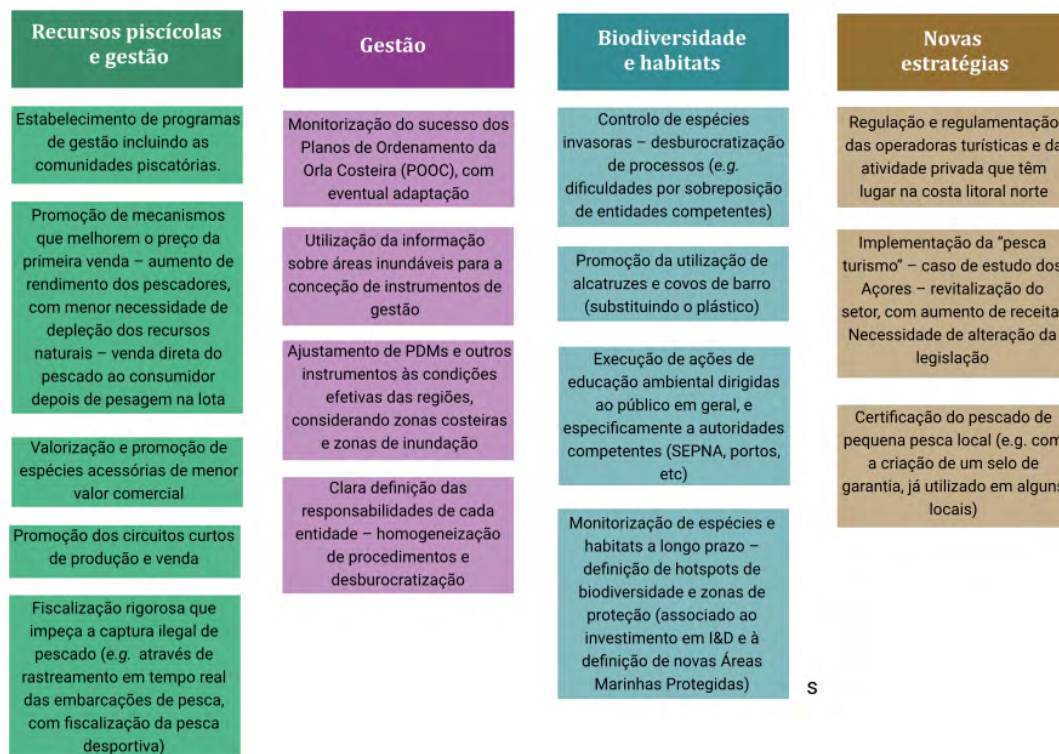
Ecossistemas Marinhos - EM

No estudo de Gaspar et al. (2014) foram entrevistados 1004 pescadores de pequena pesca em 74 portos de pesca em Portugal continental. Através das entrevistas foi possível concluir que os principais problemas sentidos se agrupam em 3 grupos principais: **gestão da pesca, controlo e fiscalização** e **comercialização/custos de produção**. Na gestão, destaque para a preocupação pelo **afastamento dos pescadores das decisões de gestão** e da **escassa investigação científica**. Relativamente à **fiscalização**, os pescadores consideram-na **insuficiente e pouco eficaz**, faltando **fiscalização à pesca recreativa** que às vezes mascara ou compete com a atividade profissional. Relativamente à **comercialização**, os problemas prendem-se principalmente com o **aumento dos custos de produção** e com os **baixos preços de 1ª venda em lota**, associado ao lobby dos intermediários (*e.g.* os preços podem atingir uma diferença > 1000%). Os pescadores referiram a hipótese de compensar a baixa rentabilidade com a **implementação de atividades de diversificação**, nomeadamente a pesca turismo, mas é fundamental a alteração da legislação para que tal seja permitido.

Caso de estudo 10

Ecossistemas Marinhos - EM

O trabalho de Cunha et al. (2021) estudou a **vulnerabilidade da zona costeira** entre Douro e Minho à **erosão costeira** e a **inundações induzidas por eventos extremos**, tendo em conta as **alterações climáticas**. Este estudo pretendeu também avaliar a **contribuição dos habitats naturais na redução desta vulnerabilidade e na mitigação de danos às propriedades** localizadas nas zonas costeiras, considerando também o **aumento do nível do mar**. A zona **norte da Póvoa de Varzim** e a zona de **Esposende** foram as que **apresentaram maior vulnerabilidade** no cenário atual, e também na projeção para 2050, sendo que na projeção para 2100 a vulnerabilidade era elevada para largas áreas entre a Póvoa do Varzim e Viana do Castelo. **Atualmente**, prevê-se que um evento extremo possa causar **danos de 9M€ na presença de habitats naturais, e de 115M€ na ausência de habitats naturais**, enquanto que na projeção para 2050 os valores seriam de 50M€ com habitats naturais e 346M€ sem habitats naturais, aumentando para 852M€ e 1,145M€ respetivamente em 2100.



S

Figura 7. Boas práticas de gestão nos ecossistemas marinhos.

6.2. Benefícios e beneficiários

As medidas a implementar terão um **impacto direto na qualidade da investigação científica** a efetuar nestas áreas, desde logo pela **disponibilização de maior informação num formato homogéneo e acessível**.

Os **pescadores** seriam também beneficiados por estas medidas (Fig. 8) em vários aspetos: primeiro porque **permitiria um aumento dos seus rendimentos** de pesca, através do **aumento do preço de primeira venda**, da **valorização de outras espécies** e dos **circuitos curtos** de comercialização, mas também através da **mitigação e prevenção de espécies invasoras** e da **fiscalização** da pesca ilegal.

A proteção destes ecossistemas terá também implicações na **segurança alimentar**. A manutenção da **saúde desses ecossistemas** promove a segurança alimentar, contribuindo para a **diminuição de poluentes nos peixes** consumidos.

A **população destas zonas costeiras** será também beneficiada com a boa execução destas propostas, nomeadamente pela **prevenção de danos materiais** associados a construções em leito de cheia, potenciados nos cenários de alterações climáticas.

Os **benefícios ecológicos, sociais** das políticas de investimento em I&D, associado ao combate a espécies invasoras, favorecimento das espécies autóctones, defesa da pesca tradicional e defesa da zona costeira merecem também destaque.

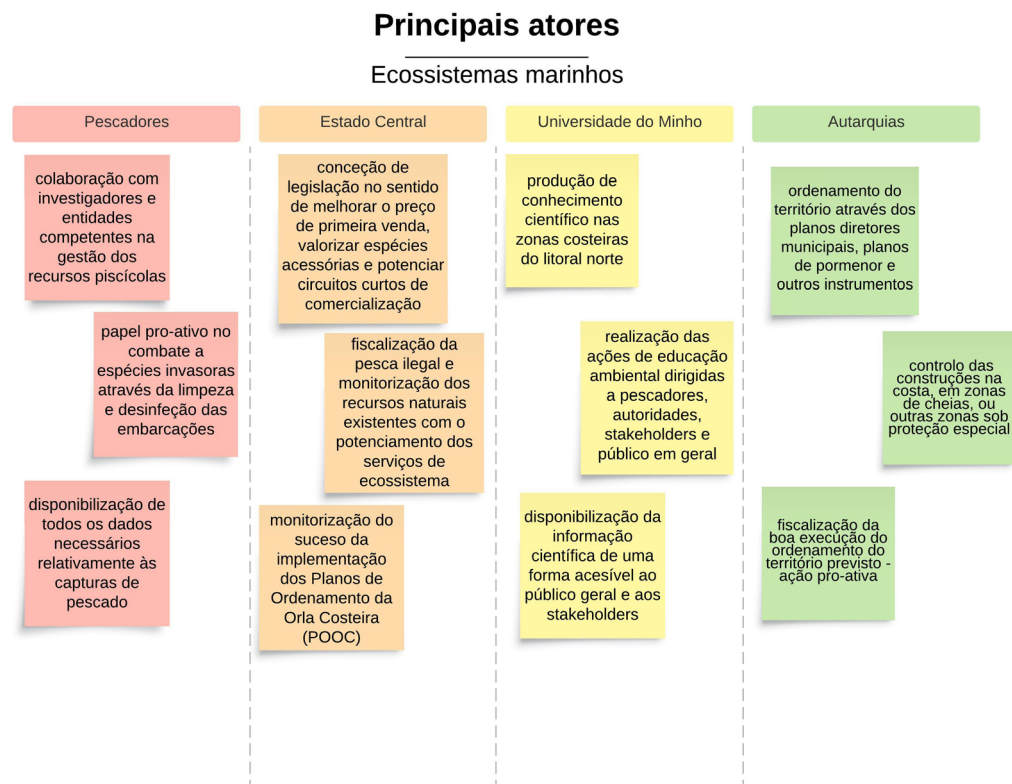


Figura 8. Principais atores nos ecossistemas marinhos.



7. Financiamento

A boa execução das recomendações presentes neste manual depende em boa medida das fontes de financiamento disponíveis para a sua concretização. De seguida, resumimos as principais fontes de financiamento para os projetos sugeridos a nível europeu e a nível nacional, que poderão assegurar a totalidade ou parte dos custos associados ao desenvolvimento económico, social e político que aqui propomos.

- [Programa InvestEU](#)
- [PAC - Política Agricultura Comum](#) através do [PEPAC - Plano Estratégico da PAC 2023-2027](#)
 - [Fundo Europeu de Garantia Agrícola](#)
 - [Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural](#)
- [PCP - Política Comum de Pescas](#)
 - [Fundo Europeu Marítimo, das Pescas e da Aquicultura](#)
- [Programa para o Ambiente e Ação Climática \(LIFE\)](#)
- [Horizonte Europa](#)
- [Fundo de Coesão](#)
- [Fundo para uma Transição Justa](#)
- [Portugal 2030 através de várias vertentes:](#)
 - [Inovação e Transição Digital](#) (Programa Temático Inovação e Transição Digital)
 - [Ação Climática e Sustentabilidade](#) (Programa Temático para a Ação Climática e Sustentabilidade)
 - [Mar](#) (Fundo Europeu dos Assuntos Marítimos, das Pescas e Aquicultura - Programa para Portugal - MAR2030)
 - [Norte](#) (Programa Regional do Norte 2021-2027)

- [Fundo Ambiental](#) através do PRR e das suas diferentes vertentes - (concursos 2023 que se aplicam):
 - [C08. Florestas - Condomínio de Aldeia](#)
 - [C08. Florestas - Reforço de Atuação dos Centros de Competências do Setor Florestal](#)

Outras fontes de financiamento poderão ser consideradas, nomeadamente através de ONG's, ou outros grupos privados.

8. Referências

Introdução e área de estudo

Agência Portuguesa do Ambiente (APA), (2022a). Plano de Gestão de Região Hidrográfica, 3º ciclo, 2022-2027, Minho e Lima, RH1.

Agência Portuguesa do Ambiente (APA), (2022b). Plano de Gestão de Região Hidrográfica, 3º ciclo, 2022-2027, Cávado, Ave e Leça, RH2.

Agência Portuguesa do Ambiente (APA), (2021). Programa da Orla Costeira Caminha-Espinho.

Carvalho, A. N., & Santos, P. T. (2013). Factors affecting the distribution of epibenthic biodiversity in the Cávado estuary (NW Portugal). *Revista de Gestão Costeira Integrada- Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 13(1), 101-111.

Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R. T., Molnár, Z., Hill, R., Chan, K.

M. A., Baste, I. A., Brauman, K. A., Polasky, S., Church, A., Lonsdale, M., Larigauderie,

A., Leadley, P. W., van Oudenhoven, A. P. E., van der Plaats, F., Schröter, M., Lavorel, S., Aumeeruddy-Thomas, Y., Bukvareva, E., Davies, K., Demissew, S., Erpul, G., Failler, P., Guerra, C. A., Hewitt, C. L., Keune, H., Lindley, S. & Shirayama, Y. (2018). Assessing nature's contributions to people. *359(6373): 270-272.*

Freitas, V., Costa-Dias, S., Campos, J., Bio, A., Santos, P., & Antunes, C. (2009). Patterns in abundance and distribution of juvenile flounder, *Platichthys flesus*, in Minho estuary (NW Iberian Peninsula). *Aquatic Ecology*, 43(4), 1143-1153.

Haines-Young, R. and M.B. Potschin (2018): Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure.

MEA (2005). *Ecosystems and human well-being*. Island press Washington, DC.

Potschin-Young, M., Haines-Young, R., Görg, C., Heink, U., Jax, K., & Schleyer, C. (2018). Understanding the role of conceptual frameworks: Reading the ecosystem service cascade. *Ecosystem Services*, 29, 428-440.

Silva, C. (2022) Mapeamento de serviços dos ecossistemas culturais relacionados com os rios no noroeste de Portugal. Tese de mestrado apresentada à Escola de Ciências da Universidade do Minho.

Sousa, R., Guilhermino, L., & Antunes, C. (2005). Molluscan fauna in the freshwater tidal area of the River Minho estuary, NW of Iberian Peninsula. In *Annales de Limnologie-International*

Journal of Limnology (Vol. 41, No. 2, pp. 141-147). EDP Sciences.

Stringer, L. C., Dougill, A. J., Fraser, E., Hubacek, K., Prell, C., & Reed, M. S. (2006). Unpacking "participation" in the adaptive management of social-ecological systems: a critical review. *Ecology and society*, 11(2).

Vale, L. M., (2008). Estudo Hidrodinâmico do porto de Viana do Castelo. Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro, Aveiro (Portugal). Verbrugge, L. N., Ganzevoort, W., Fliervoet, J. M., Panten, K., & van den Born, R. J. (2017). Implementing participatory monitoring in river management: The role of stakeholders' perspectives and incentives. *Journal of environmental management*, 195, 62-69.

Casos de estudo

Cunha, J., Cardona, F. S., Bio, A., & Ramos, S. (2021). Importance of protection service against erosion and storm events provided by coastal ecosystems under climate change scenarios. *Frontiers in Marine Science*, 8, 726145.

Duarte, S., Vieira, P. E., Leite, B. R., Teixeira, M. A., Neto, J. M., & Costa, F. O. (2023). Macrozoobenthos monitoring in Portuguese transitional waters in the scope of the water framework directive using morphology and DNA metabarcoding. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 281, 108207.

Gaspar, M., Pereira, F., Martins, R., Carneiro, M., Pereira, J., Moreno, A., Constantino, R., Felício, M., Gonçalves, M., Viegas, M. C., Resende, A., Pereira, B., Siborro, S., & Cerqueira, M. (2014) Pequena pesca na costa continental portuguesa: caracterização sócio-económica, descrição da actividade e identificação de problemas. Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA). Gaspar M, Pereira F (eds) Projecto PRESPO, p 272

[Projeto CLIMALERT](#)- Clima alert smart system (ERA4CS/0004/2016), financiado pelo ERA-NET Climate JPI (2017-2021)

[Projeto LIFE Fluvial](#) - "Melhoria e gestão sustentável de corredores fluviais da Região Atlântica Ibérica" (LIFE 16/NAT/ES000771) (2017 - 2022)

[Projeto LIFE Natural Adapt 4 Rural Areas](#) - promovido pelo Município de Famalicão em parceria com as Águas do Norte, com financiamento do programa LIFE+, sob o nº de projeto LIFE19-CCA_PT_001283.LIFE19-CCA_PT_001283 (2021 - 2025)

[Projeto MigraMinho](#) - projeto de cooperação transfronteiriça Galiza-Norte de Portugal -

0016_Migra Minho_1_E (2015 - 2021)

Ramião, J. P., Carvalho-Santos, C., Pinto, R., & Pascoal, C. (2022a). Modeling the effectiveness of sustainable agricultural practices in reducing sediments and nutrient export from a River Basin. *Water*, 14(23), 3962.

Ramião, J. P., Carvalho-Santos, C., Pinto, R., & Pascoal, C. (2022b). Hydropower contribution to the renewable energy transition under climate change. *Water Resources Management*, 1-17.

Sousa, R., Nogueira, A. J., Gaspar, M. B., Antunes, C., & Guilhermino, L. (2008). Growth and extremely high production of the non-indigenous invasive species *Corbicula fluminea* (Müller, 1774): possible implications for ecosystem functioning. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 80(2), 289-295.

Ameaças - esquema completo

Poluição

Agência Portuguesa do Ambiente (APA), (2022a). Plano de Gestão de Região Hidrográfica, 3º ciclo, 2022-2027, Minho e Lima, RH1.

Agência Portuguesa do Ambiente (APA), (2022b). Plano de Gestão de Região Hidrográfica, 3º ciclo, 2022-2027, Cávado, Ave e Leça, RH2.

Antunes, S. C., de Figueiredo, D. R., Marques, S. M., Castro, B. B., Pereira, R., & Gonçalves, F. (2007). Evaluation of water column and sediment toxicity from an abandoned uranium mine using a battery of bioassays. *Science of the Total Environment*, 374(2-3), 252-259.

Carvalho-Santos, C., Nunes, J. P., Monteiro, A. T., Hein, L., & Honrado, J. P. (2016). Assessing the effects of land cover and future climate conditions on the provision of hydrological services in a medium-sized watershed of Portugal. *Hydrological processes*, 30(5), 720-738.

Guilhermino, L., Martins, A., Lopes, C., Raimundo, J., Vieira, L. R., Barboza, L. G. A., Costa, J., Antunes, C., Caetano, M., & Vale, C. (2021). Microplastics in fishes from an estuary (Minho River) ending into the NE Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 173, 113008.

Ramião, J. P., Carvalho-Santos, C., Pinto, R., & Pascoal, C. (2022). Modeling the effectiveness of sustainable agricultural practices in reducing sediments and nutrient export from a River Basin. *Water*, 14(23), 3962.

Santos, S., Vilar, V. J., Alves, P., Boaventura, R. A., & Botelho, C. (2013). Water quality in Minho/Miño River (Portugal/Spain). *Environmental monitoring and assessment*, 185, 3269-3281.

Gestão

Duarte, S., Vieira, P. E., Leite, B. R., Teixeira, M. A., Neto, J. M., & Costa, F. O. (2023). Macrozoobenthos monitoring in Portuguese transitional waters in the scope of the water framework directive using morphology and DNA metabarcoding. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 281, 108207.

Marinho, B., Coelho, C., Hanson, H., & Tussupova, K. (2019). Coastal management in Portugal: Practices for reflection and learning. *Ocean & Coastal Management*, 181, 104874.

Pinto, R., & Martins, F. C. (2013). The Portuguese national strategy for integrated coastal zone management as a spatial planning instrument to climate change adaptation in the Minho River Estuary (Portugal NW-Coastal Zone). *Environmental science & policy*, 33, 76-96.

Pressão humana

Agência Portuguesa do Ambiente (APA), (2022a). Plano de Gestão de Região Hidrográfica, 3º ciclo, 2022-2027, Minho e Lima, RH1.

Agência Portuguesa do Ambiente (APA), (2022b). Plano de Gestão de Região Hidrográfica, 3º ciclo, 2022-2027, Cávado, Ave e Leça, RH2.

Cabrita, M. T., Brito, P., Cacador, I., & Duarte, B. (2020). Impacts of phytoplankton blooms on trace metal recycling and bioavailability during dredging events in the Sado estuary (Portugal). *Marine Environmental Research*, 153, 104837.

Caetano, M., Raimundo, J., Nogueira, M., Santos, M., Mil-Homens, M., Prego, R., & Vale, C. (2016). Defining benchmark values for nutrients under the Water Framework Directive: Application in twelve Portuguese estuaries. *Marine Chemistry*, 185, 27-37.

Lima, I., Moreira, S. M., Rendón-Von Osten, J., Soares, A. M., & Guilhermino, L. (2007). Biochemical responses of the marine mussel *Mytilus galloprovincialis* to petrochemical environmental contamination along the North-western coast of Portugal. *Chemosphere*, 66(7), 1230-1242.

Mil-Homens, M., Costa, A. M., Fonseca, S., Trancoso, M. A., Lopes, C., Serrano, R., & Sousa, R. (2013). Characterization of heavy-metal contamination in surface sediments of the Minho

River Estuary by way of factor analysis. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 64, 617-631.

Pinto, R., & Martins, F. C. (2013). The Portuguese national strategy for integrated coastal zone management as a spatial planning instrument to climate change adaptation in the Minho River Estuary (Portugal NW-Coastal Zone). *Environmental science & policy*, 33, 76-96.

Reis, P. A., Antunes, J. C., & Almeida, C. M. R. (2009). Metal levels in sediments from the Minho estuary salt marsh: a metal clean area?. *Environmental Monitoring and Assessment*, 159(1-4), 191.

Sousa, R., Dias, S. C., Guilhermino, L., & Antunes, C. (2008). Minho River tidal freshwater wetlands: threats to faunal biodiversity. *Aquatic Biology*, 3(3), 237-250.

Alterações climáticas

Borges, J., Cardoso, P., Lopes, I., Figueira, E., & Venâncio, C. (2023). Exploring the potential of white-rot fungi exudates on the amelioration of salinized soils. *Agriculture*, 13(2), 382.

Carvalho-Santos, C., Nunes, J. P., Monteiro, A. T., Hein, L., & Honrado, J. P. (2016). Assessing the effects of land cover and future climate conditions on the provision of hydrological services in a medium-sized watershed of Portugal. *Hydrological processes*, 30(5), 720-738.

Carvalho-Santos, C., Marcos, B., Nunes, J. P., Regos, A., Palazzi, E., Terzago, S., Monteiro, A. T., & Honrado, J. P. (2019). Hydrological impacts of large fires and future climate: Modeling approach supported by satellite data. *Remote Sensing*, 11(23), 2832.

Gonçalves, A. M. M., Castro, B. B., Pardal, M. A., & Gonçalves, F. (2007). Salinity effects on survival and life history of two freshwater cladocerans (*Daphnia magna* and *Daphnia longispina*). In *Annales De Limnologie-International Journal of Limnology* (Vol. 43, No. 1, pp. 13-20). EDP Sciences.

Pereira, H., Sousa, M. C., Vieira, L. R., Morgado, F., & Dias, J. M. (2022). Modelling salt intrusion and estuarine plumes under climate change scenarios in two transitional ecosystems from the NW Atlantic coast. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(2), 262.

Sousa, R., Dias, S. C., Guilhermino, L., & Antunes, C. (2008). Minho River tidal freshwater wetlands: threats to faunal biodiversity. *Aquatic Biology*, 3(3), 237-250.

Souza, A. T., Ilarri, M. I., Timóteo, S., Marques, J. C., & Martins, I. (2018). Assessing the effects

of temperature and salinity oscillations on a key mesopredator fish from European coastal systems. *Science of the Total Environment*, 640, 1332-1345.

Tedim, F., Garcin, M., Vinchon, C., Carvalho, S., Desramaut, N., & Rohmer, J. (2014). Comprehensive vulnerability assessment of forest fires and coastal erosion: evidences from case-study analysis in Portugal. In *Assessment of vulnerability to natural hazards* (pp. 149-177). Elsevier.

Vargas, C. I., Vaz, N., & Dias, J. M. (2017). An evaluation of climate change effects in estuarine salinity patterns: Application to Ria de Aveiro shallow water system. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 189, 33-45.

Recursos piscícolas

Braga, H. O., Bender, M. G., Oliveira, H. M., Pereira, M. J., & Azeiteiro, U. M. (2022). Fishers' knowledge on historical changes and conservation of Allis shad-*Alosa alosa* (Linnaeus, 1758) in Minho River, Iberian Peninsula. *Regional Studies in Marine Science*, 49, 102094.

Gaspar, M., Pereira, F., Martins, R., Carneiro, M., Pereira, J., Moreno, A., Constantino, R., Felício, M., Gonçalves, M., Viegas, M. C., Resende, A., Pereira, B., Siborro, S., & Cerqueira, M. (2014). Pequena pesca na costa continental portuguesa: caracterização sócio-económica, descrição da actividade e identificação de problemas. Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA). Gaspar M, Pereira F (eds) Projecto PRESPO, p 272

Gravato, C., Guimarães, L., Santos, J., Faria, M., Alves, A., & Guilhermino, L. (2010). Comparative study about the effects of pollution on glass and yellow eels (*Anguilla anguilla*) from the estuaries of Minho, Lima and Douro Rivers (NW Portugal). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73(4), 524-533.

Guilhermino, L., Martins, A., Lopes, C., Raimundo, J., Vieira, L. R., Barboza, L. G. A., Costa, J., Antunes, C., Caetano, M., & Vale, C. (2021). Microplastics in fishes from an estuary (Minho River) ending into the NE Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 173, 113008.

Pita, C., & Gaspar, M. (2020). Small-Scale Fisheries in Portugal: current situation, challenges and opportunities for the future. *Small-Scale Fisheries in Europe: Status, Resilience and Governance*, 283-305.

Alteração do regime fluvial

Agência Portuguesa do Ambiente (APA). (2022a). Plano de Gestão de Região Hidrográfica, 3°

ciclo, 2022-2027, Minho e Lima, RH1.

Agência Portuguesa do Ambiente (APA), (2022b). Plano de Gestão de Região Hidrográfica, 3º ciclo, 2022-2027, Cávado, Ave e Leça, RH2.

Aguiar, F. C., Fernandes, M. R., Martins, M. J., & Ferreira, M. T. (2019). Effects of a large irrigation reservoir on aquatic and riparian plants: A history of survival and loss. *Water*, 11(11), 2379.

Leunda, P. M. (2010). Impacts of non-native fishes on Iberian freshwater ichthyofauna: current knowledge and gaps. *Aquatic Invasions*, 5(3), 239-262.

Maceda-Veiga, A. (2013). Towards the conservation of freshwater fish: Iberian Rivers as an example of threats and management practices. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 23, 1-22.

Melo, W., Pinho, J., Iglesias, I., Bio, A., Avilez-Valente, P., Vieira, J., Bastos, L., & Veloso-Gomes, F. (2020). Hydro-and morphodynamic impacts of sea level rise: The Minho estuary case study. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(6), 441.

Nisbet, T., Andreucci, M. B., De Vreese, R., Högbom, L., Kay, S., Kelly-Quinn, M., Leonardi, A., Lyubenova, M., Pol, P. O., Quinteiro, P., Silos, I. G., & Valatin, G. (2020). Forests for water services: A step-by-step guide for payment schemes.

Riis, T., Kelly-Quinn, M., Aguiar, F. C., Manolaki, P., Bruno, D., Bejarano, M. D., Clerici, N., Fernandes, M. R., Franco, J. C., Pettit, N., Portela, A. P., Tammeorg, O., Tammeorg, P., Rodríguez-González, P. M., & Dufour, S. (2020). Global overview of ecosystem services provided by riparian vegetation. *BioScience*, 70(6), 501-514.

Sousa, R., Dias, S. C., Guilhermino, L., & Antunes, C. (2008). Minho River tidal freshwater wetlands: threats to faunal biodiversity. *Aquatic Biology*, 3(3), 237-250.

Boas Práticas de Gestão – Ecossistemas de água doce

Barreiras artificiais e gestão

Agência Portuguesa do Ambiente (APA), (2022a). Plano de Gestão de Região Hidrográfica, 3º ciclo, 2022-2027, Minho e Lima, RH1.

Agência Portuguesa do Ambiente (APA), (2022b). Plano de Gestão de Região Hidrográfica, 3º

ciclo, 2022-2027, Cávado, Ave e Leça, RH2.

Aparicio, E., Vargas, M. J., Olmo, J. M., & de Sostoa, A. (2000). Decline of native freshwater fishes in a Mediterranean watershed on the Iberian Peninsula: a quantitative assessment. *Environmental Biology of Fishes*, 59, 11-19.

Belo, A. F., Cardoso, G., Pereira, E., Quintella, B. R., Mateus, C. S., Alexandre, C. M., Batista, C., Telhado, A., Quadrado, M. N., & Almeida, P. R. (2021). Fish pass use by shads (*Alosa alosa* L. and *Alosa fallax* [Lacépède, 1803]): Implications for monitoring and management. *Ecohydrology*, 14(5), e2292.

Maceda-Veiga, A. (2013). Towards the conservation of freshwater fish: Iberian Rivers as an example of threats and management practices. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 23, 1-22.

Maia, R., Costa, M., & Mendes, J. (2022). Improving transboundary drought and scarcity management in the Iberian Peninsula through the definition of common indicators: The case of the Minho-Lima River Basin district. *Water*, 14(3), 425.

Swyngedouw, E., Kaika, M., & Castro, E. (2002). Urban water: a political-ecology perspective. *Built Environment (1978-)*, 124-137.

Poluição difusa e pontual

Agência Portuguesa do Ambiente (APA), (2022a). Plano de Gestão de Região Hidrográfica, 3º ciclo, 2022-2027, Minho e Lima, RH1.

Agência Portuguesa do Ambiente (APA), (2022b). Plano de Gestão de Região Hidrográfica, 3º ciclo, 2022-2027, Cávado, Ave e Leça, RH2.

Liu, H., & Brouwer, R. (2022). Incentivizing the future adoption of best management practices on agricultural land to protect water resources: The role of past participation and experiences. *Ecological Economics*, 196, 107389.

Nicholls, C. I., & Altieri, M. A. (2018). Pathways for the amplification of agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(10), 1170-1193.

[Projeto Vitrus - Guarda-Rios em Guimarães \(Rio Selho e Ave\)](#)

[Projeto LIFE RIBERMINE](#)

Ramião, J. P., Carvalho-Santos, C., Pinto, R., & Pascoal, C. (2022). Modeling the effectiveness of sustainable agricultural practices in reducing sediments and nutrient export from a River Basin. *Water*, 14(23), 3962.

Alterações climáticas

Carvalho-Santos, C., Marcos, B., Nunes, J. P., Regos, A., Palazzi, E., Terzago, S., Monteiro, A. T. & Honrado, J. P. (2019). Hydrological impacts of large fires and future climate: Modeling approach supported by satellite data. *Remote Sensing*, 11(23), 2832.

Natali, J., Kondolf, G. M., Landeiro, C., Christian-Smith, J., & Grantham, T. (2009). A living Mediterranean River: Restoration and management of the rio Real in Portugal to Achieve Good Ecological Condition. Universidade da Califórnia, Berkeley.

Pinto, R., & Martins, F. C. (2013). The Portuguese national strategy for integrated coastal zone management as a spatial planning instrument to climate change adaptation in the Minho River Estuary (Portugal NW-Coastal Zone). *Environmental science & policy*, 33, 76-96.

[Projeto ClimAlert](#) - Clima alert smart system (ERA4CS/0004/2016), financiado pelo ERA-NET Climate JPI (2017-2021).

Perda de habitats e biodiversidade

Agência Portuguesa do Ambiente (APA), (2022a). Plano de Gestão de Região Hidrográfica, 3º ciclo, 2022-2027, Minho e Lima, RH1.

Agência Portuguesa do Ambiente (APA), (2022b). Plano de Gestão de Região Hidrográfica, 3º ciclo, 2022-2027, Cávado, Ave e Leça, RH2..

Belo, A. F., Cardoso, G., Pereira, E., Quintella, B. R., Mateus, C. S., Alexandre, C. M., Batista, C., Telhado, A., Quadrado, M. N., & Almeida, P. R. (2021). Fish pass use by shads (*Alosa alosa* L. and *Alosa fallax* [Lacépède, 1803]): Implications for monitoring and management. *Ecology*, 14(5), e2292.

Pace, G., Gutiérrez-Cánovas, C., Henriques, R., Carvalho-Santos, C., Cássio, F., & Pascoal, C. (2022). Remote sensing indicators to assess riparian vegetation and river ecosystem health. *Ecological Indicators*, 144, 109519.

Sanches Fernandes, L. F., Sampaio Pinto, A. A., Salgado Terencio, D. P., Leal Pacheco, F. A., & Vitor Cortes, R. M. (2020). Combination of ecological engineering procedures applied to

morphological stabilization of estuarine banks after dredging. *Water*, 12(2), 391.

Referências – Boas Práticas de Gestão – Ecossistemas de transição

Pressão humana

Borges, J., Cardoso, P., Lopes, I., Figueira, E., & Venâncio, C. (2023). Exploring the potential of white-rot fungi exudates on the amelioration of salinized soils. *Agriculture*, 13(2), 382.

Cabrita, M. T., Brito, P., Cacador, I., & Duarte, B. (2020). Impacts of phytoplankton blooms on trace metal recycling and bioavailability during dredging events in the Sado estuary (Portugal). *Marine Environmental Research*, 153, 104837.

Sousa, R., Dias, S. C., Guilhermino, L., & Antunes, C. (2008). Minho River tidal freshwater wetlands: threats to faunal biodiversity. *Aquatic Biology*, 3(3), 237-250.

Espécies invasoras

Castro, B. B., Silva, C., Macário, I. P. E., Oliveira, B., Goncalves, F., & Pereira, J. L. (2018). Feeding inhibition in *Corbicula fluminea* (OF Muller, 1774) as an effect criterion to pollutant exposure: perspectives for ecotoxicity screening and refinement of chemical control. *Aquatic Toxicology*, 196, 25-34.

Duarte, S., Vieira, P. E., Leite, B. R., Teixeira, M. A., Neto, J. M., & Costa, F. O. (2023). Macrozoobenthos monitoring in Portuguese transitional waters in the scope of the water framework directive using morphology and DNA metabarcoding. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 281, 108207.

Pereira, J. L., Pinho, S., Ré, A., Costa, P. A., Costa, R., Gonçalves, F., & Castro, B. B. (2016). Biological control of the invasive Asian clam, *Corbicula fluminea*: can predators tame the beast?. *Hydrobiologia*, 779, 209-226.

Sousa, R., Dias, S. C., Guilhermino, L., & Antunes, C. (2008). Minho River tidal freshwater wetlands: threats to faunal biodiversity. *Aquatic Biology*, 3(3), 237-250.

Gestão

Duarte, S., Vieira, P. E., Leite, B. R., Teixeira, M. A., Neto, J. M., & Costa, F. O. (2023). Macrozoobenthos monitoring in Portuguese transitional waters in the scope of the water

framework directive using morphology and DNA metabarcoding. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 281, 108207.

Marinho, B., Coelho, C., Hanson, H., & Tussupova, K. (2019). Coastal management in Portugal: Practices for reflection and learning. *Ocean & Coastal Management*, 181, 104874.

Boas Práticas de Gestão – Ecossistemas marinhos

Recursos piscícolas, gestão e novas estratégias

Gaspar, M., Pereira, F., Martins, R., Carneiro, M., Pereira, J., Moreno, A., Constantino, R., Felício, M., Gonçalves, M., Viegas, M. C., Resende, A., Pereira, B., Siborro, S., & Cerqueira, M. (2014) Pequena pesca na costa continental portuguesa: caracterização sócio-económica, descrição da actividade e identificação de problemas. Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA). Gaspar M, Pereira F (eds) Projecto PRESPO, p 272

Pita, C., & Gaspar, M. (2020). Small-Scale Fisheries in Portugal: current situation, challenges and opportunities for the future. *Small-Scale Fisheries in Europe: Status, Resilience and Governance*, 283-305.

Gestão

Agência Portuguesa do Ambiente (APA), (2019a) Plano de gestão dos riscos de inundações da RH1, Minho e Lima

Agência Portuguesa do Ambiente (APA), (2019b) Plano de gestão dos riscos de inundações da RH2, Cávado, Ave e Leça

Agência Portuguesa do Ambiente (APA), (2021). Programa da Orla Costeira Caminha-Espinho.

Dal Cin, F., Fleischmann, M., Romice, O., & Costa, J. P. (2020). Climate adaptation plans in the context of coastal settlements: The case of Portugal. *Sustainability*, 12(20), 8559.

[European Union Biodiversity Strategy for 2030](#)

Marinho, B., Coelho, C., Hanson, H., & Tussupova, K. (2019). Coastal management in Portugal: Practices for reflection and learning. *Ocean & Coastal Management*, 181, 104874.

Biodiversidade e habitats

[European Union Biodiversity Strategy for 2030](#)

Pinto, J. M. M. G. (2014). As invasões biológicas no quadro dos riscos naturais: Conceptualização e análise preliminar para o Alto Minho, Portugal. Dissertação de mestrado, Universidade do Porto, Porto.

Financiamento

Programa InvestEU: https://investeu.europa.eu/index_en

PAC - Política Agricultura Comum: https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/financing-cap/cap-funds/grantsinformation_en

PEPAC - Plano Estratégico da PAC 2023-2027: <https://www.gpp.pt/index.php/pepac/pepac-plano-estrategico-da-pac-2023-2027>

Fundo Europeu de Garantia Agrícola: https://commission.europa.eu/funding-tenders/find-funding/eu-funding-programmes/europeanagricultural-guarantee-fund-eagf_en#_blank

Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural: https://commission.europa.eu/funding-tenders/find-funding/eu-funding-programmes/europeanagricultural-fund-rural-development-eafrd_en

PCP - Política Comum de Pescas: https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/policy/common-fisheries-policy-cfp_en

Fundo Europeu Marítimo, das Pescas e da Aquicultura: https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/funding/emfaf_en

Programa para o Ambiente e Ação Climática (LIFE): https://cinea.ec.europa.eu/programmes/life_en

Horizonte Europa: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-andopen-calls/horizon-europe_en

Fundo de Coesão: https://commission.europa.eu/funding-tenders/find-funding/eu-funding-programmes/cohesion-fundcf_en

Fundo para uma Transição Justa: https://commission.europa.eu/funding-tenders/find-funding/eu-funding-programmes/just-transitionfund_en

Portugal 2030: <https://portugal2030.pt/>

Inovação e Transição Digital (Programa Temático Inovação e Transição Digital): https://portugal2030.pt/wp-content/uploads/sites/3/2023/05/sfc2021-PRG-2021PT16FFPR009-1.2_PITD.pdf

Ação Climática e Sustentabilidade (Programa Temático para a Ação Climática e Sustentabilidade): https://portugal2030.pt/wp-content/uploads/sites/3/2023/05/sfc2021-PRG-2021PT16CFPR001-1.3_PACS.pdf

Mar (Fundo Europeu dos Assuntos Marítimos, das Pescas e Aquicultura - Programa para Portugal - MAR2030): https://portugal2030.pt/wp-content/uploads/sites/3/2022/12/sfc2021-PRG-2021PT14MFPR001-1.2_PMAR2030.pdf

Norte (Programa Regional do Norte 2021-2027): https://portugal2030.pt/wp-content/uploads/sites/3/2023/05/sfc2021-PRG-2021PT16FFPR003-1.2_PRNorte.pdf

Fundo Ambiental: <https://www.fundoambiental.pt/>

Florestas - Condomínio de Aldeia: <https://www.fundoambiental.pt/apoios-prr/c8-florestas/04c08-i012023-condominio-dealdeia.aspx>

Florestas - Reforço de Atuação dos Centros de Competências do Setor Florestal: <https://www.fundoambiental.pt/apoios-prr/c8-florestas/03c08-i05022022-reforco-de-atuacaodas-organizacoes-de-produtores-florestais-2-fase.aspx>



www.river2ocean.pt



Universidade do Minho
Escola de Ciências



INSTITUTO DE CIÊNCIA E INOVAÇÃO
PARA A BIO-SUSTENTABILIDADE



centre of **molecular** and
environmental **biology**



PROGRAMA OPERACIONAL REGIONAL DO NORTE



UNIÃO EUROPEIA
Fundos Europeus
Estruturais e de Investimento

O projeto River2Ocean recebeu financiamento no âmbito do concurso NORTE-45-2020-75 do Programa Operacional NORTE 2020, "Sistema de Apoio à Investigação Científica e Tecnológica - Projetos Estruturados de I&D&I".