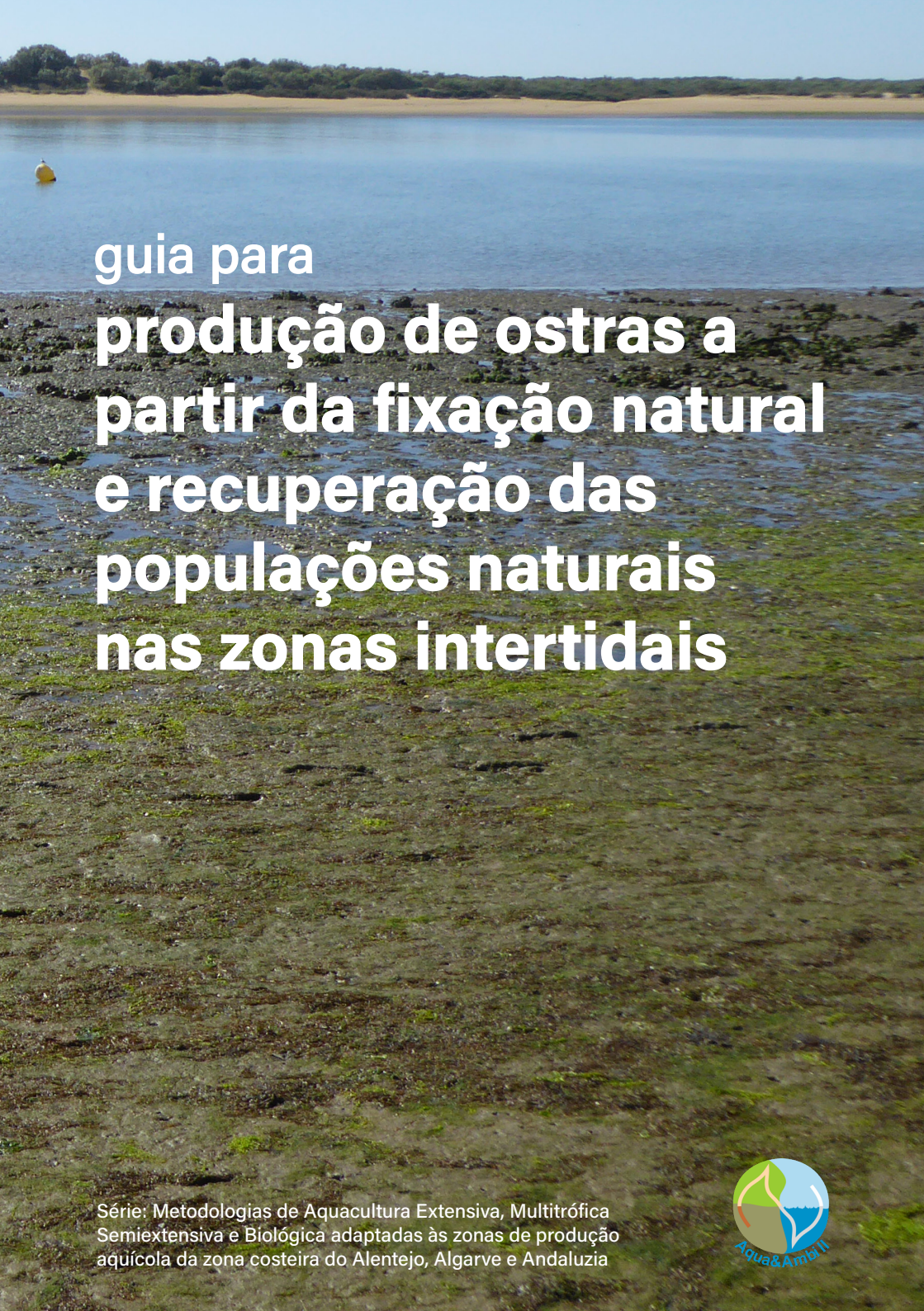




guia para produção de ostras a partir da fixação natural e recuperação das populações naturais nas zonas intertidais

Série: Metodologias de Aquacultura Extensiva, Multitrófica
Semiextensiva e Biológica adaptadas às zonas de produção
aquécola da zona costeira do Alentejo, Algarve e Andaluzia



ÍNDICE

04	1. PREÂMBULO
06	2. PARCEIROS DO PROJETO
10	3. INTRODUÇÃO
11	3.1. Benefícios da recuperação da população de moluscos
14	3.2. Ciclo de vida dos bivalves
19	4. PLANEAMENTO DO REPOVOAMENTO
20	4.1. Objetivos
25	4.2. Biossegurança
25	4.3. Genética
27	5. METODOLOGIAS DE RECUPERAÇÃO DE POPULAÇÕES
27	5.1. Seleção do local
31	5.2. Características do habitat para o repovoamento com bivalves
31	5.2.1. Sobrevivência
33	5.2.2. Reprodução
33	5.2.3. Recrutamento
34	5.2.4. Crescimento
35	5.2.5. Técnicas de repovoamento
36	5.2.6. Técnicas de repovoamento para a limitação do recrutamento
37	5.2.7. Gestão da pescaria
44	5.2.8. Técnicas de repovoamento para limitação do substrato

56	6. MONITORIZAÇÃO DOS REPOVOAMENTOS
56	6.1. Medições padrão para acompanhamento da população
59	6.1.1 Extensão e densidade
62	6.2. Parâmetros ambientais
63	6.3. Densidade de espécies e biodiversidade
65	6.4. Roda de restauração (<i>Recovery Wheel</i>)
69	7. CASO DE ESTUDO
69	7.1. Populações do rio Piedras
71	8. BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

1. PREÂMBULO

Esta publicação surge como resultado do trabalho realizado no âmbito do projeto “Apoio à gestão das zonas húmidas do litoral do Sudoeste Ibérico: Interações entre a Aquacultura e o meio Ambiente na região transfronteiriça Alentejo-Algarve-Andaluzia (AQUA&AMBI)”, enquadrado no Programa Interreg V-A Espanha-Portugal (POCTEP) 2014-2020 da União Europeia.

O seu objetivo é reforçar os mecanismos transfronteiriços de manutenção e recuperação da biodiversidade e dos serviços ecossistémicos na Rede Natura 2000, na zona Alentejo-Algarve-Andaluzia, através da utilização de metodologias e sistemas de produção adequados a estas áreas, bem como o aumento das áreas reabilitadas e a sua rentabilização para uma gestão mais eficiente, com especial destaque para o aumento da transferência de conhecimento e tecnologia. Especificamente, prevê-se:

- Consolidar a rede de colaboração científica e técnica transfronteiriça Alentejo-Algarve-Andaluzia para a validação, promoção e utilização de metodologias e sistemas de produção ecológicos adequados às zonas húmidas protegidas, evitando impactos negativos nas populações autóctones e nos ecossistemas das zonas húmidas.
- Valorizar os Serviços Ecossistémicos e do Capital Natural associados à produção agrícola sustentável no âmbito da Rede Natura 2000.
- Validar os sistemas e metodologias de produção biológica adequados para melhorar o estado de conservação das zonas húmidas da costa do Sudoeste da Península Ibérica.
- Promover a utilização destes sistemas para aumentar as áreas reabilitadas e a sua rentabilidade e contribuir para uma gestão mais eficiente destas áreas.
- Realizar ações de formação e transferência de tecnologia para os sistemas e metodologias de produção ecológica mais adequados e mais adaptados às áreas de produção agrícola da zona costeira Alentejo-Algarve-Andaluzia.

Os países membros da UE estabeleceram uma extensa área de espaços protegidos designados por Rede Natura 2000. Esta rede inclui a grande maioria das zonas húmidas inundáveis da União Europeia, que são reconhecidas como áreas sensíveis e de alto risco, sob intensa pressão das atividades humanas. Tendo em conta as variadas idiossincrasias de cada estuário e as diferentes regulamentações de cada país, este guia visa oferecer as linhas gerais que devem ser seguidas nos projetos de recuperação de bivalves e está por isso sujeito às modificações necessárias para se adaptar a cada circunstância.

O objetivo principal deste guia é divulgar a importância dos moluscos bivalves nos estuários e o seu papel na saúde ambiental destes ecossistemas. Nesse sentido descreve-se a sequência de passos necessários para o planeamento de um projeto que visa promover a reintrodução de populações desse grupo de espécies, considerando o seu ciclo de vida e as diferenças entre os que vivem enterrados no substrato e as espécies que assentam sobre substratos duros. Dispõem assim de um exemplo detalhado da estrutura e da informação requerida neste tipo de projetos, incluindo os procedimentos prévios de natureza administrativa e os aspetos biológicos a considerar, necessários para o desenvolvimento dessas atividades. As diferentes técnicas de recuperação são descritas de acordo com o tipo de bivalve objeto de recuperação e os diferentes parâmetros que devem ser avaliados para realizar um acompanhamento das populações, com o objetivo de poder avaliar o sucesso da maneira mais precisa possível.

Do projeto AQUA&AMBI confiamos que este guia irá promover um modelo de desenvolvimento socioeconómico sustentável, que integre os processos produtivos do território e os seus processos naturais, aumentando assim a sua competitividade através da qualidade, ecoeficiência, inovação e diferenciação dos seus produtos, consistente com os objetivos de sustentabilidade e qualidade de vida da população.

2. PARCEIROS DO PROJETO



O coordenador do projeto AQUA&AMBI é o **Instituto Português do Mar e da Atmosfera** (IPMA), instituto público criado em 2012, resultado da fusão do Instituto de Meteorologia e do Instituto Português de Investigação das Pescas e do Mar. É o organismo responsável pela investigação em Portugal a nível de meteorologia, geofísica e mar. O IPMA atua como um conselheiro para as autoridades nacionais de aquacultura, pesca e indústria pesqueira, sendo membro de várias comissões nacionais e internacionais. A sua missão é promover e coordenar a investigação científica, o desenvolvimento tecnológico, a inovação e prestação de serviços no âmbito dos recursos marinhos, pesca, aquacultura e indústria transformadora de produtos do mar, entre outros. Tem uma ampla experiência em projetos I+D em vários programas de financiamento. (www.ipma.pt)



A **Fundación Centro Tecnológico de Acuicultura de Andalucía** (CTAQUA) constituiu-se como uma instituição particular sem fins lucrativos em 2007 e encontra-se sediada em El Puerto de Santa María (Cádiz). A sua missão é o fomento da inovação competitiva das empresas, em resposta às necessidades empresariais que tenham os setores da aquacultura e de produção de alimentos marinhos, através do desenvolvimento de investigação aplicada à resposta a diferentes processos técnicos e produtivos. Leva a cabo tanto actividades como projetos com distintos colaboradores estratégicos a nível regional, nacional e europeu. O CTAQUA conta ainda com uma ampla experiência no desenvolvimento de projetos de planificação espacial marinha e serviços ecossistémicos associados à atividade aquícola. (www.ctaqua.es)



Da parte da **Universidade de Cádiz**, participam investigadores do Departamento de Biologia, pertencentes ao grupo de investigação de Conservação de Zonas Húmidas Costeiras (RNM 329) e do grupo RNM 214 Estrutura e Dinâmica de Ecossistemas Aquáticos. Os membros destes grupos são especializados em ecologia de sistemas estuarinos, conservação de avifauna costeira e marinha e serviços ecossistémicos. Estes grupos integram-se dentro do Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR). A equipa da UCA desenvolveu projetos de investigação sobre os serviços ecossistémicos associados à avifauna em zonas de aquacultura, avaliando o impacto das aves ictiófagas sobre a produção aquícola, e sobre a promoção da gestão ambiental dos ambientes aquáticos que garanta o desenvolvimento de uma atividade económica sustentável e a preservação da biodiversidade. (www.uca.es)



O **Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)**, é uma agência estatal espanhola associada ao Ministério da Ciência, Inovação e Universidades. O seu objetivo fundamental é desenvolver e promover investigação em benefício do progresso científico e tecnológico. O CSIC, através do Grupo de Economía Ambiental (GEA) do Instituto de Políticas y Bienes Públicos (IPP) participou em vários projetos sobre a valorização económica de ecossistemas em convocatórias europeias, do Plano Nacional de I+D+i do governo espanhol e em outros projetos internacionais. O presente projeto constituiu-se como uma oportunidade de expandir esta linha de trabalho para os ecossistemas de zonas húmidas costeiras. (www.csic.es)

2. PARCEIROS DO PROJETO



Consejería de Agricultura,
Pesca, Agua
y Desarrollo Rural

Agencia de Gestión Agraria
y Pesquera de Andalucía

A **Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía (AGAPA)** foi formada em 2011, com o objetivo de executar as políticas orientadas para alcançar os objetivos fundamentais em matéria de agricultura e pescas, bem como na gestão de programas e ações de fomento, monitorização e inspeção, prestação, gestão e assistência técnica. Neste contexto, a área de aquacultura é trabalhada na Ordenación, Fomento y Control de la Acuicultura Marina en Andalucía, contribuindo para a consolidação e posicionamento do setor e da atividade aquícola, setor estratégico na Andaluzia.

(www.juntadeandalucia.es/agenciaagrariaypesquera/)



Consejería de Agricultura,
Pesca, Agua y
Desarrollo Rural

Instituto Andaluz de Investigación
y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria
y de la Producción Ecológica

O **Instituto de Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA)** participa no projeto através do Centro Agua del Pino, localizado em Cartaya (Huelva), onde são desenvolvidas e promovidas diferentes linhas de investigação em aquacultura, centradas no cultivo de moluscos, crustáceos e peixes, assim como investigação em recursos pesqueiros (<https://ifapa.junta-andalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/web/>)



A **Agência Portuguesa do Ambiente (APA)** tem como missão a gestão integrada de políticas ambientais com outras políticas setoriais, com o objetivo de proteger e melhorar o meio ambiente. É o principal organismo regulador ambiental em Portugal, e entre as suas competências inclui-se a monitorização, planificação e avaliação, em temas como água e costa, resíduos, alterações climáticas, avaliação de impacto ambiental, etc. A Autoridade Nacional da Água, integra desde 2012 as Administrações dos Recursos Hídricos Regionais, na forma de serviços descentralizados, nos quais se inclui a ARH do Algarve. (www.apambiente.pt)

3. INTRODUÇÃO

A restauração de habitats a nível global é um objetivo considerado fundamental para alcançar a sustentabilidade ambiental e uma exploração racional dos recursos assim como um meio de luta contra as alterações climáticas dado o importante papel desempenhado pelos ecossistemas na absorção de CO₂ pela vegetação.

Um dos objetivos propostos pelas Nações Unidas para o desenvolvimento sustentável para 2030 é abordado no Objetivo 14 *"conservar e utilizar de forma sustentável os oceanos, mares e recursos marinhos"*. Isso inclui *"gerir e proteger de forma sustentável os ecossistemas marinhos e costeiros para evitar efeitos adversos significativos, incluindo o fortalecimento da sua resiliência, e adotar medidas para os restaurar a fim de restabelecer a saúde e a produtividade dos oceanos"*.

A Diretiva 92/43/CEE sobre conservação e habitats, da fauna e flora, publicada em 1992, estabelece uma rede de áreas naturais protegidas a nível europeu. Como resultado dessa diretiva, foi criada a rede Natura 2000, que inclui

a grande maioria das zonas húmidas europeias e que visa proteger e restaurar a fauna e a flora nessas áreas. A proteção das aves nessas áreas também está especificamente incluída na convenção RAMSAR. O ambiente marinho tem outras medidas para proteger habitats e recursos. A Convenção OSPAR para a Proteção do Meio Ambiente Marinho do Atlântico Nordeste tem como objetivo conservar os ecossistemas marinhos, a saúde humana e a restauração de áreas marinhas. Este acordo entre países baseia-se também na Diretiva-Quadro de Estratégia Marinha (2008/56/CE) destinada a proteger o ambiente marinho de forma mais eficiente.

Todas estas normativas refletem a sensibilidade dos Estados no sentido de proteger os ecossistemas e a sustentabilidade dos recursos. Com esta finalidade, as Nações Unidas fizeram um apelo aos países para a conservação e restauração dos ecossistemas como forma de mitigar as alterações climáticas, criando a Década de Restauração dos Ecossistemas 2021-2030, (www.decadeonrestoration.org) para promover iniciativas de recuperação ambiental.

A recuperação dos ecossistemas costeiros e marinhos é, assim, uma atividade em crescimento apoiada por recursos económicos significativos num número importante de países, sendo os EUA onde foram realizadas mais ações deste tipo. Nestes objetivos gerais está incluída, como uma ação recomendada e prioritária para a restauração de estuários, a recuperação das populações de moluscos bivalves.

Em 2017, começaram na Europa iniciativas semelhantes envolvendo vários países que formaram o consórcio NORA (Native Oyster Restoration Alliance) focado na recuperação das populações naturais da ostra plana (*Ostrea edulis*) nos estuários e zonas costeiras onde a sua existência era conhecida. Este recurso reduziu drasticamente a sua população devido à sobre-exploração e a importantes problemas de doenças que causaram um declínio de 90% do seu efetivo desde o início do século XX. Tanto do ponto de vista da recuperação de um recurso explorável como para a biorremediação dos ecossistemas nos estuários, os objetivos desta aliança surgem em resultado do nicho ecológico ocupado pelas populações

desta espécie e do seu importante papel no ecossistema.

3.1. BENEFÍCIOS DA RECUPERAÇÃO DA POPULAÇÃO DE MOLUSCOS

As ações destinadas a recuperar as populações de moluscos foram no início dirigidas ao melhoramento das populações de espécies exploradas comercialmente, dada a sobre-exploração deste recurso. Estas atividades foram desenvolvidas nos EUA desde há várias décadas, e dirigidas principalmente à chamada ostra oriental (*Crassostrea virginica*). No entanto, os projetos de recuperação da população tornaram-se mais relevantes, devido aos seus efeitos benéficos para o ambiente natural no estuário e para o homem graças aos serviços do ecossistema resultantes destas populações.

Considerando o seu modo de vida, podem diferenciar-se os moluscos bivalves em dois tipos: os que vivem enterrados num substrato vasoso, que chamaremos de *endobentónicos* porque fazem parte da fauna bentónica dos estuários. O exemplo mais representativo deste tipo

3. INTRODUÇÃO

SERVIÇOS ECOSSISTÉMICOS DAS POPULAÇÕES DE MOLUSCOS BIVALES

Consideram-se serviços ecossistêmicos, ou serviços de ecossistema, os benefícios que um ecossistema ou comunidade biológica (terrestre ou aquática) traz às sociedades humanas, ou seja, são os recursos ou processos do próprio ecossistema que, como resultado do seu próprio funcionamento, beneficiam o ser humano. Os serviços de ecossistema são muito variados e podem ser agrupados em 4 tipos (Common International Classification of Ecosystem Services, CICES):

- **Serviços de provisão** - Alimentação, madeira, água potável, ...
- **Serviços de regulação** - Regulação de doenças, clima, purificação de água, ...
- **Serviços culturais** - Educativos, recreativos, espirituais, ...
- **Serviços de suporte** - Ciclo de nutrientes, formação de solos, ...

Um exemplo claro de um serviço de ecossistema é o oferecido por plantas com a produção de oxigênio que nos permite respirar e, por sua vez, a retenção de CO₂, como resultado do processo fotossintético.

são as amêijoas que, conjuntamente com crustáceos e vermes poliquetas, formam uma comunidade estável. Estes bivalves não estão ancorados a nenhum substrato. O outro grupo de bivalves são aqueles que vivem em substratos rochosos no qual permanecerão ao longo da sua vida. Estes organismos sésseis, como ostras e mexilhões, são conhecidos como *epibentônicos* porque vivem no fundo ou em qualquer outra estrutura dura nas zonas intertidais e subtidais dos estuários.

Essas populações de bivalves e as

comunidades associadas fornecem serviços ecossistêmicos de vários tipos, em resultado do seu modo de vida. Eles alimentam-se captando as algas microscópicas que vivem na coluna de água (fitoplâncton). Para tal, cada indivíduo filtra a água e capta as partículas suspensas através de suas brânquias. Esta filtração não inclui apenas algas, mas também bactérias e partículas de matéria orgânica. Em resultado dessa filtração, há um aumento considerável da transparência da água e a população, como um todo é, capaz de filtrar o volume total de um estuário num

curto período de tempo. Esse aumento da transparência facilita a proliferação de macroalgas e macrófitas presas no fundo e resulta em aumento da biodiversidade.

Este comportamento alimentar por filtração acarreta outros resultados sobre o material dissolvido na água, reduzindo a eutrofização proveniente das descargas urbanas pois favorece a biodeposição dos nutrientes sobre o substrato através das suas fezes e que são posteriormente processados por bactérias desnitrificantes, e libertando o azoto para a atmosfera sob a forma de gás.

No caso dos moluscos epibentónicos (ostras, mexilhões...) o acúmulo de indivíduos forma populações que podem cobrir as zonas inter e subtidais dos canais estuarinos. Quando se trata de fixação definitiva, esses jovens usam como substrato preferido as conchas de

seus congêneres, de tal forma que há aglomerações de indivíduos uns sobre os outros que crescem verticalmente, parecendo uma pinha. Estas formações formam recantos que servem de abrigo a outros organismos, como búzios, caranguejos, camarões, larvas de peixe, etc. Estas comunidades também favorecem a presença de outras espécies transitórias, como os peixes, que se aproximam, para se alimentar nos recifes. O aumento da biodiversidade e a presença dessas espécies também incentiva o turismo em geral e a pesca nesses estuários.

Quando a maré baixa, essas extensões de moluscos, tanto epibentónicos como subterrados, são visitadas por aves que também se alimentam dessa variedade de organismos.

A formação de *recifes*, ocupando grandes extensões nas zonas intertidais, reduz a

Os agrupamentos de ostras resultam do comportamento natural durante o seu ciclo de vida quando passam de larvas na coluna de água e assentam no fundo em algum substrato duro. O substrato preferido para esta fixação é a concha de outros espécimes. Isso dá origem a formações que podem ser definidas em dois níveis: em pequena escala, as ostras fixam-se umas às outras, formando estruturas cada vez mais altas e muito irregulares que chamamos de **pinha**. Em maior escala apresentam uma distribuição em grupos no estuário formando *manchas* que podem-se estender centenas de metros, e são conhecidas como **recifes**.

3. INTRODUÇÃO

erosão nas margens dos canais, o que permite a fixação de nova vegetação.

Outro dos serviços fornecidos pelos bivalves das espécies mencionadas é também o valor comercial da sua venda (serviço de provisão).

3.2. CICLO DE VIDA DOS BIVALVES

No momento de considerar a recuperação das populações de bivalves, é importante conhecer o ciclo de vida das espécies que se encontram nos estuários onde esses projetos serão implementados. Os ciclos de vida desses moluscos estão bem

Tabela 1 - Serviços ecossistêmicos resultantes de populações bivalves (endo e epibentônicos). Nem todos os serviços são prestados em todos os casos (adaptado de De Fitzsimons *et al*, 2019)

SERVIÇOS DE ECOSSISTEMA	TIPO DE SERVIÇO	MECANISMO	BENEFICIÁRIOS
Aumento de crustáceos e peixes	Provisão	Oferecem refúgios e grande abundância de presas na estrutura tridimensional do recife	Pescadores comerciais e recreativos, comunidades próximas
Aumento das pescarias de moluscos	Provisão	Dispersando as larvas dos espaços restaurados	Pescadores comerciais e recreativos
Redução da erosão nas encostas dos canais	Regulação	Dissipando a energia das ondas, agindo como quebra-mar e consolidando as encostas dos canais	Proprietários da linha da frente e comunidades locais
Aumento da transparência da água	Regulação	Levando os sedimentos e o fitoplâncton para o fundo por filtração da água	Comunidades locais e turismo

Tabela 1 (Cont.) - Serviços ecossistêmicos resultantes de populações bivalves (endo e epibentônicos). Nem todos os serviços são prestados em todos os casos (adaptado de De Fitzsimons *et al*, 2019)

SERVICIOS DEL ECOSISTEMA	TIPO DE SERVICIO	MECANISMO	BENEFICIARIOS
Redução da poluição da água	Regulação	Aumento da remoção do azoto na água do estuário (incluindo a desnitrificação por bactérias no sedimento circundante)	Comunidade local, turismo, pesca comercial, administrações
Sequestro de carbono	Regulação	Direcionando os sedimentos para o fundo e estabilizando-os	Administração e população global
Valores culturais	Cultural	Apoiando um modo de vida tradicional e um sentido de comunidade associativo	Comunidades locais e turismo
Aumento da biodiversidade e estabilidade dos ecossistemas	Suporte	Um grande número de espécies são favorecidas local e globalmente ao constituir um habitat tridimensional complexo. Inclui tanto as espécies que se refugiam ou se instalam nos recifes e as errantes que se aproveitam destes habitats, como peixes e aves nas margens dos canais. Este aumento da biodiversidade aumenta a estabilidade do ecossistema.	Das populações locais à arena global

3. INTRODUÇÃO

estudados em laboratório, graças à pesquisa realizada pela aquacultura dessas espécies, mas existem ainda incógnitas relativamente ao seu comportamento no ambiente natural.

A grande maioria das espécies de bivalves têm sexos separados (indivíduos machos e fêmeas) que não se distinguem externamente. Quando as condições são ideais, como o aumento da temperatura da água e das horas de luz na primavera, os machos e fêmeas expulsam os óvulos e espermatozoides para a água onde se fecundam ocorrendo a chamada fertilização externa. Após 24-48 horas surge uma larva com natação chamada trocófora que continua o seu desenvolvimento e se metamorfoseia em larva velígera já com uma concha rudimentar. Esta larva mantém um tipo de vida planctónico, graças a cílios que lhes permitem nadar na coluna de água. Após 15 a 20 dias sofre uma metamorfose, perdendo o velo de cílios que a mantém na coluna de água e desenvolve o pé. É então que procura o fundo para se fixar no substrato definitivo. Esta larva é chamada de *pedivelígera* ou juvenil.

Este momento de metamorfose e fixação

A ostra plana (*Ostrea edulis*) tem um comportamento reprodutivo diferente em alguns aspectos. Adultos são capazes de mudar de sexo nas diferentes épocas de reprodução. Além disso, as fêmeas não emitem os ovos para o ambiente natural, mas retêm-nos na cavidade paleal onde ocorre a incubação e as larvas velígeras, já formadas, são expulsas para o meio ambiente.



Figura 1 - Macho de amêijoia boa emitindo o esperma.

é o mais crítico na vida dos bivalves e condiciona os projetos de recuperação das populações pois ter um substrato adequado favorece de sobremaneira a sobrevivência das larvas e, portanto, o estabelecimento dos juvenis.

3. INTRODUÇÃO

- Para os ostreídeos, que precisam de um substrato definitivo onde fixar-se de forma definitiva, o substrato mais adequado entre os testados são as conchas de outros espécimes da mesma espécie, embora se possam usar também outros substratos.

- Para a ameijoia fina (*Ruditapes decussatus*), uma espécie nativa das nossas costas, o substrato vazoso favorito é o arenoso-lodoso, mas deve ter-se em consideração que a larva velígera, embora nadando, move-se perto do fundo

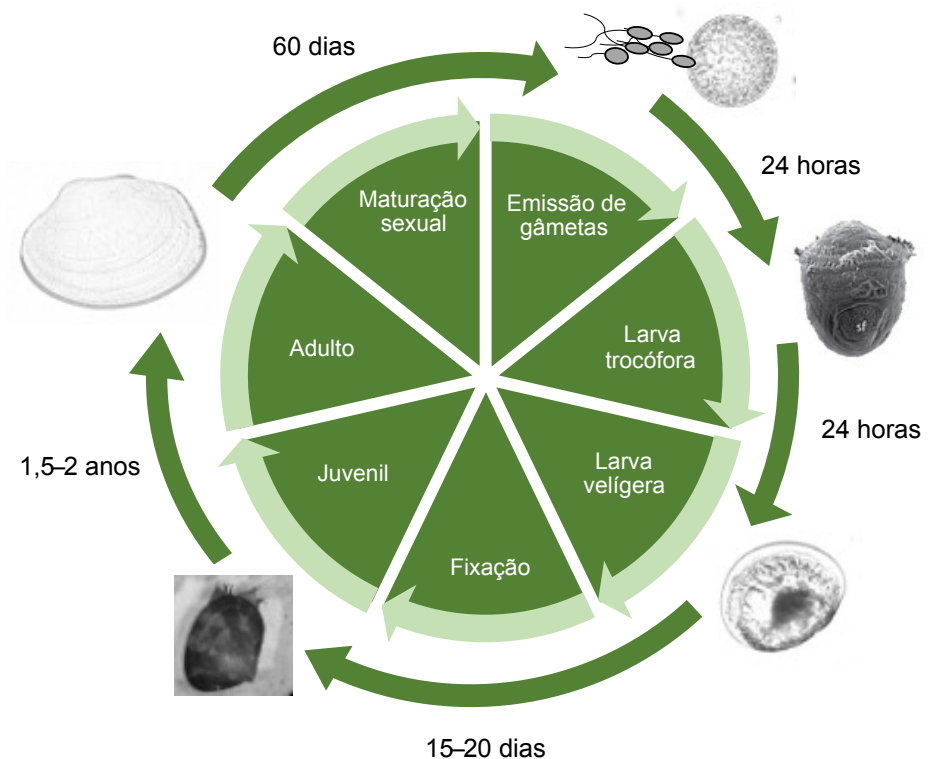


Figura 2 - Ciclo de vida dos moluscos bivalves.

3. INTRODUÇÃO

pelo que é capaz de procurar ativamente o substrato adequado para a sua fixação e enterrar-se no substrato.

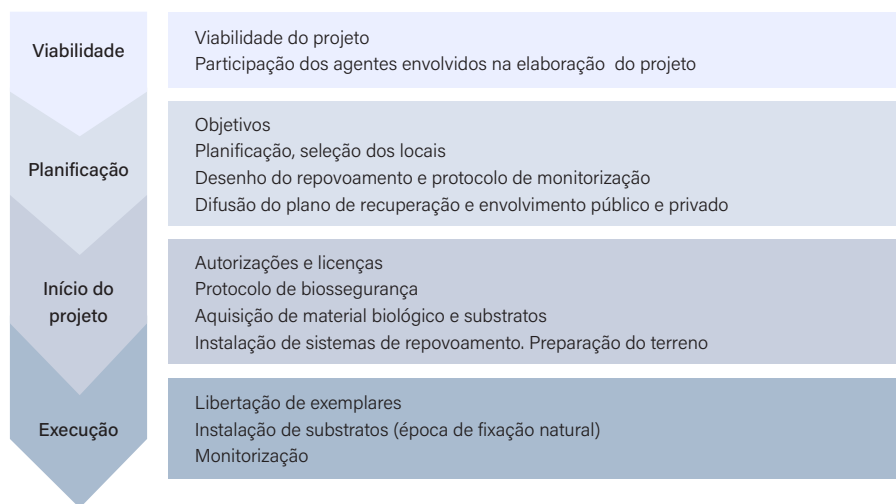
Após a metamorfose e fixação, o juvenil já tem a forma definitiva e continua seu crescimento até se tornar adulto após aproximadamente 1,5 - 2 anos.

4. PLANEAMENTO DO REPOVOAMENTO

Ao considerar um projeto de **recuperação**, o primeiro aspeto a ter em conta é a definição do objetivo exato para o qual esta ação deve ser realizada a fim de avaliar a sua **viabilidade**. Neste diagnóstico, um dos primeiros elementos a considerar é se as pressões que causaram a diminuição das populações ainda estão em vigor, caso em que será necessário tomar medidas para reduzir estas ameaças. Estes fatores podem incluir a degradação do habitat, a sobre-exploração do recurso,

a poluição urbana, etc. Antes de planejar um repovoamento é necessário realizar um diagnóstico da situação da área e dos objetivos a que se dirige. É aconselhável realizar estudos anteriores com o objetivo de estabelecer os parâmetros referência da situação do banco natural do bivalve: investigar, se é possível conhecer a situação histórica da população, a densidade e a estrutura atual da população, o nível de exploração comercial e a disponibilidade de substrato para repovoamento.

Figura 3 - Diagrama dos procedimentos a seguir para um repovoamento de bivalves.



4. PLANEAMENTO DO REPOVOAMENTO

É aconselhável fazer-se uma matriz **FOFA** (Forças, Oportunidades, Fraquezas, Ameaças), na qual se relacionam todos os componentes em cada uma das referidas categorias que podem influenciar o projeto de recuperação e o seu desenho e implementar medidas para mitigar as deficiências. Também é aconselhável estabelecer colaborações e envolvimento das administrações e empresas.

O seguinte diagrama de fluxo descreve os procedimentos a seguir antes de começar com o repovoamento.

Devem ser tomados em linha de conta os objetivos específicos do projeto, o calendário de atividades e o acompanhamento do projeto a curto, médio e longo prazo.

4.1. OBJETIVOS

Os objetivos gerais do repovoamento podem ser diversos, mas devem visar uma melhoria social para uma utilização sustentável dos recursos ou para a saúde dos ecossistemas. Dentro destas duas estratégias gerais, e dependendo do diagnóstico da situação dos bancos naturais, o plano de ação pode ser diferente

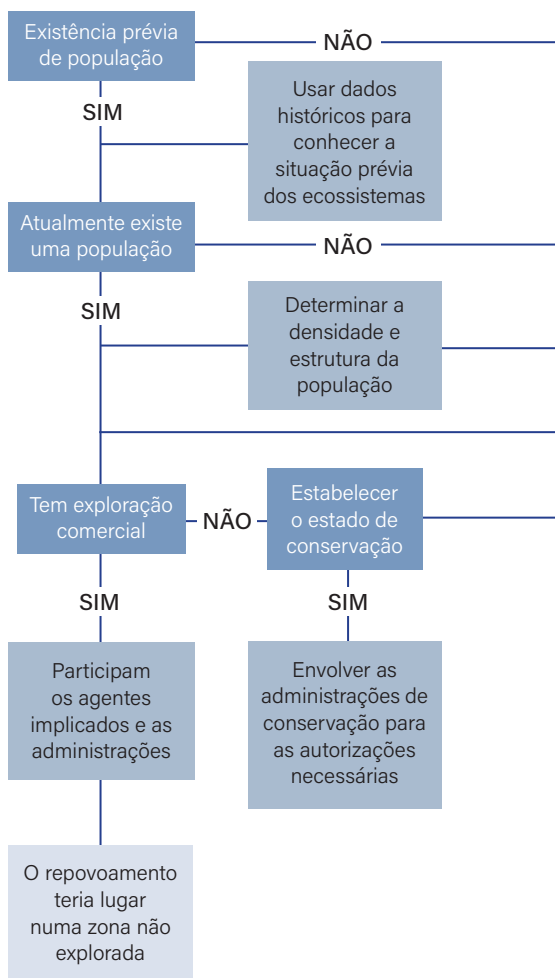
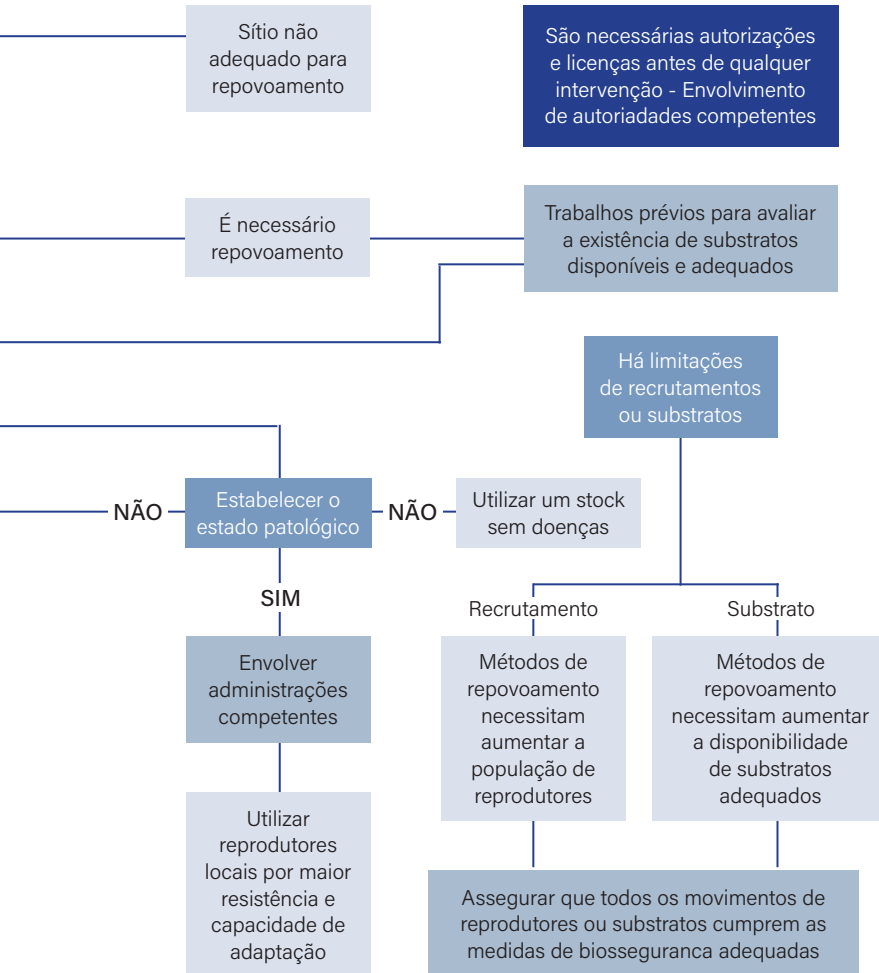


Figura 4 - Guia do procedimento de repovoamento dependendo das características da área a repovoar. (Com a generosa permissão de Joanna Preston)

4. PLANEAMENTO DO REPOVOAMENTO



4. PLANEAMENTO DO REPOVOAMENTO

Em geral, os objetivos dos projetos de restauração das populações podem ser:

- Aumentar o recrutamento porque a população reprodutora foi drasticamente reduzida e não há substituição natural para a manter;
- Recuperar populações reprodutoras devido à sobre-exploração do recurso;
- Ampliar as populações de bivalves de interesse comercial para melhorar a economia local;
- Envolver as comunidades locais na exploração sustentável do recurso e na sua monitorização;
- Melhorar a saúde do ecossistema através de serviços prestados pelas populações de bivalves.

Se pretende realizar um projeto de recuperação de populações em algum habitat em que não tenha sido realizada qualquer ação prévia, tem de se ser cauteloso na definição dos objetivos e não se deve ser muito ambicioso, sobretudo para poder avaliar se foi bem-sucedido e qual a proporção de êxito em relação ao

que foi proposto. Estes devem satisfazer várias condições tais como:

- Mensurável, ou seja, a evolução do repovoamento deve ser objetivamente quantificada.
- Alcançável. Não propor objetivos demasiado ambiciosos que não possam ser atingidos.
- Relevante. Os resultados devem fazer uma diferença significativa relativamente à situação original.
- Limitado no tempo. Embora os resultados de uma recuperação sejam obtidos a longo prazo, as primeiras iniciativas devem ser limitadas no tempo.

Uma vez definidos os objetivos, é importante elaborar um calendário das diferentes tarefas a desenvolver durante o período de execução, a fim de solicitar licenças, fundos económicos de administrações ou investimento privado, definir as ações de repovoamento e planear o acompanhamento do projeto, especificando os marcos a atingir. Este regime de tempo deve incluir igualmente a distribuição de tarefas específicas entre

os promotores do projeto durante a sua implementação.

Outros aspetos fundamentais são as **licenças e autorizações** para o desenvolvimento da atividade, uma vez que na grande maioria dos casos são áreas de domínio público, cuja gestão em Espanha é da responsabilidade da Direção-Geral das Áreas Costeiras. Os estuários de maré, onde se realizam a maior parte dos projetos de repovoamento, são também áreas protegidas por diferentes Diretivas Europeias e legislação nacional ou regional: Zonas de Especial Proteção de Aves (ZEPA), Lugares de Interesse Comunitário (LIC), zonas da Rede Natura 2000 ou Sítios Naturais e Parques. Estas últimas formas de proteção são da responsabilidade das administrações regionais.

Na costa do Golfo de Cádiz (Portugal e Espanha) as culturas de moluscos em estuários na fase de engorda desenvolvem-se nas zonas intertidais dos canais. Esses terrenos de propriedade pública, são cedidos pela Administração se forem para o desenvolvimento de projetos de cultivo. As concessões podem ter diferentes áreas dependendo se se trata

de uma cultura familiar (entre 1.000 e 1.500 m² por lote) ou se é uma associação de produtores, caso em que a área solicitada estará relacionada com o número de parceiros e a área disponível. Estas culturas são maioritariamente dedicadas a duas espécies: Ostra (*Magallana gigas*) e amêijoia boa (*Ruditapes decussatus*). O primeiro é feito em sacos de rede de plástico assentes em estruturas metálicas colocadas na zona intertidal. Os exemplares de pequena dimensão (5-10 mm) usados para se iniciar essa cultura são chamadas de sementes e podem resultar de captura natural ou podem ser obtidas a partir de uma maternidade europeia. Em qualquer dos casos devem ter a documentação sanitária respetiva. A cultura da amêijoia é feita no substrato, delimitado em canteiros paralelos de 25 x 1,5 m e cobertos com uma rede de plástico para evitar a predação. A origem das sementes provém principalmente de maternidades nacionais ou internacionais e deve satisfazer os mesmos requisitos administrativos que no caso anterior. O cultivo no terreno requer, na maioria dos casos, a adição de areias para obter o substrato correto para o crescimento da amêijoia.

4. PLANEAMENTO DO REPOVOAMENTO

As medidas de conservação estão associadas ao ordenamento territorial dos usos desenvolvidos em cada área protegida. Em muitos casos, estas áreas têm um Plano de Gestão (Plano Mestre de Utilização e Gestão, PRUG ou Plano de Gestão de Recursos Naturais, PORN) no qual se planifica a ocupação de usos do território. De um modo geral, em relação às zonas de recuperação de bivalves em estuários, a ocupação de áreas intertidais deve-se a atividades aquícolas de produção de moluscos, mas é importante ter em conta muitos outros usos: populações, descargas urbanas, portos de pesca ou desportivos, cultivos de aquacultura em represas, etc.

É igualmente importante o envolvimento dos **agentes locais** que desenvolvem as diferentes atividades económicas no estuário: pescadores, coletores de mariscos, portos de pesca e marinas, clube de pesca desportiva, etc., antes de iniciar um projeto de recuperação. Desta forma, podem ser incorporadas as alterações necessárias para se chegar a um consenso que resulte num aumento do seu envolvimento, garantir um maior sucesso e incentivar a participação de *voluntários*.

É conveniente reforçar a **divulgação** das ações a serem abordadas, não só às administrações com competências na área onde o projeto deve ser realizado (ex: DGRM, ICNF, APA, DOCAPESCA, etc.), mas também a todas as entidades públicas e privadas com interesse no estuário: câmaras municipais, marinas, empresas de rotas turísticas ou ambientais, pescadores, mariscadores, piscicultores, etc.

Um dos aspetos mais decisivos é a **seleção dos locais** onde serão desenvolvidas as ações de recuperação. Para tal, é muito útil dispor de informações prévias sobre as características e a composição das espécies numa zona inalterada onde existam populações naturais e, portanto, saber em que condições se desenvolvem. Estas condições imperturbáveis são difíceis de encontrar, pelo que os resultados esperados têm de ser avaliados com base em observações em estuários com condições semelhantes e/ou em resultado de outras ações de repovoamento.

Uma vez avaliados estes termos, é desejável conhecer as condições ambientais da região de uma forma que permita a sobrevivência, crescimento, reprodução e recrutamento das espécies-alvo.

4.2. BIOSSEGURANÇA

A biossegurança é um aspeto fundamental a ter em conta. Se se pretende introduzir um molusco proveniente de outro local, quer de outra população natural ou de uma maternidade, deve-se ter o relatório sanitário correspondente, onde se estabelece que os espécimes estão isentos de doenças e que nas suas conchas não estão fixadas outras espécies que não sejam nativas da área a recuperar (algas, ascídeas, cracas balanús, poliquetas, etc.)

Nas ostras, quando se utiliza como substrato para a fixação de juvenis as suas próprias conchas, deve-se assegurar que foram submetidos a um tratamento de desinfecção e limpeza de outros animais

incorporados (epibiontes) antes de os colocar no terreno escolhido. Isto inclui a fixação de alguns espécimes juvenis que podem vir de outras áreas e possam, assim, trazer doenças dos estuários de origem. Por conseguinte, é importante estabelecer um protocolo de biossegurança antes de se efetuar qualquer ação de repovoamento com espécimes ou substratos de fixação. De acordo com o princípio de precaução, as cascas de ostras ou outros bivalves devem ser mantidos fora de água durante 12 meses para eliminar quaisquer outras espécies ou agentes patogénicos.

4.3. GENÉTICA

No caso de realizar um repovoamento com sementes de uma *maternidade*, é

Nas nossas costas, as principais doenças dos bivalves que afetam os ostreídeos (ostras) e os venerídeos (amêijoas) incluem:

Marteilia spp.: Afeta a glândula digestiva de diferentes espécies de moluscos.

Bonamia spp.: Afeta as células sanguíneas dos ostreídeos.

Haplosporidium spp/ Minchinia spp: Afetam a glândula digestiva e o tecido conjuntivo.

Perkinsus spp.: Afeta o tecido conjuntivo.

Vibrio tapetis: Causa a doença do "anel castanho". Afeta o perióstraco das amêijoas que conduzem a infeções secundárias.

Herpevírus OsHV1-µVar: Infeta ostreídeos

4. PLANEAMENTO DO REPOVOAMENTO

importante garantir a sua diversidade **genética**. Nas populações naturais, porque a expulsão de espermatozoides e ovos ocorre simultaneamente na água, existe uma troca genética muito importante entre toda a população envolvida na reprodução. Nas reproduções controladas em *maternidade* utiliza-se um menor número de espécimes e também nem todos participam na reprodução, o que limita os cruzamentos e, portanto, a variabilidade genética. Daí a importância de usar o maior número possível de espécimes nestas posturas induzidas.

5. METODOLOGIAS DE RECUPERAÇÃO DE POPULAÇÕES

5.1. SELEÇÃO DO LOCAL

A seleção do local onde se vai proceder a um repovoamento pode ser planeada a nível nacional de acordo com as áreas consideradas necessárias, quer devido à sobre-exploração, à poluição, quer a qualquer outra pressão que tenha causado um declínio nas populações naturais. A pequena escala, é um aspeto fundamental a considerar para cada estuário específico qual a localização do local onde se deve realizar a recuperação das populações.

Para avaliar este aspeto é necessário

ter conhecimento dos diferentes fatores que podem influenciar a sobrevivência dos moluscos e o sucesso do projeto. Os pontos a ter em conta podem ser agrupados em: ameaças à restauração, aspetos logísticos e fatores abióticos, bióticos e socioeconómicos. Dentro de cada um deles, vários itens devem ser tidos em conta que podem ou não ser cumpridos, ou pode ser estabelecido um critério de avaliação qualitativa (SIM/NÃO). Mesmo que não se possua um conhecimento exaustivo de alguns desses parâmetros, isso não deve condicionar a realização dessa atividade.

Quadro 2 - Elementos do ecossistema a considerar para a seleção dos locais de repovoamento

CHECKLIST PARA SELEÇÃO DO LOCAL PARA REPOVOAMENTO		✓
(I) Ameaças à restauração de habitats de bivalves		
Essenciais		
a) Proteção contra métodos de pesca destrutivos		
b) Ausência de práticas extrativas		
c) Não há rastreamento na área onde a restauração está a ser realizada		
d) Concentração mínima de oxigénio dissolvido		
Desejáveis		
e) Baixa taxa de sedimentação		
f) Baixos níveis de poluição		

5. METODOLOGIAS DE RECUPERAÇÃO DE POPULAÇÕES

Quadro 2 - Elementos do ecossistema a considerar para a seleção dos locais de repovoamento

CHECKLIST PARA SELEÇÃO DO LOCAL PARA REPOVOAMENTO	
g) Descargas urbanas mínimas nas imediações do local	
h) A concentração de nutrientes inorgânicos está abaixo do limiar prejudicial	
i) Ausência de espécies exóticas invasoras de alto impacto	
j) Ausência de apanha furtiva	
k) Ausência de doenças enumeradas pela Organização Mundial da Saúde Animal (OIE/CE)	
(II) Logística do projeto	
Essenciais	
a) Acordo de que a área pode ser usada para repovoamento	
b) Legislação e licenciamento	
c) Disponibilidade de um fornecedor de sementes	
Desejáveis	
d) Baixa intensidade de ancoradouros ou amarrações	
e) Acessibilidade do sítio	
f) Área disponível para a restauração no local	
(III) Factores abióticos	
Essenciais	
a) Adequação do substrato para fixação	
b) Condições de temperatura da água no verão oferecem potencial para reprodução	
c) Temperatura máxima da água no verão	
d) Gama e valor mínimo da salinidade	
e) Baixa mobilidade do substrato inferior	
Desejáveis	
f) Concentração de nutrientes inorgânicos	
g) Turbidez	
h) Sedimentação	
i) Velocidade da corrente	
j) Força das marés e erosão	

5. METODOLOGIAS DE RECUPERAÇÃO DE POPULAÇÕES

Quadro 2 - Elementos do ecossistema a considerar para a seleção dos locais de repovoamento

CHECKLIST PARA SELEÇÃO DO LOCAL PARA REPOVOAMENTO	
k) Exposição a ondas	
l) Profundidade	
m) Temperatura mínima da água no inverno	
n) Volume de entradas de água doce de rios e afluentes	
o) Acidez da água	
(IV) Factores bióticos	
Essenciais	
a) Conhecimento da ecologia local	
Desejáveis	
b) Registo históricos com a distribuição de ostras no local	
c) O local deve estar dentro da área identificada nos registos históricos da ostra	
d) Conectividade com fontes naturais de larvas (bancos de reprodução)	
e) Baixa abundância de predadores ou heterogeneidade habitat suficiente para proporcionar proteção	
f) Baixa abundância de espécies que competem por locais de fixação	
g) Abundância de fitoplâncton (clorofila a)	
h) Baixos níveis de algas tóxicas	
i) Potencial para melhorar a biodiversidade no local	
j) Habitats que não de ostras, não serem afetados negativamente por atividades de repovoamento	
k) Conhecimento da prevalência de espécies exóticas invasoras de alto impacto	
l) Conhecimento da prevalência de espécies não nativas	
m) Conhecimento da prevalência de doenças do OIE/CD	
n) Conhecimento da prevalência, densidade e distribuição da ostra japonesa (<i>Magallana gigas</i>)	
(V) Factores socioeconómicos	
Essenciais	

5. METODOLOGIAS DE RECUPERAÇÃO DE POPULAÇÕES

Quadro 2 - Elementos do ecossistema a considerar para a seleção dos locais de repovoamento

CHECKLIST PARA SELEÇÃO DO LOCAL PARA REPOVOAMENTO	
a) Problemas de segurança no local	
b) Envolvimento de agências governamentais, incluindo agências ambientais	
c) Interesse e apoio dos agentes envolvidos	
Desejáveis	
d) Potencial para melhorar os serviços dos ecossistemas	
e) Devolver valor patrimonial à área	
f) Desenvolvimento da comunidade costeira e do seu bem-estar	
g) Valor educativo	
h) Impulsionar a economia local e gerar oportunidades de emprego	
i) Potencial para a investigação em ciências sociais	
j) Potencial para investigação científica	
k) Potencial para o desenvolvimento de parcerias locais	
l) Cooperação e potencial coexistência com pescadores locais de ostras ou piscicultores	
m) Cooperação com pescadores não dedicados à apanha de moluscos	
n) Ausência de espécies-alvo das principais pescas bentônicas no local	
o) Área não essencial para meios de subsistência básicos	
p) Estado de proteção da área	
q) A figura de proteção do sítio exige que os objetivos e objetivos ambientais sejam atingidos através da atividade de restauração	

(Modificado de Hughes & zu Ermgasse, 2021)

A influência destas condições deve ser considerada para as diferentes fases de estado das populações de moluscos: sobrevivência, reprodução, recrutamento e crescimento.

1. *Magallana* nova nomenclatura aceite para algumas espécies do género *Crassostrea* segundo World Register of Marine Species em: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1545899> em 2022-11-08.

5.2. CARACTERÍSTICAS DO HABITAT PARA O REPOVOAMENTO COM BIVALES

5.2.1. SOBREVIVÊNCIA

A complexidade do ciclo de vida dos bivalves com diferentes fases de desenvolvimento, com uma primeira fase fazendo parte do plâncton e as seguintes com uma vida no fundo, leva a que muitos fatores influenciem a sobrevivência destas espécies. O conhecimento desses fatores condiciona as técnicas de recuperação e deve ser adaptado para cada tipo de espécie e para cada área.

Temperatura

Os valores extremos de temperatura no verão nas nossas costas é o fator mais limitante na sobrevivência dos espécimes alojadas no fundo, especialmente nas áreas intertidais expostas à radiação solar durante a descida e subida da maré que deixam os moluscos fora da água. As espécies que vivem no fundo (ostras) são submetidas à ação direta do sol, aumentando significativamente a temperatura, que também é transmitida à água existente no interior das válvulas e pode causar

a morte. Mesmo as espécies enterradas no substrato sofrem mortalidades consideráveis no verão devido ao aumento da temperatura, mas na maioria dos casos estes episódios ocorrem quando são conjugados com um estado de baixa defesa imunitária, causadas por doenças como o anel castanho que se desenvolve no verão. Outras condições de fraqueza ocorrem quando as amêijoas fizeram a postura (pós-postura) e ficam sem reservas. Nestas condições, um aumento de temperatura leva a grandes episódios de mortalidade. Ao efeito da temperatura, acresce ainda que indivíduos que se enterraram nas zonas mais elevadas do substrato ficam exposto mais horas, logo submersos menos horas e menor contacto com o alimento, o que pode favorecer o seu enfraquecimento.

Oxigénio dissolvido

O oxigénio pode ser um fator a ter em conta pela estratificação da água. Nestas condições, a falta de trocas com a superfície e o consumo de diferentes organismos pode causar o défice deste gás em áreas profundas. Dentro dos estuários, em zonas rasas com pouca renovação (*fundos de canais*) pode também haver uma dimi-

5. METODOLOGIAS DE RECUPERAÇÃO DE POPULAÇÕES

nuição da sua concentração. Além disso, este mesmo parâmetro sofre influência da temperatura, que diminui a solubilidade deste gás na água.

Granulometria

A granulometria do substrato condiciona em grande parte a sobrevivência dos moluscos porque o terreno predominantemente enlameado provoca o afundamento dos espécimes que, no caso das amêijoas, as impede de chegar com os sifões à superfície do substrato.

Os substratos mais grossos, como as areias, também não são adequados para amêijoas, uma vez que a sua mobilidade impede o assentamento dos juvenis. A presença de pequenas ondulações em solos arenosos (*ripple-marks*) denota que se trata de substratos que se movem e não são adequados para a fixação de novos recrutas.

A fixação de ostras em substratos brandos também é possível, pois, para a sua fixação, requer apenas uma pequena superfície de substrato rijo adequado, como um pequeno apoio de concha que seja suficiente grande para a fixação de larvas

de 250 micra (1/4 mm). É nestas primeiras fixações que se apoiam outros espécimes e que formam uns aglomerados (em espanhol utilizam o termo *piñas*), que pelo seu próprio peso enterram os primeiros ao afunda-los na lama, mas que permite que as margens naturais dos bancos destas espécies se estendam favorecendo o assentamento do sedimento nas margens dos canais.

Predação

A sobrevivência larval é difícil de avaliar, uma vez que são parte indistinguível do plâncton no estuário. As mortalidades das larvas dependem tanto de fatores ambientais (temperatura da água, salinidade, episódios de turbidez, etc.) como por predação por espécies filtradoras (moluscos em si, ascídeas, etc.)

A grande mortalidade no ciclo de vida ocorre quando as pequenas larvas são recém-assentes. Este é o principal estrangulamento para a população. À influência das características do sedimento, adiciona-se a predação por um grande número de organismos. Nos fundos moles abundam os vermes poliquetas que podem alimentar-se de bivalves até 2-3 mm. O

principal predador de bivalves enterrados de pequeno tamanho (até aos 15-20 mm) são as várias espécies de crustáceos (nas nossas costas principalmente o caranguejo comum *Carcinus maenas*). São ainda predadores várias espécies de gastrópodes perfurantes e estrelas-do-mar. Na fase adulta, alguns peixes (raias, esparídeos) e aves limícolas que se alimentam quando os solos ficam expostos na maré baixa. Várias espécies de gastrópodes perfurantes, estrelas-do-mar e adultos alguns peixes (raias, esparídeos) e aves limícolas que se alimentam quando os solos ficam expostos na maré baixa.

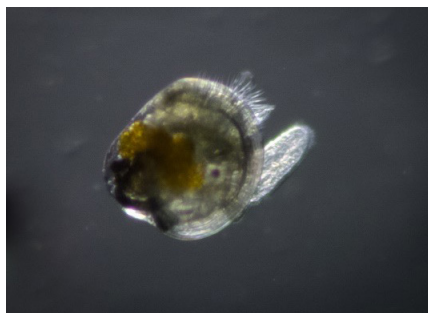


Figura 5 - Larva pedivelígera após metamorfose.

5.2.2. REPRODUÇÃO

Como a fertilização dos bivalves é externa, os principais fatores que condicionam a

reprodução são, entre outros: a presença de uma população suficiente para a troca de gâmetas, movimentação da corrente suficiente para favorecer a sua dispersão e oscilações de temperatura. Nestas latitudes, o aumento progressivo da temperatura durante o fim do inverno e início da primavera desencadeia a maturação sexual dos progenitores, de modo que quando os valores adequados são atingidos (22-25 °C) a reprodução ocorre. A época de postura é condicionada pelo comportamento da temperatura durante o período de maturação, de janeiro a março. Um inverno quente adiantará a reprodução, e um inverno especialmente frio vai atrasá-lo. Tem sido possível observar posturas de indivíduos com um ano de vida, mas amêijoas e ostras de maior dimensão têm uma fecundidade maior e a sobrevivência das larvas também é maior, por isso é importante ter um stock considerável de reprodutores no estuário que inclua indivíduos adultos de bom tamanho. O fluxo e refluxo das marés no interior do estuário promove a dispersão dos gâmetas e das larvas planctónicas que eclodem 48 horas após a fertilização. A reprodução geralmente coincide com períodos de maior disponibilidade de fitoplâncton.

5.2.3. RECRUTAMENTO

O recrutamento, ou seja, a presença de uma população crescente de juvenis que substitua a dos adultos, depende de vários fatores: o volume das posturas, condicionado, por sua vez, pelo tamanho da população reprodutora no estuário, pela sobrevivência na sua fase larval como parte do plâncton, pela disponibilidade de um substrato adequado para a fixação e mortalidade destes juvenis recém-instalados. A distribuição de bivalves, tanto ostreídeos como amêijoas é geralmente em grupos (não uniforme), e determinada pela presença de um substrato adequado onde os juvenis se possam instalar definitivamente no fundo. No caso das amêijoas, o mais adequado é uma mistura equilibrada de sedimentos grossos e finos (areia e lama). Embora o local de assentamento no fundo das larvas dependa em grande parte dos movimentos das marés e do acaso, alguns estudos descrevem esta distribuição em grupos também pode ser propiciada por compostos orgânicos dos adultos que atraem as larvas planctônicas, partilhando o terreno com espécimes com uma grande distribuição de tamanhos. Na amêijoas boa e em espécies de solénidas (lingueirões e navalhas) foi também observado algum

movimento ativo das pós-larvas junto ao fundo impulsionado pelo pé, tentando evitar sedimentos inadequados.

A presença de uma população bem estruturada com diferentes tamanhos, em que existe uma população reprodutora abundante e se observe outro agrupamento de espécimes em crescimento, é indicadora de uma população madura e assegura a sua manutenção no tempo. É por isso que, em alguns casos, em populações exauridas ou sobre exploradas, é necessário incorporar um stock de reprodutores cuja prole assegura a sua substituição por novas coortes.

5.2.4. CRESCIMENTO

O principal fator que influencia o crescimento dos bivalves é a disponibilidade alimentar (fitoplâncton), o que nos estuários da região do Atlântico Sul não é normalmente um problema, pois a concentração de algas no plâncton é elevada.

Bivalves pode assentar em diferentes níveis da faixa intertidal dos canais estuarinos, onde existem condições de sobrevivência, mas aqueles que vivem nas zonas mais altas têm um crescimen-

to menor porque estão menos horas submersas e filtram menos. Em períodos de grande escorrência, concentração de sólidos suspensos pode aumentar substancialmente e isso limita a alimentação dos bivalves, mas se ocorrerem apenas durante alguns dias, isso não deve ser uma limitação para o crescimento. Estes episódios ocorrem geralmente no inverno quando, para além de baixas temperaturas, se há uma paragem no crescimento, isso provoca um grande efeito sobre as populações. Noutras circunstâncias, como nos estuários galegos, pode acontecer que a população de bivalves, dominada por culturas de mexilhões em jangadas, seja maior do que a disponibilidade de alimentos que os possam sustentar. A capacidade de carga do estuário é então atingida, pelo que há uma redução da taxa

Existe uma relação direta entre a quantidade de algas que fazem parte do plâncton e a concentração de clorofila a. Este parâmetro pode ser avaliado por análise laboratorial ou de campo utilizando um fluorómetro. Nos estuários do Golfo de Cádiz, a concentração de clorofila a pode chegar a mais de 3 mg/m³ durante o outono e a primavera, maior do que os valores em mar aberto.

de crescimento. Neste caso, é necessário limitar o número de bivalves no cultivo para permitir um crescimento adequado de toda a população.

5.2.5. TÉCNICAS DE REPOVOAMENTO

As técnicas de repovoamento devem estar diretamente relacionadas com os objetivos a atingir e condicionadas pelas condições de cada área. Embora se devam consultar os resultados de numerosas experiências de repovoamento que têm sido realizadas a nível nacional ou internacional, destacando as dos EUA com ostras, a condição de cada área obriga a que cada projeto seja abordado de forma diferente. É desejável ter informação prévia sobre os parâmetros que definem a população de bivalves a introduzir: crescimento, época de postura, densidade, resistência a doenças e/ou condições extremas como temperatura ou emersão. Também é importante ter conhecimento das sobre as outras espécies que compõem o ecossistema no estuário, uma vez que podem realizar competição por alimentos ou serem predadores de moluscos.

Dependendo do objetivo a atingir, as técnicas de repovoamento podem ser di-

5. METODOLOGIAS DE RECUPERAÇÃO DE POPULAÇÕES

ferenciadas entre as que visam remediar:

- Limitações ao recrutamento, porque não há uma população suficiente de espécimes no meio ambiente para manter uma população estável.

- Limitações de substratos. Há uma população suficiente, mas quando se trata do assentamento no fundo, eles não encontram o substrato certo.

Uma vez desenvolvido o plano de trabalho, podem ser tidos em conta outros objetivos específicos, tais como considerações sobre o controlo de doenças ou que visam favorecer alguns dos serviços do ecossistema anteriormente descritos.

5.2.6. TÉCNICAS DE REPOVOAMENTO PARA A LIMITAÇÃO DO RECRUTAMENTO

Uma das principais causas de não ter uma população de bivalves com as densidades ideais nos estuários é a falta de uma população de reprodutores que produzam novas larvas e que as condições ambientais se alteraram o suficiente para que as mortalidades ocorram nas diferentes fases de desenvolvimento.

Para esta última situação, tal como descrito na secção de seleção do local, deve ser feito um diagnóstico para ver se as pressões que causaram o declínio das populações persistem e se é possível revertê-la. Estas pressões podem incluir:

- Efeito da sobrepesca do recurso que diminui drasticamente o stock de reprodutores.

- Modificações físicas das condições do estuário que envolvem a perda de habitats.

- A poluição da água que, nos estuários, onde convergem diferentes utilizações, pode vir dos portos de pesca ou das marinas, de descargas urbanas ou de atividade agrícola.

- Alterações do fluxo natural de água devido a dragagens, diques ou quebra-mar.

- Alteração das condições ambientais no estuário, que pode ser de origem humana ou natural (alterações na morfologia do estuário, alterações climáticas, secas, etc.).

- Aumento da predação devido à descompensação do equilíbrio ecológico

com proliferação de espécies predadoras nativas ou invasoras.

- Espécies invasoras que competem por recursos ou por habitat com as espécies-alvo de repovoamento.
- Agentes patogénicos. A proliferação de doenças que infetam outras espécies de bivalves pode produzir grandes mortalidades na espécie a ser alvo de repovoamento.

Se estas pressões não se mantiverem ou se for aceitável uma certa perda pelas razões descritas, é possível empreender o projeto de repovoamento.

Neste caso, as técnicas de repovoamento recomendadas são:

Repovoamento com reprodutores

A introdução de reprodutores que realizem posturas naturais nas áreas selecionadas é um método dispendioso e de pouco impacto, uma vez que, devido ao seu elevado valor comercial, tanto com amêijoas como com ostra plana, esta atividade seria de pequena magnitude em comparação com as populações já existentes no estuário por

muito esgotadas que estivessem. Assim, é recomendado um planeamento para uma boa gestão dos recursos existentes.

5.2.7. GESTÃO DA PESCARIA

Nos estuários onde existe uma exploração comercial da espécie a restaurar, o primeiro passo é o controlo das capturas para evitar uma diminuição significativa e para garantir o sucesso da recuperação. Para este objetivo, é, por conseguinte, importante contar com as administrações competentes no marisqueio (ou apanha) de moluscos e das associações de mariscadores das populações costeiras. Este tipo de plano deve ser complementado por uma inspeção eficaz das pescarias, a fim de garantir o cumprimento dos regulamentos e acordos. Já existem regulamentos específicos sobre o marisqueio que incluem regulamentos sobre tamanhos mínimos e técnicas e utensílios para a sua captura. O volume de capturas por colheita de marisco e por dia deve, em cada caso, ser estabelecido de acordo com o estado do recurso e, para o êxito do repovoamento, deve considerar-se a aplicação de uma moratória, que permita o aumento de uma população suficiente

5. METODOLOGIAS DE RECUPERAÇÃO DE POPULAÇÕES

de adultos e a verificação da presença de novos recrutamentos, em consequência da reprodução desses espécimes.

Outra técnica para melhorar o recrutamento com resultados apreciáveis a curto prazo é a criação de *santuários de reprodução*. Esta atividade deve estar diretamente relacionada com a anterior e consiste na localização de uma zona do estuário onde existe uma população estável de reprodutores em que as condições ambientais são adequadas e que tenha uma boa renovação com a água de todo o estuário, para permitir a dispersão das larvas. Esta unidade populacional deve ser mantida intacta sem qualquer exploração e evitar que outras utilizações do estuário ou das áreas circundantes possam afetar os próprios bivalves ou as condições ambientais. Tendo em conta que os estuários das costas europeias estão sujeitos a diferentes níveis de proteção, geralmente no âmbito da rede Natura 2000, este tipo de planeamento deve estar em conformidade com os planos de utilização e gestão de cada área protegida.

Aquacultura para engorda

A presença de instalações de cultivo de

moluscos na zona intertidal do estuário pode ser de grande apoio para atividades de repovoamento. A existência de uma elevada densidade de espécimes e com tamanhos suficientemente grandes para venda nestas instalações significa um maior rendimento para os produtores e assegura uma população reprodutora que contribui com um número considerável de larvas para o ambiente. Por conseguinte, é importante chegar a acordos com os produtores para a preservação de uma proporção de indivíduos que são mantidos nas instalações sem serem recolhidos, em boas condições de manutenção e densidade, assegurando assim o contributo de novos recrutas para o ambiente nas épocas de reprodução.

Outro aspeto destas colaborações deve ir no sentido de recolher os espécimes para venda após o período de reprodução. Isto não supõe um esforço extra no caso da amêijoia boa uma vez que os tempos do ano de maior valor deste molusco são o verão e o Natal, coincidindo com os períodos após a realização da colocação desta espécie, embora a reprodução também se estenda ao início do verão.

A presença de instalações de aquacultura

5. METODOLOGIAS DE RECUPERAÇÃO DE POPULAÇÕES

também tem outros benefícios quando se trata de populações com gestão humana, a sobrevivência dos espécimes é melhorada através da limpeza e proteção e vigilância que previne capturas ilegais. Os produtores, por outro lado, na população reservada ao recrutamento, devem manter densidades de culturas suficientemente elevadas para obter benefícios econômicos, mas não tão elevados que possam

comprometer a sua sobrevivência. Embora isso dependa de cada estuário, densidades de 250-300 unidades /m² são ideais para o cultivo de amêijoas.

Translocação de reprodutores

A introdução de moluscos adultos envolve outras circunstâncias importantes. É necessário considerar a origem dos espécimes uma vez que se verificou que, devido a escassa interligação entre os estuários, existem diferenças genéticas entre as populações de bivalves em cada área. Estas diferenças permitem-lhes adaptar-se melhor às condições ambientais e até à resistência a doenças. Por conseguinte, é aconselhável que, se for necessário introduzir espécimes de outros locais, sejam provenientes de populações o mais próximas possível, uma vez que, caso contrário, pode levar a mortalidade de espécimes não adaptados às novas condições.

Uma das técnicas usadas para a introdução de espécimes adultos tem sido a sua estabilização em tanques de terra com troca de água através do fluxo de marés. Este método permite ter uma população de adultos em condições controladas sem pressão extrativa que despeja con-



Figura 6 - Sistemas de cultivo de amêijoas no chão e de ostras em mesas

5. METODOLOGIAS DE RECUPERAÇÃO DE POPULAÇÕES

tinuamente as novas coortes para o ambiente. Na costa atlântica ibérica existem numerosas instalações de antigas salinas abandonadas que podem ser usadas para estas atividades. Para além da troca direta de água das marés nos tanques onde se situam os reprodutores, estas instalações dispõem de um conjunto de outras tanques originalmente concebidos para aumentar a salinidade da água, que podem ser convertidas para melhorar a proliferação de plâncton como alimento para os bivalves. Algumas instalações de maternidades usaram estes tanques na produção destas microalgas.



Figura 7 - Esquema de tanques de estabelecimento de reprodutores para melhorar os recrutamentos.

No entanto, às nossas latitudes as tentativas de cultura bivalves em tanques não têm dado bons resultados, pelo que na realização de projetos com estes métodos será necessário conceber bem os movimentos e fluxos de água nos tanques, a disponibilidade de alimento para os animais, as condições do substrato, etc. Para as populações de amêijoas, naturalmente submetidas ao fluxo e refluxo das marés, é necessário um fluxo de água com uma certa magnitude, e não só por causa da entrada de alimentos para animais, mas também devido à taxa de filtração do mesmo que está diretamente relacionado com o fluxo de água. São recomendados tanques retangulares estreitos com boa circulação de água, já que em tanques de forma quadrada, existem geralmente áreas de água parada com pouca renovação que causam mortalidade por hipoxia. Este tipo de tanque é um bom método, mesmo que apenas esteja sujeito à troca de água pelo regime das marés, mas pode ser complementado com um reservatório de reserva em que a concentração de plâncton pode aumentar e, assim, fornecer mais alimentos aos reprodutores, dado o tempo de residência da água.



Figura 8 - Jangada para a manutenção de ostras num reservatório

Este mesmo método, para aumentar o recrutamento a partir de adultos, pode ser empregue para ostreídeos. Os sistemas de manutenção dos reprodutores são, neste caso, diferentes, uma vez que a libertação de reprodutores diretamente no fundo não é aconselhável tendo em vista de as condições ambientais de temperatura, granulometria ou turbidez e a dificuldade inerente na monitorização dos exemplares. Para estas espécies o método mais usado é o de mesas de cultivo ou sistemas suspensos com ou sem fluxo de água forçada por meios artificiais. Neste caso, os tanques não têm de ter uma morfologia especial, mas, dada a elevada taxa de filtração de água destas espécies, é preferível que se renove a água com frequência e complementemente com plâncton da reserva das marés.

Nestes tanques, podem também ser instalados sistemas de fixação para novas posturas, chamados de coletores. Na aquacultura, empregam-se diferentes métodos para recolher os juvenis e permitindo, se se desejar, a remoção e manuseamento dos pequenos juvenis individualmente para, em seguida, incluí-los em outros sistemas que favoreçam o seu crescimento no cultivo. Utilizam-se habitualmente os chamados «Chapéus chineses» e conchas moídas para ostras, cordas para os mexilhões ou redes de polietileno («sacos de cebola») para pectinídeos (vieiras e zamburinhas).

Se não for necessário ter um controlo rigoroso do sucesso das fixações provenientes destes adultos, pode-se colocar, como um substrato de fixação, conchas ostreídeas, que provaram ser as mais eficazes. Para tal, as conchas podem ser colocadas em sacos do tamanho desejado (ver mais à frente). Quando os juvenis já estiverem fixos no substrato e tiverem um tamanho visível a olho nu, pode-se garantir que já não sofrerão grande mortalidade e, então determinar-se o grau de sucesso desta atividade. Estes sacos podem então ser removidos para o ambiente exterior

5. METODOLOGIAS DE RECUPERAÇÃO DE POPULAÇÕES



Figura 9 - Vários sistemas de fixação. «Saco de cebola» para os pectínídeos, "Chapéus chineses" para ostreídeos e cordas para mexilhões.

e serem colocados no estuário com a configuração desejada de acordo com o objetivo pretendido.

Da mesma forma, sacos de rede com conchas de ostras podem ser incluídos nos tanques. Vários estudos confirmam que este é o substrato preferido para a fixação de novas crias de ostras em comparação com outros materiais. Os sacos de conchas têm a desvantagem

de não permitir controlar a quantidade de fixações que ocorrem, no entanto, têm várias vantagens. O material é muito barato, uma vez que é uma ostra morta e uma rede de plástico, e por outro lado podem ser removidos, para outras áreas do estuário, conjuntos de sacos com configurações diferentes, conforme descrito abaixo na secção "Técnicas para limitação de substratos". Este tipo de sistema é também limitado pela dis-

ponibilidade de conchas para projetos de repovoamento em larga escala.

Obtenção de juvenis de maternidade

No caso de não se ter reprodutores disponíveis para recuperar as populações de bivalves, outro método que favorece o recrutamento é introduzir as larvas ou sementes das espécies-alvo. Na Europa há maternidades (*hatcheries*) de moluscos em todas as costas. Estas instalações, quando privadas, destinam-se principalmente ao fornecimento de sementes para os produtores na fase de engorda. As espécies-alvo de aquacultura de moluscos são diferentes em cada país, pois dependem das condições ambientais e da procura do mercado. Na maioria dos casos, trata-se de espécies autóctones, pelo que também podem ser utilizadas em projetos de repovoamento.

A utilização de espécimes de maternidade tem, no entanto, alguns inconvenientes, sendo o principal a variabilidade genética das sementes, uma vez que, para produzir posturas em condições controladas, as maternidades utilizam um número limitado de reprodutores e destes, nem todos os

exemplares se reproduzem, pelo que se restringe muito a variabilidade genética. Por conseguinte, recomenda-se que as posturas controladas realizadas para o repovoamento tenham o maior número possível de reprodutores.

Outro aspeto a ter em conta com o repovoamento dos exemplares de maternidade é a sua adaptação às condições do ambiente natural. As sementes de maternidade são geralmente levadas destas instalações para uma cultura exterior com um tamanho não inferior a 1 mm, o mais pequenas possível, pois a sua manutenção em condições controladas é muito dispendiosa. Dependendo das condições das instalações exteriores associadas às maternidades, em alguns delas pode-se realizar uma pré-engorda em tanques destes indivíduos muito pequenos. No entanto cada área de instalação e cultura é diferente pelo que, o tamanho a que as amostras podem ser posteriormente retiradas para repovoamento ou para cultura depende dessas condições. A recuperação das populações será melhor sucedida quanto maiores forem os bivalves utilizados. Experiência comprovada de criação de amêijoas no ambiente exterior nas margens dos canais dos estuários,

5. METODOLOGIAS DE RECUPERAÇÃO DE POPULAÇÕES

recomenda que se utilizem indivíduos de pelo menos 10 mm para se poder obter uma boa sobrevivência, mas o preço das sementes aumenta progressivamente com o tamanho.

A transferência destes juvenis da maternidade para a zona a repovoar não apresenta inconvenientes se for feita corretamente. Para tal, os exemplares são colocados em seco em sacos de algodão humedecidos com água do mar e depois introduzidas em caixas de material com isolamento térmico equipadas de acumuladores frios e hermeticamente fechadas para evitar perdas de líquidos. Este tipo de meio de transporte não causa mortalidade apreciável.

Para evitar a predação nestes cultivos, utiliza-se também uma rede de proteção após a sua sementeira no chão. A utilização desta rede implica maior tempo na manutenção e limpeza dos viveiros, mas reduz consideravelmente a mortalidade por predação por caranguejos. Esta rede pode ser removida quando os juvenis de amêijoas atingem os 20 mm.

5.2.8. TÉCNICAS DE REPOVOAMENTO PARA LIMITAÇÃO DO SUBSTRATO

Como mencionado anteriormente, o período de fixação no substrato final é o ponto mais crítico no ciclo de vida dos bivalves, quer seja por enterramento em substratos moles pelas amêijoas ou num substrato duro para ostras. Isto significa o fim da sua fase planctónica.

Bivalves em substratos vasosos

Embora existam poucos trabalhos sobre a preferência na composição granulométrica adequada para a fixação de juvenis de amêijoas dada a sua pequena mobilidade no fundo, pode admitir-se que deva ser muito semelhante à adequada para os indivíduos adultos. Neste caso, nos estuários, o substrato preferido é areia-lodo, ou seja, uma mistura equilibrada de substratos finos (lodos) e substratos grosseiros (areias médias), com uma menor proporção de sedimentos de granulometria muito grossa e muito fina (argilas). Este tipo de substrato serve de abrigo e permite que os juvenis de cerca de 0,3 mm recém-instalados se enterrem no fundo o suficiente para evitar predadores.

5. METODOLOGIAS DE RECUPERAÇÃO DE POPULAÇÕES

Nas instalações de cultivo de amêijoas em zonas intertidais dos estuários, onde o sedimento é principalmente lodoso, po-

de-se modificar este substrato adicionando sedimentos grossos (areia, cascalho) na proporção necessária para se obter a

Tabela 3 - Gama de tamanhos de grão adequados para bancos naturais de amêijoas, a partir de amostras do meio.

CATEGORIA	TAMANHO DO GRÃO (MM)	INTERVALO
Cascalho	>2	0,09 – 1,80
Areia muito grossa AMG	2 - 1	0,01 – 3,80
Areia grossa AG	1 – 0,5	4,2 – 11,50
Arena Média AM	0,5 – 0,25	30,00 – 50,00
Areia fina AF	0,25 – 0,125	15,00 – 30,00
Areia muito fina AMF	0,125 – 0,05	3,00 – 4,00
Limo	0,05 – 0,002	12,00 – 30,00
Argila	< 0,002	0,00 – 1,00

mistura desejada, com grãos suficiente finos para manter a consistência do terreno e grãos grossos que permitem a sua oxigenação.

Este tipo de ações, efetuada em diferentes áreas do estuário, é também indicado para favorecer fixações naturais. No entanto, estas ações têm um caráter temporário e é necessário renovar de vez em quando, uma vez que a sedimentação no estuário tende a depositar materiais finos sobre a

mistura. A sedimentação pode ser reduzida selecionando áreas com maior fluxo de água ou usando um ancinho leve que ao levantar os sedimentos finos para a coluna de água de vários centímetros, permite que sejam arrastados pela corrente. Nas zonas destinadas ao cultivo, uma pequena parte da área total pode ser reservada com este substrato modificado e mantido, mas sem semear juvenis. Desta forma, está sempre disponível um substrato adequado para a fixação de uma população reprodutora

5. METODOLOGIAS DE RECUPERAÇÃO DE POPULAÇÕES

que pode dar origem à próxima geração.

Não é aconselhável cobrir a *área de fixação* com rede para evitar a predação, pois favorece a acumulação de sedimentos finos sobre ela e, ao mesmo tempo, impede o movimento vertical das amêijoas para exteriorizar os sifões e serem capazes de filtrar e respirar.

Dado que os exemplares adultos têm uma distribuição em grupos no terreno e possuem altas taxas de filtração de água, é provável que a fixação dos juvenis não seja conjunta com a dos adultos uma vez que poderiam servir de alimento pela simples filtração. Mesmo que ocorram novas fixações entre os indivíduos maiores, o seu crescimento será limitado e sobrevivência baixa pelo facto de competirem por fitoplâncton.

Bivalves em substratos duros

Em determinadas condições, a falta de substratos duros no estuário pode ser um fator limitativo para a fixação de juvenis deste tipo de espécies. Para tal, os projetos de repovoamento destinados a melhorar os substratos disponíveis terão melhores resultados dos que se

descreveram anteriormente e baseados na população de adultos reprodutores ou nos de recrutamentos, uma vez que se conhece a grande afinidade das larvas para alguns tipos de substratos.

Os substratos para a fixação de espécies que necessitam de uma superfície dura estão bem estudados. Embora se conheçam quais os tipos de substratos que devem ser preferencialmente recomendados, em cada projeto pode ser conveniente optar por um ou outro, dependendo da área, disponibilidade, objetivo, etc. Alguns fatores a ter em conta na seleção e disposição de substratos duros para fixação incluem:

- O substrato. Que possa assegurar a fixação.
- O objetivo do repovoamento, ou seja, se se destina a prevenir a erosão ou a melhoria da população, ou da biodiversidade, etc.
- A profundidade. Tanto para o controlo como para o seu sucesso, o melhor sistema de fixação deve ser considerado em conformidade com a localização do repovoamento ser efetuado em áreas intertidais ou subtidais.

- A ondulação. Dependendo da exposição às ondas, deve-se selecionar um ou outro sistema para evitar que se desloquem.
- A consistência do sedimento. Estruturas pesadas correm o risco de se afundar em sedimentos moles.
- Estado de proteção da área do projeto. Em zonas protegidas com planos de gestão, certos tipos de utilizações ou instalações, tais como sistemas de fixação, podem estar limitados devido à sua natureza permanente, ao seu volume ou à ocupação das zonas intertidais, etc. Os planos de gestão para usos comerciais e/ou recreativos em estuários protegidos são sempre uma ferramenta altamente recomendada para a sustentabilidade dos recursos.
- Conflito com outros usos. Dependendo do tipo de substrato, pode interferir com outros usos, tais como pesca comercial ou desportiva, portos ou paisagem para o público em geral.
- Custo do material proposto para o repovoamento.

Substratos minerais

Um elemento que melhora a eficiência dos substratos é, em geral, a presença de um biofilme bacteriano sobre a superfície. Esta fina camada de bactérias forma-se naturalmente quando os objetos são imersos na água, mas requer semanas para se formar. Por isso é aconselhável instalar os sistemas algum tempo antes do tempo de fixação das larvas. Foi demonstrado que a percentagem de juvenis fixados com sucesso é maior em substratos com esta camada de bactérias.

Os materiais adequados para servir como substrato são variados e a sua escolha também depende da espécie que se deseja favorecer. Foram utilizadas pedras calcárias, betão, borrachas flexíveis, vários coletores utilizados na aquacultura, conchas de algumas espécies de moluscos, etc..

Os métodos de fixação compostos por unidades de pequena dimensão, sejam eles pedras ou conchas de bivalves permitem a sua colocação no fundo de acordo com a forma final desejada. A utilização de pedras calcárias de tamanho variado tem sido amplamente utilizada nas zonas cobertas

5. METODOLOGIAS DE RECUPERAÇÃO DE POPULAÇÕES

pela água em estuários grandes dimensões e a grande profundidade. No entanto, este suporte, mais fácil de obter, tem uma menor eficiência na fixação dos ostreídeos.

Tanto no ambiente natural como em laboratório, as utilizações de conchas de ostreídeos revelaram-se o sistema ideal para melhorar o recrutamento. Nas populações estuarinas, a fixação dos juvenis faz-se preferencialmente sobre outros indivíduos vivos ou sobre restos de conchas comparativamente com outros materiais.

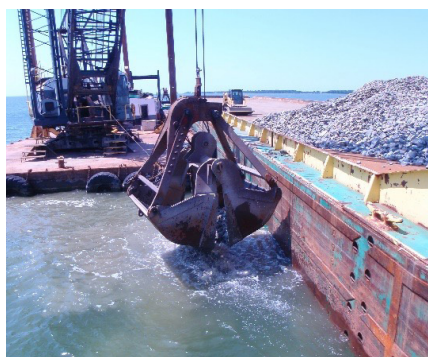


Figura 10 - Descarga de pedras para a fixação de ostras

Conchas de ostreídeos

O lançamento destas conchas para o fundo dos estuários é o mais eficaz pois é um

meio barato e de baixo impacto ambiental. Foram realizados projetos para derramar conchas a partir de embarcações como barças e barcos de dragagem de areias e subsequente descarga para o fundo com recurso a jatos de água. O principal inconveniente para este método é ter material suficiente para um projeto em larga escala. Em povoações onde o consumo de ostras é comum, foram promovidas iniciativas para recolher conchas vazias nos restaurantes em troca de uma pequena compensação económica pelo peso do material adquirido. Este método de libertação de conchas tem a desvantagem da dificuldade em se avaliar o sucesso das fixações, pelo que se destina a projetos em que os resultados esperados se possam determinar a longo prazo.



Figura 11 - Descarga em larga escala de conchas de ostras para promover fixações

Noutras ocasiões é utilizado um método mais controlado e maneijável, que consis-

te na inclusão das conchas de ostreídeos em sacos de diferentes dimensões com rede de malha aberta. Esses sacos podem ser colocados em zonas intertidais com a distribuição desejada, de acordo com o objetivo da atividade, quer seja, por exemplo, para proteger as margens dos canais ou avaliar o sucesso da fixação na zona desejada. Este tipo de formato permite ainda a participação de voluntários e o correspondente envolvimento das populações afetadas na altura da colocação dos sacos de concha.



Figura 12 - Sacos com conchas de ostras para fixação

Embora o substrato mais bem-sucedido pareça ser conchas de ostreídeos, podem ser usadas conchas de outros bivalves. A utilização de conchas de berbigão, vieiras, mexilhões, etc. foi testada em função da disponibilidade do material. Ao utilizar outros substratos que não sejam nativos da área a recuperar, deve ser tomado especial cuidado os aspetos de biossegurança para evitar a introdução de espécies, doenças ou juvenis não nativos de espécies indesejadas.

Da mesma forma, sacos menores também podem ser colocados pendurados numa armação permanente, aumentando assim a superfície de fixação. Neste caso, e de acordo com o regulamento, o procedimento de instalação de estruturas permanentes em áreas intertidais de natureza pública requer autorização administrativa de mais entidades do que a instalação de dispositivos provisórios.

As estruturas a partir das quais se penduram os sacos podem ser colocadas com arranjos diferentes dependendo dos objetivos: em linha paralela à costa, em zig-zag, em várias linhas paralelas, etc.

5. METODOLOGIAS DE RECUPERAÇÃO DE POPULAÇÕES

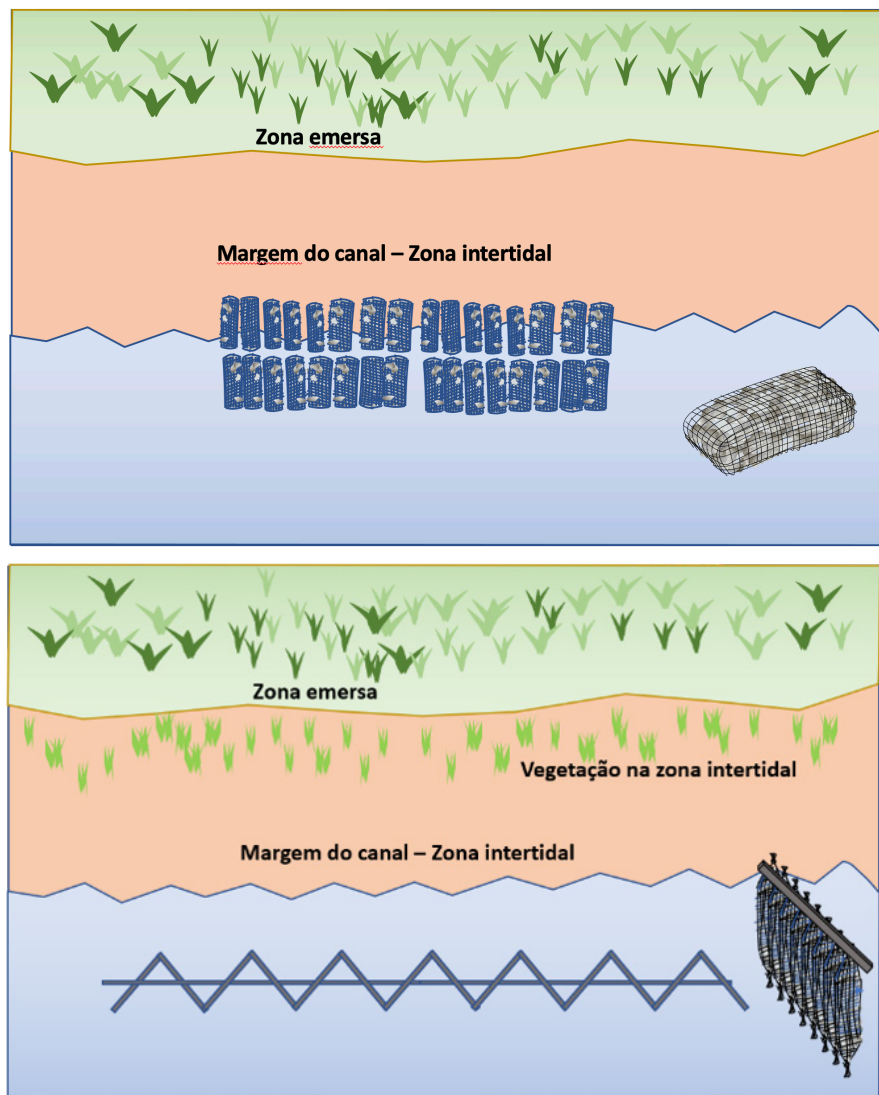


Figura 13 - Diferentes distribuições de sacos de concha de acordo com o objetivo do repovoamento: Favorecer as populações e melhorar a estabilidade das zonas intertidais.

Blocos de betão

Diferentes estudos mostraram que as estruturas de betão são um bom substrato de fixação para ostreídeos. Recomenda-se que este material também tenha uma certa aspereza o que melhora o seu sucesso. A utilização deste tipo de material permite que módulos de diferentes formas e tamanhos sejam fabricados, de modo que, uma vez instalados o seu conjunto possa ter a forma desejada. Estes substratos são permanentes, pelo que, no caso dos

suportes para sacos de concha, estão sujeitos a um procedimento de autorização administrativa no qual participam diferentes administrações.

O design dos módulos visa fundamentalmente oferecer a maior superfície possível para a fixação, mas também, e dependendo da forma, podem também servir de refúgio contra a predação para outros organismos. Os módulos cónicos de 30-50 cm de altura com aberturas laterais e superiores permitem a entrada e saída de peixes e

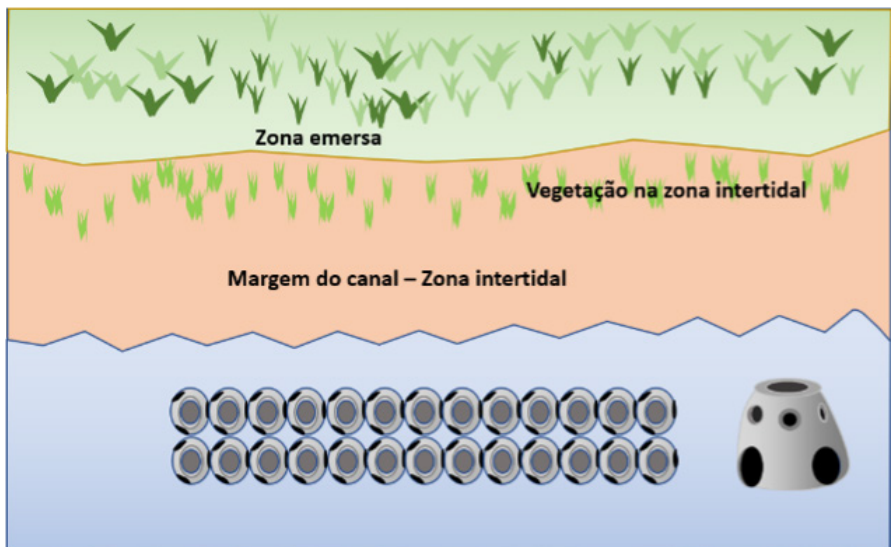


Figura 14 - Estruturas de betão para fixação de ostreídeos

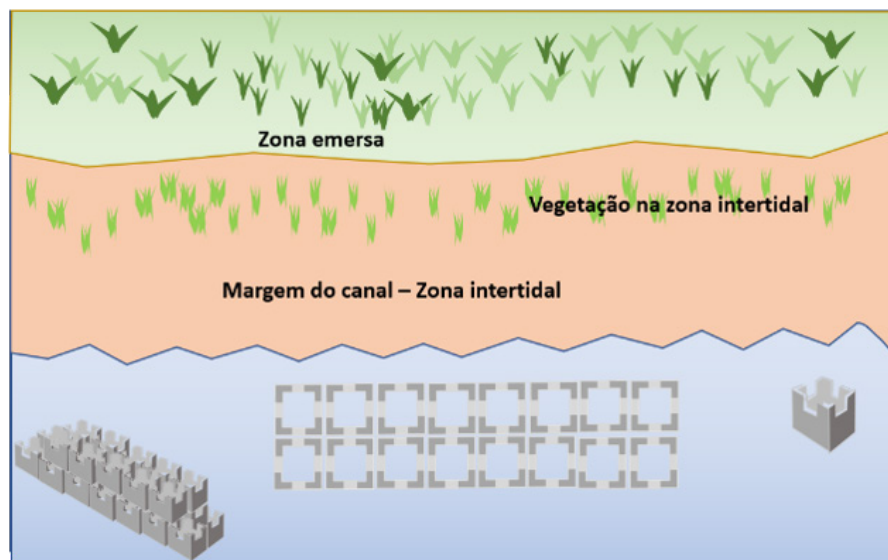


Figura 14 - Estruturas de betão para fixação de ostreídeos

outros organismos errantes. Em alguns casos, o desenho destas estruturas permite que sejam empilháveis para que se possam formar recifes artificiais em áreas subtidais. A instalação destas estruturas requer a participação de máquinas especializadas dado o peso do conjunto de módulos e a localização da sua instalação em estuários com um calado suficiente para barcos.

Estas estruturas acabam cobertas por ostreídeos e o substrato original deixa de ser visto, formando assim um recife com

entidade própria. Estas configurações são ideais para a proteção das margens.

Outros substratos

As unidades de betão são também colonizadas facilmente, mas são menos eficazes pois possuem menos área de colonização. Este sistema é, no entanto, mais fácil de instalar, tendo um carácter dissuasor para a ocupação por outras utilizações da zona intertidal.

Como os atrás chamados “Chapéus chi-



Figura 15 - Cultura de ostras com mangueiras de irrigação para fixação

neses", também têm sido eficazes outros métodos mais caseiros para a captura de juvenis em culturas de ostras em zonas intertidais, tais como mangueiras de irrigação por gotejamento flexíveis que permitem que os indivíduos sejam separados independentemente e ofereçam uma grande área com baixo custo. Outros sistemas utilizados, mas de forma menos eficaz foram telhas empilhadas, nos quais a fixação se dá predominantemente do lado sem luz direta, mas que tem a desvantagem da fragilidade do material. A utilização de estacas de madeira ou de ferro não tem oferecido bons resultados de fixação ostreídeos.



Figura 16 - Outros substratos de fixação: telhas cerâmicas e estruturas de betão.

5. METODOLOGIAS DE RECUPERAÇÃO DE POPULAÇÕES



Figura 16 - Outros substratos de fixação: telhas cerâmicas e estruturas de betão.

Considerações sobre doenças

Independentemente das técnicas de recuperação da população empregues, é aconselhável ter em conta aspetos relacionados com doenças que afetam os bivalves, uma vez que podem produzir mortalidades importantes.

Se se pretende repovoar com juvenis, quer sejam de captura natural, quer de

maternidade, é importante que venham da zona a ser repovoadas, não só devido às implicações genéticas da adaptação às condições ambientais, mas também devido à resistência às doenças presentes na região. Na Europa existe um catálogo de zonas isentas de certas doenças que são de declaração obrigatória, como a bonamiose ou a marteiliose (produzida pela protozoária dos géneros *Bonamia* e *Marteilia*) em que não é permitida a introdução de espécimes de outras fontes.

Uma atuação recomendada, mas que requer um trabalho de investigação prévio muito importante, é utilizar como progenitores indivíduos resistentes à doença. Estes espécimes obtêm-se a partir de descendentes daqueles que sobreviveram a uma infeção anterior e, repetindo o processo em gerações sucessivas, podem ser obtidos indivíduos resistentes.

A incidência de doenças na população de bivalves depende entre outros fatores da condição fisiológica em que se encontram. Em situações ou épocas do ano em que estão submetidos a maior stress, a infeção parasitária pode causar mortalidades mais elevadas. Isto acon-

tece nas nossas costas, por exemplo, quando estão fracos após a reprodução e existe aumento da temperatura da água no verão. As condições adversas podem ser acompanhadas por uma diminuição da quantidade de oxigénio na água e uma diminuição da quantidade de alimentos (microalgas na água). Por essas razões, é importante conhecer as condições extremas que ocorrem em cada área e que podem causar a proliferação de doenças.

Nos projetos de repovoamento baseados em reprodutores mantidos em tanques, é importante garantir boas condições de água: temperatura, concentração de oxigénio e quantidade de alimentos adequados através da renovação para evitar o enfraquecimento dos exemplares. Uma questão fundamental é o estudo do ciclo de vida e das condições ambientais propícias para os parasitas e agentes patogénicos, a fim de evitar a sua incidência no seu momento mais frágil. Nas populações em zonas intertidais com amêijoas, ocorrem mortalidades de verão geralmente associadas a infeções com *Perkinsus* ou Haploesporídios. Nestes casos é muito difícil controlar qualquer infeção uma vez que ocorrem

num ambiente aberto, mas sabe-se que as fases larvares destes parasitas se dispersam quando o hospedeiro morre. Esta informação permite-nos recomendar que, em populações delimitadas como no caso das culturas, seja aconselhável recolher as amêijoas mortas para reduzir a incidência da doença.

6. MONITORIZAÇÃO DOS REPOVOAMENTOS

Uma vez concluídas as atividades de recuperação da população, é necessário um acompanhamento periódico para avaliar a magnitude das ações, o seu sucesso ou, se necessário, um replaneamento ou modificação dos projetos para ocasiões sucessivas.

Antes da realização do projeto, é aconselhável fazer-se uma avaliação das condições de água e habitat na área. Avaliar a situação de uma zona antes do repovoamento, que será referida como "controlo" e, se possível, avaliar também uma zona não perturbada onde exista uma população natural das espécies-alvo, a fim de poder saber se o repovoamento conduziu a uma melhoria significativa relativamente à situação original e se se encontra próximo do estado ideal da população natural de um ecossistema estável, maduro e inalterado. O desenho da amostragem deve comparar ao longo do tempo uma área que satisfaça as condições primordiais e não seja repovoada, e, uma área onde tenha sido efetuada um repovoamento. Desta forma é possível comparar a composição e densidade de espécies, utilizando o design experimental chamado BACI (**B**efore - **A**ntes, **A**fter - **D**epois, **C**ontrol - **C**ontrolo, **I**mpact - **I**mpacto) que permite uma análise

se subsequente entre os dois habitats e ao longo do tempo.

6.1. MEDIÇÕES PADRÃO PARA ACOMPANHAMENTO DA POPULAÇÃO

Dado que os projetos de recuperação da população podem ser muito diferentes entre países, espécies-alvo, características estuarinas, etc., é aconselhável estabelecer parâmetros a medir e metodologias semelhantes a serem utilizadas tanto quanto possível para cada projeto de recuperação. Nos EUA, a National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) propõe uma série de parâmetros e protocolos padronizados para se poder comparar os projetos entre os diferentes Estados e que são aceitáveis para os projetos que podem ser levados a cabo na Europa.

Em cada uma das áreas em que foram tomadas medidas, a extensão das populações de bivalves deve ser avaliada e quantificada. Dependendo das características de cada banco natural, deve ser utilizado o método mais adequado.

Nos bivalves epibentónicos que podem ser observados a olho nu porque vivem

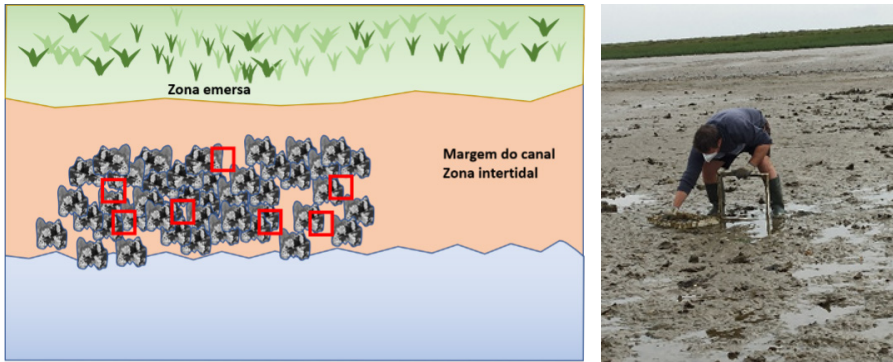


Figura 17 - Amostragem aleatória, técnica dos quadrados, de populações de ostras em áreas emergentes

no substrato, é possível decidir qual é o método mais adequado de amostragem, em relação à sua extensão, densidade, acessibilidade, etc.

Nessas populações, o método mais fiável é amostrar aleatoriamente os grupos de ostras, neste caso, utilizando o método do quadrado, que consiste numa moldura quadrada de madeira, ou outro material, dividida em quadrados mais pequenos. Esta moldura é lançada aleatoriamente um determinado número de vezes (réplicas) e quantifica-se o número de indivíduos dentro do quadrado. Para que dentro da moldura exista um número representativo de indivíduos, a dimensão adequada é de cerca de 40x40 cm. O número de vezes que

a estrutura tem de ser lançada será aquele que faça que o número de espécimes incluídos em cada amostra, seja semelhante à média obtida, ou seja, que a dispersão dos dados seja baixa. Existem fórmulas estatísticas para calcular o número de repetições com base na precisão desejada.

No caso de se observar diferenças de densidade, tamanho ou qualquer outro parâmetro com alguma característica do meio, como é o caso da inclinação do substrato ou de qualquer outro gradiente, o melhor é realizar uma amostragem estratificada, ou seja, dividir a área em porções de características o mais homogêneas possível e efetuar uma amostragem em cada uma delas.

6. MONITORIZAÇÃO DOS REPOVOAMENTOS

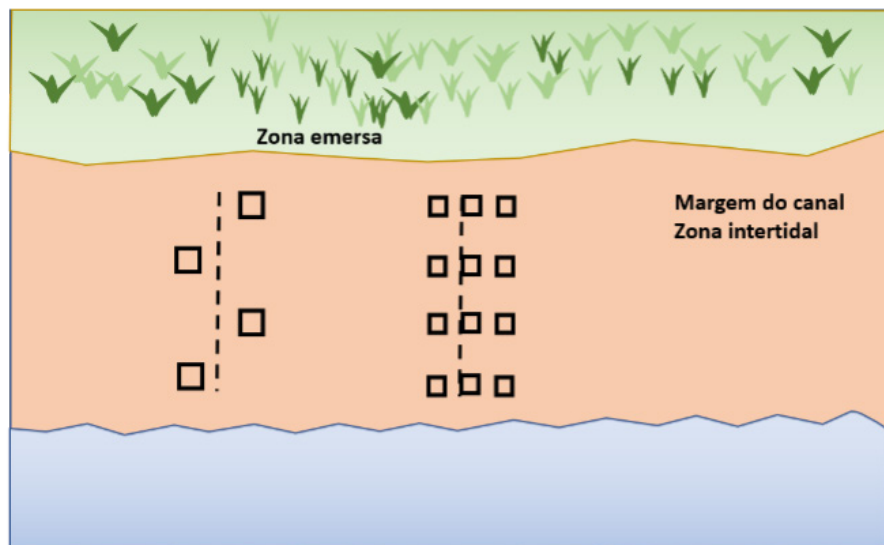


Figura 18 - Diagrama de métodos de amostragem com quadrados, na margem da zona intertidal

Noutras ocasiões, quando o objetivo da amostragem é avaliar a relação entre os parâmetros da população e o gradiente observado, podem ser definidos transetos perpendiculares ao gradiente, ao longo da margem, por exemplo, e depois as amostras são recolhidas com o método dos quadrados em intervalos regulares representativos.

Estes métodos de amostragem são também aplicados às populações de bivalves que vivem enterradas no substrato, mas nesse caso não é possível fazer uma esti-

mativa prévia da densidade populacional, pelo que o número de amostras deve ser inicialmente mais exaustivo.

O tempo de controlo do repovoamento deve ser suficiente para se poder observar as alterações resultantes da sua implantação. Um tempo mínimo deve ser de, pelo menos, dois anos em que são incluídos dois períodos de fixação de juvenis e de reprodução, normalmente entre maio e outubro na nossa costa. A médio prazo, considera-se adequado um período de 4 a 6 anos. Ao planear o

projeto original, é conveniente incluir esta fase de monitorização, tanto do ponto de vista das atividades a realizar como do orçamento. A amostragem deve ser mais frequente imediatamente após o repovoamento com intervalos mensais durante os dois primeiros anos, e pode ser espaçada a partir daí, tendo em atenção o registo das diferenças decorrentes das condições sazonais que ocorrem em climas temperados.

6.1.1 EXTENSÃO E DENSIDADE

Nas populações de ostras que estão distribuídas à superfície, a primeira avaliação da situação do banco natural é a delimitação da zona ocupada. Embora os agrupamentos de ostras tenham uma distribuição não uniforme é necessário definir os limites do conjunto para se poder avaliar as alterações na sua ocupação ou da densidade no terreno.

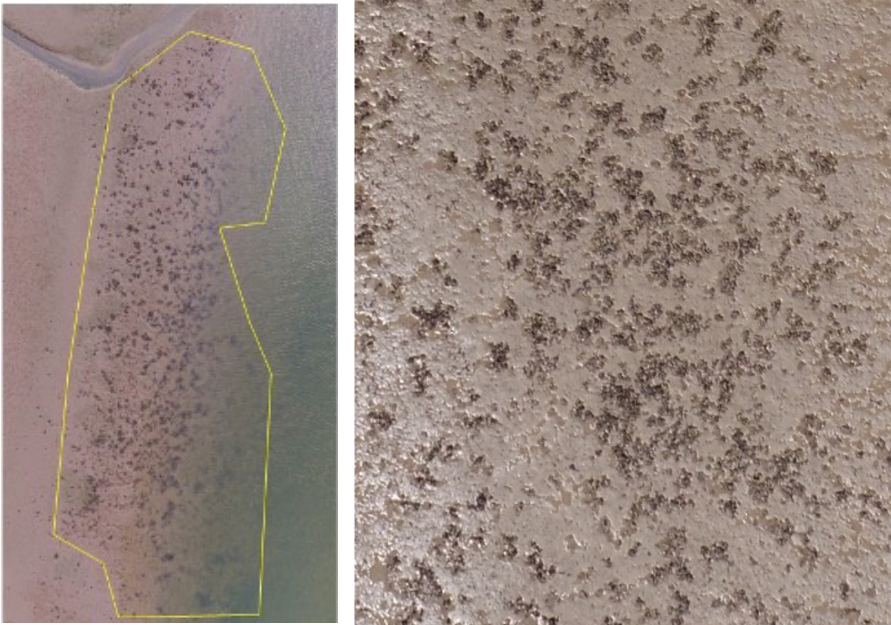


Figura 19 - Imagem de uma população de ostras na zona intertidal obtida com drone e delimitação do banco natural.

6. MONITORIZAÇÃO DOS REPOVOAMENTOS

Esta delimitação pode ser feita no terreno circundando o banco natural, mas em alguns casos, os sedimentos são tão macios que não permitem o acesso à área. Nestes casos, é muito útil usar fotomontagens a partir de imagens obtidas com um drone que sobrevoa toda a área. Este método também permite, através do software de análise de imagem, ter uma avaliação fiável do número de aglomerados de ostras e da superfície que ocupam.

Na zona de subtidal é possível avaliar a extensão total através da utilização de um sonar de digitalização lateral que permita estimar a extensão e até mesmo a altura dos grupos, mas não a sua densidade, pelo que será necessário recolher amostras. Em ótimas condições de profundidade, ondas e transparência, esta delimitação da extensão também pode ser feita a partir de imagens de drones.

Como as os aglomerados de ostra tendem a crescer verticalmente, a estimação da altura média dos recifes é uma medida do seu crescimento e maturidade. Esta complexidade estrutural oferece novos habitats para outras espécies, sendo um componente importante na valorização do repovoamento. Para tal, são efetuadas me-

dições repetidas da altura total dos grupos em número suficiente para que a dispersão dos dados seja reduzida.

Posteriormente, o principal parâmetro a ter em conta é a densidade dos indivíduos (unidades/m²), para os quais devem ser recolhidos todos os indivíduos e todo o material biológico incluído na área do quadrado. Serão postos em sacos ou caixas fechados e transferidos para o laboratório para posterior análise.

Comprimento e peso

Nestas amostras, efetuam-se medições de altura e peso dos indivíduos. Uma vez que os ostreídeos formam aglomerados, para contar e medir as amostras, é necessário separá-los, utilizando uma ferramenta tipo picador de gelo ou outra adequada para permita separar os indivíduos sem os partir. Este trabalho deve ser realizado cuidadosamente porque no período pós fixação são recrutados indivíduos muito pequenos. Para ostreídeos, as medições de tamanho são efetuadas no eixo principal, desde o umbo até à extremidade oposta e em amêijoas no seu comprimento máximo, comprimento ântero-posterior. A distribuição das dimensões das amostras

6. MONITORIZAÇÃO DOS REPOVOAMENTOS

ao longo dos meses fornece informações importantes sobre recrutamentos sucessivos e se há substituição de indivíduos adultos por juvenis e, portanto, o sucesso do repovoamento. Estes novos recrutas podem ser vistos com uma dimensão de pelo menos 10 mm, dimensão com a qual a mortalidade das fixações e o tempo mais crítico para a predação, já foi ultrapassado. Estas novas fixações são mais frequentes no final do verão e outono.

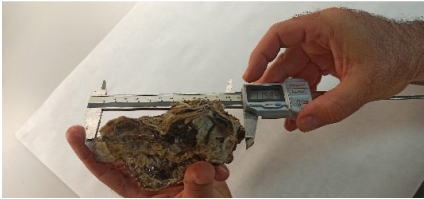


Figura 20 - Medição do comprimento em amêijoas e ostras.

Além dos dados de altura e peso, é conveniente abrir um certo número de exemplares para se avaliar o desenvolvimento sexual. Esta avaliação é importante para se saber se serão obtidos novos recrutas-

mentos e em que altura do ano se podem observar novas fixações. Como resultado da maturação, o peso da gónada de bivalves aumenta muito, uma vez que neste grupo de espécies os tecidos reprodutivos ocupam uma grande parte do corpo. Ao comparar os pesos da parte edível ao longo dos meses em indivíduos de tamanhos semelhantes, o Índice de Condição pode ser calculado, o que oferece um valor padronizado de maturação sexual. Para bivalves em que o peso da concha é muito pouco variável para um dado tamanho o índice de condição é calculado como:

$$\text{Índice de condição (CI)} = \frac{\text{Peso seco da parte edível (PSE)} \times 100}{\text{Peso seco da concha (PSCo)}}.$$

Os ostreídeos têm um peso da concha muito variável e pouco relacionado com o seu tamanho. Neste caso, propõe-se o seguinte cálculo, que permite avaliar as alterações do teor da parte edível em relação ao peso total:

$$\text{Índice de condição (CI)} = \frac{\text{Peso seco da parte edível (PSE)} \times 100}{(\text{Peso total (PT)} - \text{Peso seco da concha (PSCo)})}.$$

6. MONITORIZAÇÃO DOS REPOVOAMENTOS

Patologias

Com outras amostras de indivíduos recolhidos e transferidos para o laboratório, é aconselhável avaliar se as amostras têm doenças que as afetam, e, em caso positivo a incidência das diferentes doenças.

Os protocolos para identificar e avaliar as diferentes doenças são específicos de cada agente patogénico e exigem um trabalho laboratorial cuidadoso.

Em geral, para patologias são avaliados dois parâmetros:

- Incidência – Percentagem de indivíduos infetados em relação ao total.

- Intensidade – Número de parasitas por espécime. Uma vez que é difícil estimar o número de parasitas por indivíduo, a medida pode ser estimada utilizando uma escala qualitativa de infeção:

5 - Alta infeção

4 - Infeção moderada

3 - Infeção média

2 - Infeção leve a média

1 - Infeção leve

0 - Sem infeção

6.2. PARÂMETROS AMBIENTAIS

O sucesso dos repovoamentos, bem como a sua evolução ao longo do tempo, dependem em grande medida das condições ambientais da zona, pelo que é necessário recolher dados sobre as características da água em cada amostragem da população. Em zonas temperadas, as mudanças sazonais com verões quentes, outonos chuvosos que diminuem a salinidade e invernos frios, condicionam a sobrevivência das populações dos estuários.

Por conseguinte, é muito importante recolher medições de diferentes parâmetros de água em cada amostragem de monitorização do repovoamento. Os parâmetros ambientais básicos podem ser recolhidos diretamente no campo através de diferentes sondas, outras devem, no entanto, ser determinadas em laboratório. Abaixo estão as variáveis das quais é conveniente ter um registo periódico.

Alguns destes parâmetros podem ser registados utilizando um equipamento conhecido como CTD (Condutividade, Temperatura, Profundidade) e que permite um registo contínuo de dados a cada poucos segundos e em áreas com profundidade

6. MONITORIZAÇÃO DOS REPOVOAMENTOS

Tabela 4 - Parâmetros ambientais a considerar na monitorização de repovoamentos de bivalves

PARÂMETRO	UNIDADE	OBSERVAÇÕES
Temperatura da água	°C	Se na maré alta, superfície e fundo ou perfil com CTD.
Salinidade	psu	
Oxigénio dissolvido	mg. L ⁻¹ e %	% de saturação em função da temperatura.
Transparência da água	m, lux, $\mu\text{E} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$	- m - Disco de Secchi - lux, $\mu\text{E} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ Irradiómetro
Clorofila a	mg.m ³	Fluorómetro <i>in situ</i> , Laboratório.
Sólidos suspensos	g.L ⁻¹	Filtração de água em laboratório.

suficiente, ou quando as medições são feitas em maré alta, estabelecer perfis dos diferentes parâmetros com profundidade.

6.3. DENSIDADE DE ESPÉCIES E BIODIVERSIDADE

Um dos principais objetivos de repovoamento de bivalves mencionados é a melhoria da biodiversidade do estuário. Para isso, é necessário avaliar a fauna que constitui a comunidade influenciada por essas populações.

Em bivalves epibentónicos, e após recolha dos indivíduos pelo método do quadrado, toda a outra fauna que os

acompanha deve também ser estudada, tendo em conta a porção de substratos moles que aparecem na superfície da amostragem. Todo o material recolhido deve ser transferido para o laboratório e feita a determinação das espécies sésseis presentes, e se possível também dados do seu tamanho e peso. Estes resultados permitem estimar a densidade total, a biomassa e a biodiversidade associada. Este índice pode ser calculado por várias fórmulas que relacionam o número de indivíduos e o número de espécies. O mais comum é o índice de diversidade Shannon-Weaver. Para além das espécies sésseis, devem ser recolhidos todos os indivíduos de outras espécies errantes que

6. MONITORIZAÇÃO DOS REPOVOAMENTOS

aparecem na amostra, mas associados ao repovoamento, como caranguejos, gastrópodes ou pequenos peixes.

Para determinar a biodiversidade associada ao repovoamento de amêijoas (endobentónico) é necessário obter amostras de sedimentos. Para tal utiliza-se um cilindro com cerca de 20 cm Ø (diâmetro) que é enterrado no sedimento até 15 cm de profundidade e todo o material nele incluído é recolhido. Este material, principalmente sedimento, deve ser peneirado passando por uma série de peneiros de diversos tamanhos de malha de rede, com a ajuda de jatos suaves de água, para separar a fauna presente em diferentes tamanhos. A meiofauna é a recolhida por peneiros entre 500 micrón



Figura 21 - Recolha de amostras de substratos moles para monitorização dos repovoamentos

e 1 mm e é uma comunidade complexa e difícil de caracterizar. A macrofauna é a que é recolhida nos peneiros acima de 1 mm e é a que é geralmente estudada. É comum colocar um peneiro maior (4 mm) para separar espécimes maiores e outros resíduos, tais como restos de concha ou pequenas pedras.

Em ambos os tipos de amostras, os indivíduos de diferentes espécies são recolhidos com pinças ou outros instrumentos e incluídos em frascos com álcool a 70% e devidamente rotulados com as características da amostra (área, data, substrato, número da amostra, etc.).

Outros componentes associados à comunidade do repovoamento são os peixes que os visitam para se alimentarem. Esta parte da comunidade não pode ser observada em áreas emersas, pelo que, se se quiser avaliar, o método recomendado é instalar uma vedação de rede em torno da área a avaliar. As redes devem ter uma altura necessária, de modo que a água cubra a borda superior na maré alta, permitindo assim a entrada de espécies errantes, mas depois permanecer ao ar na maré baixa, deixando o peixe retido no cerco.

Outro conjunto de espécies que visitam as áreas de bivalves em busca de comida são aves pernaltas e limícolas. Estas surgem na maré baixa e caminham entre os moluscos e alimentando-se na comunidade emersa e, em fundos moles, de pequenos bivalves e outras espécies enterradas, como os poliquetas.

O recenseamento destas aves deve ser efetuado periodicamente na maré baixa utilizando binóculos ou telescópios terrestres. O número de indivíduos e espécies em cada área de amostragem deve ser contado. A periodicidade destas amostras está condicionada pela época do ano, uma vez que as comunidades de aves mudam entre as que passam o inverno no estuário, as migratórias, que aparecem no outono e na primavera durante a migração e as que permanecem na área na época de reprodução, primavera-verão.

6.4. RODA DE RESTAURAÇÃO (RECOVERY WHEEL)

A Sociedade de Restauração Ecológica (SER) propõe uma ferramenta e uma série de parâmetros para avaliar como um ecossistema, seja terrestre ou marítimo,

evoluiu ao longo do tempo após a realização de atividades de restauração. Esta ferramenta inclui uma série de conceitos, de acordo com o nível de estabilidade e maturidade do ecossistema após a recuperação. Para tal faz-se uma avaliação qualitativa entre 1 e 5 em que 1 é o estado mais degradado e 5 o mais conservado. Cada um dos valores atribuídos deve ser devidamente justificado e esta avaliação só tem consistência se for apoiada em informação de pessoal especializado e relacionado com a área restaurada, pelo que é importante a participação de pessoas de diferentes áreas de estudo ou que participem nas diversas utilizações do estuário. Estes parâmetros são agrupados em 6 categorias ou atributos do ecossistema.

Os valores, que têm a mesma ponderação, estão representados na chamada "roda de restauração" onde se podem observar que elementos do ecossistema estão na pior situação antes das ações de restauração e poder atuar sobre elas para as melhorar. Este exercício pode ser repetido anos mais tarde para avaliar os elementos que foram melhorados e que não atingiram o valor desejado.

6. MONITORIZAÇÃO DOS REPOVOAMENTOS

Tabela 5 - Critérios de avaliação do estado de conservação de um ecossistema de acordo com a proposta da Sociedade de Restauração Ecológica (SER)

CATEGORIAS DE ATRIBUTOS	NÍVEIS DE RECUPERAÇÃO (1-5)	EVIDÊNCIA PARA O NÍVEL DE RECUPERAÇÃO
ATRIBUTO 1. Ausência de ameaças		
Sobreexploração	2	
Espécies invasoras (externas)	2	
Contaminação	3	
ATRIBUTO 2. Condições físicas		
Substrato físico	4	
Química do sustrato	4	
Física e química da água	3	
ATRIBUTO 3. Composição de espécies		
Flora recomendada	2	
Fauna recomendada	3	
Nenhuma espécie indesejável	2	
ATRIBUTO 4. Diversidade estrutural		
Todos os níveis presentes	2	
Todos os níveis tróficos	3	
Mosaico espacial	4	
ATRIBUTO 5. Funções do ecossistema		
Produtividade/recirculação, etc..	4	
Interações entre habitats	4	
Resiliência/recrutamento	3	
ATRIBUTO 6. Trocas externas		
Fluxos na paisagem	4	
Fluxos génicos	4	
Ligações entre habitats	4	

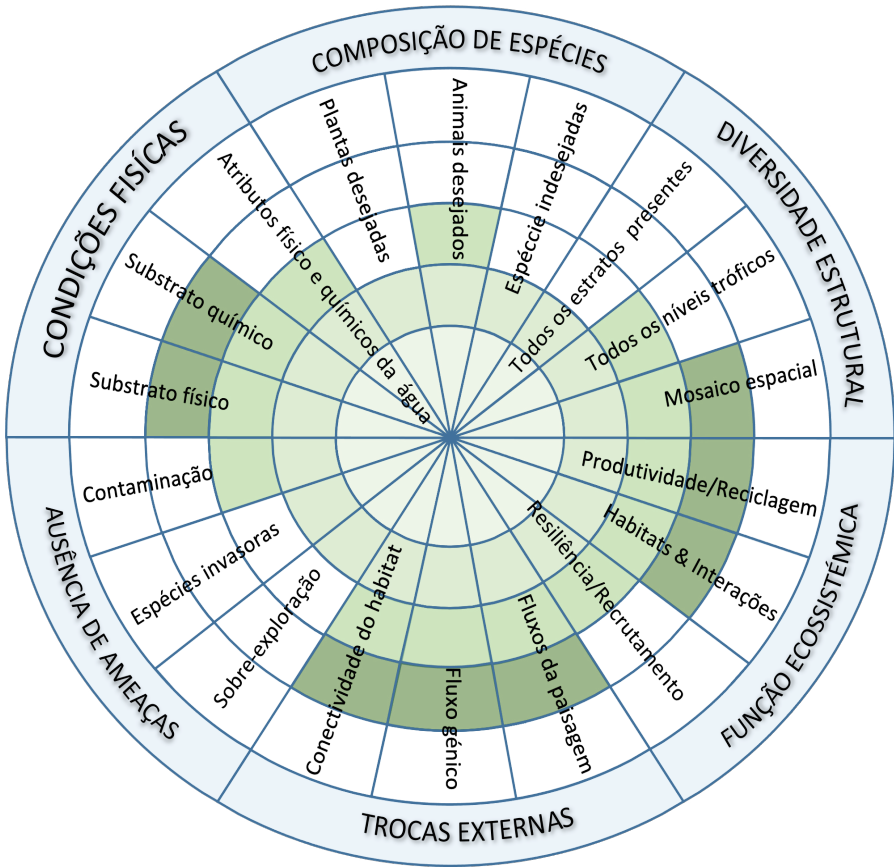


Figura 22- Roda de restauração com valores qualitativos do estado inicial de um estuário

Por fim as condições que se devem ter em conta são apresentadas na tabela seguinte, que correspondem a valores de 5 em todos os parâmetros.

6. MONITORIZAÇÃO DOS REPOVOAMENTOS

Tabela 6 - Atributos que deve cumprir um ecossistema para ter uma situação ótima

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO
Ausência de ameaças	Estão ausentes ameaças diretas ao ecossistema, tais como a sobre-exploração, a poluição ou as espécies invasoras.
Condições físicas	As condições ambientais (incluindo as condições físicas e químicas do fundo e da água) necessárias para manter o ecossistema-alvo estão presentes.
Composição de espécies	As espécies autóctones características do ecossistema de referência estão presentes e as invasoras estão ausentes.
Diversidade estrutural	Estão presentes componentes estruturais fundamentais da biodiversidade, incluindo a estrutura populacional, os níveis tróficos, os substratos vegetais e a diversidade dos habitats.
Funções do ecossistema	Níveis adequados de crescimento e produtividade, ciclo de nutrientes, decomposição, interações de espécies e taxas de perturbação.
Trocas externas	O ecossistema está adequadamente integrado num contexto paisagístico ou aquático mais vasto através de fluxos bióticos e abióticos.

7. CASO DE ESTUDO

Na região do Atlântico Sul (Alentejo-Algarve-Andaluzia) existem estuários de pequeno tamanho, com caráter tidal e grande influência no meio marinho, uma vez que os contributos fluviais são de pequena escala, com exceção dos sapais da Isla Cristina com forte influência do rio Guadiana. Em alguns destes estuários foi promovido o cultivo de diferentes espécies de bivalves: amêijoia boa (*Ruditapes decussatus*), ostra portuguesa (*Magallana angulata*) e ostra japonesa (*Magallana gigas*) e, só em Espanha, amêijoia japonesa (*Ruditapes philippinarum*). Desde o desenvolvimento das culturas marinhas, no início dos anos 80, tem havido várias situações com períodos de sobre-exploração destes recursos ou com períodos de proliferação de culturas em zonas intertidais, de modo que as populações naturais tenham sofrido várias alterações. Os sapais do rio Piedras são um bom exemplo da influência antrópica nas populações de bivalves nos últimos cinquenta anos.

7.1. POPULAÇÕES DO RIO PIEDRAS

Durante os anos 60 e 70 do século XX, os bancos naturais das espécies de ostreídeos: a ostra (*Magallana angulata*) e a

ostra plana (*Ostrea edulis*) presentes nos estuários do Golfo de Cádiz sofreram uma pressão extrativa significativa para comercialização em França. A esta exploração foi acrescida da extração de conchas de ostras utilizadas como suplemento de cálcio nos alimentos na indústria avícola. A combinação destes dois fatores provocou uma redução significativa nas populações destas espécies até que fosse proibida a sua captura indiscriminada. Os canais dos estuários destas zonas são formados por um sedimento principalmente lodoso e a remoção das conchas de ostreídeos levou a uma redução muito substancial dos juvenis já instalados sobre conchas e substratos apropriados para futuras fixações, o que provocou um grande abrandamento na recuperação das populações.

A partir dos anos 80, com a promoção da aquacultura nesta costa, foi também introduzida a ostra japonesa (*Magallana gigas*), uma espécie da costa leste da Ásia, adequada para o fomento da aquacultura de bivalves devido à sua grande adaptabilidade e crescimento. Esta espécie foi cultivada em sistemas flutuantes nos canais dos rios e a reprodução destes indivíduos levou à constituição de populações naturais de ostras japonesas. No entanto, em

7. CASO DE ESTUDO

1987 e devido às elevadas concentrações de metais pesados na parte edível dos ostreídeos na costa litoral de Huelva, foi proibido o cultivo e comercialização deste recurso nos estuários, o que fez com que os espécimes cultivados fossem retirados do ambiente. Como resultado, houve uma moratória para a extração de ostreídeos em estuários que durou até 2011.

A partir desse momento, as duas espécies coexistiram nos estuários da costa atlântica andaluza muito semelhante e indistinguível pela sua aparência: a que já existia, e conhecida como ostra ou ostra portuguesa (*M. angulata*) e a ostra japonesa também chamada ostra (*M. gigas*) que poderia reproduzir-se naturalmente. No entanto, durante os primeiros anos, estas populações eram muito pequenas pelos motivos referidos. Para além destas duas espécies, havia populações naturais pouco abundantes de ostra plana (*Ostrea edulis*) e de ostra anã (*O. stentina*). As populações continuam preservadas nos estuários do Golfo de Cádiz, nomeadamente nos Sítios Naturais das "Marismas de Isla Cristina" e "Rio Piedras e Flecha del Rompido".

Uma vez permitida a exploração deste recurso, a atividade extrativa tem sido escassa no primeiro dos lugares e quase inexistente no rio Piedras, pelo que as populações têm vindo a crescer sem restrições nos últimos 25 anos, o que tem levado a importantes grupos de ostras nas zonas intertidais e subtidais.

8. BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

Baggett, L.P., Powers, S.P., Brumbaugh, R.D., Coen, L.D., DeAngelis, B.M., Greene, J.K., Hancock, B.T., Morlock, S.M., Allen, B.L., D.L., Bushek, D., Grabowski, J.H., Grizzle, R.E., Grosholz, E.D., La Peyre, M.K., Luckenbach, M.W., McGraw, K.A., Piehler, M.F., Westby, S.R. & zu Ermgassen, P.S.E., (2015). Guidelines for evaluating performance of oyster habitat restoration. *Restoration Ecology* 23(6): 737-745 Baggett, L.P., S.P. Powers, R. Brumbaugh, L.D. Coen,

B. DeAngelis, J. Greene, B. Hancock, & S. Morlock, (2014). Oyster habitat restoration monitoring and assessment handbook. *The Nature Conservancy*, Arlington, VA, USA., 96pp.

Fitzsimons, J., Branigan, S., Brumbaugh, R.D., McDonald, T. & zu Ermgassen, P.S.E. (eds) (2019). Restoration Guidelines for Shellfish Reefs. *The Nature Conservancy*, Arlington VA, USA.

Grabowski, J.H. Brumbaugh, R.D., Conrad, R.F., Keeler, A.G., Opaluch, J.J., Peterson, C.H., Piehler, M.F., Powers, S.P. & Smyth, A.R. (2015). Economic valuation of ecosystem services provided by oyster reefs. *Bioscience*, 62(10): 900-909.

Hughes, A. & zu Ermgassen, P.S.E. (2021). European native oyster habitat restoration site selection checklist, *Native Oyster Restoration Alliance*, Berlin, Germany. 18 pp.

McDonald T., Gann G.D., Jonson J., & Dixon K.W. (2016). International standards for the practice of ecological restoration – including principles and key concepts. *Society for Ecological Restoration*, Washington, D.C. 48 pp.

Preston J., Gamble, C., Debney, A., Helmer, L., Hancock, B. and zu Ermgassen, P.S.E. (eds) (2020). European native oyster habitat restoration handbook. The Zoological Society of London, UK., London, UK. 68 pp.

zu Ermgassen, P., Hancock, B., DeAngelis, B., Greene, J., Schuster, E., Spalding, M., Brumbaugh, R. (2016). Setting objectives for oyster habitat restoration using ecosystem services: A manager's guide. *The Nature Conservancy*, Arlington VA. 76pp.

zu Ermgassen, P.S.E., Bonacic, K., Pierre Boudry, P., Bromley, C.A., Cameron, T.C., Colsoul, B., Coolen, J.W.P., Frankic, A., Hancock, B., van der Have, T.M., Holbrook, Z., Kamermans, P., Laugen, A.T., Nevejan, N., Pogoda, B., Pouvreau, S., Preston, J., Ran-

8. BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

ger, C.J., Sanderson, W.G., Sas, H., Strand, A. & Sutherland, W.J. (2020). Forty questions of importance to the policy and practice of native oyster reef restoration in Europe. *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.* 30: 2038–2049.

zu Ermgassen, P.S.E., Bos, O., Debney, A., Gamble, C., Glover, A., Pogoda, B., Pouvreaux, S., Sanderson, W., Smyth, D. and Preston, J. (eds) (2021). European Native Oyster Habitat Restoration Monitoring Handbook. The Zoological Society of London, UK, London, UK. 72 pp.

GUIA PARA PRODUÇÃO DE OSTRAS A PARTIR DA FIXAÇÃO NATURAL E RECUPERAÇÃO DAS POPULAÇÕES NATURAIS NAS ZONAS INTERTIDAIS

Textos:

Óscar Moreno Escalante

Tradução e revisão:

Maria Emilia Cunha, Carole Gonçalves e Laura Ribeiro

Imagem de capa:

Rio Piedras (Huelva, Espanha)

Outros títulos desta série:

Guias básicos e de boas-práticas biológicas de produção extensiva de ostras

Guia básico de aquacultura em sistema multitrófico integrado em esteiros

Guia básico de aquacultura em sistema multitrófico integrado em tanques de terra

Guia básico e de boas-práticas biológicas para a produção orgânica em tanques de terra

Ano: 2023

ISBN: 978-972-9083-30-3

Instituições participantes:



Publicação cofinanciada pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional através do FEDER Programa INTERREG V-A Espanha – Portugal (POCTEP) 2014-2020



Interreg
Espana - Portugal

Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



Apoio à gestão das zonas húmidas do litoral do Sudoeste Ibérico: interações entre Aquacultura e meio Ambiente na região transfronteiriça do Alentejo-Algarve-Andaluzia. www.aquaambi-poctep.eu