



RISCOS



## INTERVENÇÕES DE DEFESA COSTEIRA - BALANÇO E PERSPETIVAS FUTURAS\*

### COASTAL DEFENCE INTERVENTIONS - OVERVIEW AND FUTURE PROSPECTS

175

Fernando Magalhães

Departamento do Litoral e Proteção Costeira, Agência Portuguesa do Ambiente (Portugal)

ORCID 0000-0003-1343-2091 [fernando.magalhaes@apambiente.pt](mailto:fernando.magalhaes@apambiente.pt)

#### RESUMO

A costa portuguesa encontra-se, em significativa extensão, afetada por sérios problemas erosivos. O presente trabalho analisa as intervenções de defesa costeira que foram efetuadas para fazer face a esses problemas, apresentando um balanço de tais intervenções, bem como perspetivas para o futuro. Nos últimos anos, registou-se uma alteração de paradigma no que se refere à tipologia das intervenções de defesa costeira, com o crescente aumento do número de intervenções de proteção “suave”, nomeadamente alimentações artificiais de praia. Estas intervenções são executadas no âmbito de vários Planos de Ação, nomeadamente o Plano de Ação Litoral XXI, que constitui a base para uma adequada gestão da orla costeira, para cuja otimização se torna necessária a monitorização do comportamento da faixa litoral e dos impactos das intervenções já realizadas e do respetivo grau de eficácia, contribuindo para um litoral mais sustentável, resiliente, seguro e ambientalmente mais equilibrado.

**Palavras-chave:** Zona costeira, erosão, investimentos de defesa costeira, alimentação artificial.

#### ABSTRACT

The Portuguese coast is affected to a significant extent by serious erosion problems. The present study looks at the coastal defence interventions that have been carried out to tackle these problems; it presents an overview of such interventions, as well as prospects for the future. In recent years, there has been a paradigm shift in the type of coastal defence interventions, with a steadily increasing number of "soft" protection interventions, such as artificial beach nourishment. These interventions are implemented under various Action Plans, in particular the Plano de Ação Littoral XXI [Coastline XXI Action Plan], which provides the basis for the proper management of the coastal zone. The optimization of this Action Plan requires the monitoring of the behaviour of the coastal area and the impacts and efficacy of the interventions that have been carried out, to contribute to a more sustainable, resilient, safe and environmentally sound coastline.

**Keywords:** Coastal zone, erosion, investments in costal defence, artificial nourishment.

\* O texto desta nota foi submetido em 06-10-2018, sujeito a revisão por pares a 10-10-2018 e aceite para publicação em 05-01-2019.

Esta nota é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 27 (I), 2020, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

## Introdução

A zona costeira assume uma importância estratégica em termos ambientais, económicos, sociais, culturais e recreativos, o que evidencia a necessidade de uma política de proteção e de valorização.

176

“Portugal tem, desde há muito, instrumentos legais e regulamentares, opções de planeamento e ordenamento, iniciativas públicas e modelos de governação que integram uma visão estratégica para a gestão da zona costeira. É, neste contexto, de destacar a Lei da Água e diplomas complementares, a Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira (ENGIZC), a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (EN AAC), a Estratégia Nacional para o Mar (ENM), a Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável (ENDS) e diversos instrumentos de gestão territorial (IGT), nomeadamente os Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) e os atuais Programas da Orla Costeira (POC)” (APA, 2017), os quais estabelecem opções estratégicas para a proteção da integridade biofísica da orla costeira, com a valorização dos recursos naturais e conservação dos seus valores ambientais e paisagísticos.

Os POOC (fig. 1) foram elaborados ao abrigo das disposições do Decreto-Lei n.º 309/93, de 2 de setembro, que se encontra atualmente revogada, e que estabelecia que as disposições destes Planos vinculam diretamente o Estado e os particulares. Os 9 POOC aprovados e publicados abrangem a totalidade da orla costeira de Portugal continental, tendo 6 destes instrumentos de gestão territorial (Caminha-Espinho, Ovar-Marinha Grande, Alcobaça-Mafra, Cidadela-São Julião da Barra, Sado-Sines e Burgau-Vilamoura) sido elaborados pelo ex - Instituto da Água, INAG (atualmente integrado na Agência Portuguesa do Ambiente, APA) e os restantes (Sintra-Sado, Sines-Burgau e Vilamoura-Vila Real de Stº António) pelo ex - Instituto de Conservação da Natureza, ICN (atualmente integrado no Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas).

Não obstante as debilidades detetadas nas avaliações efetuadas por MAOTDR (2008) e por Carmo (2009), “a elaboração e a implementação dos POOC foram da maior importância para o estabelecimento de regras de uso e ocupação destes territórios, assegurando a salvaguarda de importantes áreas da orla costeira face aos valores em presença e ao risco para pessoas e bens”.

“No entanto, a harmonização de conceitos, abordagens e metodologias não foi tão conseguida quanto seria desejável” (Santos et al., 2014). Importa ainda salientar que, visto terem sido excluídas da sua abrangência as áreas sob jurisdição portuária, estes IGT criaram significativas discontinuidades em importantes áreas estuárias e de fozes de rios.

No que se refere ao risco associado à dinâmica costeira e aos processos erosivos, quer para troços arenosos de

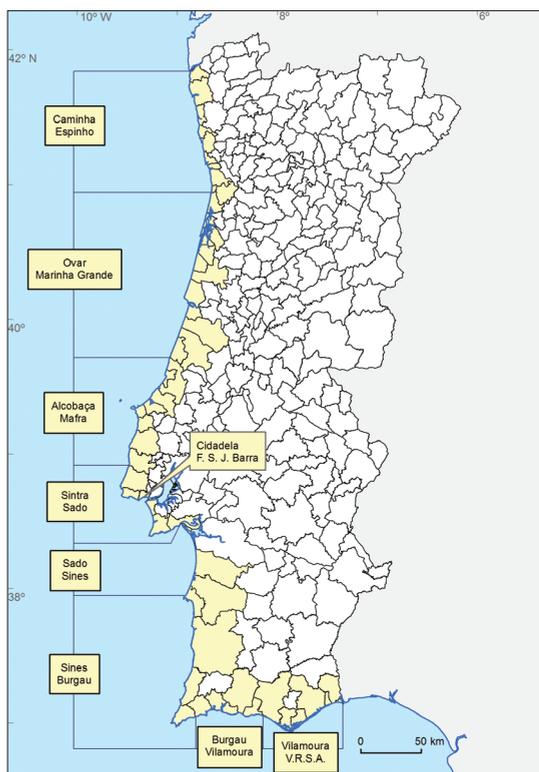


Fig. 1 - Os Planos de Ordenamento da Orla Costeira.

Fig. 1 - The Coastal Zone Management Plans.

costa quer para troços de litoral de arriba, a abordagem efetuada difere entre os diferentes planos, quer ao nível dos conceitos subjacentes, quer das metodologias de aferição do risco adotadas, quer ainda dos condicionamentos impostos ao uso e ocupação das áreas de risco nas disposições regulamentares de ordenamento e de gestão da orla costeira. “As metodologias inerentes ao cálculo e dimensionamento das faixas de risco tiveram única e exclusivamente por base critérios relacionados com os processos evolutivos subjacentes ao contexto geomorfológico existente, não tendo sido considerada a tipologia da ocupação existente, sendo contudo objetivo o condicionamento da ocupação humana nestas faixas.

Desde a data da publicação dos POOC em vigor ocorreu uma ampla reforma do quadro legal em matéria de ordenamento do território e proteção e valorização de recursos hídricos, com a entrada em vigor nomeadamente da Lei da Água, da Lei da Titularidade dos Recursos Hídricos, do novo regime jurídico da Reserva Ecológica Nacional, do diploma que vem alterar a regulação da elaboração e a implementação dos planos de ordenamento da orla costeira (Decreto-Lei n.º 159/2012, de 24 de julho) e com a nova Lei de Bases da Política de Solos, de Ordenamento do Território e de Urbanismo (LBSOTU). Teve também lugar todo um novo enquadramento estratégico” [...] (Santos et al., 2014) com a publicação das Estratégias anteriormente referidas.

“Teve também lugar uma alteração do enquadramento institucional, primeiro com a criação das Administrações de Região Hidrográfica (ARH), em 1998, e mais tarde, em 2012, com a sua integração na APA.

Tornou-se, assim, necessário adequar as disposições e propostas dos POOC à evolução das condições que determinaram a elaboração dos mesmos, tendo sido efetuadas várias reflexões e produzidos vários documentos de avaliação que permitem melhor enquadrar as melhorias a introduzir no ordenamento da orla costeira e da zona costeira” (Santos *et al.*, 2014). Ao abrigo da nova LBSOTU, os POOC são reconfigurados como POC, mantendo o seu âmbito nacional, mas assumindo um nível mais programático.

Neste contexto, o processo de revisão dos 9 POOC deu origem à elaboração de 5 POC (fig. 2), correspondendo às unidades de gestão por ARH. A elaboração dos POOC encontra-se cometida à APA no âmbito do atual quadro legislativo, segundo o qual estes programas apenas vinculam diretamente o Estado, sendo a vinculação dos privados efetuada através das disposições dos planos diretores municipais. Foi já publicado o POC que abrange a orla costeira entre Ovar e Marinha Grande, encontrando-se os restantes (Caminha-Espinho, Alcobaça-Espichel, Espichel-Odeceixe e Odeceixe-Vilamoura) em fase de elaboração ou aprovação. Apenas não se encontra em revisão o último POOC a ser publicado (Vilamoura-Vila Real de Santo António).



Fig. 2 - Os Programas da Orla Costeira.

Fig. 2 - The Coastal Zone Programmes.

No Modelo Territorial dos POC encontram-se delimitadas faixas de salvaguarda à erosão costeira (fig. 3), visando a prevenção do risco e a proteção e salvaguarda do território. As referidas faixas atendem às características geomorfológicas do litoral, ao grau de vulnerabilidade e ao horizonte temporal da exposição, visando a prevenção do risco e a proteção e salvaguarda do território.

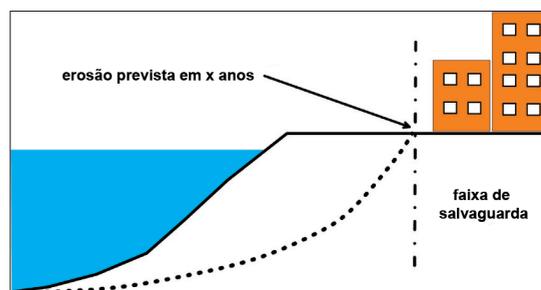


Fig. 3 - Faixas de salvaguarda à erosão costeira.

Fig. 3 - Coastal erosion safeguard strips.

Em litoral arenoso, destinam-se à salvaguarda e mitigação dos impactos decorrentes da mobilidade e dinâmica da faixa costeira (erosão costeira, galgamento e inundações costeiras), incluindo os resultantes das alterações climáticas, nos horizontes temporais de 50 e 100 anos. O cálculo e dimensionamento das faixas de salvaguarda à erosão costeira seguiu os procedimentos metodológicos definidos por Ferreira *et al.* (2006) e aplicados por Pinto *et al.* (2013), incorporando a taxa de evolução da linha de costa, a erosão induzida por temporais e a erosão induzida pela elevação secular do nível médio do mar. A demarcação das faixas de salvaguarda ao galgamento e inundações costeiras teve em consideração os efeitos associados às alterações climáticas, nomeadamente a subida do nível médio do mar e respetivo recuo associado; o potencial de recuo instantâneo do perfil de praia e da linha de costa como resultado da ocorrência de temporal extremo; um critério altimétrico com base na cota de inundações; e o registo/histórico das ocorrências de galgamentos.

Em litoral de arriba, as faixas de salvaguarda correspondem a faixas de território paralelas à linha de costa, que apresentam maior nível de sensibilidade à dinâmica erosiva junto à crista da arriba e destinadas à salvaguarda e mitigação dos impactos decorrentes da instabilidade e eventos de recuo em arribas ou de outras vertentes em domínio costeiro. Estas faixas foram dimensionadas tendo em conta o comportamento evolutivo das arribas em resultado da ação erosiva das ondas no sopé, incluindo a elevação do nível do mar decorrente das alterações climáticas.

Nestas faixas, são estabelecidos regimes de proteção que visam conter a exposição de pessoas e bens aos riscos de erosão, galgamento e inundação costeira e instabilidade de arribas, protegendo as pessoas e as atividades e assegurando que não será transferido para o futuro um quadro de exposição mais gravoso do que se verifica atualmente. Estas faixas e os regimes a elas associados devem ser incorporadas nos PMOT, de modo a assegurar a vinculação dos particulares às disposições dos POC, de acordo com o regime jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial.

### O fenómeno erosivo e os investimentos em defesa costeira

A linha de costa de Portugal continental tem uma extensão aproximada de 987 km. A extensão de litoral baixo e arenoso e baixo rochoso suportado por dunas em situação crítica de erosão (fig. 4) é de 180 km (APA, 2016), com taxas de recuo de magnitude varável, com valores médios entre 0,5 m/ano e 9,0 m/ano (Santos *et al.*, 2014; Lira *et al.*, 2016). Desde 1958, a área de território perdido devido à erosão foi de cerca de 1220 ha, aproximadamente o equivalente a 1700 campos de futebol (Pinto, 2016).

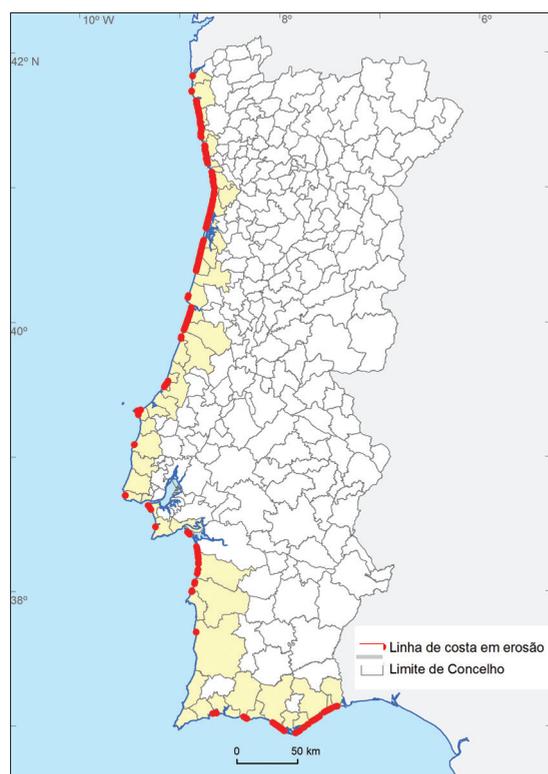


Fig. 4 - Linha de costa em erosão (Fonte: APA, 2016).

Fig. 4 - Coastline under erosion (Source: APA, 2016).

Os fenómenos de erosão, galgamento/inundação e instabilidade das arribas (i.e. movimentos de massa de vertente) são reconhecidos ao longo de praticamente

toda a faixa costeira, gerando frequentemente situações de conflito de uso com risco para pessoas e bens. Os impactos decorrentes das alterações climáticas, designadamente a subida do nível médio do mar e a modificação do regime de agitação marítima, da sobre-elevação meteorológica e da precipitação poderão traduzir-se no estabelecimento ou variação da intensidade da erosão e na modificação da frequência e intensidade das inundações costeiras, aumentando ainda mais a exposição de pessoas e bens a situações de risco.

Para fazer face ao fenómeno erosivo que afeta o litoral português, foram amplamente utilizadas durante as décadas de 1970 e 1980 estruturas pesadas de proteção costeira, que, apesar dos efeitos positivos para proteger e mitigar o risco para as comunidades locais, não conseguiram resolver o problema global do *deficit* de sedimentos e conduziram ao aspeto amuralhado de alguns trechos da costa portuguesa. Nos últimos anos, nomeadamente nos últimos 10/15 anos, tem havido uma crescente consciencialização dos benefícios das medidas de “proteção suave”, como a alimentação de praias (p. ex.: Taborda *et al.*, 2005), abrangendo a zona submarina do perfil de praia imerso, a praia emersa/berma e o cordão dunar frontal, domínio que engloba a área sujeita a transporte sedimentar ativo e a alterações morfológicas sazonais e interanuais relevantes em termos de tendências evolutivas da faixa costeira.

A avaliação dos investimentos de proteção costeira, efetuada a partir do levantamento sistemático das obras costeiras executadas pelo ex-INAG e pela APA, que lhe sucedeu, permite concluir que o investimento em defesa costeira entre 1995 e 2014 foi, a preços de 2014, de 196 M€ (Seixas, 2014; Santos *et al.*, 2014), do qual 86 M€ (44%) respeitam à primeira década e 110 M€ (56%) à segunda (Seixas, 2014; Santos *et al.*, 2014). Durante esse período, as intervenções de “proteção suave” representam apenas 38% do investimento na proteção costeira.

A distribuição por POOC das obras de defesa costeira mostra uma clara hierarquização das áreas mais problemáticas por ordem decrescente de investimentos: 1º Ovar-Marinha Grande (34,6%); 2º Caminha-Espinho (19,0%); e 3º Sintra-Sado (18,8%). Os troços Sado - Sines e Sines - Burgau são aqueles a que correspondem menores investimentos (fig. 5). Este comportamento encontra-se relacionado com a geologia e a topografia da orla costeira abrangida pelos diferentes POOC, com a existência ou ausência de *deficits* sedimentares e com a densidade de ocupação da orla costeira.

Segundo aqueles autores, a evolução dos investimentos ao longo do tempo evidencia uma elevada variação interanual e uma tendência de crescimento, apontando também para restrições administrativas e orçamentais e para uma forte dependência de financiamento comunitário.

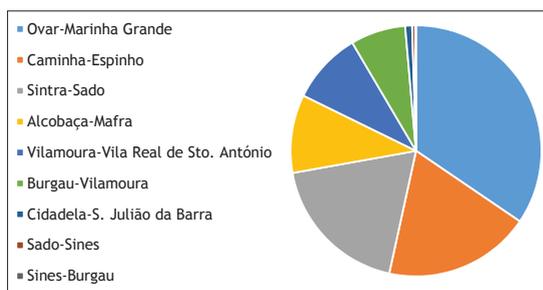


Fig. 5 - Desagregação dos investimentos em defesa costeira por POOC entre 1995 e 2014 (Fonte: adaptado de Seixas, 2014).

Fig. 5 - Breakdown of investment in coastal defence by POOC [Coastal Zone Management Plans] between 1995 and 2014 (Source: adapted from Seixas, 2014).

### O Plano de Ação Litoral XXI

A realização destas obras encontra-se enquadrada em diversos Planos de Ação (PA), dos quais o mais recente é o PA Litoral XXI, publicado em outubro de 2017 (fig. 6). Este Plano assume-se como a base para a programação das intervenções a desenvolver até 2030 e que concorrem para os objetivos das políticas e instrumentos para a gestão da zona costeira. Entre tais objetivos, são de referir “[...] política de adaptação às alterações climáticas nas suas diferentes vertentes, a política integrada de sedimentos e os instrumentos de gestão do território, bem como o Plano Nacional da Água (PNA) e os Planos de Gestão de Região Hidrográfica (PGRH) no que respeita às águas costeiras e às medidas para minimização do risco associado à erosão costeira e ainda as demais ações com relevância para a gestão, proteção ou valorização da zona costeira” (APA, 2017). Na sua maioria, as intervenções identificadas e priorizadas são as que resultam dos programas de execução dos POOC em vigor e dos novos POC.

A estrutura do PA Litoral XXI baseia-se num conjunto de seis domínios de intervenção estratégica, que foram definidos com referência às áreas da ENGIZC e também às orientações dadas pelos POOC e pelos POC. O domínio de intervenção estratégica relativo à prevenção e gestão do risco contempla ações de manutenção e reabilitação de obras existentes, bem como ações que correspondem a novas obras, as quais, salvo situações excecionais, se localizarão apenas em locais onde, comprovadamente, não sejam alterados os processos de dinâmica costeira (APA, 2017).

Considerando as cerca de 1000 ações que foram identificadas à data de elaboração do documento, o valor total estimado para os investimentos a realizar no futuro ronda os 881 milhões de euros. Destas ações, 745 são de prioridade elevada. Para o domínio de intervenção Prevenção e gestão do risco estima-se um investimento em torno dos 633 milhões de euros.

Cerca de 50% do investimento previsto para a proteção costeira em zonas de risco, num montante de 319 milhões de euros, corresponde à área de atuação alimentação artificial, o que denota a clara opção de combate à erosão costeira através da reposição do equilíbrio sedimentar em troços costeiros em erosão, a qual se “[...] afigura atualmente como a medida de adaptação mais consentânea com as boas práticas de gestão costeira integrada a nível internacional e nacional” (APA, 2017).

### Intervenções de alimentação artificial

Pinto *et al.* (2018) identificaram 134 intervenções de alimentação artificial de praias na faixa costeira de Portugal continental entre 1950 e 2017, 67% das quais na costa ocidental e 33% na costa Algarvia (fig. 7). De acordo com os dados reportados por estes autores, o somatório

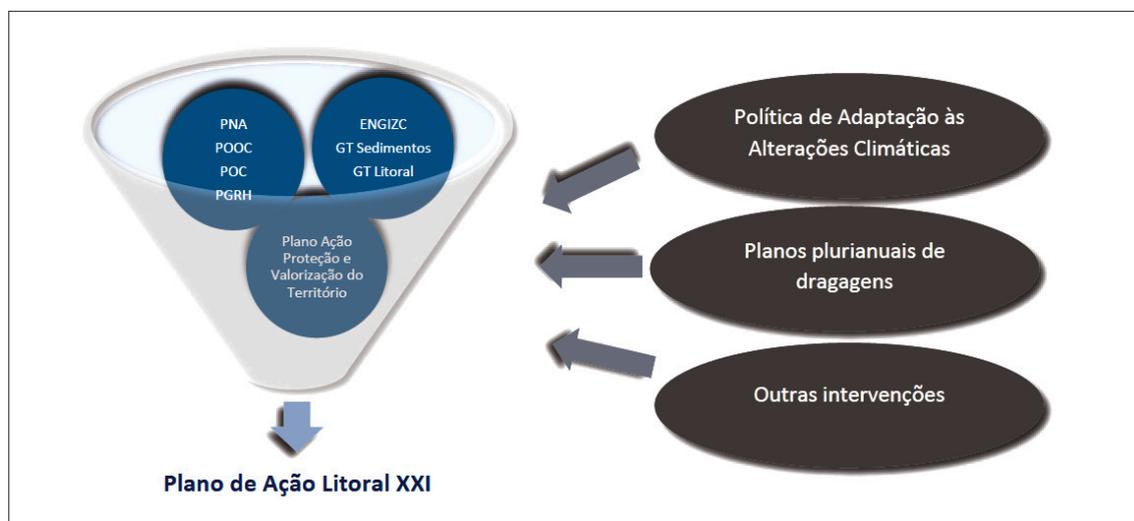


Fig. 6 - O Plano de Ação Litoral XXI (Fonte: APA, 2017)

Fig. 6 - The Plano de Ação Littoral XXI [Coastline XXI Action Plan] (Source: APA, 2017).

dos volumes depositados na faixa costeira entre 1950 e 2017 ascende a 33.7 Mm<sup>3</sup>, com intervenções da ordem das dezenas de milhar (e.g. praias encaixadas da Costa do Estoril) a mais de um milhão de m<sup>3</sup> (e.g. troço baixo e arenoso a sul da barra de Aveiro). Predominam as alimentações de pequena magnitude (volume < 100 000 m<sup>3</sup>), as quais correspondem a 51% do total de intervenções registadas. A larga maioria das alimentações efetuadas (88%) teve como objetivos a melhoria das condições de estabilidade da linha de costa (58%) e o aumento da largura da praia para uso balnear/recreativo (30%). As manchas de empréstimo para tais intervenções foram oriundas de dragagens de manutenção/aprofundamento (associadas à atividade portuária) de barras de maré e canais de navegação; da exploração de depósitos de dragados em terra nas áreas portuárias (provenientes de dragagens anteriores); e da dragagem de manchas de

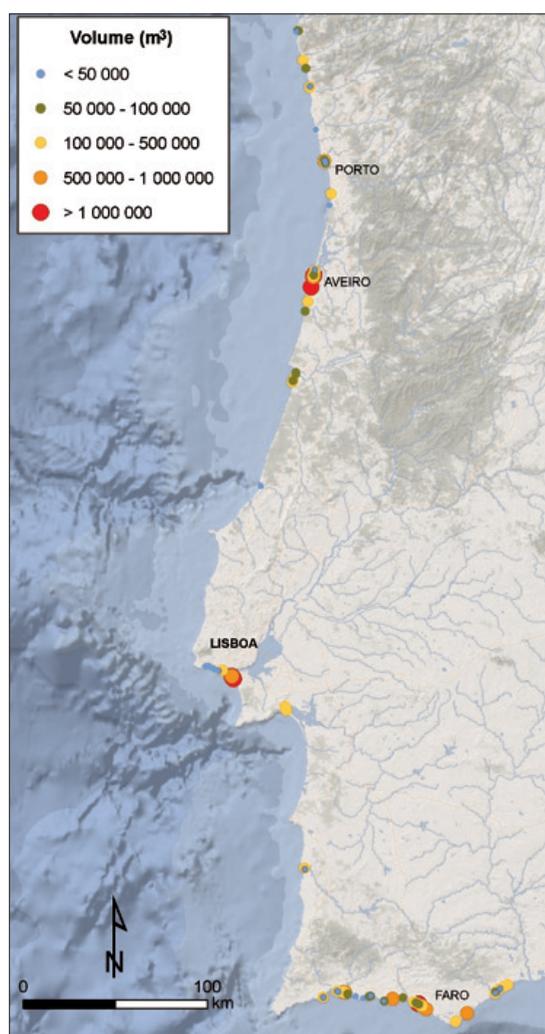


Fig. 7 - Localização e magnitude das intervenções de alimentação artificial de praia entre 1950 e 2017 (Fonte: simplificado a partir de Pinto *et al.*, 2018).

Fig. 7 - Location and magnitude of artificial beach nourishments between 1950 and 2017 (Source: simplified from Pinto *et al.*, 2018).

empréstimo na plataforma continental próxima. Em alguns casos, recorre-se à transposição de areias de locais onde existe acumulação para as áreas deficitárias/em erosão (*bypass*). A exploração de manchas de empréstimo para esta tipologia de intervenções encontra-se enquadrada e prevista no âmbito dos POOC e POC.

Na última década do século passado assistiu-se a uma mudança de paradigma no que se refere à tipologia das intervenções de defesa costeira, registando-se um incremento significativo do número de alimentações de praia em Portugal continental e a diminuição no número de intervenções correspondentes a obras costeiras “pesadas”, tais como esporões, quebra-mares e estruturas aderentes (Seixas, 2014; Pinto *et al.*, 2018).

Na sequência do relatório do Grupo de Trabalho (GT) do Litoral (Santos *et al.*, 2014), o GT dos Sedimentos (Andrade *et al.*, 2015) identificou áreas prioritárias para a realização de futuras intervenções de alimentação artificial de elevada magnitude, tendo ainda procedido à identificação preliminar de manchas de empréstimo (fig. 8). Também o modelo territorial definido nos POC identifica áreas potenciais de manchas de empréstimo de sedimentos com características potencialmente adequadas à alimentação artificial das praias.

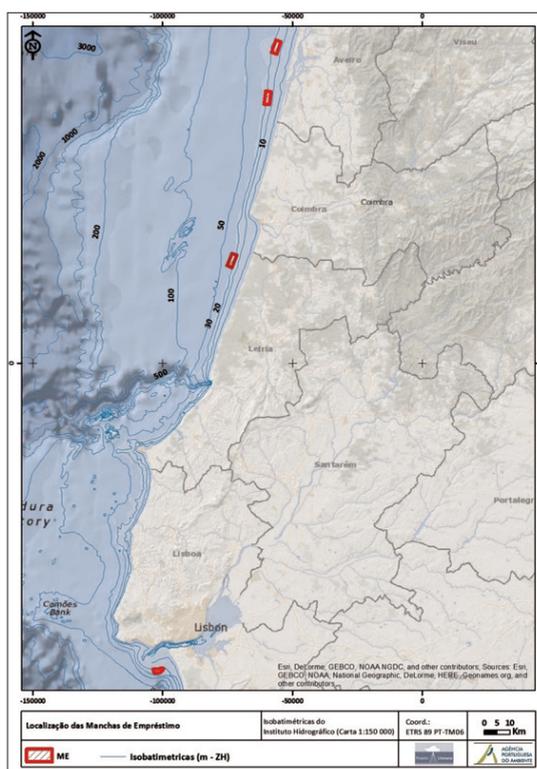


Fig. 8 - Localização das manchas de empréstimo identificadas pelo Grupo de Trabalho dos Sedimentos (Fonte: adaptado de Andrade *et al.*, 2015).

Fig. 8 - Location of the borrow areas identified by the Sediment Working Group (Source: adapted from Andrade *et al.*, 2015).

A concretização de intervenções de alimentação artificial na faixa costeira em situação de erosão pressupõe a existência de recursos sedimentares adequados na plataforma continental. O projeto CHIMERA (Caracterização de manchas de empréstimo na plataforma continental para alimentação artificial de troços costeiros), atualmente em fase de execução pela APA, visa avaliar os volumes disponíveis e características sedimentares em quatro áreas selecionadas na plataforma continental, adjacentes às áreas prioritárias definidas por Andrade *et al.* (2015). Importa ainda referir que trabalhos realizados no final do século passado e no início do presente século (Dias *et al.*, 1980; Magalhães, 2001, 2003) tinham já identificado a existência de depósitos de areia e cascalho na plataforma continental, cujas características e profundidade de ocorrência as tornam áreas de empréstimo favoráveis para tais intervenções.

O Relatório do GTL (Santos *et al.*, 2014) apresenta uma estimativa do investimento acumulado para uma estratégia de proteção baseada na reposição do balanço sedimentar, sendo os montantes estimados para 2020 e 2050, respetivamente, de 221 e 734 M€. Para a referida estimativa foram utilizados os valores de deriva litoral ocorrente nos diversos sectores em que foi dividida a zona costeira de Portugal continental e foi considerado um preço unitário de base correspondente aos preços atualmente praticados.

#### A importância da monitorização

*“O planeamento e a gestão da faixa costeira deveriam encontrar-se alicerçados no conhecimento objetivo dos padrões de evolução de longa duração, e dos ritmos de evolução sazonal dos sistemas litorais”* (Silveira *et al.*, 2012). Nesse sentido, a ENGI-ZC identifica o conhecimento científico e técnico como um valioso mecanismo para a interpretação integrada da evolução da zona costeira e como dimensão de suporte à decisão. De facto, é de realçar a existência do reconhecimento generalizado pelos agentes e decisores da importância da integração do conhecimento técnico-científico no processo de gestão e decisão das zonas costeiras. No entanto, verifica-se que o referido conhecimento é geralmente utilizado de forma casuística, esporso e em contextos predominantemente reativos. Esta situação deve-se, entre outros aspetos, à ausência de dados de monitorização sistemática relacionados com a evolução do litoral numa série de troços e à inexistência de um programa de monitorização estratégico e operacional para a totalidade da faixa costeira de Portugal Continental.

A monitorização da faixa costeira, que assume um carácter estratégico para o país e que constitui um dos desígnios da ENGI-ZC, fornece uma base técnica e científica sólida fundamental para o suporte ao planeamento estratégico e gestão costeira, contribuindo para uma maior

racionalidade e sustentabilidade das opções tomadas pelos decisores e, deste modo, para um litoral mais sustentável, resiliente, seguro e ambientalmente mais equilibrado. Neste contexto, é ainda particularmente relevante para a definição de estratégias de adaptação de adaptação aos riscos instalados e os que crescem em cenário de alterações climáticas (acomodação, realocação ou proteção) (fig. 9).

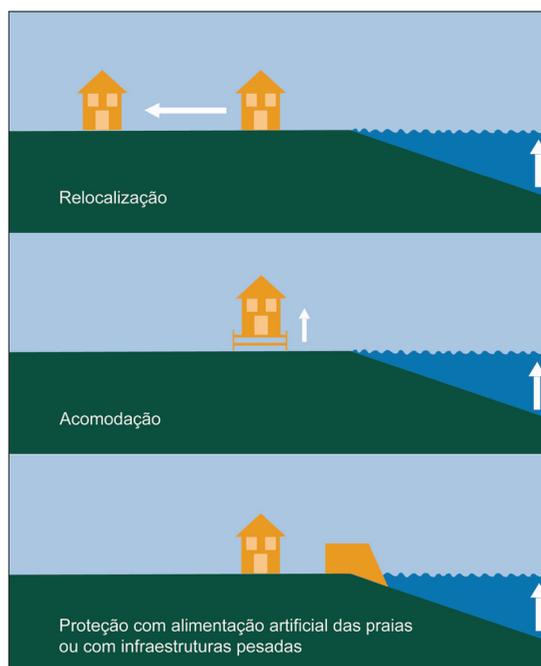


Fig. 9 - Diferentes estratégias de adaptação aos riscos.

*Fig. 9 - Different strategies for adapting to risks.*

Neste sentido, encontra-se em desenvolvimento na APA um programa de monitorização (Programa COSMO - Programa de monitorização da faixa costeira de Portugal Continental), de âmbito nacional, o qual inclui a realização de levantamentos hidrográficos e topográficos com recurso a meios aéreos e terrestres nas áreas de maior vulnerabilidade e risco da faixa costeira, como ferramenta de apoio à gestão do risco costeiro e suporte à tomada de decisão (<https://cosmo.apambiente.pt/>).

As principais razões para a recolha de dados de monitorização da faixa costeira são as seguintes:

- Compreensão do passado: as tendências de longo prazo são fundamentais para compreender a evolução da praia/praias-duna ou da arriba;
- Identificação dos problemas atuais na linha de costa (em litoral arenoso e de arriba);
- Programação/faseamento das intervenções de gestão e/ou de proteção/defesa costeira, na medida em que os dados obtidos com a mesma podem ser utilizados para suportar estudos estratégicos, definir

o limiar de determinadas intervenções de gestão, prever antecipadamente problemas, determinar o tipo de projetos e *timing* de obras de engenharia;

- d) Calibração ou validação de modelos físicos e numéricos;
- e) Avaliação do grau de sucesso/comportamento das intervenções de engenharia;
- f) Compreensão dos impactos das intervenções no sistema costeiro;
- g) Providenciar evidências que a mitigação requerida (e.g. intervenção) foi efetivamente realizada.

Para a otimização da gestão costeira é fundamental proceder à avaliação dos impactos das intervenções já realizadas e respetivo grau de sucesso, a ser efetuada no âmbito do Programa COSMO (Programa de monitorização da faixa costeira de Portugal Continental), em execução na Agência Portuguesa do Ambiente.

A monitorização a efetuar no âmbito do Programa COSMO assenta em duas componentes distintas:

- a) Monitorização da Evolução Costeira (MECO);
- b) Sistema Integrado de Monitorização por Videovigilância de Galgamentos Costeiros (VIGIA)

A Monitorização da Evolução Costeira (MECO) assenta na recolha, processamento e análise de uma série de indicadores do estado da zona costeira, designadamente:

- Em litoral arenoso - sistemas praia-duna:
  - Largura e altura do cordão dunar;
  - Largura e volume da praia emersa;
  - Morfologia e volumetria e altura da praia imersa até à profundidade de fecho;
  - Posição da linha de costa (base do cordão dunar).
- Em litoral de arriba - sistemas praia-arriba:
  - Largura e volume da praia emersa;
  - Volumetria e altura da praia imersa até à profundidade de fecho;
  - Volume e largura das instabilidades (i.e. movimentos de massa) nas arribas;
  - Posição da crista da arriba (em arribas rochosas e brandas).

Em complemento à monitorização da evolução costeira, e atendendo à importância de se avaliar em tempo real a ocorrência de situações de risco em determinados locais com maior vulnerabilidade no litoral, o programa COSMO preconiza a recolha de informação relativa à ocorrência de galgamentos costeiros através de sensores e videovigilância. A informação recolhida irá ainda

permitir a identificação pormenorizada à escala local das zonas de maior vulnerabilidade em cenário de alteração climática, contribuindo para a melhoria do zonamento das zonas de risco em matéria de ordenamento, planeamento e gestão do espaço costeiro.

Assim, pretende-se que a monitorização da orla costeira releve para:

- Apoiar a implementação dos POC;
- Preparar a futura geração dos POC;
- Apoiar a definição de estratégias/cenários de adaptação;
- Apoiar a avaliação e definição de opções de proteção/defesa costeira;
- Apoiar a realização de análises custo/benefício;
- Mapear as zonas de maior vulnerabilidade e risco.

### Conclusão

Os fenómenos erosivos que afetam uma significativa extensão da costa de Portugal continental conduziram à realização de diversas intervenções de defesa costeira. Nos últimos anos, registou-se um crescente aumento do número de intervenções de proteção “suave”, nomeadamente alimentações artificiais de praia. Estas intervenções são executadas no âmbito de vários Planos de Ação, nomeadamente o Plano de Ação Litoral XXI, que constitui a base para uma adequada gestão da zona costeira, para cuja otimização se torna fundamental a monitorização dos comportamentos da mesma e dos impactos das intervenções já realizadas e do respetivo grau de eficácia, contribuindo para uma maior racionalidade e sustentabilidade das opções tomadas pelos decisores.

### Referências bibliográficas

- Andrade, C., Rodrigues Bizarro, A., Pinto, C., Taborda, R., Couto, A., Portela, L., Pina, C., Ramos, L., Rodrigues, A., Terrinha, P., Brito, P., Caldeirinha, V. e Santos-Ferreira, A. (2015). *Grupo de Trabalho dos Sedimentos - Relatório Final*. Relatório não publicado, 31 p.
- APA (2017). Plano de Ação Litoral XXI. Disponível em: [https://sniambgeoviewer.apambiente.pt/GeoDocs/geoportaldocs/Litoral/Plano\\_Acao\\_Litoral\\_XXI\\_v13032019.pdf](https://sniambgeoviewer.apambiente.pt/GeoDocs/geoportaldocs/Litoral/Plano_Acao_Litoral_XXI_v13032019.pdf)
- APA (2016). *Relatório do Estado do Ambiente*. Lisboa, 223 p.
- Carmo, F. (2009). Planos de Ordenamento da Orla Costeira. Balanço e perspectivas. *Tágides*, 5, 35-40.
- Dias, J., Monteiro, J. e L. Gaspar, L. (1980). Potencialidades em cascalhos e areias da plataforma continental portuguesa. *Com. Serv. Geol. Portugal*, 66, 227-240.

- Ferreira, Ó., Garcia, T., Matias, A., Taborda, R. and Dias, J. (2006). An integrated method for the determination of set-back lines for coastal erosion on sandy shores, *Continental Shelf Research*, 26, 1030-1044.
- Lira, C., Silva, A., Taborda, R. and Andrade, C. (2016). Coastline evolution of Portuguese low-lying sandy coast in the last 50 years: an integrated approach, *Earth Syst. Sci. Data*, 8, 265-278.
- Magalhães, F. (2001). A cobertura sedimentar da plataforma continental portuguesa. Distribuição espacial. Contrastes temporais. Potencialidades económicas. *Doc. Técnico Inst. Hidrográfico*, 34, 287 p.
- Magalhães, F. (2003). Aggregate deposits in the portuguese continental shelf. *Thalassas*, 19, 23-31.
- MAOTDR - MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (2008). *Litoral 2007-2013: Avaliação dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira e Proposta de Atuação*. Lisboa, 190 p.
- Pinto, C., Silveira, T., Taborda, R., Andrade, C. e Freitas, C. (2013). Reavaliação de faixas de risco em litoral baixo e arenoso: aplicação ao setor de São João da Caparica (Costa da Caparica - Portugal). *2ª Conferência sobre morfodinâmica estuarina e costeira*. [https://www.researchgate.net/publication/317579668\\_Reavaliacao\\_de\\_faixas\\_de\\_risco\\_em\\_litoral\\_baixo\\_e\\_arenoso\\_aplicacao\\_ao\\_setor\\_de\\_Sao\\_Joao\\_da\\_Caparica\\_Costa\\_da\\_Caparica\\_-\\_Portugal](https://www.researchgate.net/publication/317579668_Reavaliacao_de_faixas_de_risco_em_litoral_baixo_e_arenoso_aplicacao_ao_setor_de_Sao_Joao_da_Caparica_Costa_da_Caparica_-_Portugal)
- Pinto, C. (2016). Coastal erosion and sediment management in Portugal. *CEDA Iberian Conference - Dredging for Sustainable Port Development*. [https://www.researchgate.net/publication/317579925\\_Coastal\\_erosion\\_and\\_sediment\\_management\\_in\\_Coastal\\_erosion\\_and\\_sediment\\_management\\_in\\_Portugal](https://www.researchgate.net/publication/317579925_Coastal_erosion_and_sediment_management_in_Coastal_erosion_and_sediment_management_in_Portugal)
- Pinto, C., Silveira, T. e Teixeira, S. (2018). *Alimentação artificial de praias na faixa costeira de Portugal continental. Enquadramento e retrospectiva das intervenções realizadas (1950-2017)*. Relatório Técnico. Agência Portuguesa do Ambiente, 61 p.
- Santos, F.D., Lopes, A.M., Moniz, G., Ramos, L. e Taborda, R. (2014). *Gestão da Zona Costeira. O desafio da mudança*. Relatório não publicado, 237 p.
- Seixas, L. (2014). *Avaliação do desempenho das políticas de defesa costeira: Obras de Defesa Costeira de 1995 a 2014. Contributo para o Sistema de Administração do Recurso Litoral (SIARL)* (Dissertação de mestrado). Faculdade de Ciências e Tecnologia da Univ. Nova de Lisboa, Lisboa, 53 p. + anexos.
- Silveira, T., Carapuço, M. Pinto, C., Taborda, R., Andrade, C., Sousa, H., Freitas, C., Marques, F., Antunes, C., Matildes, R., Orlando, M. e Lira, C. (2012). Criação e implementação de um sistema de monitorização para o litoral arenoso na área de jurisdição da Administração da Região Hidrográfica do Tejo. *2.ª Jornadas de Engenharia Hidrográfica*. [https://www.researchgate.net/publication/255950463\\_Criacao\\_e\\_implementacao\\_de\\_um\\_sistema\\_de\\_monitorizacao\\_para\\_o\\_litoral\\_arenoso\\_na\\_area\\_de\\_jurisdicao\\_da\\_Administracao\\_da\\_Regiao\\_Hidrografica\\_do\\_Tejo](https://www.researchgate.net/publication/255950463_Criacao_e_implementacao_de_um_sistema_de_monitorizacao_para_o_litoral_arenoso_na_area_de_jurisdicao_da_Administracao_da_Regiao_Hidrografica_do_Tejo)
- Taborda, R., Magalhães, F. e Ângelo, C. (2005). *Evaluation of Coastal Defence Strategies in Portugal*. In Zimmermam, C., Dean, R.G., Penchev, V. e Verhagen, H. J. (eds) - *Environmentally Friendly Coastal Protection. NATO Science Series (Series IV: Earth and Environmental Series)*, vol 53. Springer, Dordrecht, 255-265.