

Grupo de Trabalho do Litoral

# Gestão da Zona Costeira

O Desafio da Mudança

Editores

Filipe Duarte Santos, Gil Penha-Lopes e António Mota Lopes

Autores

Filipe Duarte Santos (Coordenador), António Mota Lopes,  
Gabriela Moniz, Laudemira Ramos, Rui Taborda

## **FICHA TÉCNICA**

### **Design gráfico**

vivóeusébio

### **Impressão**

Gráfica Maiadouro

### **Tiragem**

40 exemplares

### **ISBN**

978-989-99962-1-2

### **Depósito Legal**

435995/18

Grupo de Trabalho do Litoral

# Gestão da Zona Costeira

## O Desafio da Mudança

### **Editores**

Filipe Duarte Santos, Gil Penha-Lopes e António Mota Lopes

### **Autores**

Filipe Duarte Santos (Coordenador)

António Mota Lopes

Gabriela Moniz

Laudemira Ramos

Rui Taborda









## Editores

Filipe Duarte Santos (cE3c- Faculdade de Ciências da ULisboa)

Gil Penha-Lopes (cE3c- Faculdade de Ciências da ULisboa)

António Mota Lopes (Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.)

Os editores agradecem a todos os membros do Grupo de trabalho, da Comissão de Acompanhamento, e das instituições envolvidas por todo o apoio à elaboração deste relatório. We are also very grateful to Tim O’Riordan for the support on translation of the Executive Summary into English.

Este livro é baseado no relatório entregue pelo GTL em Dezembro de 2014, e deve ser citado da seguinte forma:

Filipe Duarte Santos, António Mota Lopes, Gabriela Moniz, Laudemira Ramos, Rui Taborde (2017). Grupo de Trabalho do Litoral: Gestão da Zona Costeira: O desafio da mudança. Filipe Duarte Santos, Gil Penha-Lopes e António Mota Lopes (Eds). Lisboa (ISBN: 978-989-99962-1-2)

A produção deste relatório foi apoiada pelo projeto Europeu “Bottom-up climate Adaptation strategies towards a Sustainable Europe” (BASE) que foi financiado pelo Sétimo Programa Quadro da União Europeia (Grant Agreement 308337). O conteúdo deste documento é da inteira responsabilidade dos seus autores e de modo algum reflete a posição da União Europeia.

Os editores agradecem ao Instituto Hidrográfico pela cedência e autorização de utilização de diversas imagens, e pela sua correcta identificação.

A edição deste livro contou com o apoio da FCT (IF/00940/2015) ao investigador Gil Penha-Lopes.

O centro de investigação “Centre for Ecology, Evolution and Environmental Changes” (cE3c) é financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia.

Os editores pedem desculpa mas não foi possível ter acesso a imagens com melhor resolução em tempo útil desta edição.

### Para mais informações:

Sobre o projeto BASE visite:  
<http://base-adaptation.eu>

Sobre o cE3c visite:  
<http://ce3c.ciencias.ulisboa.pt>



FCT Unit Funding  
(Ref: UID/BIA/00329/2013; 2015-2017)

## GRUPO DE TRABALHO DO LITORAL

Filipe Duarte Santos (Coordenador)

António Mota Lopes

Gabriela Moniz

Laudemira Ramos

Rui Taborda

## COMISSÃO DE ACOMPANHAMENTO

### ESPECIALISTAS

António Carmona Rodrigues

António Heitor Reis

António Trigo Teixeira

Carlos Borges Coelho

César Andrade

Cristina Bernardes

Fernando Veloso Gomes

Helena Granja

João Alveirinho Dias

José Carlos Ferreira

José Antunes do Carmo

Luisa Schmidt

Ramiro Neves

### INSTITUIÇÕES

Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.

Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte

Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro

Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo

Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo

Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve

Direção-Geral da Autoridade Marítima

Direção-Geral do Território

Direção-Geral dos Recursos Naturais e Serviços Marítimos

Gabinete Coordenador do Programa Polis

Instituto da Conservação da Natureza e Florestas, I.P.

Instituto Hidrográfico

Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Laboratório Nacional de Energia e Geologia

*Aquele, pois, que ouviu estas minhas palavras e as pôe em prática é semelhante a um homem prudente, que edificou sua casa sobre a rocha.*

*Caiu a chuva, vieram as enchentes, sopraram os ventos e investiram contra aquela casa: ela porém não caiu porque estava edificada sobre a rocha.*

*Mas aquele que ouviu as minhas palavras e não as pôe em prática é semelhante a um homem insensato que construiu a sua casa sobre a areia*

*Caiu a chuva, vieram as enchentes, sopraram os ventos e investiram contra aquela casa: ela caiu e grande foi a sua ruína.*

Evangelho segundo S. Mateus 7: 24, 25, 26 27

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho deve muito ao empenhamento de um largo conjunto de pessoas e de organizações, razão pela qual o grupo de trabalho deseja manifestar a sua gratidão a todos aqueles que, ao longo dos últimos meses, nas instituições, na academia e nas organizações, connosco generosamente partilharam informação, ideias e experiência.

O grupo de trabalho do litoral (GTL) agradece aos membros da Comissão de Acompanhamento criada pelo Despacho n.º 6574/2014, de 20 de maio, que durante este período participaram ativamente nas várias reuniões e que contribuíram com comentários escritos e opiniões de grande valor. Sem a colaboração dedicada e competente desta equipa não teria sido possível cumprir em tão curto espaço de tempo o mandato atribuído a este GTL.

Impõe-se também um agradecimento especial a: Dr.ª Águeda Silva, Doutor André Vizinho, Eng.º António Rodrigues, Dr. Celso Pinto, Doutora Cristina Lira, Dr.ª Elisabete Dias, Arq. Francisco Reis, Dr.ª Isabel Morais Cardoso, Eng.ª Isabel Pires, Dr.ª Joana Bustorff, Prof. Joost Stronkhorst, Eng.º Jorge Rua, Eng.º José Proença, Dr. Leandro Seixas, Eng.ª Mafalda Carapuço, Dr.ª Maria José Lucena do Vale, Eng.º Mário Simões Teles, Eng.º Miguel Sequeira, Dr.ª Mónica Ribeiro, Eng.º Nelson Silva, Dr. Nuno Lacasta, Prof. Óscar Ferreira, Doutor Peter Roebeling, Eng.º Pimenta Machado, Doutor Sebastião Braz Teixeira, Dr.ª Tanya Silveira, Eng.ª Teresa Carvalho e Eng.ª Teresa Sá Pereira, os quais, não integrando a comissão de acompanhamento, nos disponibilizaram o seu tempo e conhecimento, contribuindo de modo significativo para valorizar o suporte técnico e científico deste GT.

Agradecemos ainda a colaboração dos projetos RISES – AM – EU Research project e Base – Bottom-up Climate Adaptation Strategies Towards a Sustainable Europe e o apoio das Associações “SOS Cabedelo” e “SOS Salvem o Surf”.

Agradecemos às Câmaras Municipais, as contribuições, sugestões e críticas enviadas sobre o presente relatório e sobre o seu sumário executivo e recomendações.

Agradecemos aos membros do Conselho Nacional da Água os comentários, sugestões e críticas recebidas.

Por fim, gostaríamos de manifestar um particular agradecimento ao Doutor Fernando Magalhães pela inestimável ajuda na organização e revisão deste relatório.

# Índice de Matérias

## 3 SUMÁRIO EXECUTIVO E RECOMENDAÇÕES

- 5 1. Introdução
- 6 2. Caracterização da zona costeira de Portugal continental
- 7 3. Estratégias de adaptação: relocalização, acomodação e proteção em cenários de alterações climáticas
- 9 4. Condições necessárias a uma adaptação efetiva: informação, divulgação, formação e participação
- 10 5. Monitorização das zonas costeiras e política de dados
- 12 6. Proposta de estratégia de recuo planeado
- 14 7. Proposta de estratégia de proteção
- 15 8. Operacionalização da política de gestão de sedimentos, transposição sedimentar e manchas de empréstimo
- 17 9. Análise de estratégias de intervenção em troços críticos
- 20 10. Governança e legislação
- 23 11. Estratégia nacional para gestão integrada da zona costeira
- 25 Nota Final

## 31 EXECUTIVE SUMMARY AND RECOMMENDATIONS

- 33 1. Introduction
- 34 2. Characteristics for mainland Portugal coastal zone
- 35 3. Adaptation strategies: relocation, accommodation and protection in climate change scenarios
- 37 4. Conditions required to an effective adaptation: information, dissemination, training and participation
- 38 5. Monitoring of coastal zones and data policy
- 40 6. Proposal for planned reverse strategy
- 42 7. Proposal for protection strategy
- 43 8. Operation of sediment management policy, implementation and sedimentary and deposit stain
- 45 9. Analysis of strategies for critical sections
- 48 10. Governance and legislation
- 51 11. National strategy for integrated coastal zone management
- 53 Final Note

## 61 1. Introdução

- 61 1.1. Objetivos
- 61 1.2. Conceitos

## 67 2. Caracterização da Zona Costeira de Portugal Continental

- 67 2.1. Introdução

- 67 2.2. Dinâmica e evolução costeira
- 71 2.3. Células sedimentares

### 111 3. As zonas costeiras e as alterações climáticas

- 111 3.1. Alterações globais naturais e antropogénicas
- 112 3.2. Alterações globais sistémicas e cumulativas
- 114 3.3. Impactos das alterações climáticas antropogénicas sobre as zonas costeiras
  - 114 3.3.1. Pequenas escalas temporais: tempestades extratropicais e valores extremos do nível do mar
  - 115 3.3.2. Subida do nível médio global do mar: observações e projeções
  - 118 3.3.3. Grandes escalas temporais: alterações da temperatura média e acidez do oceano, do clima das ondas, da frequência e intensidade dos temporais e subida de longo prazo do NMGM
    - 118 3.3.3.1. Temperatura
    - 119 3.3.3.2. Acidez
    - 119 3.3.3.3. Clima das ondas no litoral de Portugal Continental
    - 119 3.3.3.4. Regime dos temporais
  - 120 3.3.4. Temporais do inverno de 2014
  - 121 3.3.5. Resumo dos principais impactos das alterações climáticas sobre a zona costeira de Portugal Continental
- 121 3.4. A adaptação da zona costeira às alterações climáticas
  - 121 3.4.1. Opções de adaptação
  - 125 3.4.2. Custos da adaptação
  - 126 3.4.3. A adaptação da zona costeira de Portugal às alterações climáticas

### 133 4. Breve Análise da Legislação sobre a Gestão da Zona Costeira

- 133 4.1. Introdução
- 133 4.2. O Domínio Hídrico
  - 133 4.2.1. Jurisdição
  - 134 4.2.2. Titularidade e condicionantes
  - 135 4.2.3. A demarcação e a delimitação
- 138 4.3. Os Planos de Ordenamento da Orla Costeira
  - 138 4.3.1. Breve enquadramento
  - 140 4.3.2. O risco nos POOC
- 142 4.4. O Plano de Ação de proteção e Valorização do Litoral 2012-2015
- 143 4.5. Regimes de proteção de sistemas biofísicos e salvaguarda do risco
  - 143 4.5.1. As zonas adjacentes
  - 144 4.5.2. A Reserva Ecológica Nacional e o Plano Sectorial de Prevenção e Redução de Riscos
  - 146 4.5.3. Os sedimentos e a proteção costeira
- 149 4.6. Os Programas para a Orla Costeira
  - 149 4.6.1. Breve enquadramento
  - 151 4.6.2. Uso e ocupação do solo na zona costeira
- 155 4.7. A GIZC, A Estratégia Nacional de Gestão Integrada da Zona Costeira e a Estratégia Nacional para o Mar

159	<b>5. Sistemas de Monitorização e Informação a nível Institucional e Público das Zonas Costeiras</b>
159	5.1. Introdução
160	5.2. O que refere a ENGIZC
161	5.3. Bons exemplos de monitorização e de sistemas de informação
162	5.4. A Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) em Portugal
163	5.5. A Diretiva INSPIRE e o SNIG
166	5.6. O empenhamento necessário
167	5.7. A monitorização que concorre com a política do mar
168	5.8. Temas prioritários na monitorização dum litoral em risco
170	5.9. O Plano Geral de Monitorização da Orla Costeira Continental e o SNIRLit
173	5.10. O SIARL como repositório de dados e suporte à monitorização
178	5.11. Conclusões
187	<b>6. Propostas de ações de divulgação e formação a nível Institucional e Público — problemática atual e futura das Zonas Costeiras</b>
187	6.1. Introdução
188	6.2. As áreas centrais de intervenção numa política de informação sobre zonas de risco
189	6.3. Quatro ideias instaladas frequentemente erróneas
191	6.4. Exemplo de iniciativas
197	<b>7. Modelo de Governança</b>
197	7.1. Pequeno Historial da Gestão Costeira em Portugal
202	7.2. Propostas para o modelo de Governança
209	<b>8. Adaptação na zona costeira</b>
209	8.1. Contexto histórico
216	8.2. Análise dos investimentos realizados
228	8.3. Estratégias de adaptação
229	8.3.1. Relocalização
230	8.3.2. Proteção
231	8.3.2.1. Projeção de custos para o curto e médio prazo
237	8.3.2.2. Projeção de custos para longo prazo
244	8.4. Ideias para implementação de medidas de acomodação e proteção
244	8.4.1. Alimentação sedimentar de elevada magnitude
245	8.4.2. Valorização de sedimentos em fim de ciclo
245	8.4.3. Processos de otimização da transposição sedimentar
246	8.4.4. Estruturas portuárias destacadas
246	8.4.5. Reposição do fornecimento sedimentar
247	8.4.6. Gestão controlada de abertura de lagunas
247	8.4.7. Soluções resilientes para edificado em áreas vulneráveis

255	9. Referências
273	10. Glossário
279	Anexo I - Morfodinâmica do Estuário Exterior do Tejo e Intervenção na Região da Caparica – v1
279	1. Perspetiva evolutiva 1500-1950
284	2. Evolução 1950 – atualidade
285	3. Balanço sedimentar
291	4. Síntese
293	5. Bibliografia
297	Anexo II - Gestão da Erosão Costeira no Troço Quarteira-Garrão (Algarve-Portugal)
301	Anexo III - Gestão do Litoral de Arriba em Portugal Continental
301	1. Introdução
303	2. Arribas em Portugal Continental
305	3. Faixas de risco/proteção das arribas
307	4. Gestão do risco em litoral de arriba nos Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC)
311	5. Gestão e Monitorização
312	6. Síntese e Recomendações
319	Anexo IV - Normas de Proteção Costeira em Faixas de Risco Constantes nos POOC
326	Anexo V - Normas de Proteção Costeira Constantes nos PROT
339	Anexo VI - Alimentação Artificial das Praias da Costa da Caparica: Síntese dos Resultados de Monitorização (2007 a 2014)
339	1. Introdução
341	2. Metodologia da monitorização
342	3. Alimentação artificial de praias – conceitos e exemplos
343	4. Alimentação artificial de 2014 – resultados da monitorização
351	5. Monitorização das alimentações artificiais – Síntese da evolução entre 2007 e 2014
356	6. Síntese e conclusões

## Índice de Figuras

- 62 **Figura 1.1** - Conceito de zona costeira e limites conexos (ENGIZC).
- 68 **Figura 2.1** - Esquema simplificado dos processos que condicionam a posição da linha de costa.
- 70 **Figura 2.2** - Representação esquemática de uma célula sedimentar (adaptado de van Rijn, 2010).
- 72 **Figura 2.3** - Geomorfologia simplificada do litoral português e divisão em células sedimentares.
- 74 **Figura 2.4** - Célula 1, subcélula 1a: balanço sedimentar na situação de referência.
- 75 **Figura 2.5** - Célula 1, subcélula 1b: balanço sedimentar na situação de referência.
- 77 **Figura 2.6** - Célula 1, subcélula 1c: balanço sedimentar na situação de referência.
- 78 **Figura 2.7** - Evolução da praia arenosa de Rêgos de Baixo (zona da duna grande) (1. zona de galgamento; 2. duna grande) (in Loureiro, 2006).
- 79 **Figura 2.8** - Célula 1, subcélula 1a: balanço sedimentar na situação atual.
- 83 **Figura 2.9** - Célula 1, subcélula 1b: balanço sedimentar na situação atual.
- 85 **Figura 2.10** - Célula 1, subcélula 1c: balanço sedimentar na situação atual.
- 87 **Figura 2.11** - Célula 2: balanço sedimentar nas situações de referência e atual.
- 89 **Figura 2.12** - Célula 3: balanço sedimentar nas situações de referência e atual.
- 92 **Figura 2.13** - Célula 4: balanço sedimentar na situação de referência.
- 93 **Figura 2.14** - Célula 4: balanço sedimentar na situação atual.
- 95 **Figura 2.15** - Célula 5: balanço sedimentar na situação de referência.
- 97 **Figura 2.16** - Célula 5: balanço sedimentar na situação atual.
- 99 **Figura 2.17** - Célula 6: balanço sedimentar nas situações de referência e atual.
- 101 **Figura 2.18** - Célula 7: balanço sedimentar na situação de referência.
- 102 **Figura 2.19** - Célula 7: balanço sedimentar na situação atual.
- 104 **Figura 2.20** - Célula 8: balanço sedimentar na situação de referência.
- 105 **Figura 2.21** - Célula 8: balanço sedimentar na situação atual.
- 116 **Figura 3.1** - Taxas de variação do nível médio do mar relativamente ao centro gravítico da Terra no período 1993-2012. A figura mostra também a cinzento a variação do NMLM em seis cidades costeiras, determinada por meio de marégrafos, para o período de 1950-2012. As linhas a vermelho representam uma estimativa da variação do NMGM no mesmo período (adaptado de IPCC, 2014).
- 116 **Figura 3.2** - Projeções da subida do NMGM feitas por sucessivos relatórios do IPCC (AR1, AR2, AR3 e AR4) desde 1990 comparadas com observações obtidas por meio de marégrafos e por meio de deteção remota (satélites TOPEX e Jason) (adaptado de IPCC, 2014).
- 117 **Figura 3.3** - Evolução do NMGM desde 1700 com base em dados obtidos por marégrafos e por vários indicadores e projeções até 2100 por meio dos cenários RCP2.5 e RCP8.5 (adaptado de IPCC, 2013).
- 118 **Figura 3.4** - Medições do NMLM obtidas com o marégrafo de Cascais (Fontes: PSMSL, IGP/GDT; Carlos Antunes, 2014).
- 122 **Figura 3.5** - As diferentes estratégias de adaptação: proteção, acomodação e realocização.

- 136 **Figura 4.1** - Autos de delimitação publicados.
- 139 **Figura 4.2** - Os Planos de Ordenamento da Orla Costeira em vigor.
- 150 **Figura 4.3** - Os futuros Programas da Orla Costeira.
- 161 **Figura 5.1** - Geoportal do Channel Coast Observatory.
- 166 **Figura 5.2** - Site da NOAA / USA com referência à parceria.
- 171 **Figura 5.3a** - Temáticas analisadas no Plano Geral de Monitorização da Orla Costeira de Portugal Continental.
- 172 **Figura 5.3b** - Temáticas analisadas no Plano Geral de Monitorização da Orla Costeira de Portugal Continental.
- 173 **Figura 5.4** - Número de citações por tipo de informação analisada no Plano Geral de Monitorização da Orla Costeira de Portugal Continental.
- 179 **Figura 5.6** - Cidades dos EUA ameaçadas pela subida do NMM.
- 182 **Figura 5.5** - Síntese da informação disponível ou a disponibilizar no SIARL.
- 191 **Figura 6.1** - Exemplo dum processo de contencioso onde o interesse privado se sobrepôs ao interesse público.
- 210 **Figura 8.1** - Evolução das restingas da Ria de Aveiro entre o Século X e atualmente.
- 211 **Figura 8.2** - Representação esquemática da destruição causada pelo avanço do mar em Espinho (Teixeira, 1980), à esquerda, e ruína da Capela de Nossa Senhora da Ajuda, destruída em 1904, reconstruída e novamente destruída em 1910 (Ilustração Portuguesa, 05-12 e 26-12 de 1904, extraído de Freitas, 2009), à direita.
- 211 **Figura 8.3** - À esquerda notícia de um acidente com o mar em Espinho na revista Ilustração Portuguesa e à direita imagem retirada do Anuário dos Serviços Hidráulicos de 1935.
- 212 **Figura 8.4** - Extrato do relatório da Divisão de Dragagens dos Serviços Hidráulicos de 1938
- 213 **Figura 8.5** - Taxas de evolução da linha de costa entre 1958 e a atualidade (Lira, 2014).
- 214 **Figura 8.5a** - Duas imagens da Costa Nova, uma de meados do século passado e outra atual.
- 214 **Figura 8.6** - À esquerda zonas artificializadas (Atlas de Portugal 2004, IGP) e ao centro alguns exemplos do crescimento urbano intensivo registado em grande parte do litoral (fonte: SIARL).
- 215 **Figura 8.7** - Evolução semelhante dos sistemas de defesa costeira em três trechos do litoral ocidental.
- 217 **Figura 8.8** - Repartição dos investimentos em defesa costeira por POOC 1995-2014
- 217 **Figura 8.9** - Investimentos em obras de defesa costeira por concelho
- 218 **Figura 8.10** - Investimentos por tipo de obra de defesa, incluindo a respetiva fiscalização
- 218 **Figura 8.11** - Investimentos anuais executados em obras de defesa costeira
- 220 **Figura 8.12** - Investimentos anuais entre 1995-2014 com sobreposição do no de temporais com Hs superior a 7 m
- 220 **Figura 8.13** - À esquerda, gráfico com os temporais e os investimentos em obras de proteção executadas ou a executar em 2014 e 2015 (235 M€). À direita, distribuição das obras executadas ou previstas executar por concelho, resultantes dos estragos dos temporais do início do ano de 2014 (23 M€).
- 222 **Figura 8.14** - Fonte de financiamento das obras realizadas pelos serviços centrais da APA, I.P., considerando apenas o investimento inicial e apenas para zonas baixas costeiras (118M€).
- 222 **Figura 8.15** - Custos em defesa costeira na Europa.

- 224 **Figura 8.16** - Custo de obras de defesa costeira (170 M€) pesadas e leves e respetivas tendências.
- 225 **Figura 8.17** - Investimentos em defesa costeira no concelho de Espinho.
- 226 **Figura 8.18** - Perfis de terreno sobre o MDT de 2008 de Paramos e Esmoriz, Vagueira e Costa da Caparica, em cima, e imagens dos respetivos ortofotomapas, em baixo. A cota zero corresponde ao nível médio do mar.
- 228 **Figura 8.19** - Defesa frontal de Esmoriz sem praia em frente à obra.
- 229 **Figura 8.20** - Redução do risco por meio de ações de proteção (controle da erosão) e de realocação (diminuição da ocupação em troços de risco crítico).
- 232 **Figura 8.21** - Investimento projetado para 2020 e 2050 mantendo a atual política reativa.
- 234 **Figura 8.22** - Investimento acumulado estimado até 2020 e 2050 para uma estratégia de proteção baseada na reposição do ciclo sedimentar.
- 241 **Figura 8.23** - Cartografia dos depósitos de areia (a) e cascalho (b) identificados por Magalhães (2003) na plataforma continental setentrional.
- 242 **Figura 8.24** - Mapa de isopacas (valores em m) para o depósito sedimentar identificado ao largo da praia do Rei (Rosa & Luz, 2001).
- 243 **Figura 8.25** - Manchas de empréstimo identificadas na plataforma continental do Algarve entre os meridianos de Albufeira e a barra Nova do Ancão. Eixos referentes às coordenadas militares nacionais. Batimetria em metros, relativos ao Zero Hidrográfico. SRO – Sistema Recifal da Oura; SRV – Sistema Recifal de Vilamoura; SRF - Sistema Recifal de Faro (Teixeira, 2011).
- 244 **Figura 8.26** - Deposição de um elevado volume de areia numa única operação (The Hague, Holanda)
- 245 **Figura 8.27** - Canhão da Nazaré (Duarte et al., 2014)
- 246 **Figura 8.28** - Imagens com soluções de mobilização de sedimentos utilizadas na indústria do minério e soluções baseadas em bypass ou dragas.
- 246 **Figura 8.29** - Obra portuária destacada (fonte: <http://www.urs.com/projects/pedro-de-ferro-offshore-port/>)
- 247 **Figura 8.30** - Exemplos de transportes via fluvial.
- 247 **Figura 8.31** - Dique fusível da Barrinha de Esmoriz com pormenores na fase de construção e com a ligação ao mar aberta e encerrada (fonte: ARH Centro).
- 248 **Figura 8.32** - Palheiros tradicionais (Dias, 1994).
- 248 **Figura 8.33** - À esquerda, galgamento em Esmoriz (autor desconhecido) e à direita evidências das vantagens das estruturas ligeiras ou amovíveis (fonte: David Alan Harvay, Magum).
- 249 **Figura 8.34** - Estruturas sobre flutuadores na Holanda (fonte: Design Ideas Daily, Factor Architecten, Florian Holzherr).
- 249 **Figura 8.35** - Solução esquemática que exemplifica o aproveitamento do sistema de saneamento para encaminhamento das águas em situação de grande pluviosidade.
- 250 **Figura 8.36** - Exemplo de recuo e restabelecimento de ecossistemas costeiros.
- 250 **Figura 8.37** - Imagem de marketing evidenciando a necessidade de soluções engenhosas em termos de proteção civil.

## Índice de Tabelas

- 26 **Tabela 1** - Balanço sedimentar na situação de referência.
- 28 **Tabela 2** - Balanço sedimentar na situação atual.
- 54 **Table 1** - Sedimentary balance at reference.
- 56 **Table 2** - Sedimentary balance at current situation.
- 74 **Tabela 2.1** - Célula 1, subcélula 1a: definição do balanço sedimentar na situação de referência.
- 76 **Tabela 2.2** - Célula 1, subcélula 1b: definição do balanço sedimentar na situação de referência.
- 77 **Tabela 2.3** - Célula 1, subcélula 1c: definição do balanço sedimentar na situação de referência.
- 80 **Tabela 2.4** - Célula 1, subcélula 1a: definição do balanço sedimentar na situação atual.
- 84 **Tabela 2.5** - Célula 1, subcélula 1b: definição do balanço sedimentar na situação atual.
- 86 **Tabela 2.6** - Célula 1, subcélula 1c: definição do balanço sedimentar na situação atual.
- 87 **Tabela 2.7** - Célula 2: definição do balanço sedimentar na situação de referência.
- 88 **Tabela 2.8** - Célula 2: definição do balanço sedimentar na situação atual.
- 89 **Tabela 2.9** - Célula 3: definição do balanço sedimentar na situação de referência.
- 90 **Tabela 2.10** - Célula 3: definição do balanço sedimentar na situação atual.
- 92 **Tabela 2.11** - Célula 4: definição do balanço sedimentar na situação de referência.
- 94 **Tabela 2.12** - Célula 4: definição do balanço sedimentar na situação atual.
- 96 **Tabela 2.13** - Célula 5: definição do balanço sedimentar na situação de referência.
- 97 **Tabela 2.14** - Célula 5: definição do balanço sedimentar na situação atual.
- 99 **Tabela 2.15** - Célula 6: definição do balanço sedimentar de referência e atual.
- 101 **Tabela 2.16** - Célula 7: definição do balanço sedimentar na situação de referência.
- 102 **Tabela 2.17** - Célula 7: definição do balanço sedimentar na situação atual.
- 104 **Tabela 2.18** - Célula 8: definição do balanço sedimentar na situação de referência.
- 106 **Tabela 2.19** - Célula 8: definição do balanço sedimentar na situação atual.
- 123 **Quadro 3.1** - Medidas “leves” e “pesadas” de adaptação (Fonte: Policy Research Corporation).
- 124 **Quadro 3.2** - Evolução das práticas da adaptação planeada nas zonas costeiras (EEA, 2013).
- 128 **Quadro 3.3** - Programas e medidas de adaptação das zonas costeiras propostas na 1ª fase da ENAAC.
- 221 **Tabela 8.1** - Estimativa de encargos em obras de manutenção de obras de defesa.
- 237 **Tabela 8.2** - Investimento associado a diferentes tipos de intervenção
- 238 **Tabela 8.3** - Comparação entre diferentes cenários de intervenção.
- 238 **Tabela 8.3a** - Condições para a implementação de uma política de proteção baseada na alimentação sedimentar (Stronkhorst et al., 2014)
- 239 **Tabela 8.4** - Destino dos materiais da Classe 2 de qualidade e estimativas dos respetivos volumes anuais, por região hidrográfica (fonte: APA, I.P./ARH e DGRM)
- 240 **Tabela 8.5** - Volumes dos depósitos de inertes identificados por Magalhães (1999)
- 343 **Tabela 1** - Volumes previstos em projeto e repulsados na praia em fase de obra.









# SUMÁRIO EXECUTIVO E RECOMENDAÇÕES

Filipe Duarte Santos (coordenador), António Mota Lopes, Gabriela Moniz,  
Laudemira Ramos, Rui Taborda

**Dezembro de 2014**

*“Já pelo iroso Mar de inflada juba,  
Doidas, as naus Catrinetas erram;  
Já as enxárcias rangem, desemperram,  
E o Vento ergue mais a sua tuba!  
Relâmpagos... Oh Céus! reboando estalam  
E, aos dobres, quebram os trovões!... Oh frota,  
Sou onda, vê, embalo-te a derrota,  
E vê que nem as mães assim embalam!  
Oh naufrágios! Oh ecos pela frágua!  
Ondas, quais águias, dando a volta ao mundo!  
Mar declamando oitavas, alto e fundo!  
Lusíadas – poema feito em água!”*

Mário Beirão, 1914



## 1. Introdução

No âmbito do despacho nº6574/2014, de 20 de maio, foi constituído o Grupo de Trabalho para o Litoral (GTL) com o objetivo de “desenvolver uma reflexão aprofundada sobre as zonas costeiras, que conduza à definição de um conjunto de medidas que permitam, no médio prazo, alterar a exposição ao risco, incluindo nessa reflexão o desenvolvimento sustentável em cenários de alterações climáticas”.

1.1. Neste documento apresentam-se as principais conclusões e recomendações resultantes do trabalho realizado pelo GTL. Saliencia-se a importância e sugere-se a leitura do texto principal do relatório do GTL, dado ser aí que se encontra uma fundamentação mais completa e detalhada das conclusões e recomendações. O encadeamento dos tópicos neste documento segue uma estrutura algo diferente da organização temática seguida no texto principal do relatório. Pretendeu-se seguir aqui um encadeamento fundamentado na hierarquização dos diversos problemas que afetam a zona costeira e que, na nossa opinião, terão de ser enfrentados para se conseguir atingir uma gestão integrada e sustentável. Em cada uma das secções deste Sumário Executivo e Recomendações indica-se o capítulo ou capítulos onde os temas abordados são analisados com mais detalhe e profundidade. As referências bibliográficas que suportam as afirmações, conclusões e recomendações são referidas no texto principal do relatório. Reiteram-se aqui os agradecimentos feitos no relatório a todos quantos contribuíram ativamente para a realização deste trabalho e em especial a todos os membros da Comissão de Acompanhamento do GTL.

1.2. Ao analisar os desafios que existem no caminho para uma gestão integrada e sustentável da zona costeira é muito importante distinguir diferentes horizontes temporais. No presente relatório utilizam-se três horizontes temporais: curto prazo, correspondente ao intervalo de tempo desde o presente até 2020; médio e longo prazo, correspondentes, respetivamente, a intervalos de tempo centrados em 2050 e 2100.

1.3. O relatório do GTL refere-se à zona costeira de Portugal continental e dá especial atenção às áreas críticas.

## 2. Caracterização da zona costeira de Portugal continental<sup>1</sup>

### 1. Informação complementar no capítulo 2.

2.1. A linha de costa de Portugal continental tem uma extensão aproximada de 987 km, e a zona costeira apresenta do ponto de vista biogeofísico uma grande diversidade litológica, morfológica, biológica e paisagística. Os concelhos do litoral suportam cerca de 3/4 da população e geram cerca de 80% do PIB. A tendência migratória para o litoral persiste, aumentando a atividade económica, especialmente o turismo, e gerando frequentemente pressões e conflitos com os valores ambientais.

2.2. A evolução da linha de costa depende de um conjunto alargado de fatores interativos dos quais se destacam os forçamentos oceanográfico e atmosférico (ondas, marés, correntes costeiras, nível médio do mar, sobre-elevação meteorológica e regimes de precipitação e vento), os contextos geológico e morfológico (incluindo o fornecimento sedimentar) e a intervenção antrópica. A análise do conjunto destes fatores permite explicar os traços gerais da organização e da evolução da linha de costa portuguesa a várias escalas temporais e espaciais, permitindo assim compreender o passado, perceber a configuração atual e perspetivar as tendências de evolução futura.

2.3. Na fachada oeste o regime de agitação marítima é de alta energia, o que a torna numa das mais energéticas e dinâmicas da mundo (nas latitudes intermédias), com valores de transporte sedimentar litoral excecionalmente elevados. A conjugação deste transporte com uma diminuição do fornecimento sedimentar ao litoral, que se iniciou em meados do século XIX resultante de várias atividades humanas nas bacias hidrográficas e na própria zona costeira, está na origem da maior parte dos problemas de erosão que afetam as costas arenosas de Portugal continental, e que irão ser progressivamente agravados pelos efeitos das alterações climáticas e, em particular, pela subida do nível médio do mar.

2.4. A ocupação humana da zona costeira e as atividades aqui realizadas devem respeitar e adaptar-se à dinâmica costeira atual e futura.

2.5. A incapacidade de adaptação à dinâmica da zona costeira poderá conduzir a situações cada vez mais insustentáveis, riscos cada vez mais incomportáveis e custos cada vez mais difíceis de suportar pela economia nacional.

2.6. O esforço financeiro associado à proteção costeira no período de 1995 a 2014 totalizou 196 milhões de euros e o custo da reparação dos estragos provocados pelos temporais observados de janeiro a março de 2014 ascendeu a cerca de 23 milhões de euros. Durante este período nota-se uma tendência para privilegiar as obras leves (realimentação artificial e reforço do cordão dunar) relativamente às pesadas. Quanto a estas os custos são sobretudo de manutenção e reforço e em alguns casos de construção de raiz.

### 3. Estratégias de adaptação: realocização, acomodação e proteção em cenários de alterações climáticas<sup>2</sup>

#### 2. Informação complementar no capítulo 3.

3.1. Até ao presente a principal resposta aos riscos costeiros de galgamento, inundação, erosão e instabilidade de vertentes tem sido a proteção costeira. Devido à intensificação destes riscos e aos crescentes impactos das alterações climáticas sobre a zona costeira, em especial os que resultam da subida do nível médio do mar, a resposta mais adequada passará a ser progressivamente a adaptação, um conceito mais abrangente que inclui não só a proteção mas também outro tipo de respostas como o recuo planeado (relocalização) e a acomodação. As soluções mais adequadas resultam frequentemente de uma combinação das três estratégias de adaptação (relocalização, acomodação e proteção) permitindo uma maior sustentabilidade das opções em termos sociais, económicos e ambientais.

3.2. A estratégia de proteção consiste em manter, ou mesmo avançar, a linha de costa por meio da alimentação artificial com sedimentos (areia e cascalho), da construção de dunas artificiais ou da construção de estruturas rígidas tais como esporões, quebra-mares destacados e proteções longitudinais aderentes, incluindo diques. A acomodação privilegia a mudança da ocupação e atividades humanas no litoral e a adaptação flexível das infraestruturas. A relocalização é uma estratégia que implica a deslocalização dos usos e da ocupação para o interior e que, na prática, aplica-se geralmente quando as outras estratégias se tornam inviáveis, sobretudo em termos económicos.

3.3. Uma fração importante da ocupação humana à escala mundial está situada no litoral, desde tempos remotos, devido às atividades de navegação, comércio e pescas. A partir de meados do século XIX as populações foram atraídas para o litoral por outras razões, relacionadas com os seus efeitos benéficos sobre a saúde, e também por ser um local privilegiado para uma grande variedade de atividades de lazer, desporto e turismo. Esta procura intensa valorizou imenso o território e as edificações situadas no litoral. Porém, desde meados do século XX, que se observam por todo o mundo, incluindo Portugal, fenómenos crescentes de erosão costeira resultantes em grande parte de desequilíbrios provocados por ações antrópicas. Este conflito será progressivamente agravado a médio (2050) e longo (2100) prazo pelas alterações climáticas. Criou-se assim uma situação de conflito crescente, em que se torna imperioso proteger o litoral para que os residentes, ou os que ali se deslocam periodicamente, possam continuar a usufruir dos seus benefícios e para que o território e as edificações em risco não se desvalorizem. Esta proteção tem custos que muito provavelmente serão crescentes ao longo do século XXI e para lá do século.

3.4. Existem à escala mundial vários modelos de repartição de custos de adaptação entre a administração central e local e as entidades privadas. Em Portugal os custos das obras de proteção do litoral têm sido suportados, quase exclusivamente, pelo erário público nacional

e pelos fundos comunitários (de 70% a 100%). Nos horizontes de médio e longo prazo não é economicamente sustentável considerar apenas a proteção pelo que será necessário adotar progressivamente estratégias de acomodação e realocização, assim como fontes de financiamento alternativas.

3.5. Recomenda-se que sejam elaborados estudos de adaptação, incluindo estratégias combinadas de proteção, acomodação e realocização para a zona costeira, baseadas na modelação dos processos costeiros, especialmente para os troços de maior risco, e em análises de custo-benefício e análises multicritério. Para tal é urgente que se façam avaliações integradas das medidas de adaptação e dos custos associados a diferentes caminhos de adaptação, até horizontes temporais de longo prazo (2100).

3.6. Recomenda-se que se façam estudos de modelos alternativos ao atual para o financiamento da adaptação na zona costeira de Portugal com base em análises comparativas das soluções encontradas em outros países e considerando a possibilidade da partilha das responsabilidades de financiamento entre a administração central, a administração local e entidades privadas.

## 4. Condições necessárias a uma adaptação efetiva: informação, divulgação, formação e participação<sup>3</sup>

### 3. Informação complementar no capítulo 6.

4.1. A adaptação humana à dinâmica costeira atual e futura só será possível mediante um grande esforço, partilhado pelas instituições públicas e privadas, de informação, divulgação, educação e formação sobre a problemática da zona costeira, baseada nos princípios da participação, da prevenção, da precaução, do desenvolvimento sustentável e da gestão integrada da zona costeira.

4.2. Para pôr em prática políticas públicas que permitam a gestão integrada e sustentável da zona costeira é necessário que essas políticas resultem da participação e da adesão das estruturas institucionais da administração desde o nível central ao local, das populações, das empresas, organizações não-governamentais e outras organizações de direito privado.

4.3. Esta participação e adesão só se tornarão possíveis se, ao nível local (população residente e sazonal, elementos das estruturas autárquicas e empresariais), houver uma compreensão adequada da dinâmica atual e futura da zona costeira e dos pontos de equilíbrio entre essa dinâmica e a ocupação e atividades humanas no litoral.

4.4. Sem compreender a dinâmica do litoral e os custos e benefícios dos vários tipos de opções de intervenção não é possível pôr em prática políticas públicas de gestão do espaço e do risco na zona costeira, eficazes e sustentáveis do ponto de vista social, económico e ambiental.

4.5. Recomenda-se que a Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. (APA), em colaboração com outras instituições da administração central, os municípios costeiros, os centros de investigação, os Laboratórios de Estado e as empresas, promova ações de sensibilização e produza materiais de informação, esclarecimento e divulgação, cientificamente bem fundamentados e compreensíveis pela generalidade da população, sobre a problemática costeira e sobre as várias opções de adaptação, incluindo as análises de custo-benefício.

## 5. Monitorização da zonas costeira e política de dados<sup>4</sup>

### 4. Informação complementar no capítulo 6.

5.1. O primeiro passo imprescindível para atingir o objetivo de uma gestão integrada e sustentável da zona costeira é o acesso a informação relevante que inclua dados (de acordo com a Diretiva INSPIRE), modelos e produtos com a resolução espacial e temporal adequada.

5.2. Os dados atualmente existentes são claramente insuficientes para caracterizar a situação atual e a dinâmica do sistema costeiro. É pois imprescindível criar e manter um programa de observação e monitorização global, coerente, efetiva e sistemática do sistema costeiro português, da sua mobilidade e do forçamento oceanográfico a que está sujeito. A necessidade desta monitorização é reconhecida há décadas e houve várias iniciativas para a pôr em prática mas sempre sem sucesso. A título de exemplo refere-se o documento intitulado “Elementos do Plano Geral de Monitorização da Orla Costeira de Portugal Continental” de Dezembro de 2002, que não teve continuidade.

5.3. A observação e monitorização devem ser efetuadas sistematicamente sob a responsabilidade da APA, I.P., em articulação e parceria com outras instituições (Direção-Geral do Território (DGT), Instituto Hidrográfico (IH), Direção-Geral dos Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos (DGRM), Camaras Municipais, Universidades, Laboratórios de Estado e outras), utilizando princípios e métodos científicos bem estabelecidos, coerentes e válidos para todo o litoral nacional e deve ser provida de uma interface de partilha eficaz com os utilizadores.

5.4. A monitorização deverá incluir a observação, o estudo e a interpretação da dinâmica sedimentar e geomorfológica da zona costeira, das correlações entre as suas características e o forçamento oceanográfico, e do comportamento das obras de defesa costeira. Esta monitorização deve ser articulada com a monitorização dos usos do solo e das águas interiores relevantes para a gestão e proteção da zona costeira. Salienta-se que em alguns casos, como na Ria de Aveiro, a proteção costeira representa efetivamente a defesa de um território interior mais vasto do que a orla costeira.

5.5. Recomenda-se a criação de uma plataforma de conhecimento que reúna os dados existentes sobre o litoral, fundamentais para o apoio à decisão no processo de gestão integrada e sustentável da zona costeira e que privilegie uma política de acesso aberto. Esta plataforma deverá constituir uma ferramenta privilegiada para integrar bases de dados sobre temas com relevância para o litoral (incluindo obras, dragagens e usos do solo), servir de suporte a uma infraestrutura de dados espaciais sobre o litoral e articular-se com uma política de dados nacionais. Neste contexto, recomenda-se que o SIARL (Sistema de Administração do Recurso Litoral) ou um sistema equivalente sirva de suporte à criação da referida plataforma devendo para tal ficar sob a responsabilidade da APA, I.P., e beneficiar de parcerias com as instituições com competências na zona costeira, nas áreas do ambiente, mar, economia, investigação e defesa, bem como com as autarquias.

5.6. A gestão integrada e a proteção da zona costeira dependem do conhecimento dos forçamentos oceanográfico, atmosférico e antrópico e dos seus efeitos sobre o litoral. Recomenda-se que se assegure o financiamento necessário à obtenção sistemática e fiável destes dados para a gestão integrada e proteção da zona costeira.

## 6. Proposta de estratégia de recuo planeado<sup>5</sup>

### 5. Informação complementar nos capítulos 2 e 6.

6.1. Tendo em atenção a diversidade do litoral e a diversidade dos forçamentos de origem natural e antropogénica a que está sujeito, a gestão costeira deve obedecer a princípios básicos comuns, mas deve ser adaptada às características regionais.

6.2. Atualmente o principal problema de sustentabilidade da zona costeira portuguesa é a erosão, que, conjugada com a intensificação da ocupação, constitui um risco para os sistemas humanos e também um risco de perda e degradação de sistemas costeiros naturais. O risco associado à erosão costeira é evidentemente muito maior quando há ocupação humana dos troços vulneráveis e atinge valores particularmente elevados onde essa ocupação é indevida ou resultou de um mau ordenamento do território.

6.3. A ocupação excessiva e desregrada da zona costeira continua a ocorrer, especialmente por via da pressão de urbanização associada a “direitos adquiridos” (muitos deles anteriores aos Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) e por vezes aos Planos Diretores Municipais (PDM)), bem como devido a ocupações ilegais de áreas litorais. Recomenda-se a intensificação da fiscalização e a implementação das consequentes ações de reposição da legalidade, nos casos de ocupações e de obras de defesa de propriedades litoral que sejam ilegais.

6.4. É essencial elaborar e manter atualizado sob a responsabilidade da APA, I.P., um conjunto de mapas de vulnerabilidade e de risco para todo o litoral, em cenários de alterações climáticas, construídos com suportes e metodologias científicas coerentes, bem consolidadas e que reúnam o maior consenso possível na comunidade científica portuguesa. Os referidos mapas deverão incluir a identificação dos troços mais vulneráveis com base em indicadores válidos à escala nacional. Recomenda-se que estes mapas de vulnerabilidade e risco a nível nacional constituam a base para a gestão do risco costeiro, à qual os instrumentos de gestão territorial, os de ordenamento e gestão do mar bem como outros planos de intervenção, se devem subordinar.

6.5. Se ao nível da administração central o país for incapaz de assegurar a monitorização efetiva dos processos e da dinâmica costeira e de elaborar e manter atualizados mapas de vulnerabilidade e risco costeiro, as medidas de gestão e proteção costeira continuarão a ser, em grande parte, avulsas, desajustadas e ineficazes. O seu custo será certamente muito superior ao de medidas baseadas numa monitorização sistemática de toda a costa e em mapas de vulnerabilidade e de risco devidamente atualizadas.

6.6. Nas zonas costeiras onde existe um risco elevado de galgamento, inundações, erosão ou instabilidade de vertentes recomenda-se que se considere como resposta prioritária a realocação. A estratégia de realocação pressupõe desde já a não ocupação da orla costeira, incluindo de áreas urbanas e das identificadas como áreas urbanizáveis, com novas

construções ou ampliações de construções existentes. Recomenda-se que as instituições públicas sejam exemplares na implementação e prática desta estratégia.

6.7. A realocização deverá privilegiar mecanismos expeditos de negociação incluindo a transferência de edificabilidade de construções em zona de risco para zonas adequadas, em articulação com as autarquias. Recomenda-se a realização de estudos prospetivos de realocização em locais com risco elevado de galgamento, inundação e erosão com base em análises de custo-benefício e análises multicritérios que incluam o médio e o longo prazo. Estes estudos deverão beneficiar da análise das conclusões obtidas em estudos do mesmo tipo já realizados em outros países da UE, em especial em França e no Reino Unido.

## 7. Proposta de estratégia de proteção<sup>6</sup>

### 6. Informação complementar nos capítulos 2 e 8.

7.1. A análise da evolução recente do litoral de Portugal continental revela que esta se relaciona, fundamentalmente, com a existência de défices sedimentares significativos. A gestão sedimentar deverá, por isso, assumir um papel primordial nas estratégias de intervenção e mitigação do processo erosivo. A célula sedimentar (também designada por unidade fisiográfica), que corresponde a uma unidade autónoma do ponto de vista sedimentar, surge assim, naturalmente, como a unidade de gestão do território que permite gerir de forma coerente o balanço sedimentar (calculado através da diferença entre as fontes e os sumidouros sedimentares): quando o balanço é negativo a linha de costa apresenta uma tendência de recuo (erosão) e quando o balanço é positivo a linha de costa tende a avançar em direção ao mar (acrecção).

7.2. Neste contexto, a zona costeira de Portugal continental foi dividida em oito células sedimentares; para cada uma delas, foi definido o balanço sedimentar para as situações de referência e atual. A situação atual é considerada representativa das duas últimas décadas, e a situação de referência caracteriza a situação anterior à existência de uma perturbação antrópica, significativa e negativa, no balanço sedimentar (que se associa à construção de barragens, obras de engenharia na costa, em particular dragagens portuárias e construção de molhes para fixar a entrada das barras dos portos, extração de areias nos rios e na zona costeira), como a que existiria em meados do séc. XIX na generalidade da costa.

7.3. A síntese do balanço sedimentar para as oito células identificadas apresenta-se na tabela 1 para a situação de referência e na tabela 2 para a situação atual. A tabela 1 sintetiza os elementos que constam no relatório deste grupo de trabalho, identificando os principais elementos que definem o balanço sedimentar, nomeadamente os principais processos de fornecimento (rios, erosão do litoral, incluindo dos sistemas dunares associados, alimentação artificial), distribuição (deriva litoral) e retenção (estuários, lagoas e lagoas costeiras, estruturas costeiras, sistema litoral) e sumidouros sedimentares (canhão submarino, dunas).

7.4. Devido a importantes constrangimentos associados a lacunas de informação, relacionadas com os dados de base e disponibilidade da informação, os balanços sedimentares apresentados devem ser considerados unicamente representativos da ordem de grandeza dos volumes sedimentares envolvidos.

*(ver tabelas 1 e 2 no final do capítulo)*

## 8. Operacionalização da política de gestão de sedimentos, transposição sedimentar e manchas de empréstimo<sup>7</sup>

### 7. Informação complementar no capítulo 8.

8.1. Considera-se prioritário desenvolver uma gestão integrada e racional dos sedimentos da orla costeira, do leito do mar, dos estuários e rios, baseada nas necessidades identificadas de realimentação sedimentar, sobretudo nas células onde o risco de erosão é crítico, e nas disponibilidades de sedimentos resultantes da extração e exploração de inertes nos estuários e rios e das dragagens nos portos. Recomenda-se que esta gestão integrada seja enquadrada em planos específicos de gestão de águas, conforme previsto na Lei da Água (alínea c) do Artigo nº 24 da Lei 58/2005 de 29 de dezembro).

8.2. Esta gestão racional das fontes e sumidouros exige o desenvolvimento de um modelo de gestão interinstitucional para o conjunto de instituições envolvidas nesta problemática. Presentemente este conjunto inclui a APA, I.P., e as Direcções-Gerais que tutelam os portos e que atualmente se encontram dispersas pelo Ministério da Economia e Ministério da Agricultura e do Mar.

8.3. Se esta articulação institucional e coordenação de políticas e instrumentos não forem realizadas de forma efetiva e sustentável, mantendo-se a atual situação de descoordenação, cooperação casuística e esporádica, os custos de redução dos riscos de erosão e de inundação no litoral serão significativamente maiores.

8.4. Uma ação que tem vindo a ser proposta desde a década de sessenta, e que aqui de novo se recomenda, é a adoção de processos ou sistemas de transposição sedimentar nas principais barras portuárias e em particular nas barras de Aveiro e da Figueira da Foz. A implementação daqueles processos ou sistemas deve ser precedida de uma análise detalhada das vantagens e desvantagens das soluções adotadas em casos análogos de transposição de sedimentos no estrangeiro, de análises de custo-benefício, de análises multicritérios e de estudos de avaliação ambiental baseados na modelação da dinâmica local costeira, tendo em vista introduzir racionalidade e sustentabilidade às operações.

8.5. Recomenda-se a definição, em sede da política do mar e da utilização de recursos geológicos na plataforma continental, de medidas que acautelem a salvaguarda de manchas de empréstimo de sedimentos com as características necessárias para poderem ser utilizadas na alimentação costeira. Para tal deve proceder-se a estudos, levantamentos e trabalhos de monitorização que permitam quantificar e qualificar os sedimentos existentes na plataforma continental e a viabilidade económica e ambiental da sua utilização. Até estes estudos estarem concluídos devem ser suspensas quaisquer ações que visem a utilização de sedimentos até à batimétrica dos 30 m com propósitos diferentes aos da proteção costeira e valorização das praias.

8.6. Recomenda-se que, com base em estudos e análises de custo-benefício, sejam implementadas medidas para o aproveitamento de sedimentos em fim de ciclo, por exemplo, em zonas de acreção adjacentes a molhes portuários, em albufeiras de barragem e nas cabeceiras de canhões submarinos. A gestão destes sedimentos deverá dar prioridade à sua potencial utilização para realimentar o ciclo sedimentar costeiro, tendo em especial atenção o seu valor económico e a possibilidade deste contribuir para dar maior sustentabilidade financeira a uma política coerente e integrada de defesa costeira. Recomenda-se a realização de estudos prospetivos para a reutilização dos sedimentos na célula sedimentar que se estende desde a foz do rio Minho até à Nazaré, recuperando-os em fim de ciclo antes de serem capturados no canhão da Nazaré.

8.7. A manutenção de infraestruturas portuárias em costas fortemente energéticas e com valores excecionalmente elevados da deriva litoral tem tendência a perturbar a dinâmica do transporte de sedimentos provocando fenómenos de erosão e acreção que causam prejuízos e têm custos significativos para outros sectores. É o caso de vários portos comerciais e de pesca da costa oeste de Portugal e especialmente dos portos de Aveiro e Figueira da Foz.

8.8. Em termos de impactos socioeconómicos, o GTL procurou ter acesso a estudos sobre a atual e futura sustentabilidade económica dos portos comerciais, de pesca e de recreio náutico de Portugal Continental, mas aparentemente tais estudos não existem ou não estão acessíveis. Recomenda-se a elaboração desses estudos integrando na avaliação económica o valor dos impactos costeiros das obras de manutenção e requalificação dos portos, no presente e no futuro baseado em cenários socioeconómicos e climáticos. Esta avaliação é especialmente necessária nos casos onde a interferência com a dinâmica sedimentar é maior.

8.9. Recomenda-se que seja posta em prática, com carácter de urgência, uma política nacional integrada de gestão de sedimentos nos rios, estuários, praias imersas e emersas e de dragagens no sector portuário, devidamente articulada e coordenada com a política de defesa costeira. Neste sentido será necessário que as entidades com responsabilidades nestes sectores (APA, I.P., DGRM, IPMA, Administrações Portuárias e Doca Pesca) articulem e compatibilizem as suas ações, tendo em atenção a importância estratégica da utilização de sedimentos para a proteção do litoral, conforme determinado pela Lei 49/2006.

8.10. Recomenda-se que sejam alteradas as atuais práticas de deposição de sedimentos da classe 2 abaixo da profundidade de fecho. Se tal não for feito, os custos de defesa costeira continuarão a ser, muito provavelmente, superiores aos que resultariam de uma política articulada e coordenada entre os sectores responsáveis pela gestão do mar, da zona costeira e dos portos.

## 9. Análise de estratégias de intervenção em troços críticos<sup>8</sup>

### 8. Informação complementar no capítulo 8.

9.1. No Quadro 2 da secção 7 identificam-se as principais propostas de proteção em todas as células sedimentares de Portugal continental. Apresenta-se aqui uma análise mais detalhada de vários tipos de estratégias nos troços considerados críticos, localizados nas células 1, 4 e 8.

9.2. No litoral entre os rios Minho e Douro (célula 1a), observa-se um elevado défice sedimentar que se traduz no recuo da generalidade das praias, na progressiva substituição de praias de areia por praias de cascalho e pela existência de várias situações de risco elevado. Este défice relaciona-se essencialmente com a construção de barragens, que diminuiu significativamente o caudal sólido arenoso debitado pelos rios, e com as numerosas operações de dragagem e extração de sedimentos realizadas no domínio hídrico. Apesar de não ser possível repor o balanço sedimentar existente na situação de referência, a colocação nas praias dos sedimentos, arenosos e cascalhentos, de classe 1 e 2, que presentemente são dragados nas estruturas portuárias, poderá ser suficiente para minorar, ou mesmo anular, o défice sedimentar atual. Este pressuposto baseia-se no facto de que, no passado recente, o volume anual de areias dragadas nos portos, e que foram subtraídas ao sistema litoral, ter sido superior à deriva litoral estimada para a situação de referência.

9.3. O risco associado ao galgamento, inundações e erosão é especialmente elevado em alguns troços da célula sedimentar entre a foz do Rio Douro e o Cabo Mondego. Acresce que, nesta célula, a proteção costeira representa também a defesa do vasto e muito valioso território interior da Ria de Aveiro. Consequentemente será necessário manter a linha de costa de modo a evitar o rompimento da restinga protetora da Ria. Trabalhos de investigação recentes realizados no âmbito das atividades do GTL, envolvendo uma colaboração entre investigadores dos projetos Europeus BASE e RISES, mostram ser possível manter a linha de costa (*“hold the line”*) naquela célula até 2100, em dois cenários de subida do nível médio do mar, por meio de intervenções de alimentação artificial. A estimativa do custo total para estes dois cenários varia entre 740 e 780 milhões de euros nas primeiras três décadas e entre 1900 e 2300 milhões de euros em nove décadas. Recomenda-se a realização deste tipo de modelação e avaliação de custos para esta e outras estratégias de adaptação (relocalização e proteção com obra pesada), por outros grupos de investigação de modo a estimar a incerteza envolvida nas primeiras conclusões obtidas no âmbito dos referidos projetos.

9.4. Para a implementação das intervenções de alimentação artificial considera-se prioritário avaliar as reservas sedimentares na plataforma continental norte.

9.5. Recomenda-se a realização de estudos que avaliem o caudal sólido das principais linhas de água no troço entre a foz do Minho e a foz do Douro e a possibilidade destas voltarem a fornecer mais sedimentos ao litoral através de intervenções adequadas do ponto de vista ambiental e exequíveis do ponto de vista económico.

9.6. Nos troços costeiros a sul das barras de Aveiro e da Figueira da Foz (células 1b e 1c) registam-se graves problemas de erosão relacionados com a retenção sedimentar nestas estruturas portuárias. A resolução deste problema passa pela implementação da transposição sedimentar nestas barras, conforme referido na secção anterior.

9.7. De acordo com a análise realizada no âmbito deste grupo de trabalho conclui-se que os problemas erosivos no estuário exterior do Tejo, incluindo a Costa da Caparica (célula 4b), estão relacionados com um défice sedimentar resultante de extrações de grande volume de sedimentos realizadas a partir dos anos de 1940. Acresce ao problema da erosão um crescente risco de inundação causado por uma intensificação da ocupação urbana recente em zonas de cotas muito baixas. A inversão do comportamento erosivo pode conseguir-se reduzindo ou anulando o défice sedimentar artificialmente criado, através da alimentação artificial com areias extraídas de manchas de empréstimo situadas fora do estuário exterior do Tejo. É provável que esta intervenção permita que o sistema recupere o equilíbrio, com a consequente diminuição do risco de galgamento, inundação e erosão, conduzindo a uma situação de estabilidade semelhante à que se observa atualmente na extremidade norte da Península de Setúbal. Contudo, é provável que a médio (2050) e longo prazo (2100), com os efeitos da subida do nível médio global do mar, se crie novo défice sedimentar, com consequente recuo da linha de costa na Costa da Caparica. Nesta perspetiva, existem essencialmente três soluções que devem ser avaliadas por modelação e através de análises de custo-benefício e análises multicritérios: 1. a alimentação artificial do sistema com volumes crescentes, 2. a realocação de usos e ocupações e 3. a fixação da linha de costa através de obras pesadas de proteção costeira, tal como a construção de um dique de altura crescente.

9.8. Diversos autores têm discutido o fecho da Golada como uma alternativa de intervenção mas a análise morfodinâmica do sistema e estudos recentes baseados em modelação indicam que esta operação poderia ter consequências muito negativas para a estabilidade do canal de navegação e a operacionalidade do Porto de Lisboa. No entanto, recomenda-se que se façam estudos de modelação morfodinâmica e análises de custo-benefício que têm necessariamente de abranger todo o sistema do estuário exterior do Tejo.

9.9. No troço litoral entre os Olhos de Água e a foz do Guadiana (célula 8), a intervenção antrópica materializada pela construção de estruturas portuárias, esporões e enrocamentos no litoral de Quarteira e Vilamoura, que se iniciou na década de 70 do séc. XX, teve uma elevada repercussão no fornecimento sedimentar e desencadeou um importante processo erosivo a oriente de Quarteira. Este processo erosivo foi-se propagando ao longo do tempo para oriente e foi afetando um troço litoral progressivamente mais extenso. A partir de finais do século XX, e ao contrário do que aconteceu no resto do país, privilegiou-se a estratégia de proteção baseada numa gestão sedimentar sustentada com a alimentação artificial de praias, abertura artificial de barras, para as deixar evoluir naturalmente, e reconstrução dunar. Esta estratégia, que foi desenvolvida com base no conhecimento e na monitorização do sistema costeiro e da plataforma continental, tem permitido não só diminuir o risco de erosão costeira

de todo o troço a oriente de Quarteira mas também manter um areal que suporta a atividade turística. Considera-se que esta política de intervenção é exemplar.

9.10. Os custos de proteção costeira nas células 1 e 4 até aos anos de 2020 e 2050 estimados com base na continuação da atual política de proteção, predominantemente reativa e baseada em obra pesada, são respetivamente de 75 e 450 M€. Quando, para os mesmos dois troços costeiros, e mesmo período temporal, se opta por uma política de reposição artificial do ciclo sedimentar, equivalente à deriva sedimentar, os custos estimados passarão a ser, respetivamente, de 97 e 432 M€, correspondente à mobilização, respetivamente, de 27 e 135 Mm<sup>3</sup> de sedimentos. Estas estimativas mostram que ambas as políticas têm custos comparáveis, mas a solução de reposição da deriva tem as vantagens de minimizar a perda de território, ser mais facilmente reversível, favorecer a permanência de areais (com repercussões positivas na atividade balnear e turística), manter os valores paisagísticos e estar mais próxima da situação natural.

9.11. Considerando as incertezas existentes, considera-se mais prudente que a estratégia de alimentação costeira inclua intervenções pontuais (shots) de elevada magnitude e baixa frequência com o objetivo de suprir o défice mais rapidamente. O custo total neste cenário de intervenções estima-se em 221 M€ até 2020 e de 734 M€ até 2050, o que corresponde a volumes de 63 e 231 Mm<sup>3</sup>, respetivamente. Esta opção tem a grande vantagem de permitir acompanhar a resposta do sistema ajustando a magnitude das intervenções e de ser reversível.

9.12. Note-se que a projeção para 2020 e 2050 dos valores previstos no Plano de Ação, Proteção e Valorização do Litoral (PAPVL), para as mesmas células sedimentares, correspondem respetivamente a 194 M€ e 1101 M€. Estes valores são comparáveis aos referidos em 9.11.

9.13. Recomenda-se o lançamento de um programa para o desenvolvimento de projetos com o objetivo de encontrar soluções inovadoras para a redução do risco costeiro de galgamento, inundação e erosão, em especial por meio da engenharia ecológica. Os projetos deveriam permitir testar soluções tecnológicas inovadoras em condições reais de aplicação e funcionamento

## 10. Governação e legislação<sup>9</sup>

### 9. Informação complementar nos capítulos 4 e 7.

10.1. A gestão integrada e sustentável da zona costeira exige liderança política, financiamento adequado, articulação e cooperação institucional, acessibilidade aos dados relevantes e mecanismos de informação, comunicação e participação.

10.2. É muito importante construir e atingir um consenso nacional sobre o modelo de governança da zona costeira, que permita fundamentar acordos de regime. Só assim se poderá garantir a estabilidade necessária para enfrentar os crescentes desafios que se colocam à gestão integrada e sustentável da zona costeira de Portugal continental.

10.3. É essencial que o modelo de governação da zona costeira contemple e promova ativamente uma adequada articulação e cooperação intra e inter Ministérios, nos diferentes níveis de decisão, e ainda destes com o meio científico e técnico, através das suas respetivas instituições. Recomenda-se que seja criada uma estrutura interministerial para promover a efetiva articulação e cooperação entre os diversos Ministérios com intervenção na gestão da zona costeira. Sem esta articulação e cooperação horizontal e vertical os custos de gestão e proteção da zona costeira têm tendência a ser maiores do que seria necessário para atingir os mesmos objetivos finais.

10.4. Desde o início da década de 1990 que tem sido defendida a criação de uma instituição de coordenação ao mais alto nível com poder executivo para a gestão integrada/intersectorial e sustentável da zona costeira, mas esta recomendação nunca foi acolhida a nível governamental. O GTL considera que é imprescindível assegurar a coordenação ao mais alto nível e também garantir a existência de uma instituição da administração central que se assuma plenamente como a entidade responsável pela gestão integrada da zona costeira.

10.5. Recomenda-se que a instituição referida em 10.4 (atualmente a APA, I.P.) disponha de uma unidade orgânica de nível superior, com um corpo científico e técnico qualificado e corretamente dimensionado, capaz de assegurar o planeamento estratégico para a gestão integrada e sustentável das zonas costeiras. Esta unidade deverá garantir a monitorização integrada do litoral do país, a elaboração sistemática de mapas de vulnerabilidade e risco à escala nacional, a modelação das intervenções no litoral e respetivas análises de custo-benefício e análises multicritério e um registo atualizado e discriminado das despesas com a adaptação e valorização da zona costeira, em colaboração com outras instituições, em particular os centros de investigação, as empresas e as Câmaras Municipais.

10.6. Recomenda-se que a unidade orgânica referida em 10.5 mantenha atualizado um inventário de todas as despesas em obras de proteção (incluindo zonas baixas e arribas) e valorização costeira, efetuadas com verbas públicas, desagregando as que provêm dos fundos da UE, do orçamento de Estado e das autarquias. O GTL confrontou-se com o facto do histórico

destes elementos, essenciais para uma gestão económica e sustentável, não estar diretamente disponível no organismo da administração central responsável pela gestão do litoral.

10.7. Recomenda-se igualmente que nas zonas de risco se proceda a um inventário dos usos do solo para possibilitar análises de custo-benefício que permitam fundamentar as estratégias de adaptação incluindo a realoção.

10.8. Se as funções indicadas não forem prosseguidas pela instituição da administração central responsável pela gestão da zona costeira, esta continuará a fazer-se de forma deficiente, frequentemente de forma casuística, reativa, inconsequente, e com custos médios mais elevados para o erário público, se forem contabilizados os custos do pessoal e os custos de intervenções costeiras feitas em condições deficientes de monitorização, modelação, planeamento, execução e contabilização dos custos.

10.9. Na gestão da zona costeira em risco é fundamental encontrar um equilíbrio no sistema legislativo e judicial entre as políticas públicas e o direito privado tendo em vista favorecer a corresponsabilização e permitir intervenções otimizadas no quadro dos recursos financeiros nacionais e comunitários disponíveis nas próximas décadas. Este equilíbrio deverá assentar nos princípios da prevenção, da precaução e da solidariedade intergeracional, onde as questões das alterações climáticas tenderão a ter peso crescente.

10.10. Recomenda-se que a implementação da estratégia da realoção inclua a adoção de medidas legislativas que introduzam no direito urbanístico os conceitos de “alteração de circunstância” quando nas parcelas privadas sejam evidenciadas situações de risco de galgamento, inundação, erosão ou instabilidade de vertentes.

10.11. Recomenda-se a introdução no quadro legislativo Português de um conceito similar ao do “*fuera de ordenación*” do direito Espanhol. Este conceito pode servir para caracterizar um modelo de direito transitório no qual, no ordenamento do território, se dá primazia ao interesse público sobre o privado em zonas de risco elevado e crescente.

10.12. A lei centenária sobre o domínio público hídrico tem potencialidades para acomodar soluções que permitam considerar o desafio crescente associado à acelerada dinâmica costeira e às alterações climáticas. No limite, as parcelas de terreno identificadas em zonas de risco elevado seriam integradas no domínio público marítimo onde os valores indemnizatórios seriam negociados nos pressupostos que estas parcelas e o respetivo edificado não poderiam ser vendidos, transacionados ou herdados. Na ausência de medidas deste tipo, a médio (2050) e a longo (2100) prazo, a gestão do risco na zona costeira tornar-se-á insustentável para erário público.

10.13. A orla costeira deve ser encarada predominantemente como uma faixa tampão *non aedificandi* devendo este conceito ser integrado nos instrumentos de gestão territorial de acordo com a medida 11 da Estratégia Nacional de Gestão Integrada da Zona Costeira (ENGIZC).

10.14. Na margem das águas do mar as ocupações devem ter lugar apenas quando necessário para assegurar o apoio ao usufruto público e quando as mesmas não possam ter lugar fora desta faixa do território. Esta ocupação deverá ainda ter um carácter de precariedade e transitoriedade dado situar-se num espaço com elevado dinamismo e sujeito ao avanço das águas do mar.

10.15. Considera-se fundamental proceder à classificação de zonas adjacentes como áreas ameaçadas pelas cheias ou pelo mar. Recomenda-se que se inclua nestas zonas adjacentes as faixas de salvaguarda de risco de instabilidade de vertentes, correspondentes às faixas de risco adjacentes à crista.

10.16. A gestão integrada da zona costeira pressupõe a sustentabilidade financeira dos custos da protecção, da acomodação e da realocação. Desde 2003 o financiamento comunitário para a protecção costeira em zonas baixas excedeu o financiamento nacional, de forma particularmente expressiva nos últimos anos. Não está garantida a continuidade deste tipo de financiamento para a protecção e adaptação costeira no futuro, especialmente a partir de 2020, ou seja quando os impactos da erosão e da subida do nível médio do mar irão aumentar de forma mais gravosa os riscos costeiros. Torna-se pois necessário encontrar formas alternativas de financiamento. É muito provável que o sucesso de propostas nacionais de financiamento pela UE dependa cada vez mais do seu fundamento numa monitorização efetiva e sistemática das zona costeira de Portugal e de análises de custo-benefício baseadas no conhecimento da evolução do transporte sedimentar e da erosão ao longo da costa, e na capacidade para modelar os sistemas costeiros e os impactos de potenciais obras de protecção. Recomenda-se pois que estes pressupostos sejam tidos em consideração na formulação dos novos pedidos de financiamento para a protecção da zona costeira.

10.17. Recomenda-se o estudo e a implementação de modelos de partilha de responsabilidades entre a administração central, as autarquias e o sector privado na cobertura dos custos de adaptação costeira. Existem já exemplos deste tipo de soluções em Portugal, como é o caso do Vale do Lobo no Algarve onde um empreendimento turístico participou no esforço financeiro de protecção.

10.18. As Sociedades Polis Litoral constituem um modelo de gestão da zona costeira com vários aspetos positivos, como seja o envolvimento das autarquias na solução dos problemas, a abertura à participação financeira de várias instituições e a possibilidade de implementação de soluções mais eficazes ao nível da execução administrativa e financeira. Recomenda-se que o modelo das Sociedades Polis Litoral seja revisitado no sentido de encontrar soluções otimizadas do mesmo tipo que cubram o território costeiro de Portugal.

10.19. Na implementação de novos modelos de gestão partilhada do tipo Polis Litoral é muito importante garantir a intervenção, articulação e regulação da entidade nacional responsável pela gestão integrada e sustentável da zona costeira a nível nacional de modo a garantir apoio técnico, racionalidade, coerência e otimização de custos nas intervenções ao nível regional e local.

## 11. Estratégia nacional para gestão integrada da zona costeira

11.1. o GTL considera que a ENGIZC criada pela RCM nº 82/2009, de 8 de Setembro, constitui o referencial estratégico de governação adequado para pôr em prática uma gestão integrada e sustentável.

11.2. Recomenda-se no entanto a integração na ENGIZC de políticas de adaptação que privilegiem a proteção por meio da reposição do equilíbrio sedimentar e de uma política de realocação nas zonas de elevado risco. As medidas de reposição do equilíbrio sedimentar devem ser acompanhadas de obras de manutenção atempada das atuais estruturas pesadas de proteção costeira e eventualmente de outras medidas de defesa costeira. Todas as medidas de proteção costeira, sejam de realimentação, de construção de estruturas pesadas ou outras devem basear-se na modelação dos seus impactos sobre a dinâmica costeira e das consequentes análises de custo-benefício e análises multicritério.

11.3. Recomenda-se a elaboração do Plano Sectorial da Zona Costeira proposto na ENGIZC e que ainda não foi iniciado. Este plano sectorial deverá constituir o quadro estruturante da gestão integrada e sustentável da zona costeira e da sua adaptação às alterações climáticas.

11.4. Em conclusão, o presente relatório do GTL recomenda que na proteção costeira se privilegiem medidas de reposição do equilíbrio sedimentar nos troços costeiros com maior risco de galgamento, inundação e erosão. Recomenda-se que estas medidas incluam inicialmente alimentações pontuais de elevada magnitude em locais críticos, conforme definido em 9.11. A defesa da zona costeira e das atividades económicas que suporta deve constituir um imperativo nacional e justificar um investimento atempado, regular e bem fundamentado do ponto de vista científico e técnico. Câmaras costeiras localizadas em zonas de maior risco manifestaram diretamente ao GTL a sua preocupação perante a situação atual e salientaram a urgência de se passar à ação, pontos de vista com os quais o GTL concorda inteiramente.



## Nota Final

Resumem-se aqui as ações prioritárias a nível nacional que de acordo com o GTL são necessárias para assegurar a gestão integrada e sustentável das zonas costeiras a curto, médio e longo prazo:

- Estabelecer um acordo de regime e desenvolver parcerias interinstitucionais sobre a gestão integrada da zona costeira
- Assegurar a monitorização e partilha da informação
- Elaborar mapas de vulnerabilidade e risco
- Identificar e planear os processos de realocização
- Desenvolver uma política de gestão integrada de sedimentos
- Identificar as fontes de sedimentos, definir os locais de deposição e a calendarização das ações de alimentação artificial, incluindo a transposição sedimentar
- Iniciar as intervenções de alimentação artificial com volumes sedimentares de grande magnitude (“shots”); estas intervenções devem ser encaradas como obras de emergência nos troços de maior risco
- Manter e reconfigurar as obras de proteção costeira nos troços de maior risco até se conseguir restabelecer o equilíbrio sedimentar por meio das intervenções de alimentação artificial, incluindo os “shots” iniciais
- Assegurar ações de fiscalização mais eficazes no que respeita ao cumprimento das regras de ordenamento do território

Dado que se iniciou a elaboração de cinco Programas da Orla Costeira (POC), que irão substituir os POOC, é necessário articular as propostas de carácter mais urgente aqui identificadas com essa iniciativa.

A forma de articular estas ações prioritárias com os POC cabe ao Governo.

Tabela 1 - Balanço sedimentar na situação de referência.

CÉLULAS SEDIMENTARES		DERIVA LITORAL RESIDUAL	RIO (CAUDAL SÓLIDO)	EROSÃO LITORAL	ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL	DUNA	CANHÃO SUBMARINO	DRAGAGENS E EXTRAÇÃO(*)
N.º	Troço	Entrada						
1	1a	Rio Minho – Rio Douro	-	✓✓	-	-	-	-
	1b	Rio Douro – Cabo Mondego	✓✓	✓✓✓	-	-	-	-
	1c	Cabo Mondego – Nazaré	✓✓✓	-	-	-	✓✓✓	-
2	Nazaré – Peniche	-	✓	-	-	✓	-	-
3	Peniche – Cabo Raso	-	✓	-	-	✓	-	-
4	4a	Cabo Raso – Carcavelos	✓	✓	-	-	✓	-
	4b	Estuário exterior do Tejo	✓✓	-	-	-	-	-
	4c	Praia da Rainha – Cabo Espichel	-	-	-	-	-	-
5	Cabo Espichel – Sines	-	-	✓✓	-	-	-	-
6	Sines – Cabo de São Vicente	-	✓	-	-	✓	-	-
7	Cabo de São Vicente – Olhos de Água	-	-	-	-	-	-	-
8	Olhos de Água – Vila Real de Santo António	-	-	✓✓	-	-	-	-

### Legenda (Tabelas 1 e 2)

	Magnitude do processo
✓	da ordem de $10^4 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$
✓✓	da ordem de $10^5 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$
✓✓✓	da ordem de $10^6 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$
-	nulo ou não significativo face à magnitude do transporte sedimentar na célula

	Modificação no balanço sedimentar
	alteração com repercussões na diminuição do risco costeiro
	alteração com repercussões no aumento do risco costeiro
	sem alteração significativa no balanço sedimentar

RETENÇÃO			DERIVA LITORAL RESIDUAL	DIAGNÓSTICO
Lagoas costeiras	Estruturas costeiras	Sistema	Saída	Elementos fundamentais da dinâmica sedimentar
-	-	-	✓✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>rios constituem a principal fonte sedimentar</li> <li>deriva litoral potencial superior à deriva real</li> </ul>
-	-	-	✓✓✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>rio Douro constitui a principal fonte sedimentar</li> <li>deriva litoral real igual à deriva potencial</li> </ul>
-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>deriva litoral de norte constitui a principal fonte sedimentar</li> <li>deriva litoral real igual à deriva potencial</li> <li>deriva litoral integralmente capturada pelo canhão da Nazaré</li> </ul>
✓	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>fontes sedimentares de reduzida magnitude</li> <li>deriva litoral residual reduzida, com componentes de elevadas magnitudes</li> </ul>
-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>rios constituem a principal fonte sedimentar</li> <li>dunas do Guincho constituem o principal sumidouro sedimentar</li> </ul>
-	-	-	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>rios e corredor eólico do Guincho constituem a principal fonte sedimentar</li> <li>deriva litoral residual reduzida</li> </ul>
-	-	✓✓	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>litoral Caparica - Espichel constitui a principal fonte sedimentar</li> <li>estuário exterior do Tejo constitui um sistema em agradação (acumulação)</li> </ul>
-	-	-	✓✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>erosão das arribas constitui a principal fonte sedimentar</li> <li>deriva litoral real igual à deriva potencial a norte do paralelo da lagoa de Albufeira</li> </ul>
-	-	✓✓	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>erosão das arribas constitui a principal fonte sedimentar</li> <li>estuário exterior do Sado constitui um sistema em agradação (acumulação)</li> </ul>
-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>rios constituem a principal fonte sedimentar</li> <li>dunas constituem o principal sumidouro sedimentar</li> </ul>
-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>fontes sedimentares pouco significativas</li> <li>praias constituem sistemas fechados</li> </ul>
-	-	-	✓✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>erosão das arribas constitui a principal fonte sedimentar</li> <li>deriva litoral real igual à deriva potencial a este do meridiano do Garrão</li> </ul>

(\*) sem reposição do litoral

Tabela 2 - Balanço sedimentar na situação atual.

CÉLULAS SEDIMENTARES		DERIVA LITORAL RESIDUAL	RIO (CAUDAL SÓLIDO)	EROSÃO LITORAL	ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL	DUNA	CANHÃO SUBMARINO	DRAGAGENS E EXTRAÇÃO(*)
N.º	Troço	Entrada						
1	1a Rio Minho – Rio Douro	-	✓	✓✓✓	-	-	-	✓✓
	1b Rio Douro – Cabo Mondego	✓✓	✓	✓✓✓	-	-	-	✓✓✓
	1c Cabo Mondego – Nazaré	✓✓✓	-	✓✓✓	-	-	✓✓✓	✓✓
2	Nazaré – Peniche	-	✓	-	-	✓	-	-
3	Peniche – Cabo Raso	-	✓	-	-	✓	-	-
4a	Cabo Raso – Carcavelos	-	✓	-	-	-	-	-
4	4b Estuário exterior do Tejo	✓✓	-	✓✓	-	-	-	-
	4c Praia da Rainha – Cabo Espichel	-	-	✓✓	-	-	-	-
5	Cabo Espichel – Sines	-	-	✓✓	-	-	-	✓✓
6	Sines – Cabo de São Vicente	-	✓	-	-	✓	-	-
7	Cabo de São Vicente – Olhos de Água	-	-	-	-	-	-	-
8	Olhos de Água – Vila Real de Santo António	-	-	-	✓✓	-	-	-

(legenda na tabela anterior)

RETENÇÃO		DERIVA LITORAL RESIDUAL		DIAGNÓSTICO	ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÃO NO BALANÇO SEDIMENTAR
Lagoas costeiras	Estruturas costeiras	Sistema	Saída		
-	-	-	✓✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>•edução da contribuição fluvial (barragens e extrações nos rios)</li> <li>• dragagens e extração nos portos frequentemente superiores à deriva litoral</li> <li>• erosão litoral constitui a principal fonte sedimentar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• assegurar a reposição na praia de toda a areia e cascalho, de classe 1 e 2, dragado</li> </ul>
-	✓✓✓	-	✓✓✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• redução da contribuição fluvial do Douro (extrações e barragens)</li> <li>•retenção sedimentar associada ao porto de Aveiro</li> <li>• erosão litoral constitui a principal fonte sedimentar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alimentar artificialmente o troço Espinho – Furadouro</li> <li>• avaliar as reservas sedimentares na plataforma continental norte</li> <li>•quantificar o caudal sólido do Douro nas condições atuais</li> <li>• efetuar a transposição sedimentar da barra de Aveiro</li> </ul>
-	✓✓	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• retenção sedimentar associada ao porto da Figueira da Foz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• efetuar a transposição sedimentar da barra da Figueira da Foz</li> <li>• estudar a valorização dos sedimentos em fim de ciclo na Nazaré</li> </ul>
✓	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sem alterações significativas face à situação de referência</li> </ul>	
-	-	-	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sem alterações significativas face à situação de referência</li> </ul>	
-	-	-	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sem alterações significativas face à situação de referência</li> </ul>	
-	-	✓✓	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• extrações muito significativas no banco do Bugio na segunda metade do século XX</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alimentar artificialmente a célula com areia fora do sistema (plataforma continental)</li> </ul>
-	-	-	✓✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sem alterações significativas face à situação de referência</li> </ul>	
-	-	✓✓	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dragagens no porto de Setúbal não introduziram alterações significativas face à situação de referência</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• assegurar a reposição na praia de toda a areia e cascalho, de classe 1 e 2, dragado</li> </ul>
-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sem alterações significativas face à situação de referência</li> </ul>	
-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sem alterações significativas face à situação de referência</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• assegurar a continuidade da deposição dos dragados na praia</li> </ul>
-	-	-	✓✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inibição do processo erosivo através de um programa de alimentação artificial continuado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• assegurar a continuidade da alimentação da praia no troço Vale de Lobo - Garrão</li> </ul>

(\*) sem reposição do litoral



# EXECUTIVE SUMMARY AND RECOMMENDATIONS

Filipe Duarte Santos (coordinator), António Mota Lopes, Gabriela Moniz,  
Laudemira Ramos, Rui Taborda

December 2014

## **Prince Henry**

*God wills, man dreams, the task is born.  
God wanted the world to be whole,  
The sea to connect, and no longer divide.  
He chose you and you went forth unraveling the foam,*

*And the white rim went from island to continent,  
Clearing up, racing, to the end of the world,  
And the whole Earth was suddenly seen,  
Emerging, round, from the deep blue.*

*He who hallowed you, made you Portuguese.  
Of the sea and us, in you he gave us a sign.  
The Sea was accomplished, and the Empire was undone.  
Lord, Portugal is yet to be accomplished!*

Fernando Pessoa  
In Mensagem, Lisbon, 1934



## 1. Introduction

1.1. The Coastal Working Group (CWG) was formed under the n°6574 / 2014 Order of the Ministry of the Environment on May 20th to develop a deeper understanding of coastal areas undergoing change in Portugal. Its aim is to identify of a set of measures geared to the medium term, to change the characteristics of risk exposure, whilst incorporating sustainable development in the context of climate change scenarios.”

1.2. This document presents the main findings and recommendations resulting from the work of the CWG. It urges the reading of the main text of the full report, where a more complete and detailed justification of these conclusions and recommendations can be found. The sequencing of the topics in this executive summary follows a structure somewhat different from the thematic organization followed in the main text. Each of the sections of this Executive Summary and Recommendations indicate the chapter or chapters where the issues are analyzed in more detail and depth. The references that support the statements, conclusions and recommendations are incorporated into the main text of the report. All those who actively contributed to this work, and in particular all members of the CWG Monitoring Committee, are fully acknowledged.

1.3. To identify and to prepare for an integrated and sustainable management of the coastal zone it is very important to distinguish different time frames. In this report we use three time settings: short term, from the present until 2020; medium and long term, corresponding to subsequent periods to 2050 and 2100.

1.4. The CWG Report considers only the mainland Portugal coastal zone and gives particular attention to the most critical areas of risk.

## 2. Characteristics of mainland Portugal coastal zone<sup>1</sup>

1. Complementary information in chapter 2 of the full Report.

2.1. The Portugal mainland coastline has an approximate length of 987 km. Biogeographically, the coastal area offers wide lithological, morphological, biological, and landscape diversity. Coastal Municipalities support around 75% of the population and generate around 80% of GDP (Gross Domestic Product). The human migratory trend to the coast continues unabated, increasing economic activity, especially tourism, and generating settlement pressure which often conflict with environmental values.

2.2. The evolution of the coastline depends on a wide range of interactive factors. Four of the most prominent are associated with oceanographic and atmospheric forcing (waves, tides, coastal currents, the average sea level, storm surge, precipitation regimes and wind); the geological and morphological contexts (including sediment supply); and human activity. Analyzing the role and interactions between these factors explains the general characteristics of the Portuguese coastline and its evolution in various time and space scales, thus allowing understanding the past, the current configuration and possible future development trends.

2.3. On the Portuguese west coast high-energy waves make it one of the most energetic and dynamic mid-latitude littorals in the world, with exceptionally high rates of coastal sediment transport. The combination of this energy transfer to the coast with decreasing sediment supply to the coast, which began in the mid-nineteenth century as a result of various human activities in watersheds and on the coastal zone itself, is the main cause of most of the erosion problems affecting the sandy shores of mainland Portugal. This adverse combination of processes will be progressively aggravated by the effects of climate change and, in particular, by sea level rise.

2.4. Coastal human settlements and local economic activities must respect and be adapted to current and future coastal dynamics.

2.5. The inability to adapt to the dynamics of the coastal zone could lead to increasingly unsustainable outcomes, unaffordable risks and costs, which may prove to be increasingly difficult to be supported by the national economy.

2.6. The government financial contribution to coastal protection between 1995 and 2014 amounts to 196 million euros while the cost of repairing the damage caused by major storms from January to March 2014 amounted to about 23 million euros. There has been an increasing tendency to favor environmentally friendly coastal protection measures (sand nourishments and reinforcement of dune systems) instead of the grey and hard engineering-based ones. For the latter, costs are mainly due to maintenance and reinforcement and in some cases reconstruction.

### 3. Adaptation strategies: relocation, accommodation and protection in selected climate change scenarios<sup>2</sup>

2. Complementary information in chapter 3 of the full Report.

3.1. The main response to coastal risks of wave overtopping, submergence, flood, erosion and cliff instability has been coastal protection. Due to the intensification of these risks and the growing impacts of climate change on the coastal zone, particularly those induced by sea level rise, the more appropriate response will be progressively to adapt. This is a broader concept that includes not only protection but also other types of management such as managed retreat or relocation and accommodation. The most suitable solutions often result from a combination of the three adaptation strategies (relocation, accommodation and protection) increasing the social, economic and environmental sustainability of the overall management objective.

3.2. The protection strategy consists in maintaining, or even moving forward the coastline through beach nourishment with sediment (sand and gravel), the construction of artificial dunes, or the construction of rigid structures such as stone groins, breakwaters, offshore breakwaters, longitudinal revetments, including dykes. Accommodation favors changes of occupation and of human activities on the coast through the flexible adaptation of infrastructure to reduce risks. Relocation is a strategy that involves the migration of activities and occupation, and which in practical terms, generally applies only when the other strategies become unfeasible, particularly in economic terms.

3.3. An important fraction of the human settlements at the global level are located in the coastal zones since remote times because of navigation, fishing and trade activities. Since the middle of the nineteenth century people were attracted to the coast for many reasons. Beyond the established activities of fishing and trade, more recent drives are related to benefits on health, and for a variety of leisure activities, sports and tourism. This greatly increased the value of the land and the buildings located on the coast. However, since the mid-twentieth century, growing problems of coastal erosion resulting largely from shoreline profiling imbalances caused by human actions have been observed throughout the world, including Portugal. This conflict will be progressively aggravated in the medium term (2050) and long term (2100) by climate change. This has created a situation of growing conflict, where it is deemed imperative to protect the coast for residents, or the ones moving there periodically, so they can continue to enjoy its benefits and so that the territory and the buildings at risk do not depreciate in value. This fresh level of protection has costs that are likely to increase throughout the 21st and following centuries.

3.4. There are various models worldwide about sharing the adaptation costs between central and local government and private entities. In Portugal the costs of coastal protection works have been supported almost exclusively by public funds, both national and EU Commission

funds (70% to 100%). In the medium and long term it will not be possible to consider and apply exclusively the protection strategy. The accommodation and the managed retreat adaptation strategies will be also required in the future as well as alternative funding sources for adaptation.

3.5. It is recommended that adaptation studies are made, which include combined protection, accommodation and relocation strategies for the coastal area, based on the modeling of the coastal processes, especially for higher-risk sections, and on cost-benefit analysis and multi-criteria analyses. For this, it is urgent to make integrated assessments of various adaptation measures and to estimate the costs associated with different adaptation pathways for long-term time frames (2100).

3.6. It is recommended that detailed studies are put in train for devising alternative models for the financing of adaptation in the coastal area of Portugal based on comparative analysis of solutions found in other countries, and considering the possibility of sharing funding responsibilities between central government administrations, local governments and private entities.

## 4. Conditions required to an effective adaptation: information, dissemination, training and participation<sup>3</sup>

3. Complementary information in chapter 6.of the full Report.

4.1. Human adaptation to current and future coastal dynamics will only be possible through a great collaborative effort, shared by public and private institutions, of information, dissemination, education and training, based on the principles of participation, prevention, precaution, sustainable development, and integrated coastal zone management.

4.2. To implement public policies that foster the integrated and sustainable management of the coastal zone it is necessary that such policies result from the participation and commitment of the central and local administration institutional structures, the people, companies, non-governmental organizations and other private entities.

4.3. This participation and involvement will only be possible if, at the local level (resident and seasonal population, elements of the local government and business structures), there is a proper understanding of the current and future dynamics of the coastal zone, and of the equilibrium situation between this dynamic and the occupation and human activities on the coast.

4.4. Without understanding the past, present and future coastal dynamics and the costs and benefits of various intervention options it is not possible to implement effective public policies of coastal spatial and risk management, in a social, economic and environmental sustainable way.

4.5. It is recommended that the Portuguese Environment Agency, I.P. (APA, I.P.), in collaboration with other institutions of the central administration, coastal municipalities, research centers, state laboratories and business companies, promote actions to raise awareness and produce information, clarification and dissemination material, scientifically well-founded and understandable by the general population, on coastal issues and the various adaptation options, including cost-benefit analyses.

## 5. Monitoring of coastal zones and data policy<sup>4</sup>

4. Complementary information in chapter 6 of the full Report.

5.1. The first fundamental step to achieve the goal of an integrated and sustainable coastal zone management is access to relevant information that includes data (according to the INSPIRE Directive), models and products, with adequate spatial and temporal frames of action.

5.2. The available data are insufficient to characterize the present situation and dynamics of the coastal system. It is therefore essential to create and maintain an observation and global monitoring program, coherent, effective and systematic, of the Portuguese coast, its beach mobility, and the oceanographic forcing to which it is subject. The need for this monitoring has been recognized for decades. There have been several initiatives to foster its implementation, always without success. As an example it is referred the document entitled "Elements of the General Plan of Coastal Zone Monitoring of Portugal", December 2002, which did not result on meaningful and prolonged action.

5.3. Observation and monitoring must systematically be carried out under the responsibility of APA, I.P., in liaison and partnership with other institutions (General Directorate of Territory (DGT), Hydrographic Institute (IH), the General Directorate of Natural Resources, Security and Maritime Services (DGRM), Municipalities, Universities, State Laboratories and others). This process must use principles and well-established scientific methods, consistent and valid for the entire national mainland coastline. Furthermore this must provide users with an effective sharing interface.

5.4. Monitoring should include observation, research and interpretation of sediment and geomorphological dynamics of the coastal zone, the correlations between its characteristics and the oceanographic forcing, and the behavior and impact of coastal defense infrastructures on coastline morphological processes. This monitoring should be coordinated with the monitoring of land use and inland waters resources that are relevant to support coastal management and protection. It is important to take into consideration that in some cases, as in the Ria de Aveiro lagoon, coastal protection must effectively involve the defense of a wider occupied hinterland area of great economic value, and not just the areas adjacent to the coastline.

5.5. It is recommended that a knowledge platform be established combining existing data on the coast. Such a platform is fundamental for decision support and for integrated and sustainable management, backed by open access. This platform should be a privileged tool to integrate data bases on topics relevant to the coast (including coastal works, dredging and land use), provide support to a spatial data infrastructure on the coast, and connect a national data policy. In this context, it is recommended that the SIARL (Administration System for Coastal Resources), or an equivalent system, will serve as the support for the creation of this platform. To this end this platform should be under the responsibility of the APA, I.P., and should benefit from partnerships with institutions with expertise in coastal zones, environment, marine policy, economy, research and defense, as well as with local authorities.

5.6. Integrated management and coastal zone protection depend on sound knowledge of oceanographic, atmospheric and anthropogenic forcing and its effects on the coast. It is recommended that the necessary funding is assured for systematic and reliable data collection for the integrated management and protection of the coastal zone.

## 6. Managed retreat strategy proposal<sup>5</sup>

5. Complementary information in chapters 2 and 6 of the full Report.

6.1. Taking into account the coastal diversity and the natural and anthropogenic diverse forcing, coastal management should follow common basic principles, but should be adapted to regional characteristics.

6.2. Currently the main problem of the coastline is erosion, which combined with the settlement expansion and continuous building pressures constitutes a risk for human systems and also a risk for loss and degradation of the natural coastal systems. The risk associated to coastline erosion is evidently much greater when there is human occupation in vulnerable sections and it reaches particularly high values where this occupation is illegal or the result of poor and risk insensitive spatial planning.

6.3. Excessive and disorderly occupation of the coastal zones continues to occur, especially due to urbanization pressures associated with “acquired rights” (many prior to the Coastal Zone Management Plans (POOC) and sometimes to the Municipal Master Plans (PDM)), as well as due to illegal occupation of coastline areas. It is recommended to intensify supervision and foster the implementation of subsequent measures for the enforcement of coastal planning laws in cases of illegal coastal settlements and illegal construction of defense infrastructures for coastal private properties.

6.4. It is essential to develop and keep up to date, under APA, I.P., responsibility, a set of vulnerability and risk maps for all coastline and for selected climate change scenarios up to 2100. These maps should be produced on the basis of coherent research and reliable scientific methodologies. Such maps should also be well consolidated and should meet the widest possible scientific and policy consensus within the scientific Portuguese and international community. They maps should include the identification of the most vulnerable coastal sections based on valid indicators at a national scale. Overall such vulnerability and risk maps are recommended to form the basis for the management of coastal risk. They should constitute the guidelines for coastal planning, land and marine management as well as other types of intervention plans.

6.5. If at central government level, the country is unable to ensure effective monitoring of the processes of coastal dynamics and to develop and keep updated vulnerability and coastal risk maps, management actions and coastal protection will continue to be dysfunctional and ineffective. The ultimate cost will be certainly far greater compared to measures based on a systematic monitoring of the entire coast suitably updated for shifting assessments of vulnerability and risk.

6.6. In coastal areas where there is a high risk of wave overtopping, submergence, flooding, erosion or cliff instability, relocation is recommended. This strategy assumes the enforcement

of non-occupation in high-risk coastal areas, including urban areas and areas identified as future built areas, with new buildings or extensions to existing buildings. It is recommended that public institutions should be exemplary in the implementation and practice of this strategy.

6.7. Any relocation strategy should grant privilege to meaningful and engaged negotiation mechanisms including the transfer of building and property rights from areas at risk to appropriate lower risk areas, in conjunction with local authorities. It is recommended that prospective studies of relocation in places with high risk of submergence, flooding and erosion based on cost -benefit analysis and multi-criteria analysis should be conducted covering scenarios over the medium and long terms. These studies should benefit from the analysis of the findings obtained in the same type of studies conducted in other EU countries, particularly France and the United Kingdom.

## 7. Protection strategy proposal<sup>6</sup>

6. Complementary information in chapters 2 and 8 of the full Report.

7.1. The analysis of the recent developments on the mainland Portugal coastline reveals the existence of significant beach sediment deficits. Sediment management should therefore play a key role in erosion mitigation and intervention strategies. The sediment cell (also called physiographic unit), corresponding to an autonomous unit arises naturally as the management unit for consistent management of the sediment balance (calculated as the difference between the sedimentary sources and sinks). When the balance is negative the coastline retreats (erosion), and when the balance is positive the coastline tends to move outward (accretion).

7.2. In this context, the Portugal mainland coastal zone was divided into eight sedimentary cells. The sediment balance for the reference and current situations was devised for each cell. The current situation is representative of the last two decades (1995-2015). The reference situation characterizes the situation prior to the existence of human disturbance on the sediment balance (which is associated with dam construction, engineering works on the coast, in particular port dredging and construction of breakwaters, sand extraction in the rivers and in the coastal zone), which is identified with the middle of the XIX century.

7.3. The synthesis of the sediment balance for the eight identified cells is presented in Table 1 for the reference situation and in Table 2 for the current situation. Table 1 summarizes the information included in this working group report, identifying the key elements that define the sedimentary balance, namely the main supply processes (rivers, coastal erosion, including the associated dune systems, beach nourishment), distribution (longshore transport of sediment), retention (estuaries, coastal lagoons, coastal structures, coastal system), and sedimentary sinks (submarine canyon, dunes).

7.4. Due to major constraints associated with information gaps related to the availability of basic data and information, the sedimentary balances presented should be considered as representative of the orders of magnitude of the sedimentary volumes analyzed.

*(see tables 1 and 2 at the end of the chapter)*

## 8. Implementation of sediment resources, dynamics and transport management policies<sup>7</sup>

7. Complementary information in chapter 8 of the full Report.

8.1. An integrated and rational management of sediment from the coastline, the seabed, estuaries and rivers is a vital recommendation of this study. This should be based on identified sedimentary needs of new supply, especially in the cells where the risk of erosion is critical, and the sediment availability resulting from the extraction and exploitation of aggregates in estuaries and rivers and from dredging in ports. It is recommended that this integrated management is considered within the specific water management plans as set out in the Water Act (c) of Article No. 24 of Law 58/2005 of 29 December).

8.2. This rational management of sources and sinks requires the development of an institutional management model for all relevant institutions involved in this response. At present this set includes the APA, I.P., and the General Directorate that manage the harbors and which are now scattered by the Ministry of Economy and Ministry of Agriculture and the Sea.

8.3. If this institutional articulation and coordination of policies and instruments are not carried out in an effective and sustainable manner, the cost of reducing the risk of erosion and flooding on the coast will be significantly higher.

8.4. An action that has been proposed since the sixties, is the adoption of sediment transposition systems or processes, including a bypass, in the training walls of the main rivers entrances, particularly in Aveiro at the entrance of the river Vouga and at Figueira da Foz at the entrance of the river Mondego. Implementation of those processes or systems must be preceded by a detailed analysis of the advantages and disadvantages of the solutions adopted abroad in similar cases where river entrance extended training walls interfere with the longshore sediment drift. It must also be preceded by a cost-benefit analysis, multi-criteria analysis, and environmental assessment studies based on modeling the coastal dynamics at the local level, taking into account the dynamics of the sediment cell.

8.5. It is recommended the definition and implementation of precautionary measures to safeguard sediment supply reliability, and sediment sources in the seafloor. These measures should be considered and put into practice in the context of both sea management and geologic resources policies. Studies should be carried out, through surveys and monitoring, to quantify and qualify the sediments on the continental shelf and the economic and environmental feasibility of its use. Until these studies are completed, all actions other than coastal protection and beach nourishment that use sediments extracted from the seafloor down to the bathymetric of 30 m should be suspended.

8.6. Based on further studies and cost-benefit analysis, it is recommended that measures be put in place for the use of sediments at the end of their mobility cycle, for example, obtained from adjacent accretion areas to training walls of river entrances, from dam reservoirs, and from areas at the head of submarine canyons. The management of these sediments should give priority to their potential use to feed the coastal sedimentary cycle, with particular attention to their economic value and to the possibilities of providing greater financial sustainability to back a coherent and integrated policy for coastal defense. Pilot prospective studies should be conducted for the reuse of sediments in the sedimentary cell that extends from Minho River mouth to Nazaré, recovering them in the end of the cycle before being caught in Nazaré submarine canyon.

8.7. The maintenance of harbor infrastructures associated with extended training walls at the river entrances in highly energetic coasts and with exceptionally high values of longshore sediment transport tends to disrupt the dynamics of sediment transport. This can give rise to additional coastal erosion and accretion that causes damage and may lead to significant additional costs elsewhere along the coast. This is the case of several commercial and fishing harbors in the West Coast of Portugal and especially in the Aveiro and Figueira da Foz harbors.

8.8. In terms of socio-economic impact, this working group sought to have access to studies of the current and future economic sustainability of the existing commercial harbors, fishing and recreational boating in mainland Portugal. Apparently such studies do not exist or are not accessible. It is recommended that such studies integrating in the economic assessment the impact of maintenance works and upgrading of harbors should be put into effect. These should cover both present and the future projections based on socio-economic and climate scenarios. This assessment is particularly necessary in cases where interference of the harbor infrastructures with the sediment dynamics is high.

8.9. An integrated national management policy of sediment in rivers, estuaries, immersed beaches and of the dredging in harbors should be devised and implemented as a matter of urgency. This work should be properly organized and coordinated with coastal defense policies. The entities with responsibilities in these areas (APA, I.P., DGRM, IPMA, Harbor Authorities and Doca Pesca) are recommended to articulate and reconcile their actions, taking into account the strategic importance of using sediment for coastal protection, as determined by Law 49/2006.

8.10. The current sediment disposal practices of Class 2 below the depth of closure should be changed. If this is not done, coastal defense costs will continue to be higher than those resulting from an articulated and coordinated policy making between all of the sectors responsible for the management of the sea, the coastal area and harbors.

## 9. Analysis of interventions strategies for critical sections in the coast<sup>8</sup>

8. Complementary information in chapter 8 of the full Report.

9.1. Table 2 of Section 7 identifies the main proposals of protection for all sedimentary cells in mainland Portugal. Here a more detailed analysis of the different strategies in the coastal sections considered critical, located in the cells 1, 4 and 8, is presented.

9.2. On the coast between the Douro and Minho rivers (cell 1a), there is a high sediment deficit which results in a shrinking of most of the beaches. This in turn creates a gradual replacement of sandy beaches by pebbly beaches, with increasing erosion risk and loss of land. This deficit results mainly from the construction of up river dams, which significantly decrease the river sediment flow rates, and the numerous activities of dredging and extraction of sediments carried in the riparian zone. Although it is not possible to reconstitute the reference sediment balance situation, delivering to the existing beaches sandy and pebbly sediments, of class 1 and 2, which are currently dredged in nearby port structures, may be sufficient to reduce, or even annul, the current sediment deficit. This assumption is based on the fact that in the recent past, the annual volume of dredged sand in the ports, which was subtracted from the coastal system, was higher than the estimated longshore sediment transport in the reference situation.

9.3. The risk associated with submergence, wave overtopping, inundation and erosion is particularly high in some sections of the sediment cell between the Douro River mouth and the Mondego Cape. In addition, in this cell, coastal protection also represents the defense of the vast and very valuable area within the Ria de Aveiro lagoon. Consequently, it will be necessary to hold the line of the coast to avoid the disruption of the Ria's protective sandbank and dunes. Recent research carried out by CWG, involving a collaboration between researchers from the European projects BASE and RISES shows that it is possible to hold the line in that cell until 2100. This can be achieved in two scenarios of sea level rise by means of beach nourishment. The estimated total cost for these two scenarios varies between 740 and 780 million euros in the first three decades and between 1,900, and 2,300 million euros throughout nine decades up to 2100. This type of modeling and cost assessment for this and other adaptation strategies (relocation and protection with heavy engineered works) should be undertaken by other research groups in order to estimate the uncertainties involved in these initial findings.

9.4. For the implementation of beach nourishments the priority task is to evaluate the sand resources in the northern continental shelf.

9.5. Studies to assess the sediment flows of the main rivers and streams in the coastal section between the mouth of the Minho and the mouth of the Douro should be conducted. The aim is to provide more sediment to the coast through interventions that should be appropriate from the environmental point of view and economically sustainable.

9.6. In the coastal stretches south of the Aveiro and Figueira da Foz river entrance training walls (cells 1b and 1c) serious erosion problems have been registered, related to sediment retention in the area adjacent to the northern segment of the training walls. Solving this problem requires the implementation of sediment transposition processes or systems, such as a bypass, as mentioned in the previous section.

9.7. The working group concluded that the erosion problems in the outer Tagus estuary, including Costa da Caparica (cell 4b) are related with a sedimentary deficit resulting from a large volume of sediment extractions carried out since 1940 in the estuary. In addition to an enhanced erosion problem there is an increasing risk of inundation and loss of land caused by the recent intensification of urban settlement right on the coastline. The reduction of this erosive risk can be achieved through sand nourishments using sand extracted from outside the Tagus estuary. It is likely that this intervention will allow the system to recover its balance, with the consequent reduction in the risk of wave overtopping, flooding and erosion. This outcome should lead to beach stability similar to that currently observed at the north end of the Setubal Peninsula. However, it is likely that in the medium term (2050) and in the long term (2100), with the effects of the global sea level rise, a new sediment deficit will be created, with consequent further erosion and retreat of the Costa da Caparica coastline. In this scenario, there are essentially three solutions that could be assessed by modeling and through cost-benefit analysis and multi-criteria analyses:

- (i) Beach nourishment with increasing volumes of sand,
- (ii) Relocation of coastal zone uses and occupations from high risk areas,
- (iii) Hold the line with hard shoreline protection structures, such as the construction of a seawall of increasing height.

9.8. Several authors have discussed the closing of Golada passage as an alternative intervention to contain the erosion process of the Caparica coast. However, morpho-dynamic analysis of the system and recent modeling studies indicate that this operation could result in negative consequences for the stability of the Tagus navigation channel and the operation of the Lisbon Port. It is recommended that such morpho-dynamics modeling studies and cost-benefit analyses should cover the whole system of the outer Tagus estuary.

9.9. On the coastline section between Olhos de Água and the mouth of the Guadiana river (cell 8), human intervention via the construction of port facilities, breakwaters and embankments on the coast of Quarteira and Vilamoura, which began in the 70's, has reduced sediment supply and triggered a major erosion threat to the east of Quarteira. This erosion process propagated to the east over time and affected a progressively more extensive coastal stretch. From the late twentieth century, the new protection strategy was based on sustainable sediment management with beach nourishment, artificial opening of bars to let them evolve naturally, and dune reconstruction. This strategy, based on the knowledge and monitoring of the coastal system and of the continental shelf, has led to a decrease in the risk of coastal erosion around the section to the east of Quarteira, and also to the maintenance of a sand beach that supports economically critical tourism activity. This intervention

policy is considered exemplary in current Portuguese coastal management.

9.10. The coastal protection costs estimated in cells 1 and 4 for the years 2020 and 2050 based on the continuation of the current protection approaches, predominantly involving reactive engineering works, are respectively 75 and 450 million euros. For the same two coastal stretches and for the same time period, a beach nourishment policy to maintain the sedimentary cycle, equivalent to recreating the sediment longshore drift, carries an estimated cost, respectively, of 97 and 432 million euros, mobilizing 27 and 135 Mm<sup>3</sup> (million of m<sup>3</sup>) of sediment. These estimates show that both policies have comparable costs, but the drift replacement solution has the advantage of minimizing the loss of territory, is more easily reversible, favors the permanence of beaches along the coast (with positive repercussions on the beach and tourist activity), keeps the landscape values, and is closer to the natural coastal dynamics.

9.11. Given the existing uncertainties, a coastal beach nourishment strategy with intermittent interventions of high magnitude and low frequency may meet the sediment deficit more quickly. The total cost of this intervention scenario is estimated at 221 million euros by 2020 and 734 million euros by 2050, corresponding to volumes of 63 and 231 Mm<sup>3</sup>, respectively. This option has the great advantage of allowing the system response monitoring and thereby adjust the magnitude of the interventions. Furthermore it has the advantage of being easily reversible.

9.12. Note that the estimated figures projected for 2020 and 2050 in the Action, Protection and Enhancement of Littoral Plan (PAPVL), for the same sedimentary cells, correspond respectively to 194 million euros and 1,101 million euros. These figures are comparable to those presented above in 9.11.

9.13. The launch of a program for the development of projects with the aim of finding innovative solutions to reduce the coastal risk of wave overtopping, submergence, inundation and erosion, especially through ecological engineering (nature-based solutions) is highly recommended. Projects should allow the testing of innovative technological solutions in real conditions of implementation and operation.

## 10. Governance and legislation<sup>9</sup>

9. Complementary information in chapters 4 and 7 of the full Report.

10.1. The integrated and sustainable management of the coastal zone requires political leadership, adequate funding, coordination and institutional cooperation, accessibility to relevant data and mechanisms of information, communication and participation.

10.2. It is very important to build and achieve a national consensus over the governance model of the coastal zone, with the support of a large Parliament majority. Only then can we ensure the necessary institutional stability to meet the growing challenges that face integrated and sustainable management of the coastal zone of mainland Portugal under climate change scenarios.

10.3. It is essential that the governance model of the coastal zone contemplates and actively promotes proper articulation inside and between ministries at different levels of decision, and also of these ministries with the scientific and technical communities, through their respective institutions. It is recommended that an inter-ministerial structure is created to promote effective coordination and cooperation between the various ministries with intervention in the management of the coastal zones. Without this coordination and both horizontal and vertical cooperation the costs of management and protection of coastal areas tend to be larger than necessary to achieve the same goals.

10.4. Since the early 1990s the creation of a coordinating institution at the highest level with executive power for integrated, cross-sectoral, and sustainable management of the coastal zone has been defended and proposed. But this recommendation has never been accepted at government level. The CWG considers it essential to ensure coordination at the highest level along with the existence of a central government institution that fully adopts the responsibilities for integrated coastal zone management.

10.5. It is recommended that the institution referred to in 10.4 (currently APA, I.P.) adopts an organic unit at a high policy responsible level with a scientific and technical body, qualified and properly equipped, to ensure strategic planning for integrated and sustainable management of coastal areas. This unit should guarantee the integrated monitoring of the country's coastline, the systematic production of vulnerability and risk maps at national level, the modeling of planning interventions on the coast coupled to the corresponding cost-benefit analysis and multi-criteria analysis, together with an updated registration and discriminated expenditure of coastal adaptation and enhancement of the coastal zone. All of this should be done in collaboration with other institutions, particularly research centers, businesses and municipalities.

10.6. It is recommended that the organic unit referred to in 10.5 keep an updated inventory of all expenses in protection works (including low-lying areas and cliffs) and coastal recovery, made with public funds, disaggregating those from EU funds, the budget State and local

authorities. The GTL was confronted with the fact that the history of these elements, essential for economic and sustainable management, is not directly available in the central administrative body responsible for managing the coast.

10.7. It is also recommended that in areas at risk to carry out an inventory of land use to enable cost-benefit analyses to support adaptation strategies including relocation.

10.8. If these specified functions are not pursued by the institution of the central administration responsible for coastal zone management, defective, often ad hoc, reactive, and inconsequential interventions are very likely to take place. In the long run such shortcomings will undoubtedly lead to a higher cost to the national budget than the costs involved in the implementation of the measures recommended in 10.5, 10.6 and 10.7.

10.9. In coastal zones at risk it is essential to find a balance in the legislative and judicial systems between public policies and private rights in order to promote co-responsibility within the framework of the national and EU Community financial resources that are expected to be available in the coming decades. This balance should be based on the principles of prevention, precaution and solidarity between generations where the issues of climate change will tend to have increasing weight.

10.10. It is recommended that the implementation of the relocation strategy includes the adoption of legislative measures introducing in urban law the concept of “change of circumstances” (“alteração de circunstância”) when the private plots are evidently at risk situations of wave overtopping, flooding, erosion, or instability of slopes.

10.11. The Portuguese legislative framework should be amended to incorporate a concept similar to the “fuera de ordenación” of Spanish law. This concept can be used to characterize a transitional law model where land planning, gives priority to the public interest over private interests in areas of high and increasing risk, especially when taking into account the potential effects of climate change.

10.12. The century-old laws (1864) on the definition of a public maritime domain in the coast and more recently of a public water domain have the potential to accommodate solutions that take into account the growing challenge associated with accelerated coastal dynamics and climate change. Ultimately, the parcels of land identified in high risk areas should be incorporated into the public maritime domain through a process where the compensatory amounts would be negotiated on the assumptions that the respective buildings cannot be sold, traded or inherited. In the absence of such measures, in the medium term (2050) and long term (2100) the risk management in coastal areas will become unsustainable for the Portuguese Government budget.

10.13. The coastline should be seen predominantly as a non aedificandi buffer strip. This concept should be integrated into land management instruments in accordance with the measure 11 of the National Integrated Coastal Zone Management Strategy (ENGIZC).

10.14. On the sea shore settlement should take place only when necessary to ensure support for public activities and when they cannot take place outside this territory. Even then such settlement should still have a precarious and ephemeral character given its location in an area with high and increasing coastal risk.

10.15. It is important to classify in the legislation adjacent areas as areas threatened by river flooding or by the sea. Such critical adjacent areas should include the safeguard strips of coastal land against cliff instability, which correspond with the risk strips of land adjacent to the cliff edge on the inland side.

10.16. Integrated coastal zone management requires the financial sustainability of protection, accommodation and relocation costs. Since 2003 European Community funding for coastal protection in low-lying areas exceeded largely the national funding, noticeably so in recent years. The continuity of this type of financing for the protection and coastal adaptation cannot be guaranteed in the future, especially after 2020, when the impacts of erosion and rising average sea levels are very likely to exacerbate coastal risks. It is therefore necessary to find alternative forms of financing. Very likely, the success of national proposals for EU funding depends increasingly on a program of effective and systematic monitoring of the coastal area of Portugal and cost-benefit analysis of adaptation measures based on knowledge of the evolution of longshore sediment transport and erosion under climate change scenarios. This will also require the ability to model the coastal systems and the impacts on coastal integrity of potential protection works. It is thus recommended that these assumptions are taken into account in the formulation of new applications for funding for the protection of the coastal zone.

10.17. A comprehensive study and implementation of models of shared responsibilities between central government, municipalities and the private sector in the coverage of coastal adaptation costs should be undertaken as a matter of priority. There are already examples of such solutions of shared funding in Portugal, such as in the Vale do Lobo in the Algarve where a tourist resort adopted a financial commitment to protection measures.

10.18. Sociedades Polis Litoral constitutes a management model of the coastal zone with several positive aspects. These include the involvement of local authorities in problem solving, opening the financial contribution to various institutions, and exploring the possibility of implementing more effective solutions, both administratively and financially. It is recommended that the model of Sociedades Polis Litoral be revisited in order to find optimal solutions of the same type for the Portugal coastal territory..

10.19. The implementation of new models of shared management of the same type as Polis Litoral is very important to ensure the intervention, coordination and regulation of the national authority and for the integrated and sustainable coastal zone management at national level to ensure technical support, rationality, consistency and cost optimization in interventions at regional and local level.

## 11. National strategy for integrated coastal zone management

11.1. The Coastal Working Group CWG considered that ENGIZC created by the Council of Ministers Resolution RCM No. 82/2009, of 8 September, is the strategic framework of appropriate governance to implement an integrated and sustainable management.

11.2. It is recommended, however, that the ENGIZC integrates adaptation policies that emphasize protection through the restoration of sediment balance and a relocation policy in high risk areas. The measures for restoring of the sedimentary balance should be accompanied by timely maintenance works of current heavy structures of coastal protection and possibly the implementation of other coastal defense measures. All coastal protection schemes, whether sand nourishment, the construction of heavy protection structures or other types of protection, should be based on the modeling of its impacts of coastal dynamics and the consequent cost-benefit analysis and multi-criteria analyses.

11.3. The Sectorial Plan for the Coastal Zone that was proposed in the ENGIZC has not been initiated and should be constructed, discussed and implemented. This sectorial plan should be the structural framework of the integrated and sustainable coastal zone management, including also its adaptation to climate change.

11.4. In conclusion, the present report recommends that the coastal protection prioritizes measures that promote the sediment balance in the coastal sections with higher risks of wave overtopping, submergence, flooding, and erosion. It is recommended that these measures initially include punctuated high magnitude beach nourishment actions in critical places, as defined in 9.11. The defense of the coastal zones and of the economic activities that they supports should be a national imperative and should justify timely and sustained investment. All of this should be supported by scientific and technical expertise. Coastal municipalities located in higher risk areas made it clear directly to the members of the Working Group that elaborated this report that the current situation is very unsatisfactory, and stressed the urgent need to move to action. This is also the opinion of the Working Group.



## Final Note

Here are the priority actions at national level deemed necessary to ensure the integrated and sustainable management of coastal areas in the short, medium and long term:

- Establish a regime agreement with wide parliamentary support for the development of inter-institutional partnerships for fully integrated coastal zone management
- Ensure the monitoring of the coastal zone dynamics and the comprehensive sharing of the monitoring data
- Prepare and prove the value of coastal vulnerability and risk maps
- Identify and plan the relocation processes
- Develop an integrated sediment management policy
- Identify the sources of sediment, the dumping sites and the timing of the beach nourishment actions, including the implementation of systems or processes for the transposition of sediments at the river entrances with extended training walls in the West coast.
- Begin the beach nourishment interventions with sedimentary volumes of great magnitude ("shots"); these interventions should be seen as emergency actions in higher risk sections
- Maintain and reconfigure the already established coastal protection schemes in the higher risk sections until it is possible to restore the sediment balance through the beach nourishment interventions, including the early "shots"
- Ensure a more effective environmental policing of the coastal zone in order to comply with the coastal land planning legislation.

Since five Coastal Zone Programs (POC) have begun to replace the POOC, it is necessary that the more urgent present recommendations are carefully considered and put into effect without delay in the POC. The method of articulating the priorities proposed here with the POC is, of course, a government prerogative.

**Note:** The editors are very grateful to Tim O'Riordan for his invaluable help on reviewing an early version of this English version of the Executive Summary.

Table 1 - Sedimentary balance at reference.

SEDIMENT CELLS		RESIDUAL LONGSHORE TRANSPORT	RIVER (SOLID FLOW)	COASTAL EROSION	BEACH NOURISHMENT	DUNE	UNDER-WATER CANYON	DREDGING AND SEDIMENT EXTRACTION(*)
Number	Section	Entrance						
1	1a	Minho River – Douro River	-	✓✓	-	-	-	-
	1b	Douro River – Cabo Mondego	✓✓	✓✓✓	-	-	-	-
	1c	Cabo Mondego – Nazaré	✓✓✓	-	-	-	✓✓✓	-
2	Nazaré – Peniche	-	✓	-	-	✓	-	-
3	Peniche – Cabo Raso	-	✓	-	-	✓	-	-
4	4a	Cabo Raso – Carcavelos	✓	✓	-	-	✓	-
	4b	Tagus exterior estuary	✓✓	-	-	-	-	-
	4c	Rainha's beach – Cabo Espichel	-	-	-	-	-	-
5	Cabo Espichel – Sines	-	-	✓✓	-	-	-	-
6	Sines – Cabo de São Vicente	-	✓	-	-	✓	-	-
7	Cabo de São Vicente – Olhos de Água	-	-	-	-	-	-	-
8	Olhos de Água – Vila Real de Santo António	-	-	✓✓	-	-	-	-

### Subtitle (Tables 1 and 2)

	Magnitude of the process
✓	in the range of $10^4$ m <sup>3</sup> year <sup>-1</sup>
✓✓	in the range of $10^5$ m <sup>3</sup> year <sup>-1</sup>
✓✓✓	in the range of $10^6$ m <sup>3</sup> year <sup>-1</sup>
-	null or not significant change compared to the magnitude of sediment transport in the cell

	Change in sedimentary balance
	change leading to a decrease in coastal risk
	change leading to an increase in coastal risk
	with no significant change in sedimentary balance

RETENTION		RESIDUAL LONGSHORE TRANSPORT		DIAGNOSE
Coastal lagoons	Coastal structures	System	Exit	Fundamental elements of sedimentary dynamics
-	-	-	✓✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>· rivers are the main sediment source</li> <li>· potential longshore transport superior to the real sediment transport</li> </ul>
-	-	-	✓✓✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Douro river constitutes the main sediment source</li> <li>· real longshore transport equal to the potential transport</li> </ul>
-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>· north longshore transport constitutes the main sediment source</li> <li>· real longshore transport equal to potential transport</li> <li>· longshore transport fully captured by the Nazaré canyon</li> </ul>
✓	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>· sedimentary sources of reduced magnitude</li> <li>· residual longshore transport, with high magnitude components</li> </ul>
-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>· rivers constitutes the main sediment source</li> <li>· Guincho's dune constitute the main sedimentary sink</li> </ul>
-	-	-	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>· rivers and Guincho's wind corridor are the main sediment source</li> <li>· reduced residual sediment drift</li> </ul>
-	-	✓✓	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>· littoral Caparica - Espichel constitute the main sediment source</li> <li>· Tagus exterior estuary consists of a system in aggradation (accumulation)</li> </ul>
-	-	-	✓✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>· erosion of the cliffs is the main sediment source</li> <li>· longshore transport equal to real potential transport north of the parallel of Albufeira lagoon</li> </ul>
-	-	✓✓	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>· erosion of the cliffs is the main sediment source</li> <li>· Sado's exterior estuary consists of a system in aggradation (accumulation)</li> </ul>
-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>· rivers constitute main sediment source</li> <li>· dunes constitute main sedimentary sink</li> </ul>
-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>· minor sedimentary sources</li> <li>· beaches constitute closed systems</li> </ul>
-	-	-	✓✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>· erosion of the cliffs is the main sediment source</li> <li>· real longshore transport equal to potential transport east of Garrão meridian</li> </ul>

(\*) without replacement of the coastline

Table 2 - Sedimentary balance at current situation.

SEDIMENT CELLS		RESIDUAL LONGSHORE TRANSPORT	RIVER (SOLID FLOW)	COASTAL EROSION	BEACH NOURISHMENT	DUNE	UNDER-WATER CANYON	DREDGING AND SEDIMENT EXTRACTION(*)
Number	Section	Entrance						
1a	Minho River – Douro River	-	✓	✓✓✓	-	-	-	✓✓
1b	Douro River – Cabo Mondego	✓✓	✓	✓✓✓	-	-	-	✓✓✓
1c	Cabo Mondego – Nazaré	✓✓✓	-	✓✓✓	-	-	✓✓✓	✓✓
2	Nazaré – Peniche	-	✓	-	-	✓	-	-
3	Peniche – Cabo Raso	-	✓	-	-	✓	-	-
4a	Cabo Raso – Carcavelos	-	✓	-	-	-	-	-
4b	Tagus exterior estuary	✓✓	-	✓✓	-	-	-	-
4c	Rainha's beach – Cabo Espichel	-	-	✓✓	-	-	-	-
5	Cabo Espichel – Sines	-	-	✓✓	-	-	-	✓✓
6	Sines – Cabo de São Vicente	-	✓	-	-	✓	-	-
7	Cabo de São Vicente – Olhos de Água	-	-	-	-	-	-	-
8	Olhos de Água – Vila Real de Santo António	-	-	-	✓✓	-	-	-

RETENTION			RESIDUAL LONGSHORE TRANSPORT	DIAGNOSE	PROPOSED INTERVENTION STRATEGY FOR THE SEDIMENT BALANCE
Coastal lagoons	Coastal structures	System	Exit		
-	-	-	✓✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>reduction of fluvial contribution (dams and extraction in rivers)</li> <li>dredging and extracting in ports often higher than coastal longshore transport</li> <li>coastal erosion is the main sediment source</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ensure the nourishment of the beach with all the sand and gravel, class 1 and 2, dredged</li> </ul>
-	✓✓✓	-	✓✓✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>reduction of Douro's river sediment contribution (extractions and dams)</li> <li>sediment retention associated with the port of Aveiro</li> <li>coastal erosion is the main sediment source</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>artificially feed Espinho's section - Furadouro</li> <li>evaluate the sedimentary reserves on the north mainland shelf</li> <li>quantify the solid flow of the Douro under current conditions</li> <li>make the sedimentary transposition of Aveiro's bar</li> </ul>
-	✓✓	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>sediment retention associated with the port of Figueira da Foz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>make the sediment transposition at the mouth of the river Mondego in Figueira da Foz using a bypass</li> <li>study the recovery of sediment in the end of the cycle in Nazaré</li> </ul>
✓	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>no significant changes against the reference situation</li> </ul>	
-	-	-	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>no significant changes against the reference situation</li> </ul>	
-	-	-	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>no significant changes against the reference situation</li> </ul>	
-	-	✓✓	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>very significant extractions in Bugio's bank in the second half of the twentieth century</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>artificially feeding the cell with sand out of the system (mainland shelf)</li> </ul>
-	-	-	✓✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>no significant changes against the reference situation</li> </ul>	
-	-	✓✓	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>dredging in the port of Setubal did not introduce significant changes against the reference situation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ensure the nourishment of the beach with all the sand and gravel, class 1 and 2, dredged</li> </ul>
-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>no significant changes against the reference situation</li> </ul>	
-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>no significant changes against the reference situation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ensure continuity of the replacement on the beach of all the dredged sediments</li> </ul>
-	-	-	✓✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>inhibition of the erosive process through continued beach nourishment program</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ensure the continuity of feeding at Vale de Lobo section - Garrão</li> </ul>

(\*) without replacement of the coastline



# INTRODUÇÃO





# 1. Introdução

## 1.1. Objetivos

No âmbito do despacho n.º 6574/2014, de 20 de maio, foi constituído o Grupo de Trabalho para o Litoral com o objetivo de “desenvolver uma reflexão aprofundada sobre as zonas costeiras, que conduza à definição de um conjunto de medidas que permitam, no médio prazo, alterar a exposição ao risco, incluindo nessa reflexão o desenvolvimento sustentável em cenários de alterações climáticas”.

Neste contexto, o presente relatório apresenta uma síntese do conhecimento sobre a dinâmica da faixa costeira de Portugal continental em situação de referência e em cenários de alteração climática.

A valorização da zona costeira só poderá ser alcançada através de uma gestão do território assente nos princípios da Gestão Integrada da Zona Costeira (GIZC). Este processo deverá, de uma forma dinâmica, contínua e interativa, harmonizar os valores ambientais, socio-económicos e éticos. Neste sentido, qualquer atuação nesta área deverá procurar um equilíbrio entre valorização do território e a preservação dos valores ambientais.

## 1.2. Conceitos

A zona costeira pode ser genericamente definida como a região onde os processos marinhos e terrestres interagem. Esta definição é compatível com uma região que apresenta naturalmente limites difusos, com elevada variabilidade espacial e temporal. A natureza intrinsecamente ambígua deste conceito faz com que a sua delimitação seja muito variável e dependente do contexto em que é utilizada (Iddri, 2010). Neste trabalho serão adotadas as definições propostas na Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira (ENGIZC - aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 82/2009, de 8 de setembro):

*Zona costeira* - Zona costeira é a porção de território influenciada direta e indiretamente, em termos biofísicos, pelo mar (ondas, marés, ventos, biota ou salinidade) e que, sem prejuízo das

adaptações aos territórios específicos, tem, para o lado de terra, a largura de 2 quilómetros medida a partir da linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais e se estende, para o lado do mar, até ao limite das águas territoriais, incluindo o leito.

*Litoral* - termo geral que descreve as porções de território que são influenciadas direta e indiretamente pela proximidade do mar;

*Orla costeira* - porção do território onde o mar, coadjuvado pela ação eólica, exerce diretamente a sua ação e que se estende, a partir da margem até 500 m, para o lado de terra e, para o lado do mar, até à batimétrica dos 30 m;

*Linha de costa* - fronteira entre a terra e o mar, assumindo-se como referencial a linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais (LMPMAVE).

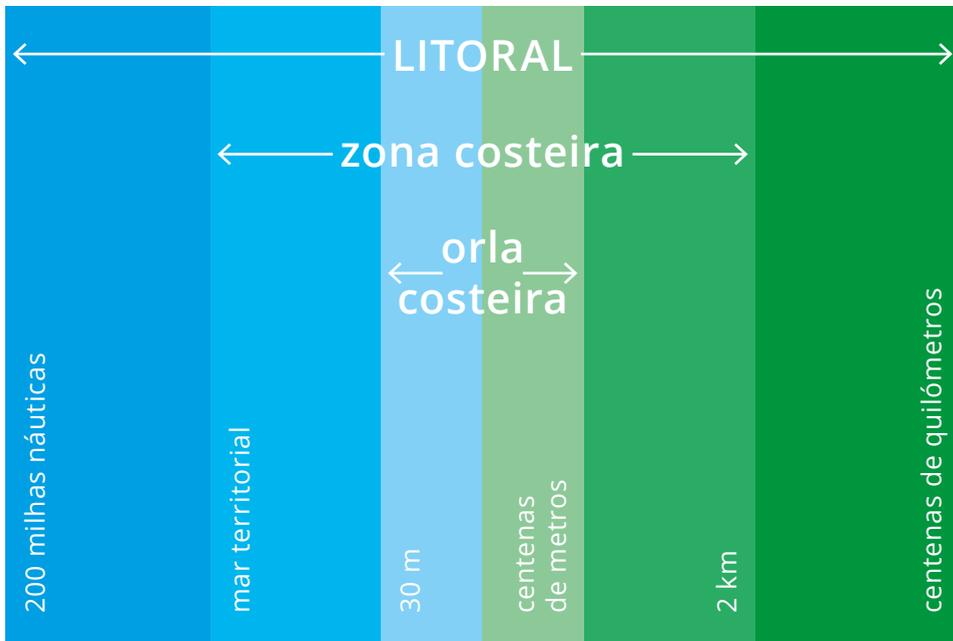


Figura 1.1 - Conceito de zona costeira e limites conexos (ENGIZC).







# CARACTERIZAÇÃO DA ZONA COSTEIRA DE PORTUGAL CONTINENTAL



## 2. Caracterização da Zona Costeira de Portugal Continental

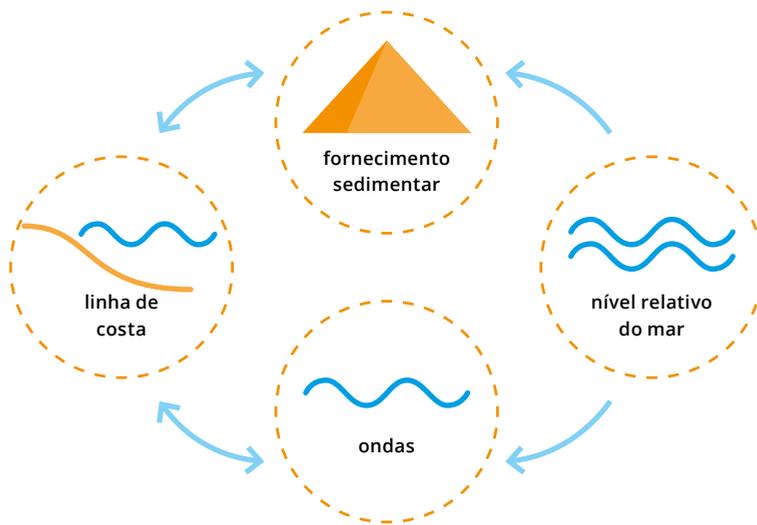
### 2.1. Introdução

O litoral português apresenta um valor natural, económico e cultural ímpar, cuja importância é amplamente reconhecida. No entanto, a diversidade de atividades que suporta induz, frequentemente, conflitos de interesses conduzindo a estratégias de intervenção contraditórias. Este facto tem conduzido, desde há décadas, à degradação do sistema costeiro, em grande parte devido aos problemas relacionados com a erosão costeira. Em alguns casos, esta degradação atinge proporções inquietantes e chega mesmo a comprometer extensos troços costeiros. Controlar e inverter o problema não será uma tarefa fácil uma vez que a regeneração do litoral é um processo complexo e demorado. Esta recuperação, que deve ser encarada como um desígnio nacional, só poderá ser atingida com uma gestão baseada no conhecimento, identificando as causas, reconhecendo a respetiva dinâmica e intervindo a favor da natureza. A solução deverá basear-se num consenso alargado que permita adotar uma estratégia de longo prazo que ultrapasse a dimensão temporal característica dos ciclos políticos, comprometendo todos os intervenientes neste processo.

### 2.2. Dinâmica e evolução costeira

A atual configuração do litoral é o resultado da interação ente os agentes da geodinâmica interna e externa e, mais recentemente, da ação do Homem. A contínua interação entre estes agentes torna a zona costeira extremamente dinâmica, mesmo quando considerada à escala da vida humana. Em Portugal continental, a crescente ocupação do litoral é, em muitos casos, incompatível com esta dinâmica natural, resultando em numerosas, e cada vez mais frequentes, situações de conflito. Mas se, por vezes, existe a perspectiva de que o conflito entre dinâmica natural e ocupação do território costeiro é inevitável, e se aceita que o Homem está condenado a uma “guerra contra o mar”, também é verdade que, na maior parte dos casos, a correta compreensão da dinâmica costeira pode fundamentar modelos de ordenamento mais sustentados. Assim, compreender a dinâmica do litoral português é fundamental para sustentar qualquer política de intervenção e de gestão do espaço e do risco na zona costeira.

O traçado e a posição atuais da linha de costa dependem de um conjunto alargado de fatores interativos e retroativos, dos quais se destacam o forçamento oceanográfico (ondas, marés, correntes costeiras, sobre-elevação meteorológica, nível médio do mar), os sedimentos (natureza, dimensão, disponibilidade), o contexto geomorfológico (incluindo praias, arribas, estuários, lagoas e ilhas barreira) e a intervenção antrópica. Na costa portuguesa, o principal “motor” do transporte sedimentar relaciona-se com a agitação incidente pelo que, de uma forma simplificada, a evolução da posição da linha de costa pode ser, em grande medida, explicada através da interação entre as ondas, o fornecimento sedimentar e as variações do nível médio relativo do mar (Figura 2.1).



*Figura 2.1 - Esquema simplificado dos processos que condicionam a posição da linha de costa.*

A análise destas variáveis permite explicar os traços gerais da organização e da evolução da linha de costa portuguesa a várias escalas temporais e espaciais, permitindo assim compreender o passado, perceber a configuração atual e perspetivar as tendências de evolução futura.

Quando se analisa a evolução do litoral à escala dos milhares de anos (desde o último máximo glaciário (UMG), há cerca de 18 000 anos) verifica-se que a variação do nível médio do mar (NMM) foi o processo que mais condicionou a evolução da posição da linha de costa e as modificações do seu traçado (Dias et al., 2000). No UMG o nível do mar situar-se-ia cerca de 120 - 140 m abaixo do nível presente e a posição da linha de costa distava várias dezenas de quilómetros da atual. A deglaciação e o período de melhoria climática global ocorrido entre  $\approx 18\,000$  e  $\approx 7\,000$  anos antes do presente originaram também uma subida global do NMM, acompanhado de inundações dos vales e das terras baixas anteriormente escavadas e originando uma configuração costeira

mais recortada, com rias e estuários profundamente embutidos para o interior. Durante este período as taxas médias de elevação do nível do mar excederam 1 cm/ano, originando recuos da linha de costa médios com magnitude métrica a decamétrica.

A estabilização do NMM, ocorrida há aproximadamente 3500 anos atrás (Dias et al., 2000), traduziu-se numa alteração do forçamento dominante. Considerando que, desde essa data, o padrão de circulação atmosférico não sofreu alterações significativas (ou seja o regime médio de agitação marítima se manteve razoavelmente invariante), a evolução do litoral passou a ser condicionada essencialmente pelo fornecimento sedimentar. Ou seja, a partir daquela época, o balanço sedimentar foi o fator que mais influenciou a mobilidade da linha de costa: sempre que existiu um *superavit* sedimentar a costa migrou em direção ao mar (acrecção/progradação) e em situações de déficit sedimentar a linha de costa migrou em direção a terra (erosão/recuo).

Regra geral, assistiu-se a um assoreamento generalizado dos estuários, lagunas, golfos e rias, para o qual contribuíram, com intensidade exponencialmente crescente, as atividades antrópicas, em particular a desflorestação e a agricultura, pois tiveram um impacto muito positivo no fornecimento sedimentar.

A partir de finais do século XIX, o litoral passa a apresentar uma tendência regressiva (recuo), cujos primeiros relatos são descritos por “invasões do mar”. Este comportamento regressivo do litoral é geralmente relacionado com a redução do fornecimento sedimentar associado à atividade antrópica, nomeadamente com a construção de barragens, a extração de inertes nos cursos de água e albufeiras, as práticas agrícolas que visam a conservação do solo e a construção de obras portuárias (Teixeira, 2014).

A construção de barragens é um dos fatores a que tem sido atribuída mais importância na redução do fornecimento sedimentar para a costa, estimando-se que atualmente as barragens sejam responsáveis pela retenção de mais de 80% dos volumes de areias que eram transportadas pelos rios antes da respetiva construção (Valle, 2014). Esta redução associa-se não só ao efeito de retenção sedimentar na albufeira (Abecasis, 1997) mas também à regularização das velocidades, resultante da atenuação das cheias (Santos-Ferreira e Santos, 2014).

A extração de areias no domínio hídrico é outro dos fatores que mais tem contribuído para o elevado déficit sedimentar no litoral. Efetivamente, os elementos incluídos no Estudo do Mercado de Inertes em Portugal Continental, promovido em 2003 pelo então Instituto da Água permitem estimar que, à data, cerca de 1/3 das areias comercializadas para a construção civil e obras públicas eram obtidas no domínio hídrico, sendo entre 54% e 66% dos inertes extraídos nos portos e a restante parte extraídos no rio Tejo. Para avaliar a relevância da extração de inertes em domínio hídrico, é de referir que o conjunto das áreas portuárias sob jurisdição do IPTM (Portos do Norte, Centro e Sul e delegação do Douro), bem como o Porto de Aveiro eram, no seu conjunto, responsáveis pela comercialização de aproximadamente 2.5 milhões  $m^3ano^{-1}$  de areias. A magnitude deste valor mostra bem a relevância que esta atividade apresentou no balanço sedimentar costeiro.

O reconhecimento da relevância do balanço sedimentar na evolução da linha de costa materializa-se nas orientações estratégicas sobre a erosão costeira propostas no projeto europeu Conscience ([www.conscience-eu.net](http://www.conscience-eu.net)). De acordo com as conclusões deste projeto, a resolução dos problemas associados à erosão costeira deve atender às causas que a originam, e que se relacionam, fundamentalmente, com a existência de défices sedimentares. A gestão do balanço sedimentar deverá, por isso, assumir um papel primordial nas estratégias de intervenção e mitigação do processo erosivo. A célula sedimentar, que corresponde a uma unidade autónoma do ponto de vista sedimentar, surge assim, naturalmente, como a unidade de gestão do território que permite gerir de forma coerente o balanço sedimentar. Em cada célula o balanço sedimentar costeiro é definido através da quantificação das entradas (fontes) e saídas (sumidouros) de sedimento da célula sedimentar (Figura 2.2).

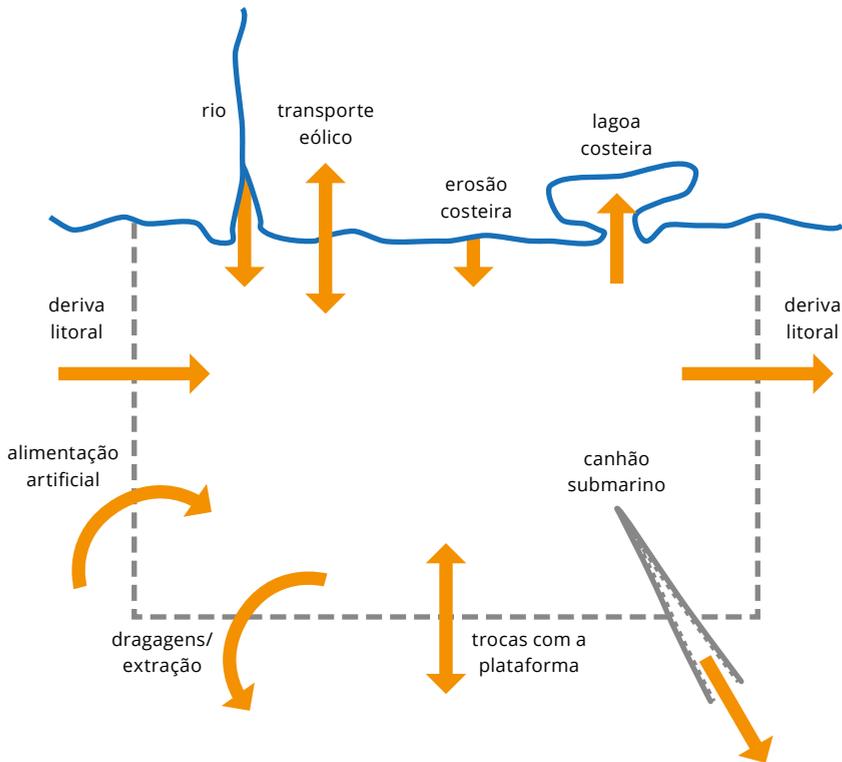


Figura 2.2 - Representação esquemática de uma célula sedimentar (adaptado de van Rijn, 2010).

### 2.3. Células sedimentares

A linha de costa de Portugal continental estende-se da foz do rio Minho à foz do rio Guadiana ao longo de 987 km (variável com a escala) apresentando uma grande diversidade de ambientes morfossedimentares, onde se incluem praias, arribas, estuários, lagoas e ilhas barreira. Uma descrição resumida da organização geomorfológica da totalidade do litoral de Portugal continental pode ser encontrada em Abecasis (1997), Andrade et al. (2002) e Ferreira e Matias (2013).

De acordo com as características geomorfológicas e dinâmica sedimentar, o litoral de Portugal continental foi dividido em 8 células sedimentares (Figura 2.3). Sempre que tal foi considerado relevante, foram ainda definidas subcélulas sedimentares cujas fronteiras correspondem a descontinuidades na magnitude e direção do transporte sedimentar. O domínio de cada uma das células corresponde à faixa onde as ondas são o principal mecanismo de transporte sedimentar; em contexto de praia, este domínio materializa-se pela faixa compreendida entre a profundidade de fecho e o limite terrestre da praia. Para quantificar o balanço sedimentar procedeu-se à inventariação e caracterização dos processos de fornecimento e distribuição sedimentar naturais (caudal sólido, acreção/erosão costeira, deriva litoral) e de natureza antrópica (dragagens, extrações, alimentação de praias e retenção em albufeiras de barragens). Neste trabalho, considerou-se que o fornecimento sedimentar associado à erosão costeira pode dividir-se em duas componentes: na erosão da praia propriamente dita, e no recuo da linha de costa. Na erosão da praia o fornecimento sedimentar encontra-se associado à redução do volume retido no perfil de praia (situação que ocorre na impossibilidade da migração da praia em direção em terra quando se verifica a presença de estruturas costeiras rígidas ou arribas talhadas em formações rochosas consolidadas), enquanto que no recuo da linha de costa se encontra associado à erosão dos sistemas terrestres adjacentes (dunas, arribas) e não implica a modificação do perfil de praia.

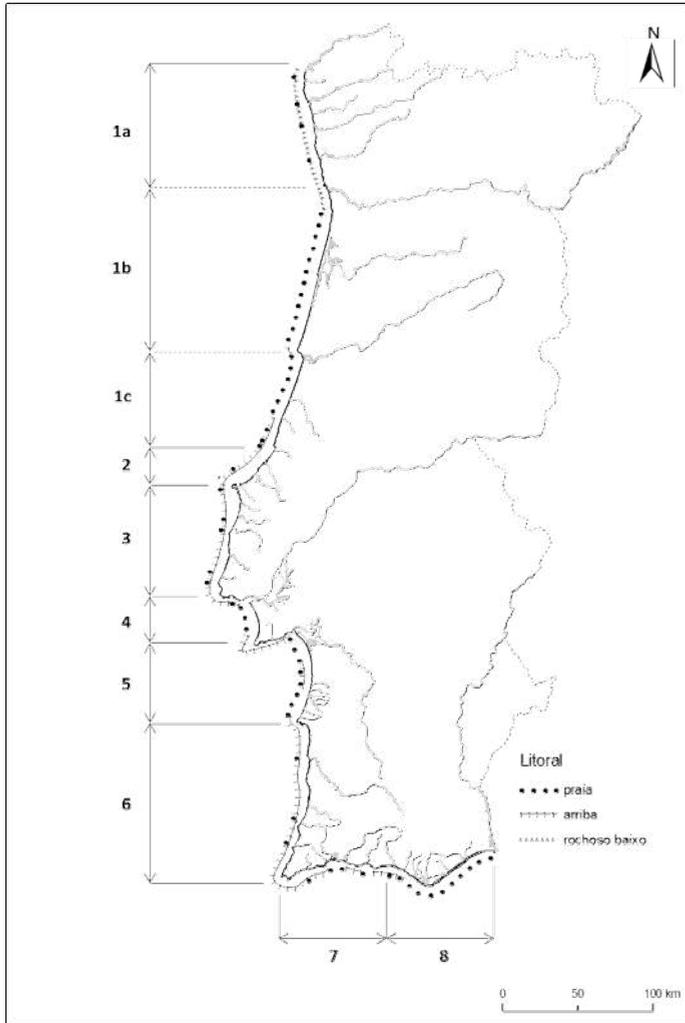


Figura 2.3 - Geomorfologia simplificada do litoral português e divisão em células sedimentares.

Para cada uma destas células foi efetuada uma caracterização geomorfológica e definido o balanço sedimentar para as situações de referência e atual. A **situação atual** é considerada representativa das últimas duas décadas, e a **situação de referência** caracteriza a situação anterior à existência de uma perturbação antrópica, significativa e negativa, no balanço sedimentar (que se associa à construção de barragens, obras de engenharia na costa, em particular molhes para fixar a entrada das barras dos portos, extração de areias nos rios e na zona costeira), como a que existiria no séc. XIX na generalidade da costa.

A concretização do balanço sedimentar, para as situações de referência e atual, foi suportada pela determinação do volume sedimentar (Q) resultante da avaliação das fontes e dos sumidouros sedimentares. Foi também considerada informação, que apesar de exterior à célula, é relevante para o balanço sedimentar (retenção em barragens e lagoas costeiras). A avaliação da magnitude de cada uma das fontes e dos sumidouros considerados foi efetuada através da consulta dos elementos disponíveis (relatórios técnicos, artigos científicos, teses de doutoramento e dissertações de mestrado). Este processo apresentou, contudo, importantes constrangimentos que condicionam os balanços sedimentares apresentados, nomeadamente:

- A existência de numerosas lacunas de informação, relacionadas com dados de base (por exemplo, taxas de erosão; natureza, volume e destino dos sedimentos dragados) e metodologias de cálculo;
- A disponibilidade da informação frequentemente dispersa em diferentes instituições (sendo por vezes difícil perceber que entidade tem/é responsável por determinado tipo de informação) e muitas vezes só disponível em suporte analógico.
- Acresce aos constrangimentos referidos, o desfasamento temporal existente entre uma intervenção na costa e a resposta do sistema (por exemplo, entre uma dragagem e a repercussão na posição da linha de costa), que é complexo e muito variável no espaço. Pelos motivos referidos, os valores adotados nos balanços sedimentares apresentados (e, principalmente, na situação atual) resultam da articulação das referências disponíveis com o conhecimento científico e empírico do sistema costeiro detido pelo grupo de trabalho, pelos investigadores e técnicos consultados durante o período de elaboração do presente estudo. Neste contexto, os balanços sedimentares apresentados devem ser considerados unicamente representativos da ordem de grandeza dos volumes sedimentares envolvidos.

### Célula 1

Esta célula, que se estende desde a foz do rio Minho à Nazaré, foi dividida em 3 subcélulas: do Minho ao Douro (1a), do Douro ao cabo Mondego (1b) e do cabo Mondego à Nazaré (1c). Todo este litoral encontra-se sujeito a um clima de agitação fortemente energético, que, em combinação com uma orientação NNW-SSE a NNE-SSW, se traduz por um potencial do transporte sólido residual com magnitude muito elevada (da ordem de  $10^6 \text{m}^3 \text{ano}^{-1}$ ).

Da foz do rio Minho à foz do rio Douro (subcélula 1a), o litoral corresponde a uma costa rochosa baixa que se desenvolve com orientação NNW-SSE. Apresenta numerosas praias de areia e cascalho, por vezes extensas, que frequentemente ocorrem na dependência da foz das linhas de água que drenam para esta subcélula. O desenvolvimento das praias encontra-se muito associado à geometria do substrato rochoso, existindo pequenos tómbolos enraizados em afloramentos graníticos. A planície litoral, que corresponde a uma plataforma de abrasão fóssil, encontra-se por vezes coberta por dunas. Na situação de referência (Figura 2.4, Tabela 2.1), o fornecimento sedimentar associado aos rios Minho, Lima, Cávado e Ave (a contribuição das

outras fontes sedimentares, nomeadamente a restante rede hidrográfica, o litoral da Galiza e a erosão costeira, deveria ter uma importância secundária), pode ser estimado em  $2 \times 10^5 \text{m}^3 \text{ano}^{-1}$ , claramente insuficiente para saturar a deriva litoral potencial.

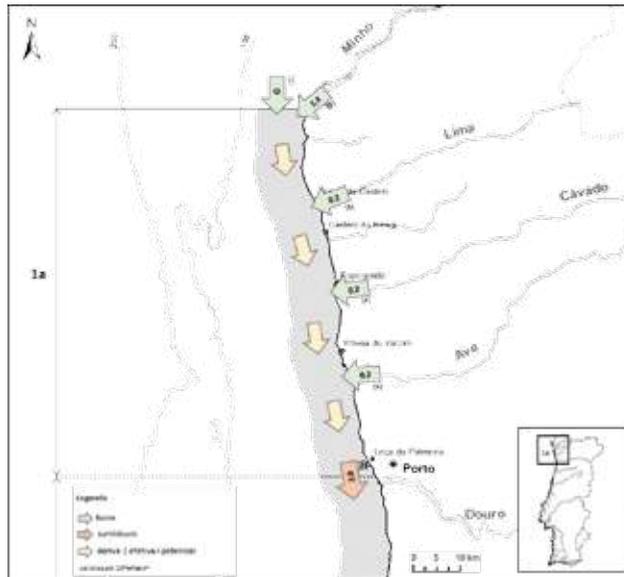


Figura 2.4 - Célula 1, subcélula 1a: balanço sedimentar na situação de referência.

Tabela 2.1 - Célula 1, subcélula 1a: definição do balanço sedimentar na situação de referência.

Q ( $10^5 \text{m}^3 \text{ano}^{-1}$ ) fonte (+)   sumidouro (-) (valores adotados neste trabalho)	Processo / Atividade	Referências	Q ( $10^5 \text{m}^3 \text{ano}^{-1}$ )	Observações	
[1] Fronteira norte	0	Deriva litoral	-	Fronteira fechada	
[2] Rio Minho	+1.4	Caudal sólido	Magalhães, 1999	1.85	Transporte de fundo
			Hidrotécnica, 1988 in APA, I.P., 2012a	0.95	
[3] Rio Lima	+0.2	Caudal sólido	Magalhães, 1999	0.13	Transporte de fundo
			Hidrotécnica, 1988 in APAL, 2012a	0.23	
[4] Rio Cávado	+0.2	Caudal sólido	Magalhães, 1999	0.17	Transporte de fundo
			Hidrotécnica, 1988 in APA, I.P., 2012b	0.19	
[5] Rio Ave	+0.2	Caudal sólido	Magalhães, 1999	0.17	Transporte de fundo
			Hidrotécnica, 1988 in APAL, 2012b	0.20	
[6] Fronteira sul	-2.0	Deriva litoral a sul de Leixões	Oliveira et al., 1982	1.5-1.8	Antes de 1880
			Vicente e Clímaco, 2012	2.1-2.5	

Da foz do Douro até ao cabo Mondego (subcélula 1b), o litoral pode ser dividido em três troços: 1) um troço norte (Douro até Espinho) com orientação e características geomorfológicas semelhantes à subcélula 1a; 2) um troço central, com orientação NNE-SSW, mais extenso e que corresponde a uma costa arenosa baixa e 3) um troço em arriba marginado por praia, que se desenvolve para sul de Quiaios e termina no cabo Mondego que constitui uma barreira natural ao transporte sedimentar residual. O troço central apresenta extensas praias lineares limitadas por dunas litorais (pelo menos no passado recente), que só são interrompidas pela barra de Aveiro. A ria de Aveiro desenvolve-se entre o Furadouro e o Areão e encontra-se separada do oceano por um cordão litoral cuja largura por vezes é inferior a poucas centenas de metros. Em regime natural, o rio Douro terá contribuído com um volume sedimentar estimado em  $9 \times 10^5 \text{m}^3 \text{ano}^{-1}$ ; este volume sedimentar, somado ao anterior, seria suficiente para saturar a deriva litoral a sul do paralelo de Espinho, estimada em  $11 \times 10^5 \text{m}^3 \text{ano}^{-1}$  (Figura 2.5, Tabela 2.2).

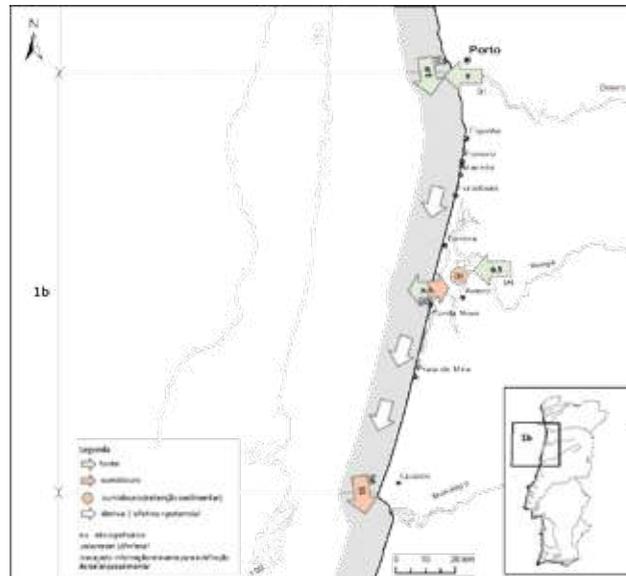


Figura 2.5 - Célula 1, subcélula 1b: balanço sedimentar na situação de referência.

Tabela 2.2 - Célula 1, subcélula 1b: definição do balanço sedimentar na situação de referência.

Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> ) fonte (+)   sumidouro (-) (valores adotados neste trabalho)	Processo / Atividade	Referências	Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Observações
[1] Fronteira norte +2	Deriva litoral	-	-	Da célula 1a
[2] Rio Douro +9	Caudal sólido	Oliveira et al., 1982	7.5-18.0	Areia / Transporte de fundo
		Hidrotécnica, 1988 <i>in</i> APA, I.P., 2012c	3.0	
[3] Ria de Aveiro n.s.	[A] Caudal sólido do rio Vouga	Magalhães, 1999	16.5	Transporte de fundo
		Dias, 1987	0.3	Transporte de fundo
	[B] Retenção na ria de Aveiro	Magalhães, 1999	0.4	Transporte de fundo
		Teixeira, 1994	Totalidade	Partículas grosseiras
[4] Fronteira sul -11	Deriva litoral no troço Espinho – Nazaré	Abecasis, 1955 <i>in</i> Silva et al., 2012	2	
		Oliveira et al., 1982	15-18	
		Silva et al., 2012	11	56 anos: resultante anual varia entre 1 e 22
		SENER, 2012	5-15	
		Vicente e Clímaco, 2012	13	
		Abecasis et al., 1968 <i>in</i> Magalhães, 1999	35	
Carvalho, 1971 <i>in</i> Magalhães, 1999	15.5			

n.s. não significativo

Imediatamente a sul do cabo Mondego (subcélula 1c) a costa é rochosa, talhada em arriba e com presença de plataforma de abrasão passando progressivamente a uma praia arenosa, extremamente desenvolvida a norte da barra do Mondego, por efeito de retenção contra o molhe norte do porto da Figueira da Foz. Esta retenção induziu o recuo da linha de costa a sotamar, no troço Cova Gala – Pedrogão, o que conduziu à construção de um conjunto de estruturas rígidas de proteção costeira. A sul da Figueira da Foz, o litoral é baixo, arenoso e retilíneo, retomando a direção aproximada NNE-SSW. A sul de São Pedro de Moel passa a desenvolver-se em arriba marginada por uma praia estreita, que se alarga na vizinhança da Nazaré, novamente pelo efeito de retenção, aqui induzido pelo promontório da Nazaré. Na situação de referência, considerando a orientação da linha de costa desta subcélula costeira (e da subcélula 1c), a magnitude da deriva litoral residual ao longo do troço costeiro entre Espinho e a Nazaré foi considerada constante, não existindo ganhos/perdas sedimentares significativas nas barras do Vouga e Mondego. O canhão da Nazaré, que corresponde à fronteira sotamar desta célula, funciona como um sumidouro sedimentar por onde toda a areia transportada na deriva litoral era perdida para o oceano profundo (Figura 2.6, Tabela 2.3)

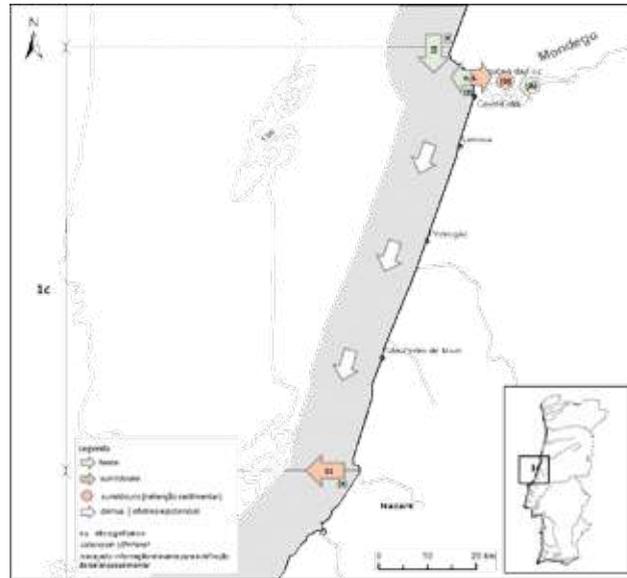


Figura 2.6 - Célula 1, subcélula 1c: balanço sedimentar na situação de referência.

Tabela 2.3 - Célula 1, subcélula 1c: definição do balanço sedimentar na situação de referência.

Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> ) fonte (+)   sumidouro (-) (valores adotados neste trabalho)	Processo / Atividade	Referências	Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Observações
[1] Fronteira norte +11	Deriva litoral	-	-	Da célula 1b
[2] Rio Mondego n.s.	[A] Caudal sólido	Oliveira et al., 1982 Hidrotécnica, 1981 in APA, I.P., 2012d	0.8 0.4	Transporte de fundo
	[B] Retenção no estuário	-	-	
[3] Canhão da Nazaré -11	Perda transversal	Duarte et al., 2014	Totalidade	Captura integral da deriva residual

n.s. não significativo

Na situação atual, o balanço sedimentar na célula 1 alterou-se radicalmente. A intensa atividade antrópica no litoral e bacias hidrográficas potenciou uma acentuada redução no fornecimento sedimentar (Oliveira et al., 1982). A esta redução associou-se uma tendência de erosão particularmente acentuada em alguns segmentos desta célula, nomeadamente Espinho - Furadouro, Costa Nova - Mira e Cova Gala - Leirosa.

Para tentar contrariar esta tendência foram construídas numerosas obras rígidas de engenharia costeira (paredões e esporões) que conduziram à crescente artificialização da linha de costa.

Na subcélula 1a, à redução no fornecimento sedimentar de natureza fluvial associou-se um recuo generalizado das praias arenosas que, aparentemente, se tem vindo a acentuar. A erosão das praias passou a constituir uma fonte sedimentar ativa, que compensou parcialmente o défice gerado. A título de exemplo, refira-se o troço costeiro entre a foz do Cávado e Ofir, onde no período de 1923 a 1950 se observaram taxas de erosão de 0.2 m/ano mas que no período entre 1950 e 1980 ascenderam a cerca de 1 m/ano (Veloso Gomes et al., 2006). No troço costeiro a norte de Esposende, outra das consequências associada ao défice sedimentar tem sido a progressiva substituição das praias de areia por praias de cascalho (Granja e Loureiro, 2007; Figura 2.7).



**Figura 2.7** - Evolução da praia arenosa de Rêgos de Baixo (zona da duna grande) (1. zona de galgamento; 2. duna grande) (in Loureiro, 2006).

A erosão costeira que se observa traduz-se num conjunto de situações de risco críticas, identificadas nos Planos de Gestão de Região Hidrográfica que abrangem este troço costeiro (APA, I.P., 2012 a, b), nomeadamente: Ponta do Camarido e ligação à Ínsua, foz do rio Âncora/ duna do Caldeirão, faixa envolvente da Amorosa, zona a sul da Pedra Alta, litoral norte de Esposende desde a foz do Neiva até à zona a sul de S. Bartolomeu do Mar e restinga de Ofir. Nesta subcélula (Figura 2.8, Tabela 2.4), o elevado défice sedimentar existente relaciona-se com a construção de barragens, que diminuiu significativamente o caudal sólido arenoso debitado pelos rios, e com as numerosas operações de dragagem e extração de sedimentos realizadas no domínio hídrico (Veloso-Gomes, 2010). A título de exemplo podem referir-se as dragagens realizadas no porto de Viana do Castelo que entre 1990 e 2009 excederam os 8 milhões m<sup>3</sup> (40 vezes mais do que o fornecimento sedimentar anual estimado para toda a subcélula 1a na situação de referência; 100 vezes se for considerada a situação atual). A combinação destes dois fatores fez inclusivamente com que o estuário de alguns rios passasse, na prática, a funcionar como sumidouro sedimentar. É na foz do rio Cávado que estas alterações apresentaram menor expressão uma vez que, de acordo com os elementos disponíveis, as areias dragadas na secção terminal foram integralmente utilizadas para alimentação da restinga de Ofir (APA, I.P., 2012b). Neste sentido, e atendendo à magnitude das dragagens que têm sido efetuadas no porto de Viana do Castelo, admitiu-se que o estuário do rio Lima deverá capturar toda a areia

transportada de norte. Assim, a subcélula 1a pode ser dividida em dois troços que atualmente podem ser considerados independentes do ponto de vista sedimentar: rio Minho – rio Lima e rio Lima – rio Douro. No primeiro troço, as fontes sedimentares correspondem ao caudal sólido do rio Minho e das ribeiras costeiras e à erosão do litoral; os sumidouros principais correspondem às dragagens realizadas no canal de navegação do rio Minho e nos portos de Vila Praia de Âncora e Viana do Castelo. Neste contexto, a fronteira norte do troço costeiro entre o Lima e Douro será atravessada por um volume de areia negligenciável. As fontes sedimentares neste troço são dominadas pela erosão costeira, sendo a contribuição do caudal sólido proveniente das linhas de água que drenam para este troço secundária. O litoral entre o rio Lima e a foz do Cávado deverá ter constituído, no passado recente, a fonte sedimentar com maior magnitude para o troço rio Lima – rio Douro; no entanto, a substituição das praias de areias por praias de cascalho, sugere um esgotamento desta fonte, pelo que no futuro próximo esta contribuição tenderá a ser muito reduzida. A estimativa da deriva litoral que atravessa a fronteira sul desta subcélula foi efetuada considerando o volume médio das dragagens, com reposição na praia, efetuado no porto de Leixões.

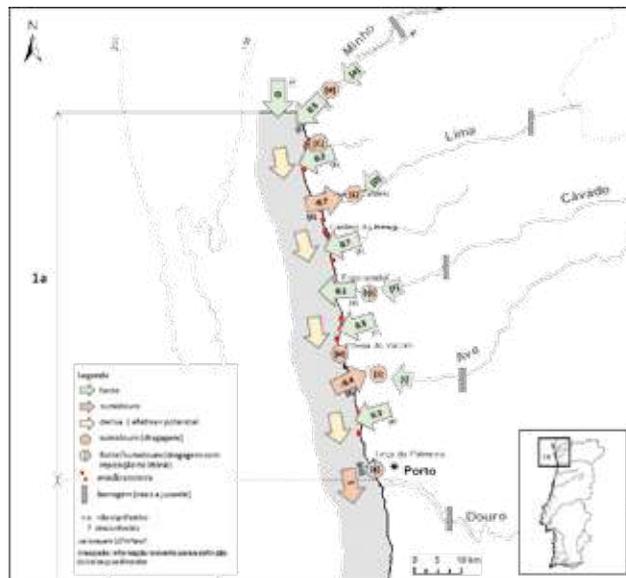


Figura 2.8 - Célula 1, subcélula 1a: balanço sedimentar na situação atual.

Tabela 2.4 - Célula 1, subcélula 1a: definição do balanço sedimentar na situação atual.

Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> ) fonte (+)   sumidouro (-) (valores adotados neste trabalho)	Processo / Atividade	Referências	Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Qtot (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> )	Observações
[1] Fronteira norte 0	Deriva litoral	-	-	-	-
[2] Rio Minho +0.5	[A] Caudal sólido	Magalhães, 1999 FBO et al., 1995 <i>in</i> APA, I.P., 2012a	0.3 1.2		Transporte de fundo Transporte de fundo
	[B] Dragagens no canal de navegação do rio Minho	Portela, 2007 Portela, 2007		80 0.6	1973-1989 <i>Extração de inertes</i> 1995-2006
[3] Troço Minho - Lima +0.2	Erosão costeira e caudal sólido das ribeiras costeiras				2005-2007 Areia <i>Imersão no mar e comercialização</i>
	[C] Dragagens no porto de Vila Praia de Âncora	IPTM, 2008a Portela, 2010	0.18 0.40		Projeção: plano de dragagens Areia <i>Colocação na praia</i>
	[D] Caudal sólido	Magalhães, 1999 FBO et al., 1995 <i>in</i> Oliveira et al., 2002	0.1 0.07		Transporte de fundo Transporte de fundo
[4] Rio Lima -0.7	[E] Dragagens no porto de Viana do Castelo	Mendes, 2009 IPTM, 2008b Portela, 2011			1990-2009 Porto comercial 2003-2007 Areia e lodos <i>Imersão no mar e comercialização</i> 1998-2007 Areia (50%) <i>comercialização</i>
	Deriva litoral para o troço a sul do rio Lima		0		
	[5] Troço Lima- Cávado +0.7	Erosão costeira e caudal sólido das ribeiras costeiras	Loureiro, 2006		
[6] Rio Cávado +0.1	[F] Caudal sólido	Magalhães, 1999 FBO et al., 1995 <i>in</i> Oliveira et al., 2002	0.1 0.09		Transporte de fundo Transporte de fundo
	[G] Dragagens no Cávado	Portela, 2010 PGRHCAL, 2012		2.3	1994, 2001, 2006 Areia <i>Colocação na praia</i> 1992 - ? <i>Colocação na praia</i>

Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> ) fonte (+)   sumidouro (-) (valores adotados neste trabalho)		Processo / Atividade	Referências	Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Qtot (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> )	Observações		
[7]	Troço Cávado - Ave	+0.3	Erosão costeira e caudal sólido das ribeiras costeiras Cávado- Póvoa de Varzim					
			[H]	Dragagens na barra e canal de acesso do porto da Póvoa de Varzim	IPTM, 2008c	0.51	2003-2007 Comercialização	
					Portela, 2010	0.50	Projeção: plano de dragagens Areia Colocação na praia	
Erosão costeira e caudal sólido das ribeiras costeiras Póvoa de Varzim-Ave								
[8]	Rio Ave	-0.4	[I] Caudal sólido					
				Dragagens na barra e canal de acesso do porto de Vila do Conde	IPTM, 2008d	0.45	2003-2005 Areia Comercialização	
			[J]		Portela, 2011	0.5	Projeção: plano de dragagens Areia e lodo Colocação na praia	
[9]	Troço Ave - Douro	+0.3	Erosão costeira e caudal sólido das ribeiras costeiras					
							2003-2007 Areia Colocação na praia	
					IPTM, 2008e		1.1	
							2.7	2003-2007 Areia siltosa / classe 1 e 2 Imersão no mar
			[K]	Dragagens no porto de Leixões	Rodrigues, 2010		15.5	1995-2008 Colocação na praia
[10]	Fronteira sul	-1.0						
						1.85	1998-2007 Areia - dragagens de manutenção no terminal de petroleiros.	
						0.62	1998-2007 Colocação na praia	
		Vicente e Clímaco, 2012	n.s.			Para a célula 1b		

Qtot – volume acumulado no período indicado.

A sul da foz do Douro (Figura 2.9, Tabela 2.5), o défice sedimentar é atualmente extremamente elevado, uma vez que à redução da entrada de sedimentos pela fronteira norte se associa uma diminuição muito significativa do caudal sólido do rio Douro (estimado em  $2 \times 10^5 \text{m}^3 \text{ano}^{-1}$ ). Considerando que a deriva litoral a sul da povoação da Torreira se mantém invariante relativamente à situação de referência, foi criado um défice sedimentar que é compensado por forte erosão do litoral a sul de Espinho. Esta erosão atinge maior expressão entre a Maceda e o Torrão do Lameiro, com taxas médias de recuo próximas dos 3 m/ano no intervalo 1958-2010 (Silva, 2012). Estima-se que o volume sedimentar associado a este recuo ascenderá a  $8 \times 10^5 \text{m}^3 \text{ano}^{-1}$ .

O sedimento que é transportado por deriva a sul da Torreira é redistribuído por três domínios: i) praia de S. Jacinto onde a retenção promovida pelo molhe norte do porto de Aveiro induz progradação da linha de costa; ii) barra e porto de Aveiro, de onde é periodicamente dragado, e iii) delta de vazante do rio Vouga, com transposição da barra de Aveiro para o litoral a sotamar. A quantificação do volume sedimentar que transpõe a barra é extremamente complexa uma vez que depende da avaliação dos volumes sedimentares retidos em S. Jacinto, dos volumes subtraídos ao sistema por extração na praia e dragagens e ainda pela quantificação da evolução volumétrica do banco e passe da barra de Aveiro (Rosa et al., 2012). A esta dificuldade acresce o carácter não síncrono destas operações. Nesse sentido, optou-se por estimar o volume médio de transposição através da quantificação da erosão a sotamar de Aveiro (até à praia de Mira), assumindo-se que este valor corresponde ao défice sedimentar associado ao somatório das atividades acima referidas. Assim, assumiu-se que a transposição sedimentar na barra de Aveiro apresenta uma magnitude média de  $5 \times 10^5 \text{m}^3 \text{ano}^{-1}$ , ou seja aproximadamente metade da deriva litoral residual. A sul da praia de Mira o sistema encontra-se em equilíbrio dinâmico com uma deriva residual igual à deriva potencial ( $11 \times 10^5 \text{m}^3 \text{ano}^{-1}$ ); neste troço a praia, limitada por um cordão dunar robusto, apresenta uma elevada estabilidade.

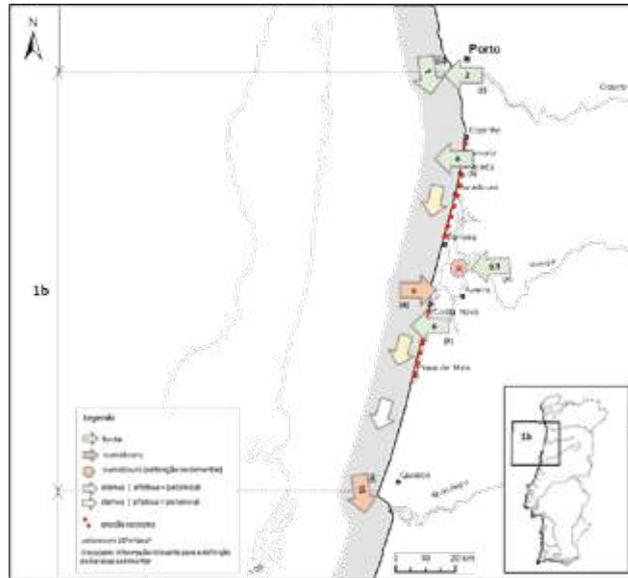


Figura 2.9 - Célula 1, subcélula 1b: balanço sedimentar na situação atual.

Tabela 2.5 - Célula 1, subcélula 1b: definição do balanço sedimentar na situação atual.

Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> ) fonte (+)   sumidouro (-) (valores adotados neste trabalho)	Processo / Atividade	Referências	Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Qtot (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Observações
[1] Fronteira norte +1	Deriva litoral	-	1		Da célula 1a
[2] Rio Douro +2	Caudal sólido	Oliveira et al., 1982	2.5		Transporte de fundo
		Magalhães, 1999	3.0		
[3] Troço Espinho-Torreira +8	Erosão costeira	Vicente e Clímaco, 2012	14.1		1997-2005
		Retenção a norte da barra de Aveiro	Vicente e Clímaco, 2012	9.8	
[4] Troço Torreira-Aveiro (ria de Aveiro) -6	Transposição da barra de Aveiro	Vicente e Clímaco, 2012	n.s.		1997-2005
	Dragagens no canal de navegação	Rosa et al., 2012		36	1987-1998
	Extrações em S. Jacinto + Dragagens no porto e barra de Aveiro (sem reposição no litoral)	CEDRU, 2011		350	1988-2008
	Dragagens no porto e barra de Aveiro (com reposição no litoral)	CEDRU, 2011		15	2009-2010
	Dragagens de manutenção nos canais portuários	Portela, 2011	6.8		1998-2007 Comercialização
	Erosão do banco e passe da barra	Rosa et al., 2012		63	1987-2003
	[A] Caudal sólido do rio Vouga	Magalhães, 1999	0.3		Transporte de fundo
[B] Retenção do caudal sólido do Vouga na ria de Aveiro	Teixeira, 1994				
[5] Troço Aveiro-Mira +6	Erosão costeira	Vicente e Clímaco, 2012	7.6		1997-2005
[6] Fronteira sul -11	Deriva litoral				Para a célula 1c

O sedimento que entra por deriva litoral na subcélula 1c transpõe o cabo Mondego, sendo depois transportado para sul ao longo da praia de Buarcos até à praia da Figueira da Foz, onde o seu percurso é condicionado pelo molhe norte da barra do Mondego (Figura 2.10, Tabela 2.6). Este obstáculo originou uma retenção sedimentar a barlar daquela estrutura portuária materializada no crescimento excecional que a praia da Figueira da Foz experimentou de 1960 a 1980 (Dias et al., 1994). Na sequência da recente ampliação do molhe norte em 400 m, iniciada em junho de 2008 e terminada em agosto de 2010, verificou-se um novo incremento na largura da praia que presentemente excede os 500 m no segmento sul. Esta retenção originou um processo erosivo na costa a sul, que é particularmente gravoso na costa imediatamente a sotamar da Figueira (Cova Gala, Lavos e Leirosa) mas que provavelmente se estende muito mais para sul (André e

Cordeiro, 2013). Considerando o processo erosivo a sul e a política de dragagem com reposição sedimentar junto à costa promovida pelo porto, estimou-se que, atualmente, a transposição sedimentar seja ligeiramente superior a metade da deriva potencial ( $6 \times 10^5 \text{m}^3 \text{ano}^{-1}$ ). No entanto, na sequência da saturação do molhe norte prevê-se que o volume de sedimentos que transpõem a barra (naturalmente e artificialmente) tenda a aumentar, reduzindo o processo erosivo particularmente gravoso que se observa a sul. A sul de São Pedro de Moel, o traçado ligeiramente mais rodado a norte na orientação da linha de costa induz um ligeiro incremento no potencial da deriva litoral, pelo que a praia passa a ser, em alguns troços, limitada por uma arriba.

O enorme volume sedimentar que é transportado ao longo desta subcélula ( $11 \times 10^5 \text{m}^3 \text{ano}^{-1}$ ) é depois capturado pelo canhão submarino da Nazaré, sendo, neste local, subtraído ao sistema litoral.

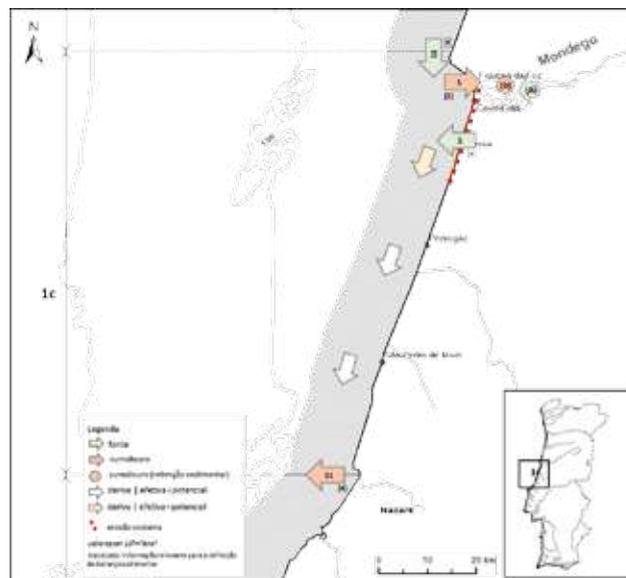


Figura 2.10 - Célula 1, subcélula 1c: balanço sedimentar na situação atual.

Tabela 2.6 - Célula 1, subcélula 1c: definição do balanço sedimentar na situação atual.

Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> ) fonte (+)   sumidouro (-) (valores adotados neste trabalho)	Processo / Atividade	Referências	Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Observações
[1] Fronteira norte +11	Deriva litoral	-	-	Da célula 1b
	[A] Caudal sólido	Magalhães, 1999	0.8	Transporte de fundo
	[B] Retenção no estuário	Hidrotécnica, 1981 in APA, I.P., 2012d	0.4	
[2] Rio Mondego -5	Retenção na praia da Figueira	André e Cordeiro, 2013	3.9	Out. 2010 - Dez. 2011
	Extração na barra, e anteporto	IPTM, 2008f	2.7	2002 - 2007
	Extração no porto e canal de acesso	IPTM, 2008f	2.9	2004 - 2006
	Dragagens de manutenção na barra e no anteporto	Portela, 2011	4.1	2002 - 2007
[3] Troço Cova-Gala - Leirosa +5	Erosão costeira	-	-	-
[4] Fronteira sul -11	Perda transversal	Duarte et al., 2014	-	Captura integral da deriva residual

## Célula 2

Entre a Nazaré e Peniche o litoral apresenta uma orientação NE-SW e é constituído por arribas marginadas por plataformas rochosas, a norte da lagoa de Óbidos e por praias lineares, geralmente estreitas, a sul. Neste setor destacam-se a lagoa de Óbidos e a baía de São Martinho do Porto. A orientação do litoral é sensivelmente normal à direção de propagação média das ondas (à escala plurianual), pelo que a deriva litoral nesta célula tem resultante aproximadamente nula. No entanto, como a direção da agitação incidente apresenta grande variabilidade (à escala sazonal e interanual), as componentes da deriva dirigidas para NE e SW apresentam geralmente uma elevada magnitude. Este processo induz rotação da linha de costa nas praias encaixadas (como é o caso do Baleal) e traduz-se em variações temporárias da área do areal nos segmentos terminais das praias lineares que se encontram limitadas por pequenos promontórios ou saliências rochosas (Lapa et al., 2012). Os processos de fornecimento sedimentar para este troço litoral têm magnitude relativamente pouco significativa (da ordem de 10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>.ano<sup>-1</sup>) e associam-se à erosão das arribas litorais (Penacho, 2013) e ao caudal sólido fluvial (Lira et al., 2013). A lagoa de Óbidos e o sistema dunar de Peniche correspondem aos dois sumidouros mais significativos e deverão ter uma magnitude comparável ao somatório das fontes.

Nesta célula, a influência antrópica nos processos de fornecimento e distribuição sedimentares deverá ser pouco significativa, pelo que o balanço sedimentar atual é idêntico ao que caracterizava a situação de referência (Figura 2.11, Tabela 2.7 e Tabela 2.8).

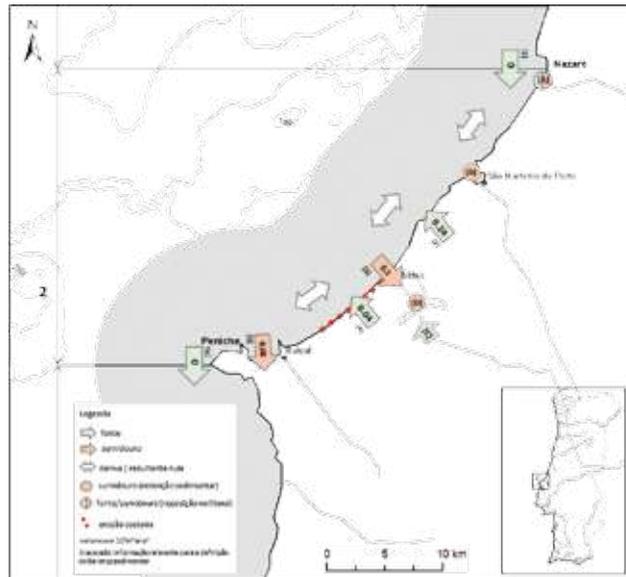


Figura 2.11 - Célula 2: balanço sedimentar nas situações de referência e atual.

Tabela 2.7 - Célula 2: definição do balanço sedimentar na situação de referência.

Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> ) fonte (+)   sumidouro (-) (valores adotados neste trabalho)			Processo / Atividade	Referências	Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Observações
[1]	Fronteira norte	0	Deriva litoral			
[2]	Troço Nazaré - Óbidos	+0.24	Caudal sólido das ribeiras costeiras do Oeste	Lira et al., 2013	0.24	Areia
[3]	Lagoa de Óbidos	-0.2	[C] Caudal sólido ribeira da Tornada	Lira et al., 2013	0.10	Areia
			[D] Retenção na lagoa	Portela, 2004		
[4]	Troço Óbidos - Baleal	+0.04	Erosão de arribas	Penacho, 2013	0.035	
[5]	Praia do Baleal	-0.08	Transporte eólico (duna)			
[6]	Fronteira sul	0	Deriva litoral			

Tabela 2.8 - Célula 2: definição do balanço sedimentar na situação atual.

Q ( $10^5 \text{ m}^3\text{ano}^{-1}$ ) fonte (+)   sumidouro (-) (valores adotados neste trabalho)	Processo / Atividade	Referências	Q ( $10^5 \text{ m}^3$ $\text{ano}^{-1}$ )	Q <sub>tot</sub> ( $10^5 \text{ m}^3$ )	Taxa evolução ( $\text{m ano}^{-1}$ )	Observações
[1] Fronteira norte 0	Deriva litoral					
[2] Troço Nazaré - Óbidos +0.24	Caudal sólido das ribeiras costeiras do Oeste	Lira et al., 2013	0.24			Areia
	[A] Dragagens no Porto da Nazaré	Portela, 2010	0.09			Projeção - plano de dragagens Colocação na praia
	[B] Dragagens na bacia portuária de São Martinho do Porto e foz do Salir	Consulgal, 1996		6.0		1986-1998
[3] Lagoa de Óbidos -0.2	[C] Caudal sólido ribeira da Tornada	Lira et al., 2013	0.10			Areia
	Retenção na lagoa	Portela, 2004				
	[D] Dragagem	Despacho n.º 18 252/2006		15		1995-2003
[4] Troço Óbidos - Baleal +0.04	Erosão de arribas	Penacho, 2013	0.035			
[5] Praia do Baleal -0.08	Transporte eólico (duna)					
	Erosão costeira	Silva et al., 2013			-0.11	1958-2010
[6] Fronteira sul 0	Deriva litoral					

### Célula 3

O setor costeiro entre Peniche e o cabo Raso desenvolve-se geralmente em arriba, retomando uma orientação geral N-S, e acomoda numerosas praias encaixadas, arenosas, embora com geometria muito diferenciada. As praias mais largas e curtas, frequentemente limitadas por um pequeno campo dunar, desenvolvem-se na dependência das fozes das linhas de água, enquanto as praias estreitas, lineares, por vezes com extensão quilométrica, associam-se à existência de promontórios naturais que propiciam retenção sedimentar limitada.

Este litoral, de natureza essencialmente catamórfica (litoral de erosão), é deficitário em sedimento sendo que a deriva litoral potencial (da ordem de  $10^6 \text{ m}^3\text{ano}^{-1}$ ) é muito superior à deriva real (da ordem de  $10^4 \text{ m}^3\text{ano}^{-1}$ ). A magnitude da deriva real depende das fontes sedimentares que, neste troço litoral, se associam essencialmente à contribuição das linhas de água. A contribuição sedimentar útil para as praias proveniente das arribas será relativamente pouco significativa uma vez que são maioritariamente de natureza carbonatada e a taxa de erosão é reduzida. Considerando que o cabo Raso pode ser considerado uma fronteira fechada, o principal sumidouro

está associado ao sistema dunar do Guincho, que deverá ter uma magnitude igual à da deriva litoral no trecho sotamar desta célula.

Nesta célula, a influência antrópica nos processos de fornecimento é pouco significativa, e relaciona-se com uma redução associada à construção de barragens, em particular a barragem de São Domingos, ou outras intervenções nas linhas de água. Assim, o balanço sedimentar atual, apesar de ligeiramente inferior ao observado na situação de referência, não apresenta alterações substantivas (Figura 2.12, Tabela 2.9 e Tabela 2.10).

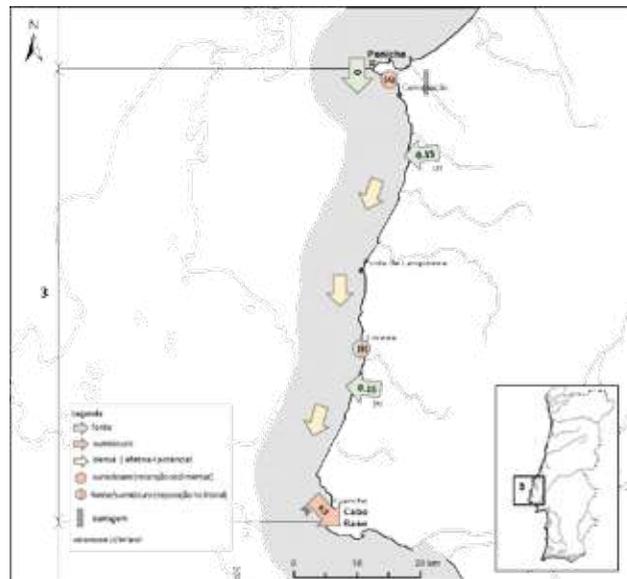


Figura 2.12 - Célula 3: balanço sedimentar nas situações de referência e atual.

Tabela 2.9 - Célula 3: definição do balanço sedimentar na situação de referência.

Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> ) fonte (+)   sumidouro (-) (valores adotados neste trabalho)	Processo / Atividade	Referências	Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Observações
[1] Fronteira norte	0	Transporte eólico Transposição cabo Carvoeiro		Da célula 2
[2] Troço Peniche - Ponta da Lamporeira	+0.15	Caudal sólido das ribeiras costeiras	Lira et al., 2013 0.24 Ribeiro, 2014 0.22	Areia
[3] Troço Ponta da Lamporeira - cabo Raso	+0.15	Caudal sólido das ribeiras costeiras	Lira et al., 2013 0.13 Ribeiro, 2014 0.29	Areia
[4] Dunas do Guincho	-0.3	Transporte eólico	Santos, 2006 0.3	

Tabela 2.10 - Célula 3: definição do balanço sedimentar na situação atual.

Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> ) fonte (+)   sumidouro (-) (valores adotados neste trabalho)	Processo / Atividade	Referências	Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Observações
[1] Fronteira norte 0	Transporte eólico Transposição do cabo Carvoeiro			Da célula 2
[2] Troço Peniche - Ponta da Lamporeira +0.15	[A] Dragagens no porto de Peniche	Portela, 2010	0.3	Projeção – plano de dragagens <i>Colocação na praia ou imersão</i>
	Caudal sólido das ribeiras costeiras	Lira et al., 2013	0.24	Areia
		Ribeiro, 2014	0.22	
[3] Troço Ponta da Lamporeira - cabo Raso +0.15	[B] Dragagens no porto da Ericeira	Portela, 2010	0.02	Projeção – plano de dragagens <i>Colocação na praia</i>
	Caudal sólido das ribeiras costeiras	Lira et al., 2013	0.13	Areia
		Ribeiro, 2014	0.29	
[4] Dunas do Guincho -0.3	Transporte eólico	Santos, 2006	0.3	

#### Célula 4

O litoral entre o cabo Raso e o cabo Espichel pode dividir-se em dois troços, separados pelo estuário do Tejo, com características distintas. Entre o cabo Raso e Carcavelos o litoral desenvolve-se em arriba, com um conjunto de praias encaixadas de pequena dimensão, abrigadas da agitação de NW (dominante na costa portuguesa). A sul do Tejo, o litoral adota uma configuração arqueada, sugerindo uma geometria de equilíbrio, formando uma costa arenosa e contínua desde a Costa da Caparica até à praia das Bicas. A sul da praia das Bicas desenvolve-se em rochas de natureza carbonatada constituindo um litoral em arriba viva, ocasionalmente interrompido por reentrâncias ocupadas por pequenas praias encaixadas de areia ou cascalho. Em resposta ao processo erosivo que se iniciou no segundo quartel do séc. XX no litoral da Costa da Caparica, foram construídos um conjunto de estruturas costeiras (esporões e paredões) que fixaram a linha de costa.

Esta célula sedimentar apresenta um padrão em que a direção da deriva litoral resultante converge para o estuário exterior do Tejo. Esta célula pode ser subdividida em três subcélulas: 4a - do cabo Raso a Carcavelos, 4b - o estuário exterior do Tejo (incluindo o litoral da Caparica) e 4c - da Costa da Caparica ao cabo Espichel (Figura 2.13). Esta célula sedimentar foi objeto de uma análise detalhada que se apresenta no ANEXO I (Taborda e Andrade, 2014).

Na situação de referência, o corredor eólico do Guincho encontrava-se ativo e seria o principal responsável pelo fornecimento de areia para a subcélula 4a, e desta para o estuário exterior do Tejo (Figura 2.13, Tabela 2.11). Por outro lado, a subcélula 4c era alimentada pela erosão das arribas litorais a sul da Fonte da Telha, sendo a areia transportada em direção a norte, para a

subcélula 4b (banco do Bugio, incluindo as praias da Costa da Caparica). Nestas circunstâncias, admitindo que na subcélula 4b as trocas sedimentares com os domínios adjacentes (estuário do interior do Tejo e delta submarino) se encontravam fechadas, este domínio deveria encontrar-se em acreção. Este modelo é corroborado com a evolução histórica observada neste troço costeiro.

Para explicar a inversão para um comportamento regressivo como o que se observa atualmente nesta subcélula (4b), com expressão mais visível na praia da Costa da Caparica, na restinga que se desenvolvia para oeste e no desaparecimento da ilha do Bugio, é necessário recuar um pouco no tempo. Por um lado, o fornecimento para este setor a partir da subcélula 4a deverá ser muito reduzido, uma vez que, desde meados do século XX, o corredor eólico Guincho-Oitavos está inativo. Assim, as praias da costa do Estoril atualmente podem ser consideradas sistemas fechados, com uma deriva litoral residual praticamente nula. Por outro lado, desde os anos 40 do mesmo século, o banco do Bugio e canal da barra foram objeto de extrações e dragagens com uma magnitude total desconhecida, mas provavelmente da ordem de vários milhões de metros cúbicos. Este enorme défice sedimentar não foi compensado pelo sedimento que, por deriva litoral (com origem na subcélula 4c), continua a atravessar a fronteira sul. Assim, a redistribuição sedimentar, que ocorre continuamente no interior da subcélula 4b, propagou este défice sedimentar a toda a célula e originou o comportamento regressivo que atualmente se observa nas praias adjacentes à Costa da Caparica. Cabe aqui uma nota relativamente às operações de alimentação artificial que se têm realizado naquelas praias, que apesar de não terem concorrido para a redução deste défice sedimentar, uma vez que são efetuadas com sedimentos obtidos no interior da própria célula sedimentar (do canal da Barra), têm contribuído para a diminuição do risco costeiro naquela zona, o que corresponde ao seu objetivo primário (Figura 2.14, Tabela 2.12).

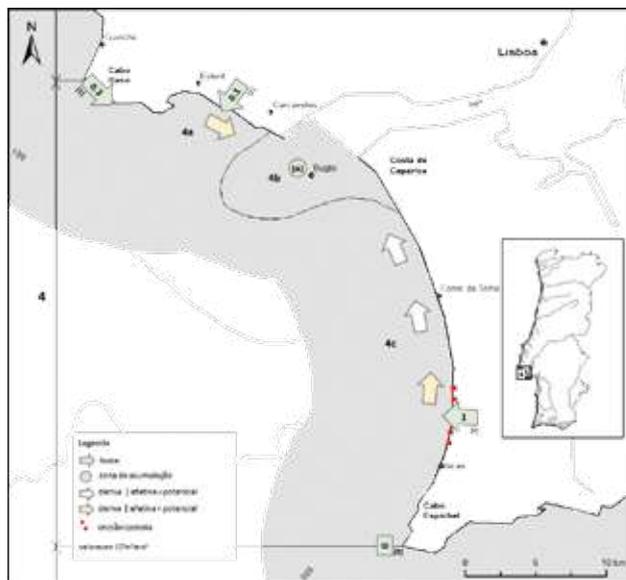


Figura 2.13 - Célula 4: balanço sedimentar na situação de referência.

Tabela 2.11 - Célula 4: definição do balanço sedimentar na situação de referência.

Q ( $10^5 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$ ) fonte (+)   sumidouro (-) (valores adotados neste trabalho)	Processo / Atividade	Referências	Q ( $10^5 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$ )	Observações
[1] Fronteira oeste +0.3	Transporte eólico Transposição do cabo Raso	Santos, 2006		Da célula 3
[2] Troço cabo da Roca - Carcavelos (subcélula 4a) +0.1	Caudal sólido das ribeiras costeiras Erosão de arribas	Taborda et al., 2010 Taborda et al., 2010	0.1 0.015	Areia Areia
[3] Bugio (subcélula 4b) acreção	[A] Acreção do banco do Bugio e zonas costeiras adjacentes	-		-
[4] Troço Caparica - cabo Espichel (subcélula 4c) +0.1 a 1.0	Erosão de arribas	Taborda e Andrade, 2014	0.1 a 1	
[5] Fronteira sul 0	-	-		-

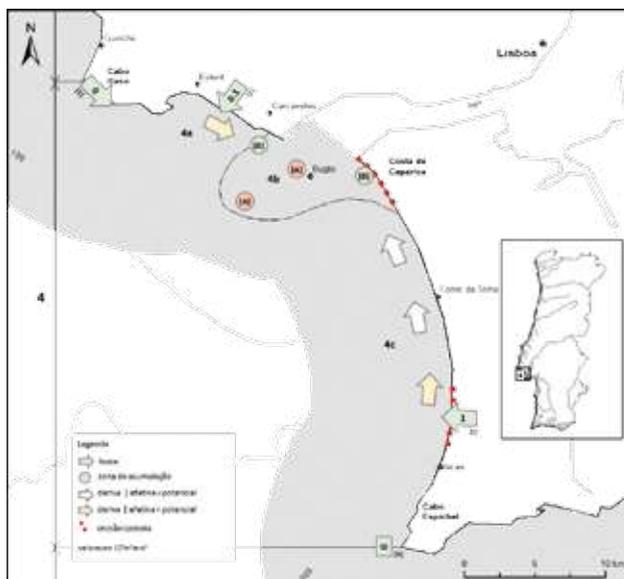


Figura 2.14 - Célula 4: balanço sedimentar na situação atual.

Tabela 2.12 - Célula 4: definição do balanço sedimentar na situação atual.

Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> ) fonte (+)   sumidouro (-) (valores adotados neste trabalho)	Processo / Atividade	Referências	Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Observações
[1] Fronteira oeste 0	Transporte eólico Transposição do cabo Raso	Taborda e Andrade, 2014		Da célula 3
[2] Troço cabo da Roca - Carcavelos (subcélula 4a) +0.1	Caudal sólido das ribeiras costeiras	Taborda et al., 2010	0.1	Areia
	Erosão de arribas	Taborda et al., 2010	0.015	Areia
[3] Bugio (subcélula 4b) erosão	[A] Extração/dragagem na embocadura, canal de navegação e Golada	Veloso Gomes et al., 2006		"Vários milhões de m <sup>3</sup> durante decénios"
	[A] Dragagens no canal da barra Deposição nas praias de Cascais, Costa da Caparica e Cachopo Norte	IPTM, 2008g	2.3	2003 - 2007
	[B] Dragagens de manutenção no canal da barra	Portela, 2011	2.0	1998 - 2007 Obras portuárias e colocação na praia
	[C] Erosão costeira	Pinto et al., 2007 Veloso-Gomes et al., 2009	-	
[4] Troço Caparica - cabo Espichel (subcélula 4c) +0.1 a 1.0	Erosão de arribas	Taborda e Andrade, 2014	0.1 a 1	
[5] Fronteira sul 0	-	-	-	

## Célula 5

O sector costeiro entre o cabo Espichel e Sines apresenta características muito semelhantes à célula anterior, com dois troços distintos. A costa entre o cabo Espichel e a foz do rio Sado, com uma orientação E-W, encontra-se abrigada da agitação dominante na costa ocidental portuguesa. É um litoral alcantilado (geralmente formado por arribas altas) onde se desenvolvem pequenas praias encaixadas. A costa entre a foz do rio Sado (Troia) e Sines corresponde a um litoral arenoso, contínuo, com uma configuração arqueada, semelhante ao observado no troço Caparica - Espichel. A praia é marginada por dunas em grande parte do setor, principalmente a norte do Medronheiro; para sul deste ponto ocorrem arribas afetando rochas detríticas até à lagoa de Melides e, pontualmente, entre a lagoa da Sancha e a ribeira de Moinhos. É ainda de destacar neste troço a presença das lagoas costeiras de Melides e Santo André, bem como do estuário colmatado da ribeira de Moinhos.

Esta célula sedimentar apresenta uma configuração idêntica à anterior, podendo ser subdividida

em três subcélulas: 5a) cabo Espichel - portinho da Arrábida, 5b) estuário exterior do rio Sado (que incluiu a praia da Figueirinha, o banco do Cambalhão e as praias de Troia) e 5c) arco litoral Troia - Sines. Considerando que a contribuição do rio Sado deverá ser pouco significativa (Miranda, 2007) e que, a ocidente, o litoral (subcélula 5a) é constituído essencialmente por arribas talhadas em rochas carbonatadas, o fornecimento sedimentar nesta célula deverá ser quase exclusivamente sustentado pela erosão das arribas da costa da Galé (entre a praia do Carvalhal e a lagoa de Melides). Estes sedimentos são transportados por deriva, de sul para norte, ao longo do arco litoral, e suportam o comportamento transgressivo que se observa no estuário exterior do Sado (subcélula 5b) e que se materializa, por exemplo, pelo desenvolvimento de novas estruturas dunares na extremidade norte da península de Troia (Carapuço, 2005; Ferraz et al., 2010, Rebêlo et al., 2012). A sul da lagoa de Melides, a deriva litoral deverá ter resultante quase nula embora com componentes N-S muito significativas, sendo que os trabalhos de Luz et al. (2004) e Pombo et al. (2004) indicam que o cabo de Sines representa uma barreira fechada relativamente ao transporte sedimentar (Figura 2.15, Tabela 2.13).

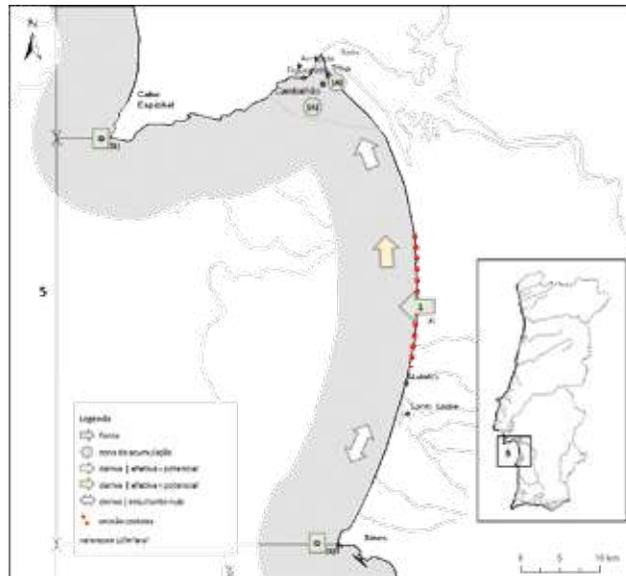


Figura 2.15 - Célula 5: balanço sedimentar na situação de referência.

Tabela 2.13 - Célula 5: definição do balanço sedimentar na situação de referência.

Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> ) fonte (+)   sumidouro (-) (valores adotados neste trabalho)		Processo / Atividade	Referências	Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Observações
[1] Fronteira oeste	0	Transposição do cabo Espichel	-		Da célula 4
[2] Troço cabo Espichel - Portinho da Arrábida (subcélula 5a)	0	Processos de fornecimento e transporte sedimentar pouco significativos	-		
[3] Banco do Cambalhão (subcélula 5b)	acrecção	[A] Acreção do banco do Cambalhão e zonas costeiras adjacentes (Troia)	Ferraz et al., 2010		
[4] Troço Troia - Sines (subcélula 5c)	+1.0	Erosão de arribas	-		
[5] Fronteira sul	0	-	Luz et al., 2004		Para a célula 6

No situação atual a maior alteração verificada no balanço sedimentar relaciona-se com as dragagens efetuadas pelo porto de Setúbal no canal da barra e nos canais norte e sul do estuário do Sado. O esforço médio de dragagem, no período compreendido entre 2004 e 2007, foi de  $4 \times 10^5$  m<sup>3</sup>ano<sup>-1</sup>, sendo que 20% deste volume foi efetuado no canal da barra (IPTM, 2008h).

O destino destes sedimentos foi o depósito em aterro e a imersão no mar, a profundidades superiores à profundidade de fecho. O valor deste sumidouro artificial aproxima-se do volume estimado que é fornecido ao banco do Cambalhão por deriva litoral de sul, pelo que a taxa de acreção no sistema deverá ter-se reduzido substancialmente. No entanto, considerando a grande dimensão deste sistema e as relações de interdependência entre as várias unidades morfossedimentares que o constituem, será plausível que se observem tendências de evolução espacialmente muito diferenciadas (Figura 2.16, Tabela 2.14).

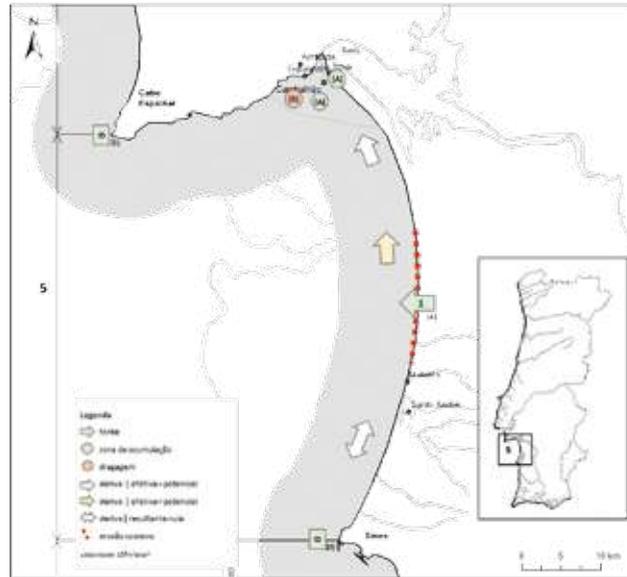


Figura 2.16 - Célula 5: balanço sedimentar na situação atual.

Tabela 2.14 - Célula 5: definição do balanço sedimentar na situação atual.

Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> ) fonte (+)   sumidouro (-) (valores adotados neste trabalho)	Processo / Atividade	Referências	Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Observações	
[1] Fronteira oeste	0	Transposição do cabo Espichel	-	-	Da célula 4
[2] Troço cabo Espichel – Portinho da Arrábida (subcélula 5a)	0	Processos de fornecimento e transporte sedimentar pouco significativos	-	-	Praias correspondem a sistemas fechados
[3] Banco do Cambalhão (subcélula 5b)	acrecção	[A] Acreção do banco do Cambalhão e zonas costeiras adjacentes (Troia)	Carapuço, 2005 Rebêlo et al., 2012	0.85	Transferência do meio marinho para a parte emersa da península
		[B] Dragagens no canal da barra do porto de Setúbal	IPTM, 2008h Portela, 2011	0.8 0.58	2004-2007 Depósito em aterro e imersão 1998-2007 Imersão e comercialização
[4] Troço Troia - Sines (subcélula 5c)	+1.0	Erosão de arribas	-	-	-
[5] Fronteira sul	0	Transposição do cabo de Sines	Luz et al., 2004	-	Para a célula 6

### Célula 6

Entre Sines e o cabo de São Vicente o litoral apresenta uma direção geral N-S e é dominado por arribas, geralmente altas, talhadas em rochas paleozoicas e mesozoicas resistentes. Na dependência da foz das principais linhas de água ou em reentrâncias nas arribas desenvolvem-se numerosas praias de areias e cascalho, geralmente com largura reduzida. Nas desembocaduras das linhas de água de maior dimensão, a morfologia é frequentemente dominada pela presença de barreiras arenosas coroadas por edifícios dunares. Neste setor ocorrem sistemas dunares ativos, nomeadamente a sul de Sines e na região da Bordeira – Carrapateira.

Nos seus traços gerais, esta célula sedimentar apresenta características morfossedimentares idênticas às descritas para a célula 3, com uma deriva litoral potencial para sul que excede em várias ordens de grandeza a magnitude da deriva real. Neste caso, o fornecimento sedimentar deverá associar-se, essencialmente, à erosão hídrica das formações detríticas pliopliocénicas e depósitos quaternários com destaque para as dunas consolidadas que se observam ao longo deste litoral (Romariz e Galopim de Carvalho, 1973). O rio Mira deverá constituir a principal fonte sedimentar de natureza pontual, com magnitude estimada por Magalhães (1999) em  $0.3 \times 10^5 \text{m}^3 \text{ano}^{-1}$  na situação de referência. No entanto, como o próprio autor refere, nesta estimativa não foram considerados fatores de correção para a geologia pelo que considerando a litologia das formações que este rio drena é provável que este valor se encontre sobrestimado. Como principais sumidouros destacam-se os sistemas dunares que se desenvolvem na foz das principais linhas de água, como a Bordeira, Aljezur, Odeceixe ou Vila Nova de Mil Fontes. Nesta célula, a influência antrópica no balanço sedimentar relaciona-se essencialmente com modificações no uso do solo na bacia do rio Mira, com destaque para a construção da barragem de Santa Clara. No entanto, como esta barragem drena formações turbidíticas do carbónico constituídas por xistos e grauvaques, com reduzida compatibilidade textural com as areias de praia, o balanço sedimentar na situação atual não deverá diferir substancialmente do proposto para a situação de referência (Figura 2.17 e Tabela 2.15). Todavia, modificações na hidrodinâmica do estuário do Mira conduziram à existência de fenómenos de erosão localizados como os que se observam na praia da Franquia (Nemus, 2014).

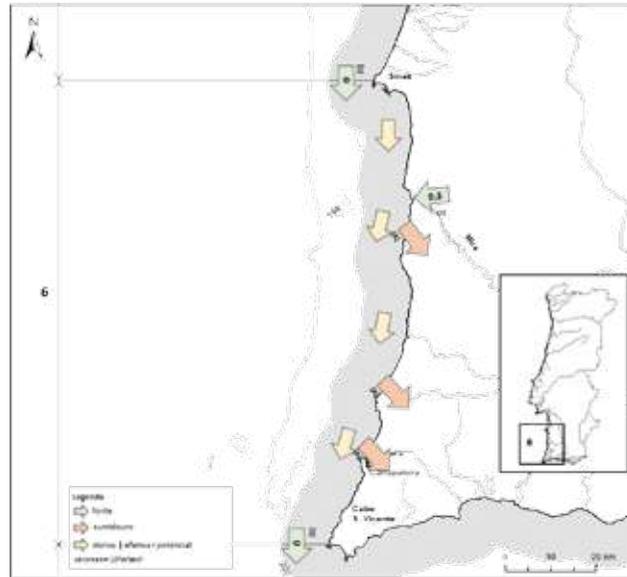


Figura 2.17 - Célula 6: balanço sedimentar nas situações de referência e atual.

Tabela 2.15 - Célula 6: definição do balanço sedimentar de referência e atual.

Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> ) fonte (+)   sumidouro (-) (valores adotados neste trabalho)	Processo / Atividade	Referências	Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Observações
[1] Fronteira norte	0	Transposição do cabo de Sines	Luz et al., 2004	Da célula 5
[2] Troço Sines - Mira	0			
[3] Rio Mira	+0.3	Caudal sólido do rio Mira	Magalhães, 1999	0.3 Areia
[4] Troço Mira - cabo S. Vicente	-0.3	[A] Transporte eólico sistemas dunares		
[5] Fronteira sul	0	Transposição do cabo de S. Vicente		

### Célula 7

O litoral do barlavento Algarvio, entre o cabo de São Vicente e os Olhos de Água, apresenta uma morfologia extremamente variada, onde segmentos em arriba talhadas em rochas carbonatadas (mesozoicas e cenozoicas) alternam com as praias contidas entre promontórios resistentes ou na dependência das fozes das linhas de água.

De Lagos até aos Olhos de Água o litoral é extremamente crenulado sendo frequente a presença de leixões, arcos e algares. As baías de Lagos e Armação de Pêra, que incluem sistemas lagunares, estuarinos e dunares com uma dimensão significativa, correspondem às formas de acumulação mais expressivas (Pinto e Teixeira, 2005; Pinto et al., 2009).

Nesta célula o litoral é claramente deficitário em sedimento, encontrando-se a deriva litoral potencial, dirigida de W para E, claramente subsaturada. Na realidade, a deriva litoral efetiva deverá ser praticamente nula, só ganhando alguma expressão na extremidade nascente deste setor (Sebastião Teixeira, comunicação oral). A reduzida alimentação sedimentar associada à rede de drenagem e erosão do litoral (cujo contributo deverá ser extremamente escasso, uma vez que a litologia das arribas apresenta reduzida compatibilidade textural com as areias de praia) dá origem a um conjunto de praias descontínuas que se formam apenas onde o recorte da costa oferece condições para a retenção de areia, funcionando a generalidade das praias, do ponto de vista sedimentar, como sistemas fechados (Figura 2.18, Tabela 2.16).

A influência antrópica no balanço sedimentar nesta célula costeira relaciona-se essencialmente com a realização de operações de dragagem de melhoramento ou manutenção de canais de navegação com reposição do material no sistema de praia, nomeadamente nas praias da Rocha, dos Três Castelos e do Alvor (Teixeira, 2009). Ao contrário do sucedido nas outras células sedimentares, as operações de dragagem não tiveram efeito negativos nas áreas litorais adjacentes (Freitas e Dias, 2012) uma vez que não representaram um sumidouro para o balanço sedimentar. Nesse sentido pode considerar-se que a circulação sedimentar na situação de referência não sofreu alterações substantivas para a situação atual (Figura 2.19, Tabela 2.17).

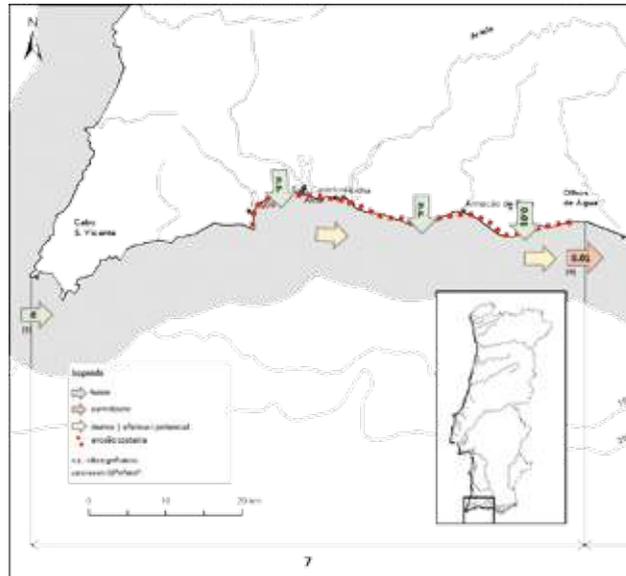


Figura 2.18 - Célula 7: balanço sedimentar na situação de referência.

Tabela 2.16 - Célula 7: definição do balanço sedimentar na situação de referência.

Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> ) fonte (+)   sumidouro (-) (valores adotados neste trabalho)	Processo / Atividade	Referências	Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Observações
[1] Fronteira oeste	0	Transposição do cabo de S. Vicente		Da célula 6
[2] Troço S. Vicente – Albufeira	0	Processos de fornecimento e transporte sedimentar pouco significativos		Praias correspondem a sistemas fechados
[3] Troço Albufeira – Olhos de Água	+0.01	Erosão costeira	Teixeira (2014), comunicação oral	0.01
[4] Fronteira este	-0.01			Para a célula 8

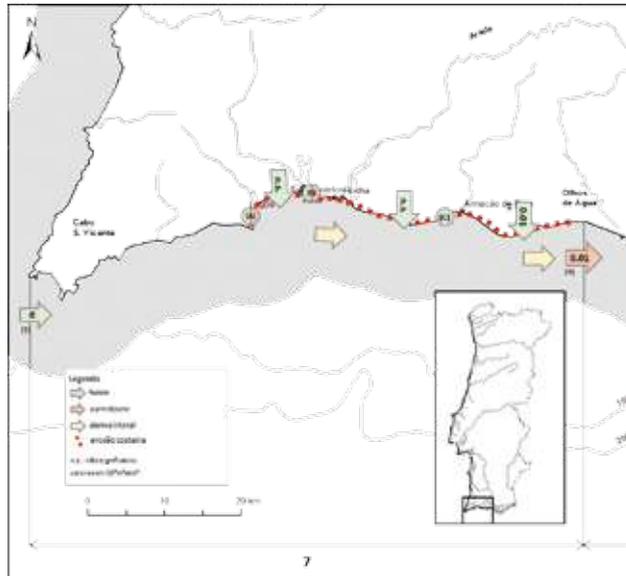


Figura 2.19 - Célula 7: balanço sedimentar na situação atual.

Tabela 2.17 - Célula 7: definição do balanço sedimentar na situação atual.

Q ( $10^5 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$ ) fonte (+)   sumidouro (-) (valores adotados neste trabalho)	Processo / Atividade	Referências	Q ( $10^5 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$ )	Qtot ( $10^5 \text{ m}^3$ )	Observações
[1] Fronteira oeste	0	Transposição do cabo de S. Vicente	-	-	Da célula 6
[2] Troço S. Vicente – Albufeira	0	Processos de fornecimento naturais e transporte sedimentar pouco significativos	-	-	Praias correspondem a sistemas fechados
	[A]	Dragagens no estuário do Arade e canal da ria de Alvor	Teixeira, 2011	0.3	2000 Colocação na praia
	[B]	Dragagens no estuário do Arade e canal da ria de Alvor	Teixeira, 2011	-	13.9 1996-2009 Colocação na praia
[3] Troço Albufeira – Olhos de Água	+0.01	Alimentação da praia dos Tremoços (Lagoa)	Teixeira, 2011	-	0.35 1998
[4] Fronteira este	-0.01	Erosão costeira	Teixeira (2014), comunicação oral	0.01	-
					Para a célula 8

### Célula 8

A célula costeira do sotavento Algarvio, entre os Olhos de Água até à foz do Guadiana, corresponde a um litoral de acumulação, dominado pelo sistema de ilhas-barreira da ria Formosa e pela planície costeira da Manta Rota - Vila Real de Santo António. No troço poente, entre os Olhos de Água e o Garrão, a costa compreende uma praia arenosa limitada por arribas talhadas em formações detríticas cenozoicas. O sistema de ilhas-barreira, que separa do mar o extenso sistema lagunar da ria Formosa, engloba duas penínsulas (Ancão e Cacela) e cinco ilhas-barreira (Barreta, Culatra, Armona, Tavira e Cabanas).

O balanço sedimentar para o setor ocidental desta célula (Olhos de Água ao cabo de Santa Maria), nas situações de referência e atual, é sintetizado em Teixeira (2014) e constitui um documento anexo ao presente relatório (ANEXO II). Neste setor, a deriva litoral apresenta uma resultante de oeste para este com magnitude estimada em  $1.1 \times 10^5 \text{m}^3 \text{ano}^{-1}$  (Teixeira, 2013) (Figura 2.20, Tabela 2.18). Uma vez que o sedimento que entra na fronteira oeste deste setor é praticamente negligenciável, o fornecimento sedimentar para sustentar esta deriva, na situação de referência, provinha da erosão das arribas litorais entre os Olhos de Água e o Garrão, e, secundariamente, da erosão hídrica, que foi estimada em  $0.2 \times 10^5 \text{m}^3 \text{ano}^{-1}$  (Andrade, 1990). As evidências de recuo destas arribas remontam há mais de 9 mil anos (Teixeira, 2005) e, na situação de referência, apresentavam taxa de recuo médio da ordem de 0.20-0.80m/ano (Teixeira, 2011). As areias transportadas por deriva ao longo do troço costeiro são parcialmente retidas no delta de vazante da barra de Faro (onde parte do sedimento se perderá para a plataforma continental; este processo materializa-se pelos pendores mais elevados na plataforma continental em frente ao cabo de Santa Maria), pelo que a deriva litoral no segmento oriental da ria Formosa deverá ser inferior a  $1.1 \times 10^5 \text{m}^3 \text{ano}^{-1}$  (no entanto, no âmbito deste trabalho, não foi possível avaliar a respetiva magnitude). No extremo sotamar desta célula a contribuição sedimentar do rio Guadiana foi estimada em  $7.3 \times 10^5 \text{m}^3 \text{ano}^{-1}$  (Magalhães, 1999), estando a sua influência claramente representada na configuração da linha de costa, quer através de protuberância em forma de triângulo na sua foz, quer pela alteração na orientação da linha de costa em Espanha.

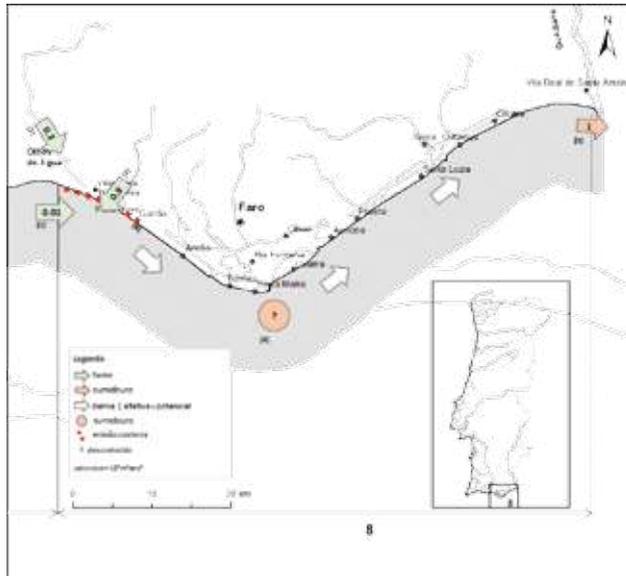


Figura 2.20 - Célula 8: balanço sedimentar na situação de referência.

Tabela 2.18 - Célula 8: definição do balanço sedimentar na situação de referência.

Q ( $10^5 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$ ) fonte (+)   sumidouro (-) (valores adotados neste trabalho)	Processo / Atividade	Referências	Q ( $10^5 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$ )	Observações
[1] Fronteira oeste	0.01	Deriva litoral	-	Da célula 7
[2] Ribeira de Quarteira	0.2	Caudal sólido	0 0.2	Areia e cascalho
[3] Troço Olhos de Água - Garrão	0.9	Erosão de arribas	1.2 0.36	Arriba Arriba
[4] Barras de Faro e da Armona	-0.1	Retenção/erosão nos deltas de vazante	-	
[5] Fronteira este	1	Deriva litoral	1.8 1.0	

A intervenção antrópica na célula 8 materializou-se através da construção de estruturas portuárias, esporões e enrocamentos, que se iniciou na década de 70 do séc. XX. A construção dos molhes do anteporto da marina de Vilamoura teve relevante repercussão no fornecimento sedimentar, desencadeando um importante processo erosivo a oriente de Quarteira.

A partir desta data, as taxas de recuo no troço costeiro Forte Novo - Garrão aumentaram substancialmente (Marques, 1997; Oliveira et al., 2005), colocando em risco muitas das edificações construídas naquelas arribas. Considerando que a opção por soluções de intervenção com recurso a estruturas de defesa rígidas poderia conduzir à artificialização de todo este importante troço costeiro (podendo mesmo colocar em causa a estabilidade da ria Formosa) e não solucionava o problema que enraizava na existência de um défice sedimentar, desde 1998 que o Ministério do Ambiente tem optado pela realização de operações de alimentação artificial periódicas (Teixeira, 2013). O volume envolvido nesta alimentação é suficiente para saturar a deriva litoral, pelo que todo este troço costeiro se encontra atualmente em equilíbrio (Figura 2.21, Tabela 2.19).

A oriente deste setor as intervenções mais importantes estão relacionadas com a fixação das barras de Faro e de Tavira por estruturas artificiais. As restantes barras também têm sofrido intervenções, mas ainda mantêm, em parte, a sua evolução natural (Recurso, 2013). As intervenções neste troço litoral têm privilegiado uma gestão sedimentar sustentada, pelo que a maior parte das dragagens efetuadas em barras e canais de acesso tem sido utilizada na alimentação artificial de praias e reforço dos cordões dunares.

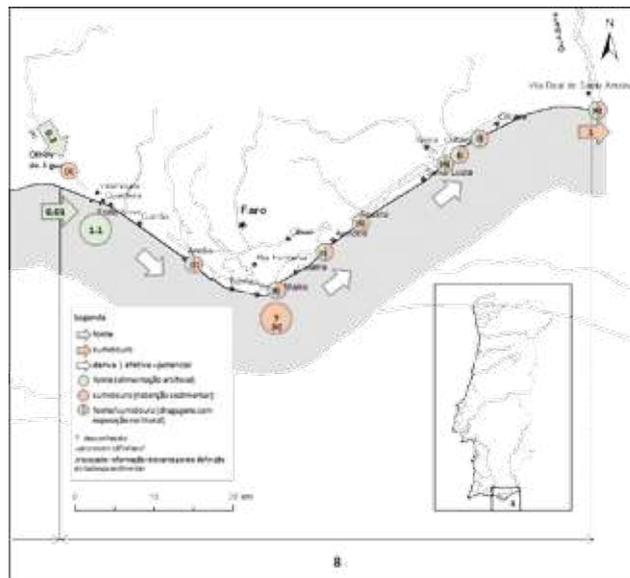


Figura 2.21 - Célula 8: balanço sedimentar na situação atual.

Tabela 2.19 - Célula 8: definição do balanço sedimentar na situação atual.

Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> ) fonte (+)   sumidouro (-) (valores adotados neste trabalho)	Processo / Atividade	Referências	Q (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Qtot (10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Observações
[1] Fronteira oeste 0.01	Deriva litoral				Da célula 7
[2] Ribeira de Quarteira 0	[A] Caudal sólido	Andrade, 1990	0.2		Areia e cascalho
	[B] Retenção nas estruturas portuárias e de defesa costeira				
[3] Troço Olhos de Água - Garrão 1.1	Alimentação artificial	Teixeira, 2014	1.1		1998-2014 Areia (plataforma interna) Colocação na praia
[4] Troço Garrão - cabo de Santa Maria 0	[C] Alimentação artificial	ICN, 2002 in Teixeira, 2011		5.7	2000 Areia (canais ria Formosa) Colocação na praia
[5] Troço barra de Faro - barra da Armona -0.1	[D] Barra de Faro: retenção no delta de vazante				
	[E] Dragagens no canal de Faro (da barra até à boia nº 13)	Portela, 2010	1		Projeção - plano de dragagens Colocação na praia
	[F] Dragagens no canal de Olhão	Portela, 2010	0.18		Projeção - plano de dragagens Colocação na praia
[6] Troço barra da Armona - Vila Real de Santo António 0	[G] Dragagens na barra e canal da Fuzeta	Portela, 2010	0.6		Projeção - plano de dragagens Colocação na praia
	[H] Dragagens no canal de Santa Luzia	Portela, 2010	0.04		Projeção - plano de dragagens Colocação na praia
	[I] Dragagens na barra de Tavira	Portela, 2010	0.6		Projeção - plano de dragagens Colocação na praia
	[J] Dragagens no canal de Cabanas	Portela, 2010	0.25		Projeção - plano de dragagens Colocação na praia
[5] Fronteira este 1	Deriva litoral	Ramon et al., 2001	1.8		
		Óscar Ferreira (2014), comunicação oral	1.0		
Foz do Guadiana	[K] Dragagens na barra e canal de acesso ao porto de Vila Real de Santo António	Portela, 2010	0.8		Projeção - plano de dragagens Colocação na praia





A photograph of a tropical beach. The foreground shows golden sand with some small debris. A gentle wave with white foam washes onto the shore. The water is a vibrant turquoise color, transitioning to a deeper blue further out. The sky is a clear, bright blue with a few wispy clouds near the horizon.

# AS ZONAS COSTEIRAS E AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS



## 3. As zonas costeiras e as alterações climáticas

### 3.1. Alterações globais naturais e antropogénicas

Antes de abordar a questão específica dos impactos atuais e futuros das mudanças (ou alterações) climáticas sobre as zonas costeiras é conveniente contextualizar esta problemática no âmbito mais alargado das alterações globais e do conjunto de pressões de vária natureza a que as zonas costeiras estão sujeitas.

As zonas costeiras constituem um sistema adaptativo complexo com duas componentes – os sistemas humanos e os sistemas naturais – que interatuam. Os sistemas costeiros naturais incluem uma grande diversidade de formações geológicas e de ecossistemas: arribas, dunas, praias, rias, estuários, deltas, lagunas costeiras, zonas húmidas costeiras, recifes e ilhas barreira. Estes sistemas suportam uma grande variedade de serviços de natureza social, económica e cultural e são afetados por múltiplas atividades humanas. Nos sistemas costeiros humanos distinguem-se três componentes: a primeira é constituída pelo património construído, residencial, hoteleiro, industrial e infraestruturas portuárias e de transportes terrestres; a segunda inclui as atividades humanas que têm lugar no litoral, tais como a pesca, a aquacultura, o turismo, o lazer, o desporto, e as que têm lugar fora do litoral mas que o afetam, tais como a construção de barragens e extração de areias nos rios, estuários e portos, a poluição dos solos e das águas superficiais e a desflorestação; finalmente a terceira componente é o suporte institucional, administrativo, legislativo, jurídico e cultural em que se baseia o ordenamento do território, a gestão e a governança das zonas costeiras. Em conclusão as zonas costeiras constituem sistemas ecológicos – socioeconómicos integrados cuja gestão deve pois ter em conta não só os fatores naturais como os fatores antrópicos que afetam a sua dinâmica (Santos, 2014).

Alterações globais em sentido lato são as mudanças que se dão à escala planetária na Terra, resultantes da evolução do sistema terrestre, dos processos físicos, químicos e biológicos e interações entre os seus subsistemas, litosfera, hidrosfera, criosfera, atmosfera e biosfera. Nos últimos milénios, e especialmente durante os séculos XX e XXI, as sociedades humanas, através

de algumas das suas atividades, têm provocado alterações significativas no ambiente terrestre, algumas das quais assumem um carácter global, devido à sua natureza, intensidade e amplitude de distribuição geográfica (Santos, 2011). De acordo com a sua origem, as alterações globais podem ser naturais ou antropogénicas (ou antrópicas). As últimas dão-se geralmente em intervalos de tempo relativamente mais curtos e, por vezes, designam-se simplesmente alterações globais, quando o contexto é suficientemente claro para se entender que têm origem antropogénica, ou seja, em algumas atividades humanas. Embora seja um processo difícil, é atualmente possível, em muitos casos, identificar e separar as alterações globais antropogénicas da variabilidade natural dos diversos subsistemas terrestres resultante de alterações globais naturais.

### 3.2. Alterações globais sistémicas e cumulativas

Importa distinguir as alterações globais sistémicas, que se manifestam diretamente à escala do sistema terrestre, das alterações globais cumulativas, que, embora tenham lugar apenas à escala local ou regional, adquirem uma expressão global porque surgem de forma significativa por todo o planeta ou porque a sua intensidade é de tal modo elevada, que geram uma problemática de âmbito global, incluindo situações que põem em risco um recurso natural à escala mundial (Santos, 2012).

As principais alterações globais sistémicas são as alterações climáticas provocadas por emissões atmosféricas de gases com efeito de estufa, a diminuição da concentração do ozono estratosférico e a alteração do albedo. As principais alterações globais cumulativas são a crescente exploração e escassez de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, a crescente exploração de areia e cascalho, a degradação e perda de solos, a degradação de alguns ecossistemas, a perda de biodiversidade, a desflorestação, a poluição do ar, dos oceanos, dos recursos hídricos e dos solos e de um modo geral a crescente escassez de alguns recursos naturais renováveis e não renováveis.

As alterações climáticas antropogénicas constituem uma alteração global sistémica com impactos significativos sobre as zonas costeiras. Tais impactos resultam na subida do nível médio global do mar, no aumento da temperatura média do mar, especialmente nas menores profundidades, no aumento da acidez do mar, nas variações de salinidade, nas alterações no clima de agitação marítima e na circulação oceânica. A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas define alteração climática como a mudança de clima que se atribui direta ou indiretamente às atividades humanas que modificam a composição global da atmosfera e se adiciona à variabilidade climática natural observada em períodos de tempo comparáveis. Serão utilizados no presente relatório preferencialmente, os conceitos e as definições constantes do quinto relatório do Painel Intergovernamental das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (IPCC), publicado em 2013-2014 (IPCC, 2014).

Há essencialmente dois tipos de resposta às alterações climáticas: a mitigação e a adaptação. A primeira é uma intervenção humana para reduzir as fontes e potenciar os sumidouros de gases com efeito de estufa. A adaptação é um processo de ajustamento ao clima atual e futuro e aos

seus efeitos. Nos sistemas humanos a adaptação procura moderar (ou eliminar, se possível) os impactos gravosos e explorar as oportunidades benéficas. Nos sistemas naturais a intervenção humana pode facilitar o ajustamento ao clima futuro (IPCC, 2014). A adaptação espontânea, autónoma ou reativa constitui uma resposta à mudança climática e aos seus impactos sem um planeamento consciente e explícito, enquanto a adaptação planeada ou antecipatória é um processo estratégico que se baseia em cenários socioeconómicos, climáticos e de impactos sobre os sectores e sistemas humanos ou naturais. Importa ainda distinguir entre a adaptação incremental, em que o objetivo central é manter a essência e a integridade do sistema ou processo, numa determinada escala temporal e espacial, da adaptação transformativa, em que a adaptação altera os atributos fundamentais do sistema para responder aos efeitos do clima e dos seus impactos.

Enquanto a mitigação tem um objetivo à escala global, embora se pratique a nível local, regional, nacional e global, a adaptação é um processo de natureza cíclica que tem um objetivo marcadamente local. A adaptação faz-se tendo em atenção as características e as especificidades do local ou região a que se destina. Note-se ainda que a mitigação e a adaptação são respostas complementares que estão cada vez mais fortemente relacionadas.

Frequentemente a adaptação integra-se em políticas já existentes de prevenção e gestão de riscos, como é o caso dos desastres naturais provocados por fenómenos meteorológicos e climáticos extremos e dos seus impactos sobre as populações, as cidades, território rural, as infraestruturas, a saúde, os recursos hídricos, a agricultura, as florestas, as zonas costeiras e outros sectores. De um ponto de vista conceptual, a adaptação é um processo distinto da gestão de riscos porque a adaptação pode ser também o aproveitamento de novas oportunidades de desenvolvimento criadas pelas mudanças climáticas, por exemplo, o desenvolvimento da agricultura e da floresta em regiões situadas nas latitudes elevadas da Eurásia e da América do Norte onde o clima está a ficar menos frio.

A evolução recente da avaliação de impactos, vulnerabilidades e adaptação (IVA) às mudanças climáticas indicam uma crescente preocupação em considerar a vertente humana desta problemática e especialmente os impactos sobre as sociedades e sobre o papel destas na gestão dos recursos humanos e dos sistemas naturais, em particular das zonas costeiras.

Vulnerabilidade é a propensão ou predisposição para ser afetado de forma adversa pelas mudanças climáticas (IPCC, 2014). A vulnerabilidade envolve uma grande variedade de conceitos, incluindo a sensibilidade e a suscetibilidade de um sistema ou região ser afetada adversamente e a capacidade para lidar com essa adversidade e de se adaptar. Trata-se de um conceito muito importante que permite a integração entre as dimensões biogeofísicas e sociais das mudanças climáticas. Importa distinguir dois tipos de vulnerabilidade relativamente ao processo de adaptação. Vulnerabilidade de contexto, ou vulnerabilidade no ponto de partida, é a propensão atual para ser adversamente afetado pelos impactos das mudanças climáticas. A vulnerabilidade de contexto é uma característica dos sistemas sociais e naturais, gerada por múltiplos fatores e processos. A vulnerabilidade residual, ou no ponto de chegada, é a vulnerabilidade restante

após uma sequência de ações, que começam com projeções das emissões futuras de gases com efeito de estufa e dos correspondentes cenários climáticos futuros, seguidas de estudos de impactos, identificação e seleção das opções de adaptação. A vulnerabilidade residual às mudanças climáticas é a que persiste após a implementação das medidas de adaptação selecionadas. O uso deste tipo de vulnerabilidade residual faz-se no pressuposto de que os impactos residuais das mudanças climáticas serão menos gravosos do que os impactos que resultariam da não-adaptação, ou seja, se a adaptação dos sectores socioeconómicos e das regiões não se realizasse.

Há várias alterações globais cumulativas que têm impactos significativos sobre as zonas costeiras, tais como a exploração de água nos rios e aquíferos, a poluição dos solos e das águas superficiais, a desflorestação, a exploração e dragagem de areia nos rios, estuários e portos e a retenção de sedimentos nas barragens. Note-se que a exploração de areia e cascalho constitui atualmente uma alteração global cumulativa dado que se pratica à escala global e é responsável pelo maior volume de material sólido extraído mundialmente. A extração feita nos rios, estuários e leito do mar associa-se frequentemente a fenómenos de erosão costeira, como é o caso de Portugal.

O facto de as zonas costeiras serem regiões muito dinâmicas e sujeitas a uma grande diversidade de agentes naturais e pressões antrópicas torna por vezes difícil identificar a origem das mudanças nelas observadas. De qualquer modo aquilo que determina as alterações globais cumulativas e o seu impacto sobre as zonas costeiras é essencialmente o tipo de desenvolvimento socioeconómico e a demografia, especialmente à escala local, regional e nacional. Por vezes é difícil separar e quantificar o papel das alterações globais sistémicas e cumulativas. A título de exemplo, no caso da erosão costeira, refira-se a dificuldade em separar os impactos associados a ações antrópicas diretas, como a exploração e retenção de areias, e os associados à subida do nível médio do mar.

### 3.3. Impactos das alterações climáticas antropogénicas sobre as zonas costeiras

#### 3.3.1. Pequenas escalas temporais: tempestades extratropicais e valores extremos do nível do mar

O tempo e o clima influenciam as zonas costeiras em várias escalas temporais. Consideremos primeiro os fenómenos meteorológicos de duração relativamente curta tais como os temporais extratropicais e os ciclones tropicais, que não afetam a região Nordeste do Atlântico Norte onde Portugal se encontra. A passagem de uma tempestade extratropical no litoral de Portugal Continental, cujo núcleo da depressão associada tem normalmente uma direção de deslocação situada entre sul e noroeste, afeta a costa durante um intervalo de tempo inferior a uma semana (normalmente cerca de três dias) e origina uma elevação temporária do nível do mar por abaixamento da pressão atmosférica, designada sobre-elevação meteorológica ("storm surge"), e ondas de elevada altura. O impacto conjugado destes dois efeitos pode provocar galgamentos e inundações temporárias de zonas mais ou menos extensas do litoral, a destruição de infraestruturas e património edificado situado em locais vulneráveis. É muito importante ter presente que os galgamentos, a área de inundações e a destruição aumentam se a passagem do temporal

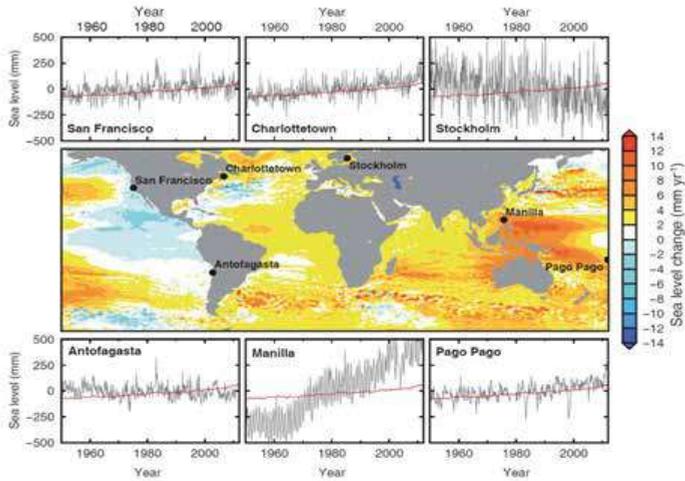
pelo litoral coincidir ou estiver próxima da preia-mar, sobretudo com a preia-mar de uma maré viva. Nestas condições a altura do nível do mar atinge valores extremos potenciando os efeitos destrutivos do mar e das suas ondas.

O valor da sobre-elevação meteorológica é tanto maior quanto mais cavada for a depressão associada ao temporal podendo atingir valores superiores a 4 m em ciclones tropicais, dependendo também da exposição e configuração da costa. Em algumas zonas da fachada Atlântica da Europa a sobrelevação meteorológica atinge valores superiores a 2 m, mas em Portugal os valores máximos registados ocorrem em alguns locais do litoral Noroeste e são da ordem de 1 m (Santos e Miranda, 2006).

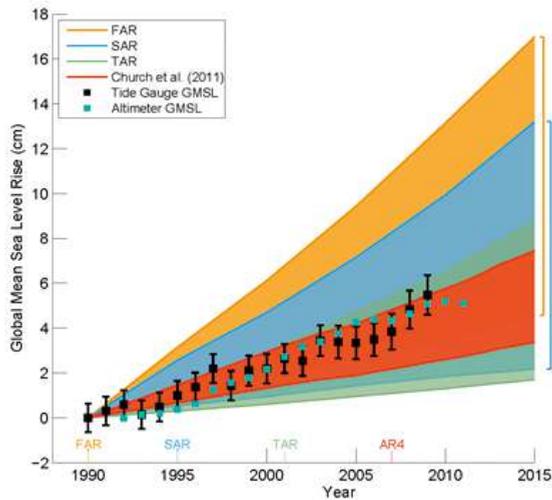
### 3.3.2. Subida do nível médio global do mar: observações e projeções

Devido à subida do nível médio global do mar a frequência e magnitude dos valores extremos do nível local do mar (associados à passagem de temporais) está a aumentar. Importa salientar a distinção entre nível médio global do mar (NMGM) e nível médio local do mar (NMLM). A variação do NMGM, ou variação eustática, mede-se relativamente ao centro gravítico da Terra e resulta de uma variação do volume total da água dos oceanos e/ou de uma variação do volume das bacias oceânicas. A variação do nível médio do mar relativamente ao centro gravítico da Terra não é uniforme em todos os pontos do oceano devido a variações, locais ou regionais, da temperatura superficial do mar, da salinidade, da pressão atmosférica, das correntes oceânicas, e aos fenómenos da Oscilação Sul – El Niño e da Oscilação Decenal do Pacífico. O NMLM mede-se relativamente a uma referência em terra firme e resulta da composição da variação do nível médio do mar, medido localmente em relação ao centro da Terra, com os movimentos verticais da costa, de levantamento ou subsidência (com origem em movimentos tectónicos, de reequilíbrio isostático, de compactação de sedimentos por extração de águas subterrâneas, etc. (Figura 3.1)).

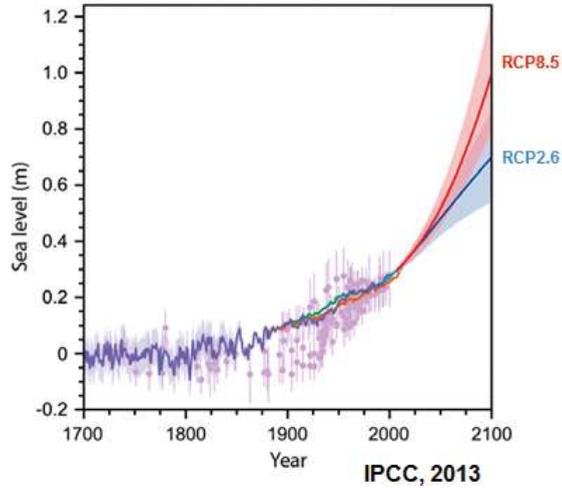
Desde a Revolução Industrial, em meados do século XVIII, o NMGM subiu cerca de 20 cm. De acordo com o quinto relatório do IPCC (IPCC, 2014), a taxa média anual de aumento do NMGM durante o século XX foi de 1,7 mm e desde 1993 situa-se entre os 2,8 e 3,6 mm (IPCC, 2014). A Figura 3.2 mostra que existe um bom acordo entre as projeções sobre a variação do NMGM feita por sucessivos relatórios do IPCC e as observações do NMGM realizadas por meio de marégrafos e por deteção remota. A subida do NMGM resulta, principalmente de três processos provocados pelo aumento da temperatura média global da atmosfera à superfície, designadamente: a dilatação térmica do oceano, especialmente das massas de água mais próximas da superfície; o degelo dos glaciares e campos de gelo (“ice fields”) das montanhas, dos mantos de gelo (“ice sheet”) da Gronelândia e da Antárctica e das plataformas de gelo (“ice shelf”) das regiões polares. O mesmo relatório indica ser muito provável que o NMGM se eleve entre 0,26 e 0,98 m até ao período 2081-2100, relativamente ao período 1986-2005 (Figura 3.3).



**Figura 3.1** - Taxas de variação do nível médio do mar relativamente ao centro gravítico da Terra no período 1993-2012. A figura mostra também a cinzento a variação do NMLM em seis cidades costeiras, determinada por meio de marégrafos, para o período de 1950-2012. As linhas a vermelho representam uma estimativa da variação do NMGM no mesmo período (adaptado de IPCC, 2014).



**Figura 3.2** - Projeções da subida do NMGM feitas por sucessivos relatórios do IPCC (AR1, AR2, AR3 e AR4) desde 1990 comparadas com observações obtidas por meio de marégrafos e por meio de deteção remota (satélites TOPEX e Jason) (adaptado de IPCC, 2014).



*Figura 3.3 - Evolução do NMGM desde 1700 com base em dados obtidos por marégrafos e por vários indicadores e projeções até 2100 por meio dos cenários RCP2.5 e RCP8.5 (adaptado de IPCC, 2013).*

Outros autores, com cálculos baseados em modelos semi-empíricos, projetam uma subida mais acentuada do NMGM até ao final do século, por exemplo, entre 0,5 e 1,4 m (Rahmstorf, 2007) e entre 0,8 e 2,0 m (Pfeffer et al., 2008).

Note-se que o NMGM continuará a subir depois de 2100. A elevada inércia do sistema climático, especialmente a inércia térmica do oceano, implica que o NMGM subirá durante muito tempo (séculos a milénios) após a estabilização da temperatura média global da atmosfera à superfície. Para conseguir tal estabilização aumentando a temperatura média global em apenas 2°C, relativamente ao período pré-industrial, é necessário reduzir as atuais emissões antropogénicas de gases com efeito de estufa para a atmosfera em 40% a 70% até 2050.

Estamos pois confrontados com uma subida inevitável de longo prazo do NMGM que se calcula ser de 2,6 m por cada grau Celsius de aumento da temperatura média global da atmosfera, durante os próximos 2000 anos (Levermann, 2013). Considerando que a temperatura média global desde a Revolução Industrial subiu cerca de 0,8 °C é expectável que ocorra uma subida de longo prazo do NMGM da ordem de 2 m nos próximos 2000 anos.

As variações do nível médio do mar medem-se desde o século XVIII por meio de marégrafos e desde 1992 por satélites que utilizam radares altimétricos. É a partir destas medições que se calculam as variações do NMGM. Em Portugal há vários marégrafos que registam e analisam as variações do NMLM, entre os quais se destaca o marégrafo de Cascais que começou a ser utilizado em 1882.

A taxa de aumento médio anual do NMLM no litoral de Portugal Continental, medida por meio de marégrafos, foi cerca de 1,5 mm /ano entre 1882 e os anos de 1990 (Antunes e Taborda, 2009), valor que está muito próximo da taxa anual de variação do NMGM para o mesmo período de tempo. Esta concordância indica que os movimentos verticais no litoral de Portugal Continental apresentam uma magnitude relativa reduzida. No período de 1977-2000 a taxa de aumento médio anual do NMLM, medido pelo marégrafo de Cascais, foi de 2,1 mm /ano e no período de 2000-2013 subiu para 4,1 mm /ano (Antunes, 2014) (Figura 3.4).

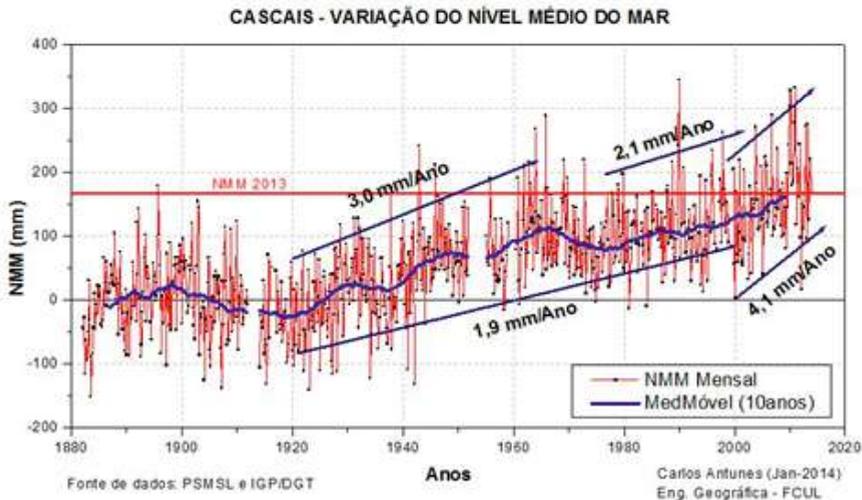


Figura 3.4 - Medições do NMLM obtidas com o marégrafo de Cascais (Fontes: PSMSL, IGP/DGT; Carlos Antunes, 2014).

### 3.3.3. Grandes escalas temporais: alterações da temperatura média e acidez do oceano, do clima das ondas, da frequência e intensidade dos temporais e subida de longo prazo do NMGM

Os impactos mais importantes das alterações climáticas sobre as zonas costeiras dão-se em escalas de tempo mais longas do que as associadas à passagem de temporais. As principais, são aumentos da temperatura média e da acidez das águas superficiais do oceano, alterações no clima das ondas, alterações no regime dos temporais e a subida do NMGM em intervalos de tempo de várias décadas ou séculos. Este último aspeto foi já abordado na secção 3.2.2, pelo que vamos apenas abordar aqui, muito sucintamente, os outros quatro.

#### 3.3.3.1. Temperatura

A temperatura do oceano está a aumentar devido à absorção de mais de 90% do excesso de energia que resulta da intensificação do efeito de estufa na atmosfera, provocado pelas emissões antropogénicas de gases com efeito de estufa. A variação da temperatura é maior perto da

superfície, onde, até à profundidade de 75m, aumentou 0,1°C por década no período de 1971-2010 (IPCC, 2013). O aumento da temperatura oceânica é, em média, maior perto do litoral.

### 3.3.3.2. Acidez

Com o aumento da concentração do CO<sub>2</sub> na atmosfera o fluxo de absorção da atmosfera para o oceano aumenta relativamente ao fluxo em sentido inverso. Este desequilíbrio provoca um aumento da quantidade de CO<sub>2</sub> que reage com a água do mar e forma ácido carbónico, aumentando assim a acidez das zonas mais superficiais do oceano. O pH das águas superficiais antes da Revolução Industrial tinha um valor próximo de 8,25, e decresceu entretanto cerca de 0,1 para 8,15, o que corresponde a um aumento da concentração do ião H<sup>+</sup> em mais de 26%. As projeções indicam que até ao final do século o valor de pH decrescerá entre 0,3 e 0,4, tornando o oceano 2 a 2,5 vezes mais ácido do que em meados do século XVIII.

A combinação do aumento da temperatura e da acidez das águas oceânicas irá ter impactos significativos sobre os ecossistemas marinhos e costeiros alguns dos quais já se começam a observar.

### 3.3.3.3. Clima das ondas no litoral de Portugal Continental

O clima das ondas, ou regime de agitação marítima, no litoral de Portugal é de alta energia, com níveis energéticos a decrescer em latitude, e fortemente influenciado pela ondulação de Noroeste (com origem nas depressões geralmente muito cavadas na região norte do Atlântico Norte). A média anual da altura significativa das ondas, H<sub>s</sub>, e do período de pico de potência ao largo são de 2-2,5 m e 9-11 s, respetivamente. Trata-se pois de um dos litorais da fachada Atlântica Europeia mais ativos e vulneráveis, com valores elevados da deriva litoral. Estudos inicialmente realizados no âmbito dos projetos SIAM I (Santos et al., 2002) e SIAM II (Santos e Miranda, 2006) indicam que as alterações climáticas provocam uma mudança no clima de agitação marítima ao largo da costa de Portugal Continental. Um dos aspetos mais significativos desta mudança associar-se-á a uma rotação dextrogira de 5-10° na direção das ondas para o horizonte temporal de 2100. É de referir que na, última metade do século XX, a principal modificação no regime de agitação também se relacionou com a rotação horária da direção das ondas (Dodet et al., 2010). Ao aumentar a componente vetorial paralela à costa, o transporte sedimentar de norte para sul provavelmente intensificar-se-á, provocando maior erosão nos troços arenosos lineares da costa ocidental (Andrade et al., 2007). Acresce ainda que as praias em baía são também particularmente sensíveis à alteração da direção da agitação marítima.

### 3.3.3.4. Regime dos temporais

Uma outra questão muito importante relacionada com a agitação marítima é o regime dos temporais e a sua evolução futura. Será que as alterações climáticas vão alterar aquele regime tornando os temporais menos intensos ou mais intensos, menos frequentes ou mais frequentes, no nosso litoral? Estudos realizados sobre o clima das ondas na região Noroeste do Atlântico nos últimos 60 anos, entre as latitudes 30° e 60° Norte, revelam que enquanto nas latitudes mais elevadas se regista uma tendência significativa de aumento de H<sub>s</sub>, nas latitudes mais baixas, onde Portugal se encontra, tal não se verifica (Dodet et al., 2010). Estudos mais recentes (Bertin et al., 2013) indicam um aumento significativo de H<sub>s</sub> em toda a região do Atlântico Norte a norte da latitude de 50° Norte,

que se sobrepõe à variabilidade inter-anual, e que corresponde a um aumento de 20 a 40% ao longo do século XX. O aumento de  $H_s$  resulta do aumento da velocidade média do vento em mais de 20% a norte de 50° Norte no século XX e, segundo os autores do estudo, contribui para explicar o aumento da erosão observada nas zonas costeiras do Atlântico Norte.

#### 3.3.4. Temporais do inverno de 2014

É neste contexto que importa analisar a ocorrência de um conjunto de temporais sucessivos que afetaram o litoral Oeste de Portugal no período entre dezembro de 2013 e fevereiro de 2014, com galgamentos e inundação de vários sectores da costa, alguns protegidos por obras de engenharia pesada junto a núcleos urbanos. No período de dezembro de 2013 a Fevereiro de 2014 registaram-se vários temporais sucessivos em que  $H_s$  foi superior a 5 m em Sines e a 6 m em Leixões, de acordo com os dados do Instituto Hidrográfico. Os valores atingidos pela  $H_s$  e pela altura máxima de onda nos temporais daquele período, não são excecionais, dado que correspondem, na sua maioria, a períodos de retorno de 5 e 10 anos. Porém, a sucessão de temporais com valores elevados de  $H_s$  num período de tempo relativamente curto de três meses é excepcional. O que se passou no litoral de Portugal foi o reflexo de um número invulgarmente elevado de temporais no inverno de 2013-2014 no Atlântico Norte. Registaram-se nesta região 17 temporais com núcleos depressionários muito cavados, alguns situados mais a sul do que habitualmente nos meses de janeiro e fevereiro. A ondulação provocada por alguns destes temporais mais intensos, especialmente o temporal Hércules que teve lugar entre 4 e 8 de Janeiro, causou prejuízos muito avultados no litoral da Noruega, Dinamarca, Alemanha, Irlanda, Reino Unido, França, Espanha e Portugal. Em Portugal os custos totais das obras efetuadas no litoral pela APA, I.P., para reparar os prejuízos dos temporais do último inverno foram de 23 milhões de euros.

A maior tempestuosidade no Atlântico Norte no inverno de 2013-2014 esteve em parte associada a uma fragmentação e extensão do vortex polar para latitudes mais baixas na região do Canadá e na parte Leste dos EUA que criou sucessivas vagas de frio intenso. O prolongamento do vortex polar sobre o Atlântico Norte gerou uma corrente de jacto polar muito intensa que atingiu latitudes invulgarmente baixas no Atlântico e permaneceu bloqueada durante algum tempo arrastando consigo os sucessivos temporais que assolaram a fachada Atlântica da Europa desde a Escandinávia até Portugal. A questão que naturalmente se coloca é se no futuro este tipo de situações se vai repetir e qual a sua frequência.

Artigos recentes indicam que a chamada “amplificação do Ártico”, ou seja, o maior aumento da temperatura média na região do Ártico, relativamente ao aumento da temperatura média global (por um fator próximo de dois), implica que alguns eventos meteorológicos e climáticos extremos se tornem mais intensos e frequentes nas latitudes médias (Petoukhov et al., 2010; Francis e Vavrus., 2012; Screen, 2013; Tang et al., 2013). Há ainda muita incerteza sobre as consequências que as profundas e extensas alterações provocadas no Ártico pelas mudanças climáticas têm nas latitudes médias e, em especial, sobre a fachada Atlântica da Europa, mas o princípio da precaução leva-nos a admitir a possibilidade de que no futuro a intensidade e frequência dos temporais venham a aumentar no litoral de Portugal.

### 3.3.5. Resumo dos principais impactos das alterações climáticas sobre a zona costeira de Portugal Continental

As alterações climáticas, por via do aumento do NMGM, estão a provocar maior frequência de valores extremos do nível do mar. Estas tendências provocam maior erosão costeira, permitem que as ondas rebentem mais próximo da costa, transferindo mais energia para o litoral. O outro fator que tende também a aumentar a erosão é a rotação da direção média das ondas na costa ocidental. Finalmente existe a possibilidade de alterações no regime dos temporais, embora neste caso haja ainda muita incerteza sobre a evolução futura.

A médio e longo prazos (horizontes temporais até 2050 e 2100, respetivamente) o aumento do NMGM irá tornar-se um fator muito importante de agravamento do galgamento, inundações e erosão costeira. Embora haja incerteza sobre qual será o aumento do NMGM até ao fim do século XXI, é muito provável que seja superior a 0,5m, podendo atingir valores da ordem de 1m. Tais variações do NMGM terão efeitos muito significativos e gravosos no litoral de Portugal. Há ainda um défice considerável de conhecimento sobre estes impactos e sobre as estimativas dos custos associados.

## 3.4. A adaptação da zona costeira às alterações climáticas

Atualmente fala-se sobretudo de proteção das zonas costeiras e de redução e gestão dos riscos costeiros, especialmente o risco de galgamento, inundações e erosão. No futuro, a médio e longo prazo, quando os impactos das alterações climáticas nas zonas costeiras se tornarem mais notórios, é muito provável que se utilize frequentemente a expressão adaptação às alterações climáticas. A adaptação é um conceito mais abrangente, dado que inclui não só a proteção, mas também outro tipo de respostas como sejam a acomodação e o recuo planeado ou realocização.

É amplamente reconhecido que a adaptação pode reduzir significativamente a gravidade dos impactos nas zonas costeiras, da subida do NMGM e de outros fatores associados às alterações climáticas (Tol et al., 2008). A avaliação das opções de adaptação para um determinado país deve ter em atenção prioritariamente as condições específicas socioeconómicas, institucionais, políticas, legislativas e culturais desse país e deve basear-se no conhecimento científico das dinâmicas costeiras. A escolha das medidas de adaptação é, em última análise, um exercício sociopolítico e técnico que se deve apoiar na eficácia, sustentabilidade e custos das medidas.

### 3.4.1. Opções de adaptação

As principais opções de adaptação nas zonas costeiras são (Figura 3.5): a proteção para reduzir o risco associado aos impactos das alterações climáticas, especialmente os que resultam da subida do nível médio do mar; a acomodação para aumentar a capacidade das populações lidarem com aqueles impactos e respetivos riscos e o recuo para reduzir o risco dos eventos gravosos provocados pelas alterações climáticas limitando os seus efeitos potenciais (Santos, 2014). O Quadro 3.1 dá vários exemplos de medidas “leves” e “pesadas” nas três estratégias de adaptação.

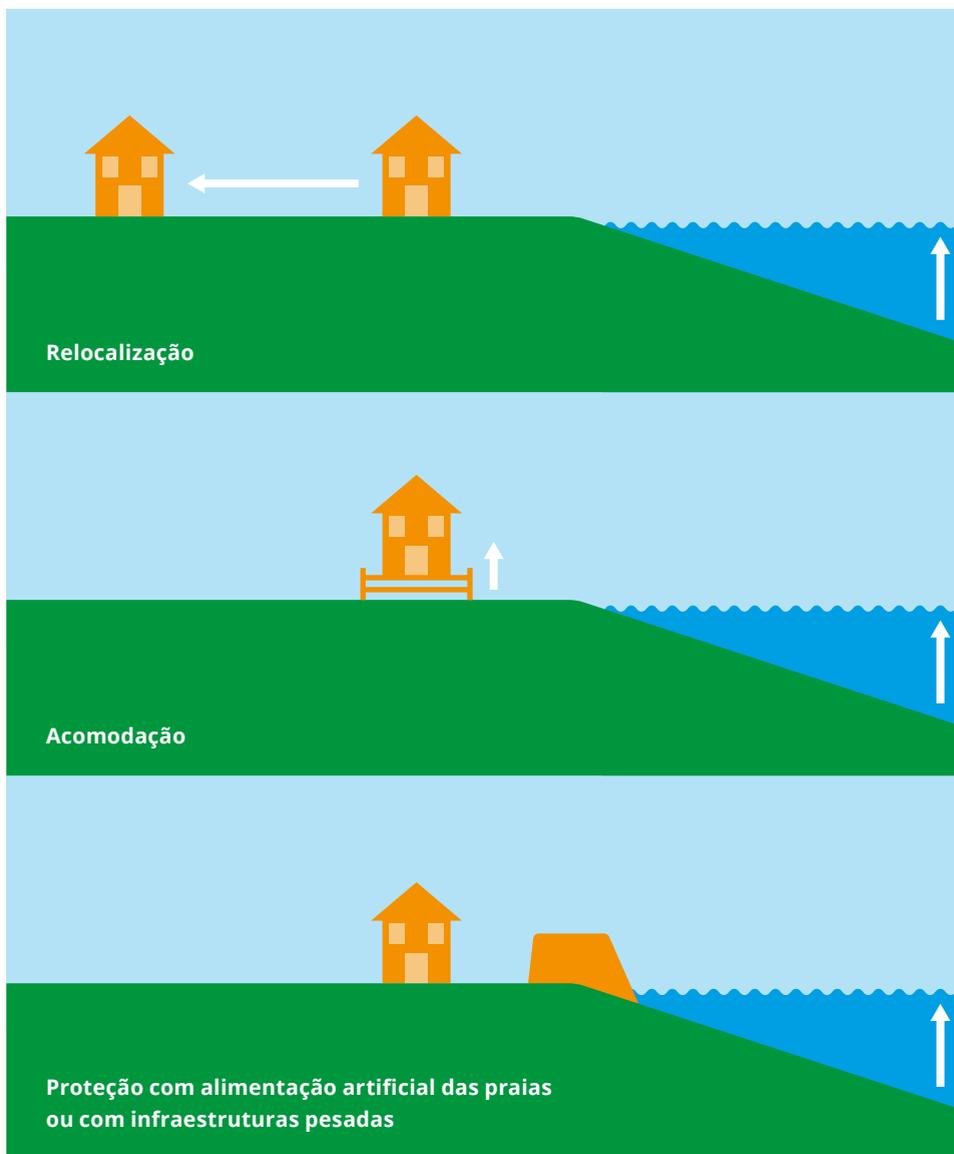


Figura 3.5 - As diferentes estratégias de adaptação: proteção, acomodação e relocalização.

A estratégia de proteção consiste em manter ou mesmo avançar a linha de costa por meio da alimentação artificial de sedimentos, a reconstrução do sistema dunar, a construção de dunas artificiais e dos seus ecossistemas e a construção de estruturas rígidas tais como esporões,

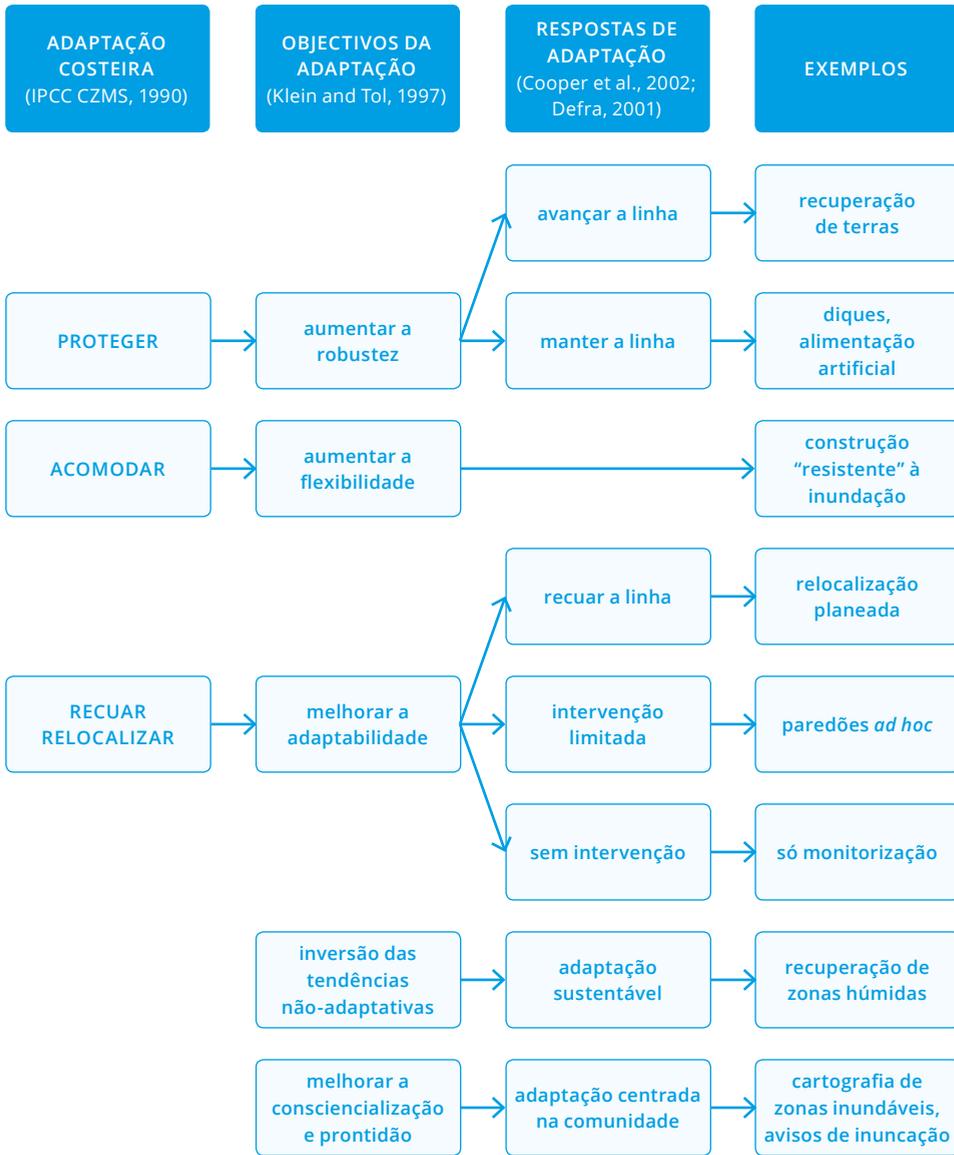
quebra-mares destacados e proteções longitudinais aderentes. A acomodação privilegia a mudança das atividades humanas no litoral e a adaptação flexível das infraestruturas para reduzir o risco de inundação. Finalmente o recuo planeado ou realocização, no que respeita aos sistemas humanos e especificamente à ocupação humana no litoral, é uma estratégia extrema que geralmente só se aplica quando todas as outras se tornam inviáveis. No que respeita aos sistemas naturais o recuo é uma estratégia de migração para o interior dos ecossistemas costeiros de modo a torná-los menos vulneráveis à erosão e à subida do nível médio do mar.

Os conceitos e as metodologias de adaptação às alterações climáticas nas zonas costeiras têm evoluído bastante com base num melhor conhecimento dos impactos potenciais, da qualidade das observações e do desenvolvimento de novas tecnologias de acomodação e proteção. O Quadro 3.2 resume essa evolução desde o início da década de 1990.

**Quadro 3.1** - Medidas “leves” e “pesadas” de adaptação (Fonte: Policy Research Corporation).

	<b>PROTEGER</b> esforço para continuar a usar áreas vulneráveis	<b>ACOMODAR</b> esforço para continuar a viver em áreas vulneráveis, alterando os hábitos de vida e trabalho	<b>RECUAR</b> esforço para abandonar áreas vulneráveis
<b>PESADA</b>	Diques, paredões, esporões, quebra-mares, barreiras contra a intrusão salina	Construção em estacas, adaptação dos sistemas de drenagem, abrigos de emergência para cheia	Relocalização de edifícios ameaçados
<b>LEVE</b>	Alimentação artificial, construção de dunas, recuperação ou criação de zonas húmidas	Novos códigos de construção, culturas agrícolas tolerantes ao sal ou à inundações, alertas de risco e evacuação, seguros baseados no risco	Restrições no uso do solo, zonas tampão

Quadro 3.2 - Evolução das práticas da adaptação planeada nas zonas costeiras (EEA, 2013).



### 3.4.2. Custos da adaptação

No que respeita aos custos da adaptação é importante ter presente que quando se consegue implementar uma estratégia de adaptação é praticamente impossível eliminar completamente alguns dos prejuízos resultantes dos impactos das alterações climáticas. Consequentemente o custo da adaptação resulta da soma dos custos associados à sua implementação e dos associados aos impactos residuais não eliminados. Sendo o principal objetivo da adaptação minimizar os impactos gravosos das alterações climáticas, os custos dos prejuízos resultantes da não adaptação, ou por outras palavras, da inação, devem ser significativamente maiores do que os custos da adaptação.

Estudos recentes indicam que os custos da adaptação às alterações climáticas têm uma forte tendência de agravamento durante o século XXI (EEA, 2013). Na Europa, no período de 1998 a 2015, o total do investimento planeado para a proteção das zonas costeiras e a sua adaptação às alterações climáticas no sentido de diminuir o risco de galgamento, inundação e erosão foi estimado em 15,8 milhares de milhões de euros (PESETA, 2009). Este valor pode dividir-se em custos “normais” de manutenção e ações de redução dos riscos de erosão e inundação que ascendem a 10,47 milhares de milhões de euros, e custos em locais críticos (“hot-spots”) particularmente vulneráveis, sendo este assunto referido mais detalhadamente no capítulo 8 do presente relatório.

Note-se que Portugal é um dos países que no passado mais tem beneficiado dos fundos da UE para a proteção costeira, juntamente com a Roménia, Lituânia e Malta. A continuação deste processo de financiamento em escala significativa para a proteção e a adaptação das zonas costeiras de Portugal não está garantida, sendo mesmo pouco provável. Em qualquer caso, o sucesso de propostas de financiamento pela UE com aqueles objetivos dependerá cada vez mais do seu fundamento numa monitorização efetiva e sistemática da zona costeira de Portugal, do conhecimento da evolução do transporte sedimentar e da erosão ao longo da costa, e da capacidade para modelar os sistemas costeiros e os impactos de potenciais obras de proteção, sejam elas de alimentação artificial ou de defesa com infraestruturas rígidas, que sirvam de suporte às análises de custo-benefício e análises multicritério.

O projeto ClimateCost (CC, 2011) avalia em 11 mil milhões de euros o valor médio anual dos estragos provocados pela erosão e inundação nas zonas costeiras da UE no período de 2040-2070 num cenário de não adaptação conjugado com um cenário intermédio de emissões de gases com efeito de estufa. O mesmo estudo projeta para os custos médios anuais do investimento em adaptação no mesmo intervalo de tempo valores compreendidos entre 1 e 1,5 milhares de milhões de euros (a preços de 2005). Com essa adaptação os custos dos prejuízos provocados pelos impactos seriam reduzidos, relativamente aos custos da não adaptação, por um fator de 6.

Cálculos dos custos da inação e da adaptação nas zonas costeiras da Europa foram também realizados no âmbito dos projetos PESETA e PESETA II (<http://peseta.jrc.ec.europa.eu/>).

### 3.4.3. A adaptação da zona costeira de Portugal às alterações climáticas

Com base nos princípios gerais de gestão integrada das zonas costeiras desenvolvidos pela Comissão Europeia e de acordo com a Recomendação n.º 2002/413/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de maio, Portugal elaborou uma Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira (ENGIZC), a qual estabelece os planos, programas e estratégias com incidência na zona costeira, e que foi aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 82/2009, de 8 de setembro. A ENGIZC reconhece explicitamente “a necessidade de integrar a problemática das alterações climáticas na gestão costeira, de forma a incorporar medidas e orientações sectoriais específicas de adaptação às alterações previsíveis (e.g. subida do nível médio do mar, acidificação do oceano, aumento da temperatura média global das águas superficiais oceânicas, entre outras, ou seja, alteração dos sistemas, ecossistemas e paisagens costeiras). O documento reconhece também que “as alterações climáticas e os impactos resultantes são o maior repto que se coloca a médio/longo prazo à gestão integrada da zona costeira face às profundas alterações que ocorrerão nos sistemas, ecossistemas e paisagens costeiros, obrigando à adoção de uma abordagem ecossistémica, preventiva e prospetiva na gestão da zona costeira e na incorporação de medidas de adaptação nos diversos domínios e sectores”. Contudo, muito pouco se fez desde então ao nível da Administração Central e Local em termos de planeamento efetivo de medidas de adaptação para as zonas costeiras de Portugal.

No ano seguinte publicou-se a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAAC), aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 24/2010, de 1 de abril. Posteriormente, passados cerca de quatro anos, foi publicado pelo grupo de coordenação da ENAAAC um relatório de progresso que apresenta os resultados dos trabalhos dos diversos grupos sectoriais e identifica linhas de força para o desenvolvimento da fase seguinte da estratégia de adaptação.

Neste relatório a zona costeira foi incluída na “Estratégia sectorial de adaptação aos impactos das alterações climáticas relacionadas com os recursos hídricos”, documento datado de agosto de 2013, que está acessível online em:

[http://www.apambiente.pt/zdata/Politicas/AlteracoesClimaticas/Adaptacao/ENAAAC/RelatDetalhados/Relt\\_Setor\\_ENAAAC\\_Recursos\\_Hidricos.pdf](http://www.apambiente.pt/zdata/Politicas/AlteracoesClimaticas/Adaptacao/ENAAAC/RelatDetalhados/Relt_Setor_ENAAAC_Recursos_Hidricos.pdf)

As principais recomendações do relatório de progresso da ENAAAC no que se refere às zonas costeiras estão sintetizadas no seguinte Quadro 3.3. O programa e as medidas propostas no documento sobre a adaptação das zonas costeiras da 1ª fase da ENAAAC têm a concordância e o apoio do GTL. Algumas das medidas enunciadas têm um carácter estruturante e sistémico para a gestão integrada e sustentável das zonas costeiras pelo que são também recomendadas no sumário executivo do presente relatório. É dececionante que algumas dessas medidas, como por exemplo, “a implementação de um sistema de monitorização” (ZC 1.2), continuem sem ser postas em prática de forma efetiva e sistemática.

Relativamente à 2ª fase da ENAAAC recomenda-se que o sector das zonas costeiras seja objeto de um programa próprio, independente dos recursos hídricos, dada a especificidade, a grandeza

dos potenciais impactos das alterações climáticas e a complexidade das medidas de adaptação, sobretudo a médio e longo prazo.

Recomenda-se também que antes de iniciar a 2ª fase da ENAAC se proceda à avaliação dos resultados obtidos em termos de planeamento da adaptação e implementação de medidas de adaptação das zonas costeiras, durante a 1ª fase da estratégia. É importante que esta avaliação seja feita mediante a utilização de critérios e indicadores de implementação e sucesso das medidas de adaptação e inclua uma análise das principais dificuldades e bloqueios encontrados no processo de adaptação. Note-se que um dos principais objetivos da adaptação é reduzir a vulnerabilidade e o risco. Será pois necessário identificar e utilizar indicadores de risco e vulnerabilidade que permitam avaliar o processo de adaptação de forma tanto quanto possível quantitativa. Nesta vertente é importante estudar a viabilidade da aplicação ou da adaptação das boas práticas utilizadas em outros países da UE, no nosso país. Salienta-se em especial o trabalho realizado pela UKCIP no Reino Unido (Bours et al., 2013), bem como o estudo comparativo sobre estratégias de adaptação na Europa realizado pela Agência Europeia do Ambiente (EEA, 2014).

Uma das questões mais importantes no que se refere à adaptação das zonas costeiras às mudanças climáticas é a modelação das várias opções de adaptação e a avaliação dos respetivos custos e benefícios. Um número significativo de países fez este tipo de estudos com base em cenários socioeconómicos e climáticos bem como em estimativas dos custos das medidas de adaptação. No caso de Portugal, o primeiro estudo deste tipo terá sido feito para a célula sedimentar que se estende desde a foz do Douro até ao cabo Mondego, através de uma colaboração, fomentada pelo GTL, entre os Projetos Europeus BASE – Bottom-up climate adaptation strategies for a sustainable Europe, no qual Portugal participa, e RISES – AM (Stronkhorst et al., 2014). O estudo investiga a possibilidade da aplicação da estratégia de alimentação artificial para combater a erosão costeira em cenários de alterações climáticas na referida célula com uma extensão aproximada de 90 km, utilizando modelos de agitação marítima (DELFT3D-WAVE) e de modelação costeira (UNIBEST CL+). O estudo utilizou dois cenários para a subida do nível médio global do mar num horizonte temporal até 2100. Uma das principais conclusões é ser possível manter a linha de costa na célula de Aveiro, protegendo não só o litoral como o território da Ria até ao fim do século por meio de uma alimentação artificial de aproximadamente 50 milhões de m<sup>3</sup> por década.

Recomenda-se que sejam elaborados estudos de adaptação, incluindo estratégias combinadas de proteção, acomodação e realocização para a zona costeira, especialmente para as zonas críticas de maior risco, baseadas na modelação dos processos costeiros, e em análises de custo-benefício e análises multicritério. Para tal é urgente que se façam avaliações integradas das medidas de adaptação e dos custos associados a diferentes caminhos de adaptação, até horizontes temporais de médio (2015) e longo prazo (2100).

PROGRAMA	MEDIDA	ENTIDADES RESPONSÁVEIS
Aprofundamento e divulgação do conhecimento	ZC 1.1 - Levantamento e atualização de bases topo-hidrográficas de alta resolução	IH, DGT, APA, I.P.
	ZC 1.2 - Implementação de um sistema de monitorização	APA, I.P.
	ZC 1.3 - Aumento da resolução espacial dos estudos de avaliação dos impactos das alterações climáticas na zona costeira	Instituições I&D, APA, I.P., Autarquias
	ZC 1.4 - Aprofundamento do conhecimento do território e dos valores em risco	APA, I.P., ICNF, Instituições I&D, Autarquias
	ZC 1.5 - Inventariação, cartografia e avaliação de recursos e reservas de areias na plataforma continental e insular	APA, I.P., IH, Instituições I&D
	ZC 1.6 - Avaliação do custo e da eficácia de intervenções visando a correção do abastecimento sedimentar aos sistemas litorais	APA, I.P., ICNF, Instituições I&D, Autarquias
	ZC 1.7 - Melhoria da caracterização dos aquíferos costeiros quanto à vulnerabilidade à intrusão salina	APA, Autarquias, Instituições I&D
	ZC 1.8 - Promoção da investigação sobre alterações climáticas e impactos sobre as zonas costeiras	Instituições I&D
	ZC 1.9 - Informação e formação	APA, I.P., ICNF, Instituições I&D, Autarquias
Gestão do risco	ZC 2.1 - Melhoria da eficácia de medidas minimizadoras que já hoje fazem parte da atividade de manutenção de infraestruturas básicas	Autarquias
	ZC 2.2 - Implementação de um sistema de alerta e prevenção de sobre-elevação meteorológica	IPMA, APA, I.P., Instituições I&D, ANPC, Autarquias
	ZC 2.3 - Salvaguarda dos recursos hídricos subterrâneos	ARH, APA, I.P., Autarquias, Instituições I&D
Reforço da eficácia e da articulação dos instrumentos de gestão do risco e do ordenamento do espaço litoral	ZC 3.1 - Introdução do conceito/figura de faixa de salvaguarda em todos os instrumentos de ordenamento e gestão do território costeiro nacional	APA, I.P., ICNF, Instituições I&D
	ZC 3.2 - Inclusão da problemática das alterações climáticas nos instrumentos de ordenamento e gestão do espaço costeiro	APA, I.P., ICNF, Autarquias
	ZC 3.3 - Definição de estatutos de proteção para o recurso em areias da plataforma	APA, I.P., IH
	ZC 3.4 - Reforço da eficácia e fiscalização dos instrumentos legais que condicionam a ocupação de território vulnerável a inundação	Autarquias, APA, I.P., ICNF

Quadro 3.3 - Programas e medidas de adaptação das zonas costeiras propostas na 1ª fase da ENAAC.

INSTRUMENTOS DE IMPLEMENTAÇÃO	TIPOLOGIA DE ACÇÃO			CUSTO	EFICÁCIA OU IMPACTO	PRIORIDADE	ÂMBITO
	Planeamento	Gestão	Monitorização				
Projecto específico			✓	€€	++	●●●	Nacional
Planos de Gestão de Região Hidrográfica			✓	€€	++	●●●	Local/regional
Projecto específico	✓		✓	€€	++	●●	Local/regional
Planos de Gestão de Região Hidrográfica	✓	✓	✓	€€	++	●●	Nacional
Projecto específico	✓	✓		€€	+	●	Nacional/regional
Projecto específico	✓	✓		€	+	●	Local/regional
Projecto específico	✓	✓	✓	€€	++	●●	Local/regional
Projecto específico	✓	✓	✓	€€	++	●●●	Nacional
Planos de Ordenamento da Orla Costeira		✓		€	++	●●●	Nacional
Planos de Ordenamento da Orla Costeira	✓	✓		€	++	●●●	Local
Planos de Gestão de Região Hidrográfica	✓	✓		€	+	●●	Local
Planos de Gestão de Região Hidrográfica	✓	✓	✓	€€	++	●●	Local/regional
Planos de Ordenamento da Orla Costeira	✓	✓		€	++	●●●	Regional
Planos de Ordenamento da Orla Costeira	✓	✓	✓	€	++	●●●	Nacional
Planos de Ordenamento da Orla Costeira	✓	✓		€	++	●	Nacional
Planos de Ordenamento da Orla Costeira	✓	✓	✓	€	++	●●●	Nacional

**Custo:** € - pouco elevado; €€€ - muito elevado; **Grau de eficácia ou impacto:** + - positivo e significativo; ++ - positivo e muito significativo; **Prioridade:** ●●● - 0-5 anos; ●● - 5-10 anos; ● - 10-20 anos;



# BREVE ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO SOBRE A GESTÃO DA ZONA COSTEIRA





## 4. Breve Análise da Legislação sobre a Gestão da Zona Costeira

### 4.1. Introdução

Neste Capítulo faz-se uma breve análise da legislação sobre a zona costeira procurando os aspectos positivos e aqueles onde é mais consensual o reconhecimento de que pode ser melhorada. Uma apreciação que desde já se adianta é o fato de a legislação relativa ao litoral em Portugal ter atualmente uma complexidade porventura excessiva que não traduz o desejo de simplificar a gestão integrada e sustentável da zona costeira. Pelo contrário em muitos casos ela dificulta ou impede essa gestão integrada e sustentável.

### 4.2. O Domínio Hídrico

#### 4.2.1. Jurisdição

O edifício legal relativo ao domínio público hídrico (DPH) começou a ser construído com a publicação do decreto de 31 de dezembro de 1864, através do qual foram declarados como pertencentes ao domínio público *os portos de mar e praias, os rios navegáveis e flutuáveis, com as suas margens, canais e valas, os portos artificiais e docas existentes ou que de futuro se construam...* Em 1868, com a entrada em vigor do Código Civil de Seabra, foram também integradas no DPH as arribas alcantiladas.

Foi contudo o Decreto-Lei n.º 468/71, de 5 de novembro, que reviu, unificou e clarificou o regime aplicável aos terrenos do domínio hídrico que constituiu o diploma basilar sobre esta matéria, até à sua revogação em 2005. Este diploma foi absolutamente inovador e precursor da filosofia de adoção de uma faixa de proteção na orla costeira, adotada posteriormente noutros países europeus, tendo ainda criado a figura de zonas adjacentes, enquanto zonas classificadas por se encontrarem ameaçadas pelo mar ou pelas cheias. Estabeleceu também um direito de preferência a favor do Estado no caso de alienação voluntária de parcelas privadas dos leitos ou margens.

A iniciativa de publicação deste diploma partiu do Ministério das Obras Públicas do qual dependia, à data, a Direção-Geral dos Serviços Hidráulicos que detinha competências para intervir nas matérias relacionadas com os leitos e margens das águas públicas, tarefa que a partir de 1971, com a criação da Direção-Geral de Portos (DGP), dependente do Ministério das Comunicações, passou a ser partilhada. Neste enquadramento, estava também incluída a gestão do litoral.

No final de 1992 as competências na faixa costeira transitaram da ex-DGP, para a então Direção Geral de Recursos Naturais (DGRN), tutelada pelo Ministério do Ambiente, que passou a ter a jurisdição do DPM fora das áreas portuárias, partilhando as competências com o Instituto da Conservação da Natureza (ICN), nas áreas classificadas.

A Lei da titularidade dos recursos hídricos<sup>1</sup>, Lei n.º 54/2005, de 15 de novembro, veio definir quais os recursos que integram o domínio público e os que constituem recursos patrimoniais (pertencentes a entidades públicas ou particulares). Foram ainda definidos os conceitos de domínio público marítimo, domínio público lacustre e fluvial e domínio hídrico das restantes águas.

Nesse mesmo ano a Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, designada Lei da Água<sup>2</sup>, introduziu um novo paradigma no ordenamento e gestão dos recursos hídricos, por bacia hidrográfica, e alterou o quadro institucional e de jurisdição em matéria de domínio hídrico com a criação das Administrações de Região Hidrográfica (ARH).

Mais tarde, com a publicação do Decreto-Lei n.º 130/2012, de 22 de junho, operou-se a integração num só organismo, a Agência Portuguesa do Ambiente, IP (APA, I.P.), das cinco ARH e do Instituto da Água. É a esta Agência que está cometida a jurisdição dos recursos hídricos.

#### **4.2.2. Titularidade e condicionantes**

Os recursos hídricos podem pertencer ao Estado ou a entidades públicas ou particulares. De acordo com a Lei da Titularidade, o domínio público marítimo pertence ao Estado e nele se incluem: as águas costeiras e territoriais; as águas interiores sujeitas à influência das marés, nos rios, lagos e lagoas; o leito das águas costeiras e territoriais e das águas interiores sujeitas à influência das marés; os fundos marinhos contíguos da plataforma continental, abrangendo toda a zona económica exclusiva; as margens das águas costeiras e das águas interiores sujeitas à influência das marés.

Assim, os leitos e as margens das águas do mar são do domínio público. Estão por essa via fora do comércio jurídico, encontrando-se submetidos a um regime especial de proteção que os torna inalienáveis, impenhoráveis e imprescritíveis.

Os recursos hídricos que pertençam a entidades públicas ou particulares por força da lei, de ato de desafetação ou de reconhecimento de propriedade privada não integram o domínio público,

<sup>1</sup> Lei que revoga o Decreto-Lei n.º 468/71, de 5 de novembro

<sup>2</sup> Lei que transpõe para o ordenamento jurídico português a Diretiva-Quadro da Água: Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro

podendo ser objeto do comércio jurídico, mas estão sujeitos às servidões administrativas estabelecidas na lei. A constituição de servidões administrativas sobre parcelas de leitos ou margens de águas públicas foi estabelecida tendo por objeto o interesse geral de acesso às águas e de passagem ao longo das águas da pesca, da navegação e da flutuação, quando se trate de águas navegáveis ou flutuáveis, e ainda da fiscalização e policiamento das águas pelas entidades competentes, numa altura em que o transporte por água assumia primordial importância.

Contudo, é hoje reconhecido que qualquer abordagem legislativa a esta faixa do território costeiro deve sobretudo evidenciar a relevância de que a mesma se reveste face à dinâmica da linha de costa e ao risco de galgamento, inundação e erosão costeira.

#### **4.2.3. A demarcação e a delimitação**

A Lei da Titularidade, cujos conceitos têm a sua génese em meados do século XIX, encerra em si mesma matérias que se prendem quer com o âmbito jurisdicional, o qual tem a ver com a demarcação dos leitos e das margens das águas, quer com o âmbito da titularidade das parcelas integradas nos mesmos. Esta conciliação de abordagens de ambas as matérias, atenta a dinâmica do território sobre as quais incidem, reveste-se de alguma complexidade.

A Lei da Titularidade estabelece que a delimitação do domínio público hídrico corresponde a um procedimento administrativo pelo qual são fixados os limites dos leitos e das margens dominiais confinantes com terrenos de outra natureza, competindo ao Estado proceder à mesma, oficiosamente ou por iniciativa dos interessados. Este procedimento é desencadeado na maioria dos casos por iniciativa privada daqueles que pretendem ver reconhecida a posse privada de parcelas integradas no leito ou margens das águas do mar, ao longo da costa, na falta da qual se presume do Estado a titularidade desses bens. O reconhecimento de propriedade privada compete em exclusivo aos tribunais comuns (tribunais judiciais) mediante prova documental de que os mesmos eram por título legítimo, propriedade particular ou comum antes de 31 de dezembro de 1864, ou tratando-se de arribas alcantiladas, antes de 22 de março de 1868.

A recém-publicada Lei n.º 34/2014, de 19 de junho, veio introduzir um regime excecional de prova, nomeadamente para os terrenos que estejam integrados em zona urbana consolidada como tal definida no Regime Jurídico da Urbanização e da Edificação, desde que fora de zona de risco de erosão ou de invasão do mar, e que se encontrem ocupados por construção anterior a 1951, documentalmente comprovada.

Relativamente à faixa litoral continental (excluindo estuários, rias e sistemas lagunares), encontram-se já publicados, em Diário da República, cerca de 500 autos de delimitação (Figura 4.1). Assim, estima-se que foi já obtido o reconhecimento de propriedade privada para cerca de 280km, correspondendo a cerca de 30% da extensão da linha de costa do território de Portugal Continental.

A demarcação da linha limite do leito das águas do mar e das suas margens compete à Agência Portuguesa do Ambiente (APA), enquanto Autoridade Nacional da Água, com vista à clarificação

da sua área de jurisdição, encontrando-se a APA, I.P. igualmente incumbida de organizar e manter atualizado o registo das margens dominiais, ou seja, das águas do mar e das águas navegáveis ou flutuáveis.

A última alteração à Lei da Titularidade veio também determinar que a APA, I.P. deve tornar acessível e pública, até janeiro de 2016, a informação relativa às faixas do território que correspondem aos leitos ou margens das águas do mar ou de quaisquer águas navegáveis ou flutuáveis que integram a sua jurisdição, devendo proceder igualmente à sua permanente atualização.

Esta tarefa é fundamental para a gestão do Domínio Público Marítimo (DPM) e das servidões que impendem sobre as parcelas de terrenos reconhecidas como privadas, permitindo uma mais efetiva proteção dos recursos hídricos e a salvaguarda de uma faixa do território de elevado dinamismo, e muito exposta ao risco de galgamento, inundaçã o e erosão costeira e a fenómenos meteorológicos extremos. É ainda fundamental para que entidades privadas, que se julguem proprietárias de parcelas de terreno, total ou parcialmente inseridas nessa faixa, possam tomar a iniciativa de obter o reconhecimento de propriedade, se assim o entenderem.



*Figura 4.1 - Autos de delimitação publicados.*

Como anteriormente referido, o leito e a margem das águas do mar são naturalmente dinâmicos, acautelando a lei da titularidade esta matéria. Assim, a lei estabelece que os leitos dominiais que forem abandonados pelas águas ou lhes forem conquistados não acrescem às parcelas privadas

da margem que lhes possam ser contíguas, integrando o domínio privado do Estado. Já para os terrenos sujeitos ao avanço das águas a lei distingue entre as porções de terreno corroídas lenta e sucessivamente pelas águas, as quais deverão integrar o domínio público, sem que por isso haja lugar a qualquer indemnização, e as parcelas que sejam invadidas pelas águas que nelas permaneçam sem que haja corrosão dos terrenos, caso em que os proprietários conservam o seu direito de propriedade, podendo o Estado expropriar essas parcelas. Atentas as tendências regressivas de extensas áreas do litoral continental e tratando-se de fenómenos naturais que conduzirão à alteração das circunstâncias até aí vigentes, considera-se ser necessário rever esta norma para que os terrenos que venham a ser invadidos pelo mar passem a pertencer ao domínio público, por virtude de uma afetação natural ou expropriação natural. Nestas situações não deveria haver lugar a expropriação pelo Estado, ressalvando que se o terreno voltar a ficar enxuto este se torna automaticamente de novo propriedade privada. Contudo esta eventualidade é muito improvável dada a natureza dos fenómenos de erosão na zona costeira de Portugal continental e o seu muito provável agravamento a médio e longo prazo com a subida do nível médio global do mar.

A discussão que, nos últimos anos, tem vindo a ser feita em torno da legislação do domínio hídrico assenta muito em torno da propriedade pública ou privada das parcelas do leito e da margem, e nas exigências da prova. Reconhecendo-se a importância dessa discussão e a necessidade de conciliar valores e interesses contraditórios, constitucionalmente protegidos, como a defesa do ambiente e a salvaguarda de bens públicos com a proteção da propriedade privada e a tutela da confiança dos particulares, torna-se sobretudo importante garantir que a margem das águas do mar seja tanto quanto possível uma faixa *non aedificandi*. Deve ser garantida a servidão de uso público nas parcelas privadas da margem, devendo as ocupações para utilização privativa dos terrenos pertencentes ao Estado, mediante outorga de licença ou concessão, ter lugar apenas quando necessário para assegurar o apoio ao usufruto público, e quando a mesma não possa ter lugar fora desta faixa do território. Nestes casos é essencial acautelar a precariedade e transitoriedade da ocupação de um espaço com elevado dinamismo e sujeito ao avanço das águas do mar, preocupação que ganha ainda maior acuidade em cenários de alterações climáticas.

Num contexto de regressão da linha de costa, seremos crescentemente confrontados com a integração no leito das águas do mar de parcelas que hoje se encontram na margem, pelo que em matéria de ordenamento do território e de urbanismo há forçosamente que ter em conta as dinâmicas de evolução atual e futura da linha de costa e atender às salvaguardas em matéria de ambiente e risco, nomeadamente no estabelecimento de condicionantes ao uso e ocupação, desde logo para a estreita faixa do DPM. Poderá assim evitar-se onerar ainda mais os custos com obras de proteção costeira e com a reabilitação de infraestruturas danificadas por ação de temporais.

Conforme referido em outros capítulos deste relatório o sucesso destas ações depende de mais informação, divulgação e formação sobre a dinâmica costeira e sobre o risco que lhe está associado tanto no presente como no futuro. Neste contexto considera-se ser da maior importância

a capacitação técnica do Ministério Público nestas matérias. Por outro lado o sucesso das políticas de gestão integrada da zona costeira depende também de uma adequada articulação de regimes, designadamente no que diz respeito ao cadastro, registo predial e titularidade de recursos hídricos.

## 4.3. Os Planos de Ordenamento da Orla Costeira

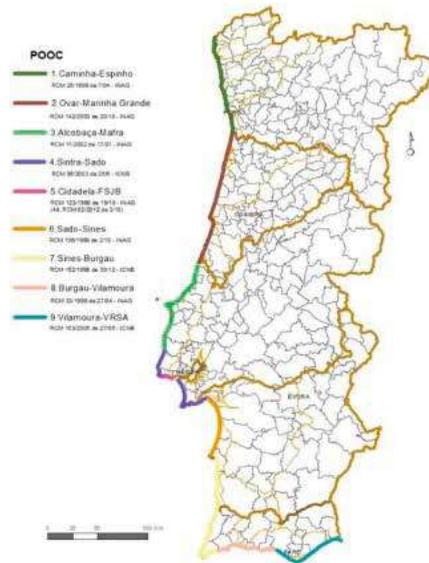
### 4.3.1. Breve enquadramento

No final dos anos 80 e início dos anos 90 do século passado, assistiu-se a um conjunto de iniciativas internacionais, de definição de políticas e de boas práticas a prosseguir em matéria de ordenamento e gestão do território, que teve eco em Portugal, nomeadamente com a criação da Reserva Agrícola Nacional, da Reserva Ecológica Nacional e da Rede Nacional de Áreas Protegidas e com a publicação de um diploma legal que veio estabelecer os princípios a que deveria obedecer a ocupação, uso e transformação do solo na faixa costeira, definida como a área delimitada entre a linha de máxima preia-mar de águas vivas equinociais e 2 km daquela para o interior.

No final de 1992 o governo estabeleceu que toda e qualquer intervenção no litoral se deveria enquadrar numa política de proteção e valorização do ambiente, assente em princípios adequados de ordenamento do território e, como foi atrás referido, efetuou a transferência de competências de gestão na faixa costeira da ex-DGP, para a DGRN. Fora das áreas portuárias o DPM passou a ter a jurisdição da DGRN a quem compete também a execução das obras de defesa costeira.

A década de 90 do século passado foi marcada por fortes e apaixonados debates, muitos deles promovidos pela Associação Eurocoast - Portugal, no seio da comunidade técnica e científica, em torno da problemática da tipologia de intervenções de defesa costeira a adotar. Frequentemente estes debates foram extremados entre os defensores das obras ditas pesadas, dominantes à época, às quais muitos apontavam o agravamento da erosão a barlamar e os defensores de modos de intervenção designados de mais suaves, nos quais se incluíam as alimentações artificiais de praias e as recuperações de sistemas dunares. A alteração institucional ocorrida, com a mudança de tutela do litoral e, conseqüentemente, dos bens do domínio público dos portos e obras públicas para o Ministério do Ambiente determinou algumas modificações em termos de abordagem e linguagem técnica.

O Decreto-Lei nº 309/93, de 2 de setembro, veio criar e regulamentar a elaboração de um novo instrumento de gestão do território: os Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC). Estes planos surgiram num contexto em que se tornava necessário definir regras de atribuição de usos privativos do DPM para implantação de infraestruturas e equipamentos de apoio à utilização das praias. A ex-DGP tinha àquela data acabado de adjudicar a equipas externas de projeto, a elaboração de dois planos que foram o embrião dos futuros POOC e que incidiam exclusivamente em área do DPM, abrangendo então uma faixa terrestre correspondente em média aos 50m de distância da margem das águas do mar (Figura 4.2).



*Figura 4.2 - Os Planos de Ordenamento da Orla Costeira em vigor.*

Os POOC foram criados numa perspetiva de proteção e valorização dos recursos e valores naturais, tendo sido entendimento do governo ser o momento de consagrar regras, não só relativas à praia, mas a toda a orla costeira. Foi então estabelecido que estes planos deveriam abranger as águas marítimas costeiras e interiores, respetivos leitos e margens e faixas de proteção. Estas são constituídas por uma faixa terrestre de proteção, cuja largura não excede os 500 metros contados a partir da linha que limita a margem das águas do mar, e uma faixa marítima de proteção, que tem como limite máximo a batimétrica dos 30 metros. Foram excluídas da sua abrangência as áreas sob jurisdição portuária, sendo que, dessa forma, se criaram significativas discontinuidades em importantes áreas estuarinas e de fozes de rios.

O exercício de ordenamento da orla costeira foi, à data, estabelecido para nove trechos do território continental cuja divisão assentou em limites administrativos de concelhos ou de áreas da rede nacional de áreas protegidas, tendo a sua elaboração sido acometida ao ex-Instituto da Água e ex-Instituto da Conservação da Natureza.

Os POOC constituíram-se como planos a duas escalas: a do ordenamento, com carácter programático, estratégico e de regulamento administrativo, vinculativo para entidades públicas e privadas à escala 1:25.000; e a da implementação /gestão dos usos e ocupações do domínio público marítimo e áreas adjacentes para as praias balneares à escala 1:2.000, com indicações para projeto.

A harmonização de conceitos, abordagens e metodologias não foi tão conseguida quanto seria desejável, nesta primeira geração de POOC.

Volvidos cerca de 20 anos, há todo um contexto legislativo, institucional, social e económico que se alterou. Importa, contudo, relevar que foi da maior importância a elaboração e a implementação dos POOC 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. Os POOC contribuíram também para a valorização de áreas do domínio hídrico e sua utilização e fruição públicas, bem como para consciencializar os gestores do território, desde o nível nacional ao local, e os cidadãos em geral, para um território muito pressionado, de elevada valia paisagística, ambiental, social e económica, mas também de grande dinamismo e vulnerabilidade. Desempenharam ainda um papel importante na criação de modelos de governação dos planos suportados em sinergias e parcerias entre as diferentes instituições com jurisdição naquelas áreas.

#### **4.3.2. O risco nos POOC**

Os nove POOC em vigor abordam, ainda que de forma não uniforme e harmonizada, as questões de risco associados à dinâmica costeira e aos processos erosivos, quer para troços arenosos de costa quer para troços de litoral de arriba. 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. 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.

No que se refere ao litoral de arriba, verifica-se que cerca de 50% da morfologia costeira de Portugal Continental é dominada por arribas altas com características geológicas e geomorfológicas diferenciadas e com diferentes taxas e processos de evolução. Os processos e recuo são gerados pela ocorrência irregular e descontínua de movimentos de massa de vertente de diferentes tipos e dimensões, em arribas rochosas (competentes), ou de modo linear e paralelo em arribas brandas (Pinto e Teixeira, 2014, ANEXO III).

As arribas de evolução rápida (brandas), com recuo linear e paralelo, estão bem representadas no litoral Sul, desenvolvendo-se na zona da lagoa de Albufeira, entre a Fonte da Telha e a praia do Meco, entre o Carvalhal e Sines e no Algarve na praia da Falésia, no litoral a leste de Quarteira e entre esta localidade e a Quinta do Lago (Pinto e Teixeira, 2014). Os fenómenos de instabilidade, apesar de se tratar de eventos de recuo isolados no tempo e de carácter localizado no espaço, quando verificados em zonas com ocupação humana estabelecida na base ou no topo das arribas, constituem fonte de perigosidade ou risco apreciável, podendo causar acidentes com consequências graves para os utentes das praias e/ou danificar ou destruir estruturas construídas no topo das arribas (Pinto e Teixeira, 2014).

Da totalidade dos POOC em vigor, cinco (Alcobaça – Mafra, Sintra – Sado, Sines – Burgau e Burgau – Vilamoura e Vilamoura – VRSA) definem faixas de proteção em litoral de arriba, ao longo do sopé e da crista das arribas, designadas por Faixas de Risco. Estas faixas correspondem a áreas paralelas à linha de costa, (i.e. a crista ou base da arriba consoante o caso) em que, num período pré-definido (normalmente entre os 50-100 anos), é provável que os efeitos da erosão costeira/ eventos de recuo se façam sentir (Pinto e Teixeira, 2014).

Nos POOC Cidadela – São Julião da Barra, cujo litoral é dominado por arribas competentes em grande parte da sua extensão, e Sado – Sines, com arribas de evolução rápida em cerca de 20% da sua extensão, não foram contudo estabelecidas faixas de risco nem definidas quaisquer medidas de salvaguarda específicas, atendendo ao risco decorrente da evolução das arribas (Pinto e Teixeira, 2014).

No que se refere ao litoral baixo e arenoso, verifica-se que alguns POOC não identificam faixas de risco enquanto outros o fazem, com base nas características geomorfológicas do litoral e sua exposição a fenómenos de galgamento oceânico ou à migração das barras como, por exemplo, no sistema lagunar da Ria Formosa.

Para as faixas de risco identificadas nos POOC encontram-se estabelecidas disposições regulamentares para o ordenamento e gestão, associadas à suscetibilidade do litoral baixo e arenoso, ao galgamento oceânico e no caso do litoral de arriba, à sua evolução e consequente perigosidade e risco para a ocupação humana. Foram estabelecidos condicionamentos ao uso e ocupação, no topo ou na base da arriba, de forma a prevenir potenciais conflitos face aos fenómenos erosivos (movimentos de massa de vertente), e a minimizar a probabilidade de ocorrência de acidentes com consequências graves.

Verifica-se que entre os diferentes POOC, elaborados em momentos diferentes e da responsabilidade de diferentes entidades, não existe a necessária harmonização de abordagens, conceitos, critérios e metodologias. Esta deficiência deverá ser eliminada no futuro processo de elaboração dos novos programas para a orla costeira<sup>3</sup>. A gestão integrada e sustentável da zona costeira a nível nacional só será possível se forem ultrapassados os referidos problemas de fragmentação e incoerência associados aos diversos POOC.

<sup>3</sup> Previstos na Lei de Bases da política de solos, de ordenamento do território e de urbanismo, Lei n.º 31/2014, de 30 de maio

## 4.4. O Plano de Ação de proteção e Valorização do Litoral 2012-2015

Os POOC identificaram um conjunto de ações a prosseguir com vista a atingir os objetivos de ordenamento, requalificação e proteção do respetivo troço costeiro, a que se associou um programa de execução e de financiamento. O “Plano de Ação de Proteção e Valorização do Litoral 2012-2015”<sup>4</sup> (PAPVL) veio rever o “Plano de Ação para o Litoral 2007-2013”<sup>5</sup> classificando e priorizando, com base em critérios de ordem técnica, as intervenções identificadas nos POOC e um conjunto de outras intervenções entretanto reconhecidas como necessárias para a minimização do risco de erosão costeira. Incluiu também as ações integradas nos Programas Polis Litoral.

As prioridades foram estabelecidas, no PAPVL, de acordo com as seguintes tipologias:

- 1) Defesa costeira e zonas de risco – sempre que sejam detetados riscos passíveis de porem em causa a segurança de pessoas e bens localizados na faixa costeira;
- 2) Estudos, gestão e monitorização – de forma a suportar e fundamentar tecnicamente as ações e intervenções previstas e garantir a sua adequabilidade face aos processos e mecanismos evolutivos presentes na faixa costeira;
- 3) Planos e projetos de requalificação – intervenções de requalificação e valorização da orla costeira, previstas em POOC, designadamente planos de praia e ações enquadradas em UOPG, e ainda as decorrentes dos programas POLIS.

Como critérios de suporte à hierarquização e priorização das intervenções, foi efetuada uma análise do Grau de Risco, sustentada na análise individual de cada uma das ações e ponderação de cada uma das suas componentes, em que:

### **Risco= Vulnerabilidade x Exposição x Perigosidade**

Vulnerabilidade - exprime a suscetibilidade de determinada zona do litoral ser afetada pelo evento;

Exposição - representa o conjunto de pessoas e bens expostos a um perigo natural; no presente caso, traduz o número de pessoas e bens potencialmente afetados pelo efeito do fenómeno;

Perigosidade - o produto da intensidade do fenómeno pela sua probabilidade de ocorrência.

Para a avaliação da componente vulnerabilidade, há que analisar o historial de registos/ estudos/ monitorização existentes, que permita aferir a suscetibilidade à ocorrência dos fenómenos de

4 Aprovado pela Ministra da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território, em junho de 2012

5 Aprovado pelo Ministro do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, em outubro de 2007

erosão/recuo associados a galgamento e inundação costeira ou a movimentos de massa de vertente, a intensidade dos fenómenos (dimensão e área afetada) e a sua frequência.

Para a avaliação do grau de exposição de pessoas ao risco importa aferir o índice e tipo de ocupação, nomeadamente permanente ou temporária, bem como a existência ou não de obras de proteção costeira e a sua eficácia. Para a exposição de bens ao risco de erosão costeira importa aferir da sua tipologia e valor, nomeadamente se se trata de património construído, património natural ou áreas afetadas a atividades económicas.

Uma vez que vai ser dado início a novo ciclo de planeamento e de ordenamento para a orla costeira, com a revisão dos POOC, deverão ser definidos e utilizados indicadores de vulnerabilidade e risco costeiro para os fenómenos de galgamento, inundação e erosão costeira válidos à escala nacional. O processo de revisão deverá ter especificamente em atenção o melhor conhecimento técnico e científico entretanto adquirido nos últimos 20 anos, e horizontes temporais de curto (2020) e médio (2050) prazo, dado ser expectável que aumente a probabilidade de fenómenos de galgamento, inundação e erosão.

## 4.5. Regimes de proteção de sistemas biofísicos e salvaguarda do risco

### 4.5.1. As zonas adjacentes

Com a publicação em 1971 do regime jurídico dos terrenos incluídos no domínio público hídrico<sup>6</sup> na sequência da ocorrência, em 1967, de violentas cheias na região da grande Lisboa, com elevado número de vítimas, instituiu-se a figura das zonas adjacentes, que sujeita a restrições de utilidade pública os terrenos que por portaria venham assim a ser classificados por se encontrarem ameaçados pelo mar ou pelas cheias. As Leis da Água e da Titularidade dos Recursos Hídricos, publicadas em 2005, estabelecem que para estas áreas, objeto de classificação específica, devem ser adotadas medidas especiais de prevenção e proteção, devendo ser delimitadas graficamente as áreas em que é proibida a edificação e aquelas em que a edificação é condicionada, para segurança de pessoas e bens.

O diploma que estabelece o regime jurídico da Reserva Ecológica Nacional (REN)<sup>7</sup> inclui nas áreas de prevenção de riscos naturais e com o regime de restrição de utilidade pública, as zonas adjacentes, as zonas ameaçadas pelo mar e, as zonas ameaçadas pelas cheias não classificadas como zonas adjacentes (nos termos da Lei da Titularidade dos Recursos Hídricos).

Até à presente data, apenas foram classificadas como zonas adjacentes zonas ameaçadas pelas cheias, tendo ocorrido a última classificação em 1989. A figura da zona adjacente é contido de

<sup>6</sup> Decreto-Lei n.º 468/71 de 5 de novembro

<sup>7</sup> Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto - alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 239/2012, de 2 de novembro

extrema importância como condicionante ao uso e ocupação de zonas ameaçadas pelo mar e pelas cheias e pelo efeito conjugado de ambas nas zonas costeiras.

Sendo certo que o risco se associa à ocupação humana, e que, face aos cenários de alterações climáticas, aumenta a probabilidade de ocorrência de fenómenos de galgamento e inundação assume particular acuidade a adoção de medidas não estruturais de proteção. Nestas medidas inclui-se a adoção de zonamentos e normas para o uso do solo em zonas de risco, códigos de construção e manutenção de edifícios e infraestruturas, políticas de aquisição e gestão de solos, seguros, sistemas de previsão e aviso, ações de informação públicas, sistemas de emergência e de medidas de recuperação pós-catástrofe (Saraiva, 1987 in Saraiva 1998).

Considera-se da maior importância o estabelecimento de condicionantes à ocupação de zonas ameaçadas pelo mar, e à ação conjugada com as cheias, pelo que se recomenda a classificação de zonas adjacentes para zonas de risco elevado a curto, médio e longo prazo.

#### **4.5.2. A Reserva Ecológica Nacional e o Plano Sectorial de Prevenção e Redução de Riscos**

A Reserva Ecológica Nacional (REN), instituída em 1983, surgiu como contributo fundamental para a ocupação e o uso sustentáveis do território. Constituiu-se como uma restrição de utilidade pública, que estabelece condicionantes ao uso e ocupação de um conjunto de áreas que, pelo valor e sensibilidade ecológicos ou pela exposição e suscetibilidade perante riscos naturais, são objeto de proteção especial e identifica quais as atividades compatíveis com o seu regime.

Distinguem-se no âmbito da REN três tipologias de áreas: as áreas de proteção do litoral, as áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico e as áreas de prevenção de riscos naturais. A REN assumiu um papel muito significativo na proteção dos sistemas, recursos e valores considerados fundamentais para a manutenção e proteção dos sistemas litorais, estabelecendo:

- Áreas de proteção do litoral: faixa marítima de proteção costeira; praias; barreiras detriticas; tómbolos; sapais; ilhéus e rochedos emersos no mar; dunas costeiras e dunas fósseis; arribas e respetivas faixas de proteção; faixa terrestre de proteção costeira e as águas de transição e respetivos leitos, margens e faixas de proteção;
- Áreas de prevenção de riscos naturais: zonas adjacentes; zonas ameaçadas pelo mar, zonas ameaçadas pelas cheias; áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo; áreas de instabilidade de vertentes.

Não obstante os objetivos específicos da REN, verifica-se ainda alguma sobreposição de regimes de proteção em matéria de recursos e valores naturais e de áreas sujeitas a riscos naturais, relacionados com a proteção e valorização dos recursos hídricos e com a proteção de pessoas e bens contra fenómenos extremos associados às águas. Apenas o risco associado à instabilidade de vertentes não está regulado na legislação dos recursos hídricos.

A aplicação plena do Regime Jurídico da REN é garantida com a aprovação das orientações estratégicas de âmbito nacional e regional<sup>8</sup>, sendo estabelecidas as diretrizes e critérios para a delimitação das áreas que a integram a nível municipal<sup>9</sup>.

A exposição e análise efetuada revelam a grande complexidade da legislação. Esta complexidade dificulta a sua aplicação e fiscalização e tende a propiciar conflitos de interpretação com recurso frequente aos tribunais. Recomenda-se a simplificação da legislação existente no sentido de garantir uma maior harmonização nas condicionantes a aplicar nos processos de elaboração/ revisão dos instrumentos de gestão territorial.

A legislação em vigor menciona a necessidade de reponderar o regime da REN e determina que em matéria de riscos deverá ser elaborado um Plano Sectorial de Prevenção e Redução de Riscos (PSPRR)<sup>10</sup>, para definir as orientações estratégicas nacionais de prevenção de riscos naturais, tecnológicos e mistos, e definir as medidas e os dispositivos de minimização dos seus efeitos a estabelecer pelos instrumentos de gestão territorial em articulação com os planos de emergência de proteção civil.

A reponderação dos regimes de salvaguarda de sistemas naturais sensíveis e de proteção face ao risco impostos pelo regime legal da REN, enquanto restrição de utilidade pública, dará lugar a um regime de que se desconhecem os contornos. Neste contexto, importará acautelar que exista a nível supramunicipal a identificação dos regimes de proteção a estabelecer e que em função disso sejam impostas restrições ao uso, ocupação e transformação do solo vinculativas de particulares nos instrumentos de gestão territorial.

Com o PSPRR pretende-se proceder à inventariação dos principais perigos que se manifestam em Portugal Continental, e definir uma abordagem metodológica para a prevenção e redução de riscos no âmbito do ordenamento do território, nomeadamente quanto à avaliação e elaboração de cartografia do risco. No caso da zona costeira é muito importante que esta cartografia de risco não se refira apenas à situação atual mas considere também horizontes temporais mais dilatados.

Foram elaboradas fichas de caracterização dos perigos considerados, cujo conteúdo fornece uma explicação sobre a natureza do perigo, exemplos de ocorrências e a informação cartográfica disponível para proceder à sua delimitação no território. No que se refere às zonas costeiras, são tipificados três tipos de perigos: inundações e galgamentos costeiros; erosão costeira-recuo e instabilidade de arribas; erosão costeira-destruição de praias e sistemas dunares. As fichas definem a metodologia inerente para a caracterização do perigo e respetivos meios cartográficos de suporte, propondo ainda escalas qualitativas de perigosidade face a critérios definidos.

8 RCM n.º 81/2012, de 3 de outubro

9 Por força da alteração do Regime Jurídico da REN operada pelo Decreto-Lei n.º 239/2012, de 2 de novembro

10 Despacho n.º 15682/2012, de 10 de dezembro, dos Secretários de Estado da Administração Interna e do Ambiente e do Ordenamento do Território. Foi cometida à Direção-Geral do Território (DGT) e à Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) a responsabilidade pela sua concretização, em estreita colaboração com as entidades e serviços da Administração central com competências em matéria de riscos específicos.

A abordagem da metodologia inerente à delimitação cartográfica dos perigos constitui um contributo relevante para uma melhor identificação e compreensão dos riscos no território e para uma política para a sua prevenção e redução nos modelos de organização territorial a definir nos instrumentos de gestão territorial (IGT). Para as zonas costeiras esta abordagem será efetuada por sector de costa correspondente ao âmbito dos futuros Programas para a Orla Costeira, a qual será transposta para os planos territoriais.

A exposição e análise efetuada revelam a grande complexidade da legislação. Esta complexidade dificulta a sua aplicação e fiscalização e tende a propiciar conflitos de interpretação com recurso frequente aos tribunais. Recomenda-se a simplificação da legislação existente no sentido de garantir uma maior harmonização nas condicionantes a aplicar nos processos de elaboração/ revisão dos instrumentos de gestão territorial.

#### **4.5.3. Os sedimentos e a proteção costeira**

De acordo com a Lei da Água, a extração de inertes em águas públicas, até ao limite das águas costeiras, encontra-se tipificada como uma utilização do domínio hídrico que apenas é permitida quando se encontre prevista em plano específico de gestão de águas ou enquanto medida de conservação e reabilitação da zona costeira e estuários, ou enquanto medida necessária à criação ou manutenção de condições de segurança e de operacionalidade dos portos, sendo que a entidade competente para o licenciamento é a APA, I.P. através das Administrações de Região Hidrográfica.

A partir de 2006, com a publicação da Lei n.º 49/2006, de 29 de agosto, com o intuito de regar a comercialização das areias provenientes de dragagens nos rios e suas fozes, por forma a compensar o défice sedimentar na deriva litoral, foi estabelecido que a extração e dragagem de areias, quando efetuada a uma distância de até 1km para o interior a contar da linha de costa e até 1 milha náutica no sentido do mar, se teria que destinar a alimentação artificial do litoral, para efeitos da sua proteção.

Com a publicação do Regime de Utilização dos Recursos Hídricos<sup>11</sup> reiterou-se que o exercício da atividade de extração de inertes tem como requisito necessário constituir uma intervenção de desassoreamento, sendo que, sempre que não for possível repor os inertes extraídos no domínio público, a entidade competente pode aliená-los em hasta pública. A extração periódica de inertes, destinada a assegurar as condições de navegabilidade e acessibilidade a portos comerciais, de pesca, marinas, cais de acostagem ou outras infraestruturas de apoio à navegação, será executada de acordo com planos de desassoreamento, aprovados pela APA, I.P./ARH.

Nos termos do estabelecido na Lei da Água e no Decreto-Lei n.º 226-A/2007, deveriam ser publicadas portarias conjuntas, pelos membros do Governo responsáveis pelas áreas do Ambiente e dos Transportes, de delegação de competências da APA, I.P. nas administrações portuárias, as quais constituiriam título de utilização daquelas entidades, com poderes de subdelegação, nas quais se deveria estabelecer entre outras as condições de dragagem e deposição de inertes e a

<sup>11</sup> Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de maio

definição dos programas de monitorização. Estas portarias, não publicadas até hoje, constituíam uma importante base de articulação institucional. Recomenda-se que estas portarias sejam publicadas conforme previsto na legislação

O Regime de Utilização dos Recursos Hídricos estabelece, que na recarga de praias e assoreamentos artificiais com vista à utilização balnear apenas podem ser utilizados materiais da classe de qualidade 1- material dragado limpo e desde que apresentem granulometria compatível com a praia recetora. A classificação (em 5 classes) dos dragados de acordo com o seu grau de contaminação (metais e compostos orgânicos) e o estabelecimento do seu destino final é definida na Portaria n.º 1450/2007, de 12 de novembro, que fixa as regras do regime de utilização dos recursos hídricos. De acordo com esta Portaria, o material dragado de classe 2, o qual possui contaminação vestigiária, pode ser imerso no meio aquático tendo em atenção as características do meio recetor e o uso legítimo do mesmo.

Verifica-se que o entendimento que tem vindo a ser feito, decorrente da interpretação direta da alínea 2 do artigo 69.º do Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de maio, conduziu ao impedimento da utilização de sedimentos de classe 2 na alimentação de praias.

Considera-se que há que fazer uma leitura conjugada com a Lei n.º 49/2006 ao abrigo da qual se entende por «*alimentação artificial de praias*» a *colocação por meios artificiais de materiais arenosos em locais imersos ou emersos*». Atento o facto que uma fração significativa do volume sedimentar dragado nas barras e canais de acesso das infraestruturas portuárias é de classe 2, e conforme acima mencionado de acordo com a Portaria n.º 1450/2007 o material de classe 2 *"pode ser imerso em meio aquático tendo em atenção as características do meio recetor e o uso legítimo do mesmo"*, considera-se que apesar dos sedimentos de classe 2 não poderem ser utilizados na praia emersa (*"utilização balnear"*), não existe, de facto, impedimento para que este sedimento possa ser utilizado na alimentação da praia submarina. Pelo contrário, se o material dragado de classe 2 for utilizado na alimentação das praias (área submersa) é assegurado o cumprimento da Lei n.º 49/2006. Importa também clarificar que o conceito de *"granulometria compatível com a praia recetora"* não deve ser utilizado como um impedimento à utilização de material dragado para efeitos de proteção costeira. Na realidade, mesmo que o material dragado apresente granulometria diferente da existente na praia, desde que apresente uma fração arenosa ou cascalhenta, a sua deposição no sistema contribuirá sempre para a proteção da orla costeira. O valor da fração arenosa e cascalhenta deverá ser definido com base em estudos que tenham em atenção o conhecimento e a análise das práticas seguidas noutros países (Röper e Netzband, 2011) com problemáticas costeiras semelhantes às de Portugal, em especial na UE, tendo em conta as especificidades do nosso caso.

Assim recomenda-se a revisão das práticas que têm vindo a ser adotadas de imersão de dragados de classe 2 a profundidades superiores à profundidade de fecho, subtraindo-se à deriva litoral significativas quantidades de sedimentos, que poderiam ser utilizados na compensação do défice sedimentar e consequente minimização dos riscos de erosão costeira, havendo que conciliar os períodos de imersão com a garantia de condições para a prática balnear, sobretudo quando exista percentagem significativa de granulometria fina.

Considera-se ainda importante uma reavaliação dos parâmetros e limiares, estabelecidos nesta portaria, à luz do conhecimento atual e das necessidades identificadas de utilização de dragados para a proteção costeira, devidamente ponderados que sejam os impactos da sua utilização.

O diploma que estabelece o regime jurídico da REN enquadra a extração de inertes, na faixa marítima de proteção costeira, até à batimétrica dos 30m, como mancha de empréstimo a ser explorada para alimentação artificial de praias, para proteção costeira em zonas ameaçadas pelas cheias e pelas marés, com o objetivo de prevenção dos riscos naturais por cheias e pelo mar.

A Estratégia Nacional de Gestão Integrada da Zona Costeira (ENGI-ZC)<sup>12</sup> Identifica como medida<sup>13</sup> a promoção da gestão integrada dos recursos minerais costeiros, garantindo a reintrodução dos dragados no sistema dinâmico, nos termos da legislação em vigor, sobretudo na zona costeira onde a taxa de recuo da linha de costa é muito elevada. Refere ainda a necessidade de ser constituído e mantido atualizado o cadastro dos licenciamentos, bem como a informação técnico-científica relativa a manchas de empréstimo, passíveis de serem utilizadas nomeadamente em intervenções mitigadoras da erosão costeira. Contudo, a maior parte destas recomendações não foram cumpridas.

A elaboração do trabalho que deu origem ao presente relatório permite concluir que muito está por fazer no que se refere à recolha, sistematização, processamento dos dados relativos aos sedimentos costeiros e sua divulgação, e à articulação entre as instituições mais relevantes nestas matérias, para que se possa avaliar a situação existente e criar as necessárias sinergias para uma adequada gestão das areias da plataforma continental.

Do anteriormente exposto resulta que para as águas costeiras, e até à batimétrica dos 30m, a legislação atual salvaguarda a possibilidade dos dragados serem usados na proteção costeira, desde que a qualidade dos sedimentos seja compatível com a sua utilização na praia emersa ou imersa. No entanto, existem importantes reservas de areia e cascalho a profundidades superiores a 30m, havendo a necessidade de garantir que a legislação em matéria de recursos geológicos, bem como os usos a admitir em sede de ordenamento do espaço marítimo, salvaguardem estes recursos sedimentares nas águas territoriais da plataforma continental, bem como condições de acesso para a sua extração para alimentação artificial de trechos costeiros. Estas cautelas são fundamentais como medida de proteção face à erosão costeira e ao défice sedimentar na deriva litoral, com tendência de agravamento em cenários de alterações climáticas.

12 RCM n.o 82/2009, de 8 de setembro

13 na medida M\_06, inserida no objetivo temático: conservar e valorizar recursos e o património natural, paisagístico e cultural

## 4.6. Os Programas para a Orla Costeira

### 4.6.1. Breve enquadramento

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<sup>14</sup> e com a nova Lei de Bases da Política de Solos, de Ordenamento do Território e de Urbanismo (LBSOTU)<sup>15</sup>.

Teve também lugar todo um novo enquadramento estratégico com a publicação nomeadamente da Estratégia Nacional de Gestão Integrada para a Zona Costeira (ENGIZC), da Estratégia Nacional para o Mar<sup>16</sup> (ENM), da Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (EN AAC)<sup>17</sup> e da Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável<sup>18</sup> (ENDS).

Teve também lugar uma alteração do enquadramento institucional, primeiro com a criação das Administrações de Região Hidrográfica, em 1998, e mais tarde, em 2012, com a sua integração na Agência Portuguesa do Ambiente.

Torna-se, assim, necessário adequar as disposições e propostas dos POOC, atualmente em vigor, 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. Os 9 POOC vão dar lugar a 5 novos instrumentos de gestão territorial correspondendo às unidades de gestão por administração de região hidrográfica. Nesta fase apenas não será revisto o último POOC a ser publicado, o POOC Vilamoura-Vila Real de Santo António, pelo que para a região hidrográfica do Algarve, estarão em vigor dois instrumentos de gestão territorial.

Ao abrigo da nova LBSOTU, os planos especiais de ordenamento do território, elaborados como instrumentos de gestão territoriais supletivos, de intervenção do Estado, para a prossecução de objetivos de interesse nacional, com repercussão espacial, de natureza regulamentar e vinculativos de entidades públicas e privadas, são reconfigurados como programas especiais.

Os POOC darão assim origem aos Programas para a Orla Costeira (POC), os quais passam a abranger áreas incluídas na zona costeira, uma vez que a área terrestre de proteção se poderá estender dos 500m para os 1000m, quando tal seja justificado pela necessidade de proteção de sistemas biofísicos (Figura 4.3).

14 Decreto-Lei n.º 159/2012, de 24 de julho

15 Lei n.º 31/2014, de 30 de maio

16 RCM n.º 12/2014, de 12 de fevereiro, que revogou a RCM n.º 163/2006

17 RCM n.º 24/2010, de 1 de abril

18 RCM n.º 109/2007, de 20 de agosto



Figura 4.3 - Os futuros Programas da Orla Costeira.

Os novos POC mantêm a prevalência sobre os planos territoriais de âmbito intermunicipal e municipal, passando contudo a assumir um caráter mais estratégico e programático, sendo as normas a estabelecer apenas vinculativas de entidades públicas. Assiste-se assim a um novo paradigma para os instrumentos de gestão territorial, em que os únicos instrumentos de gestão territorial que vinculam os privados são os planos territoriais da responsabilidade dos municípios.

Está aqui lançado um desafio às entidades da administração, ao nível central, regional e local, para uma adequada articulação, ponderação e concertação de interesses que permita diminuir o risco nas zonas mais vulneráveis da orla costeira de modo a permitir que o desenvolvimento das atividades mais dependentes da proximidade do mar se faça em condições de segurança de pessoas e bens.

Existe uma sobreposição das áreas de abrangência dos POOC, e futuros POC, com os planos de ordenamento do espaço marítimo nacional, na zona marítima de proteção, até à batimétrica dos 30m, que obrigará a uma adequada articulação e ponderação de objetivos e interesses para o ordenamento e gestão da interface terra/mar. Haverá que garantir medidas de articulação e de coordenação, designadamente no que respeita às ações necessárias para a prevenção e gestão de situações de risco de galgamento, inundação e erosão costeira. Há que garantir ainda que as atividades humanas a desenvolver no espaço marítimo serão devidamente articuladas e ponderadas com os usos e ocupações existentes ou previstos nos diferentes instrumentos de gestão territorial, sejam eles planos ou programas territoriais, tendo em atenção o facto de que muitas

delas carecerão de infraestruturas de apoio em terra. Só assim se poderá garantir uma gestão da zona costeira verdadeiramente integrada e sustentável.

#### 4.6.2. Uso e ocupação do solo na zona costeira

O ordenamento do território pode contribuir de forma decisiva para a prevenção de riscos naturais, nomeadamente do risco associado erosão costeira.

Os regulamentos dos POOC em vigor estabelecem um conjunto de condicionantes à ocupação da orla costeira. Concretamente para as respetivas faixas de risco são estabelecidos um conjunto de restrições e condicionamentos, que não sendo uniformes entre eles, consistem de um modo geral na interdição total de novas construções, excecionando as situações: de ocupação com construções ligeiras ou amovíveis; ocupações previstas em Plano de Praia ou em Unidade de Planeamento e Gestão; ou quando em litoral de arriba se encontrem garantidas condições de segurança asseguradas através de estudos específicos que as demonstrem ou tenham sido realizadas obras de consolidação com vista à minimização do risco; preveem ainda alguns planos a abertura de exceções para equipamentos de interesse público (ANEXO IV).

O Plano Regional de Ordenamento do Território (PROT) da Área Metropolitana de Lisboa (datado de 2002), em vigor, estabeleceu um conjunto de condicionantes em matéria de contenção da ocupação da orla costeira, designadamente propondo a interdição de novas construções fora dos perímetros urbanos, e em áreas de risco, bem como na margem das águas do mar, salvaguardando algumas exceções enquadradas nos POOC, e estabeleceu ainda uma série de condicionantes à ocupação urbana ou turística na zona costeira (ANEXO V).

O documento «Bases para a estratégia de gestão integrada da zona costeira nacional», colocado à discussão pública no início de 2006 e divulgado em 2007, veio definir princípios, objetivos fundamentais e opções estratégicas para a gestão integrada da zona costeira nacional. Neste contexto, os Planos Regionais de Ordenamento do Território (PROT) do Algarve (datado de 2007) e do Oeste e Vale do Tejo (datado de 2009), vieram acautelar a proteção e valorização da zona costeira, através do estabelecimento de condições à ocupação nesta zona, em conformidade com as «Bases para a estratégia de gestão integrada da zona costeira nacional» e a ENGIZC em elaboração (ANEXO V).

A ENGIZC, veio a ser publicada em setembro de 2009, e definiu a zona costeira como o espaço tampão de proteção ao avanço do mar e às alterações climáticas, que deveria ser considerado às diversas escalas dos instrumentos de gestão territorial, como vinculada ao princípio de zona *non aedificandi*.

As orientações estratégicas definidas pela ENGIZC foram incluídas no PROT Alentejo (datado de 2010). Foram, também, incluídas nas propostas dos planos da região norte, centro e de alteração do PROT da área metropolitana de Lisboa e vale do Tejo (datados de 2009, 2011 e 2010 respetivamente) que lamentavelmente nunca vieram a ser publicados.

Os PROT elaborados em simultâneo ou posteriormente à aprovação da ENGIZC definiram as normas e as orientações a integrar em sede dos planos municipais de ordenamento do território.

A ENGIZC sublinha ainda a importância da aplicação dos princípios constantes no Decreto-Lei n.º 302/90, de 22 de Setembro, assumindo-se o princípio da precaução/prevenção e impondo-se a eventual retirada de construções e a não ocupação ou densificação de áreas de risco ou vulneráveis, mesmo quando consideradas urbanas, a interdição da ocupação na orla costeira e o seu condicionamento na restante área.

No que respeita aos princípios, estabelecidos desde logo em 1990, a observar na ocupação, uso e transformação da faixa costeira (até aos 2 km), destacam-se aqui os seguintes, dado manter-se ainda a sua pertinência e relevância:

### **I - Ocupação do solo**

- › As edificações devem ser afastadas, tanto quanto possível, da linha da costa;
- › O desenvolvimento linear das edificações ao longo da costa deve ser evitado;
- › As novas ocupações do solo devem localizar-se preferencialmente nos aglomerados existentes, devendo os instrumentos de planeamento prever, sempre que se justifiquem, zonas destinadas a habitação secundária, bem como aos necessários equipamentos de apoio, reservando-se espaço rural para as atividades que lhe são próprias;
- › A ocupação urbana próxima do litoral deve ser desenvolvida preferencialmente em forma de «cunha», ou seja, estreitar na proximidade da costa e alargar para o interior do território;
- › Entre as zonas já urbanizadas, deve ser acautelada a existência de zonas naturais ou agrícolas suficientemente vastas;
- › Não deve ser permitida qualquer construção em zonas de elevados riscos naturais, tais como: zonas de drenagem natural; zonas com risco de erosão intensa; zonas sujeitas a abatimento, escorregamento, avalanches ou outras situações de instabilidade.

### **II - Acesso ao litoral**

- › Deve evitar-se a abertura de estradas paralelas à costa;
- › O acesso ao litoral deve ser promovido através de ramais perpendiculares à linha da costa localizados em pontos criteriosamente escolhidos para o efeito;

- › Os parques de estacionamento de apoio à utilização das praias devem ser pavimentados com matérias permeáveis e dimensionados de forma adequada à capacidade de acolhimento destas e implantados, sempre que possível, em clareiras existentes;
- › A transposição das dunas costeiras deve ser limitada à circulação pedonal, a efetuar através de passadeiras-estrados sobrelevados e colocados perpendicularmente à direção dos ventos dominantes, aproveitando, tanto quanto possível, as passagens naturais.

Considera-se que os novos POC deverão harmonizar e compatibilizar as normas orientadoras para a ocupação das faixas de risco de modo a contribuir para um ordenamento e gestão mais coerentes e equitativos da faixa costeira, quer em troços arenosos, quer limitados por arribas.

A avaliação do risco e a identificação de normas para a salvaguarda de pessoas e bens terá que atender necessária e obrigatoriamente aos diferentes processos, taxas de evolução e dinâmica dos sistemas litorais e, no caso das arribas, à diferenciação da sua evolução (Pinto e Teixeira, 2014).

Deverá ainda em matéria de risco ser efetuada a devida ponderação da conjugação de fatores como sejam o galgamento oceânico e a inundação em zonas baixas aplanadas, em cenários de forçamento climático e subida do nível do mar, para períodos de retorno de 50 anos e de 100 anos, correspondentes a cenários de, respetivamente médio e longo prazo. Esta ponderação deverá ser efetuada tendo presente a inserção de cada troço costeiro nas células costeiras vizinhas e nas respetivas bacias hidrográficas e atender às características destas e às inter-relações que se estabelecem. Carece de particular atenção o troço costeiro da ria de Aveiro, o qual deverá ser objeto de um Programa para o estuário do rio Vouga. Se for rompido o frágil equilíbrio dinâmico desta linha de costa, serão inundadas extensas áreas de cotas muito baixas, algumas delas fora da área de abrangência do POOC, que se encontram intensamente ocupadas e constituem o suporte de uma intensa atividade económica.

Os novos programas para a orla costeira deverão identificar as zonas e faixas de risco, à luz do conhecimento técnico e científico atual e estabelecer as condicionantes ao seu uso e ocupação. Atento o novo enquadramento dos instrumentos de gestão territorial, consagrado na LBSOTU, considera-se fundamental proceder à classificação de zonas adjacentes enquanto áreas ameaçadas pelas cheias e áreas ameaçadas pelo mar<sup>19</sup>. Considera-se ainda que devem ser incluídas nestas últimas as faixas de salvaguarda de risco de instabilidade de vertentes, constituídas nos troços costeiros de arriba pelas faixas de risco adjacentes à crista.

Os diplomas de classificação das zonas adjacentes deverão estabelecer as condicionantes a impor aos usos e ocupações destas áreas por via do regime de restrição de utilidade pública, propondo-se que estas sejam genericamente consideradas como áreas *non aedificandi*. Nas faixas de risco associadas a litoral baixo e arenoso e nas faixas de risco adjacentes à crista das arribas deverão ser interditas novas construções, apenas se admitindo a realização de obras de

19 nos termos do art.º 22º da Lei n.º 54/2005 de 15 de novembro

reconstrução, consolidação e requalificação que não impliquem aumento de volume, altura ou superfície, admitindo apenas exceções que não comprometam o objetivo principal de salvaguarda de pessoas e bens, face à identificada probabilidade de ocorrência de acidentes graves, e de que não se aumentem eventuais custos futuros de realocização ou de proteção.

Deverá estabelecer-se como regra a interdição de novas construções nas faixas de risco máximo para terra, adjacente à crista das arribas, independentemente da existência de estudos geológicos/geotécnicos detalhados sobre as características evolutivas das arribas e de obras de estabilização ou consolidação das arribas nas áreas passíveis de nova ocupação.

Importa ainda alertar para a ideia, por vezes errada, de segurança que as obras de proteção costeira poderão induzir e que conduziram ao aumento exponencial das áreas ocupadas e conseqüente agravamento das situações de risco. Efetivamente observa-se, em algumas áreas onde se realizaram obras de proteção, um aumento do número de pessoas e bens expostos ao risco decorrente dos fenómenos de galgamento, inundação e erosão e uma conseqüente tendência para reclamar a ampliação daquelas obras, para defender novas frentes ocupadas.

É necessário fazer uma ponderação adequada dos interesses em causa, assente em estudos específicos, suportados em análises de custo-benefício e análises multicritério, relativa quer às ocupações existentes quer aos compromissos urbanísticos válidos e eficazes, assumidos para áreas críticas em que o grau de risco para pessoas e bens é elevado. Será necessário avaliar medidas de realocização envolvendo, por exemplo, a transferência de edificabilidade para zonas mais seguras e afastadas da costa. Verifica-se em Portugal uma forte tradição do direito do urbanismo, e direito de propriedade, sendo que para as situações de elevado risco costeiro é da maior importância estabelecer um equilíbrio entre o interesse público e o privado tendo em atenção os custos crescentes da proteção do litoral.

A legislação espanhola tem uma figura no seu direito do urbanismo - *fuera de ordenación* - que enquadra as situações em que há uma alteração das circunstâncias ditadas por um novo instrumento de gestão territorial, e que visa acautelar um regime transitório que permite a manutenção do edificado, mas condiciona qualquer iniciativa no sentido de aumentar a sua vida útil. O crescente aumento do risco de galgamento, inundação e erosão em troços da costa de Portugal continental altamente vulneráveis e densamente povoados configura uma situação de alteração de circunstância que tem de ser refletida nos instrumentos de gestão territorial.

Os novos instrumentos de gestão territorial deverão assim identificar as zonas da orla costeira, e da zona costeira, sujeitas a risco, já ocupadas ou com compromissos urbanísticos válidos e eficazes, e estabelecer as condicionantes aplicáveis, competindo aos planos territoriais de nível municipal ou intermunicipal, porque vinculativos dos particulares, consagrar as opções de ordenamento e gestão que permitam, quando for o caso, acomodar soluções de recuo planeado.

Recomenda-se a realização de estudos prospetivos de realocização em locais com risco elevado de galgamento, inundação e erosão com base em análises de custo-benefício e análises

multicritérios que incluam o médio e o longo prazo. Estes estudos deverão beneficiar da análise das conclusões obtidas em estudos do mesmo tipo já realizados em outros países da UE, em especial em França e no Reino Unido.

## 4.7. A GIZC, A Estratégia Nacional de Gestão Integrada da Zona Costeira e a Estratégia Nacional para o Mar

A ENGIZC assume como missão *garantir a adequada articulação e coordenação das políticas e dos instrumentos que asseguram o desenvolvimento sustentável da zona costeira*. E tem como visão *uma zona costeira harmoniosamente desenvolvida e sustentável, baseada numa abordagem sistémica e de valorização dos seus recursos e valores identitários, suportada no conhecimento e gerida segundo um modelo que articula instituições, políticas e instrumentos e assegura a participação dos diferentes atores intervenientes*. É salientada a necessidade de reforçar a componente marítima na gestão integrada da zona costeira.

Na Estratégia Nacional para o Mar não é refletida a integração, articulação e complementaridade entre o meio marinho e terrestre, não sendo proposto qualquer modelo de governação que permita garantir uma adequada articulação e cooperação entre os diferentes níveis de decisão e com o meio técnico e científico, atentas as áreas de atuação concorrentes ao nível de vários ministérios, sendo tanto mais importante quanto Portugal assumiu compromissos comunitários, plasmados em Diretivas Ambientais ou Quadro da UE, transpostas para o direito nacional, em diversas matérias para as quais tem que se garantir a devida articulação de políticas. Foi recentemente desenhado um modelo de cooperação interinstitucional em matéria de biodiversidade marinha<sup>20</sup>, incluindo serviços de ecossistemas, para superar dificuldades de articulação e constrangimentos identificados, e tentar concertar posições face a objetivos e interesses, muitas vezes de sinais contrários, concorrentes para um mesmo espaço, havendo que partilhar informação e encontrar sinergias no desenvolvimento de projetos de investigação que permitam adquirir o melhor conhecimento para apoio à decisão.

É no entanto na zona costeira, enquanto faixa de interface terra-mar que se verifica a maior necessidade de criar mecanismos de articulação e cooperação para garantir uma efetiva gestão integrada, como decorre da ENGIZC. É inquestionável a necessidade que tal aconteça: seja para a garantia dos compromissos comunitários assumidos por via de várias Diretivas, nomeadamente a Diretiva Quadro da Água e a Diretiva Quadro da Estratégia Marinha, com exigências específicas e complementares, para um mesmo espaço, nas águas costeiras e nas de transição. Estas exigências específicas e complementares devem ser compatibilizadas para garantir a prossecução das intervenções de minimização de risco na orla costeira, nomeadamente na reserva de manchas de empréstimo sedimentar para a alimentação de trechos costeiros. Esta compatibilização deve ser feita por via da articulação no espaço marítimo de proteção, dos POC com os instrumentos de ordenamento do espaço marítimo, no sentido da concertação de opções de ordenamento e gestão das atividades no mar com as opções dos instrumentos de gestão territorial em vigor.

<sup>20</sup> Criado um grupo de trabalho através do Despacho n.º 7670/2014, de 12 de junho, dos Secretários de Estado do Ambiente, do Ordenamento do Território e da Conservação da Natureza e do Mar





# SISTEMAS DE MONITORIZAÇÃO E INFORMAÇÃO A NÍVEL INSTITUCIONAL E PÚBLICO DAS ZONAS COSTEIRAS



## 5. Sistemas de Monitorização e Informação a nível Institucional e Público das Zonas Costeiras

### 5.1. Introdução

As zonas costeiras são áreas complexas onde convivem simultaneamente o ambiente marinho e terrestre com todas as suas múltiplas dinâmicas.

Dada a intensidade e magnitude das alterações que caracterizam as zonas costeiras, é necessária a implementação de processos e ferramentas coletivas para melhorar o seu conhecimento e apoiar a gestão costeira, baseadas em Infraestruturas de Dados Costeiros (Gourmelon et al., 2012).

Qualquer política costeira esclarecida, racional e realista, requer o acesso a dados suficientes e fiáveis, que possam ser utilizados nos mais diversos domínios e que ajudem a encontrar respostas para os problemas identificados e a traçar rumos sustentáveis em diversas frentes de intervenção.

O acesso aos dados envolve genericamente duas vertentes que convergem nos mesmos objetivos:

- Os dados, resultantes em grande parte de campanhas de observação e de monitorização devem estar integrados numa Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE); os metadados são essenciais para se ter informação sobre os dados, incluindo a localização, a tipologia, quais os formatos e escalas, qual o âmbito geográfico ou temporal, quem os detém, como foram obtidos, que condicionalismos existem para a sua utilização, etc.
- E os serviços de informação (SI), geoportais ou plataformas, baseados em serviços de *internet* que organizam conteúdos e serviços suportados nos dados, tais como diretórios,

ferramentas de busca e consulta, recursos de suporte e processamento e aplicações muito diversas, geralmente suportadas em visualizadores e em catálogos de dados.

## 5.2. O que refere a ENGIZC

A Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Zonas Costeiras (ENGIZC - RCM nº 82/2009 de 20 de agosto de 2009<sup>21</sup>) estabelece duas medidas que concorrem nestes temas e que são:

- Desenvolver um programa nacional de monitorização dos sistemas costeiros, das comunidades bióticas e da qualidade ambiental (Medida M\_018);
- Constituir a plataforma de cooperação que envolva instituições públicas e privadas e que seja um mecanismo para a interpretação integrada da evolução da zona costeira (Medida M\_19).

Estas medidas foram parcialmente executadas no Plano de Ação de Proteção e Valorização do Litoral 2012-2015<sup>22</sup> e no plano que lhe antecedeu, 2007-2013<sup>23</sup>, através de duas ações que concorrem para estes objetivos, a saber:

P2.1 – O Sistema Nacional de Informação e Monitorização do Litoral Estudos / Monitorização, de que resultou a “Cobertura Aerofotográfica, desenvolvimento do modelo digital de terreno (MDT), produção de ortofotos e cartografia na faixa costeira de Portugal Continental”, com a Cobertura aerofotográfica concluída em 2008, e a cartografia MDT e ortofotomapas concluídos em 2012.

P2.2 – Sistema de Informação Geográfica (SIG) de apoio a ações sobre reposição da legalidade em toda a costa continental, que ficou “*online*” em 2011 sob o nome de SIARL - Sistema de Administração do Recurso Litoral, por entretanto ter sido ampliado o seu conceito (inicialmente estava dirigido para a reposição da legalidade) para dar resposta a outros temas que convergem na gestão do litoral<sup>24</sup>.

Independentemente da utilidade e importância do alcançado com a concretização destas duas ações, se atendermos às medidas preconizadas na Estratégia Nacional – o programa nacional de monitorização e a plataforma de cooperação – verifica-se que o alcançado no Plano de Ação é uma pequena parte do que realmente importaria desenvolver uma vez que:

- Um programa nacional de monitorização é algo muito mais vasto, quer tematicamente quer temporalmente, que os dois produtos resultantes daqueles levantamentos;

21 <http://dre.pt/pdf1sdip/2009/09/17400/0605606088.pdf>

22 [http://www.apambiente.pt/\\_zdata/DESTAQUES/2012/PAPVL\\_2012-2015-JUNHO.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/DESTAQUES/2012/PAPVL_2012-2015-JUNHO.pdf)

23 <http://www.maotdr.gov.pt/Admin/Files/Documents/PlanoAcao2007-2013.pdf>

24 [www.siarl.igeo.pt](http://www.siarl.igeo.pt)

- Uma plataforma de cooperação de apoio à gestão integrada visando a implementação duma estratégia é muito mais que um produto tecnológico, por mais completo e sofisticado que seja, pois requer toda uma envolvimento assente em vontades políticas, parcerias, compromissos e convergências de esforços.

Conclui-se assim que, embora a ENGIZC formule corretamente o que importa desenvolver há ainda um longo caminho a percorrer para a concretizar.

### 5.3. Bons exemplos de monitorização e de sistemas de informação

Para evidenciar a situação atual apresenta-se um exemplo do que se considera ser uma boa prática neste domínio da monitorização suportada num sistema de informação. O “Channel Coastal Observatory”<sup>25</sup> (Figura 5.1), é uma plataforma de gestão e disponibilização de dados recolhidos através dos programas regionais e estratégicos de monitorização da zona costeira em Inglaterra.



Figura 5.1 - Geoportal do Channel Coast Observatory.

Desenvolvido para dar respostas aos problemas costeiros do Sul de Inglaterra, surgiu na sequência duma proposta apresentada por investigadores e académicos preocupados com as questões costeiras ao governo britânico, visando apoiar o acesso a informação essencial para fundamentar estudos e trabalhos sustentados numa base científica sólida.

Através deste sistema, qualquer investigador, técnico ou cidadão tem acesso a informação de interesse para diferentes domínios de análise e atuação na zona costeira. A informação

<sup>25</sup> <http://www.channelcoast.org/>

disponibilizada no *Channel Coastal Observatory* envolve abundantes séries geográficas e temporais nos seguintes temas:

- Fotografia orto e não retificada;
- Fotografia de falsa cor;
- Dados LIDAR;
- Dados topográficos;
- Dados hidrográficos;
- Aerofotogrametria;
- Mapas dos fundos marinhos;
- Dados sobre ondas e boias;
- Mapas de distribuição de sedimentos;
- Pontos de controlo para GPS;
- Modelos;
- Linhas fisiográficas

#### 5.4. A Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) em Portugal

Portugal é detentor de informação idêntica à disponibilizada no *site* anteriormente referido, sendo que as diferenças consistem no facto de haver menos séries temporais, da abrangência geográfica ser menos rica, de nem sempre a informação estar ajustada aos dinamismos dos diversos sistemas e de não ter sido devidamente coordenada nem sistematizada a aquisição de novos produtos. Acresce que não existe um acesso centralizado aos dados, encontrando-se a informação dispersa por muitas instituições, muitas vezes com diferentes políticas de cedência e acesso aos dados. Entre outras, podem ser referidas as seguintes instituições como detentoras de informação equivalente à que consta no exemplo anterior ou que importa considerar para a gestão costeira de Portugal:

- Instituto Hidrográfico (IH);
- Direção Geral do Território (DGT);

- Agência Portuguesa do Ambiente (APA, I.P.);
- Direção Geral dos Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos (DGRM)
- Instituto Geográfico do Exército (IGeoE);
- Instituto Nacional de Estatística (INE);
- Instituto da Conservação da Natureza e Florestas (ICNF);
- Administrações Portuárias (AP);
- Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA);
- Direção Geral de Política do Mar (DGPM);
- Direção Geral da Autoridade Marítima (DGAM);
- Laboratório de Energia e Geologia (LNEG);
- Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC);
- Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR);
- Universidades e Centros de Investigação;
- Autarquias.

Destas entidades, é de referir que são poucas as que praticam uma política de dados abertos. Existem diferentes políticas na cedência e acesso aos dados e mesmo entre serviços da administração é frequente a existência de condicionalismos de acesso aos dados brutos, sendo que em alguns casos o acesso aos dados envolve um pagamento.

## 5.5. A Diretiva INSPIRE e o SNIG

A informação de base geográfica está enquadrada pela Diretiva INSPIRE<sup>26</sup>, que tem por objetivo facilitar o acesso aos dados e fomentar a monitorização do território e do ambiente a nível europeu. Esta diretiva advoga que a informação geográfica deve:

- Ser abundante e disponível sob condições que não restrinjam o seu uso generalizado;

<sup>26</sup> Diretiva 2007/2/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 14 de Março de 2007 que estabelece uma infraestrutura de informação geográfica na Comunidade Europeia (Inspire) :<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007L0002&from=PT>

- Poder ser combinada de forma transparente e partilhada por diversos utilizadores e aplicações;
- Permitir análises detalhadas e gerais para objetivos estratégicos;
- Ser fácil de identificar e de interpretar;
- Contribuir para uma mais eficaz monitorização do ambiente e do ordenamento do território.

A Diretiva refere no seu preâmbulo:

- (22) *“As autoridades públicas precisam de aceder facilmente aos conjuntos e serviços de dados geográficos pertinentes durante o desempenho das suas atribuições públicas. Esse acesso pode ser dificultado se estiver dependente de uma negociação individual ad hoc entre autoridades públicas de cada vez que for solicitado. Os Estados-Membros deverão tomar as medidas necessárias para impedir obstáculos práticos à partilha de dados, recorrendo, por exemplo, a acordos prévios entre autoridades públicas.”*
- (23) *“Nos casos em que uma autoridade pública fornece a outra autoridade pública do mesmo Estado-Membro conjuntos e serviços de dados geográficos necessários para o cumprimento de obrigações de informação impostas pela legislação ambiental comunitária, o Estado-Membro em questão deverá poder determinar que o fornecimento de tais conjuntos e serviços seja gratuito. Os mecanismos destinados à partilha de conjuntos e serviços de dados geográficos entre governos e outras administrações públicas e pessoas singulares ou coletivas que exerçam funções administrativas públicas nos termos da lei nacional deverão ter em conta a necessidade de proteger a viabilidade financeira das autoridades públicas, em particular daquelas cujo financiamento deva ser assegurado através de receitas próprias. Em qualquer caso, a taxa cobrada não deverá exceder o custo da recolha, produção, reprodução e divulgação juntamente com uma rentabilidade razoável”*

No atual quadro do sector nacional que incide sobre a informação geográfica e as zonas costeiras em particular, é possível constatar a existência, em maior ou menor grau, de uma falta de informação atualizada e sistematizada no momento da tomada de decisão, pelo que importa refletir sobre as causas deste problema. Contudo, as carências que se verificam ao nível dos dados geográficos não são um problema exclusivo das zonas costeiras, refletindo dificuldades sentidas na política de dados a nível nacional.

A Diretiva INSPIRE foi vertida na lei nacional através do Decreto-Lei n.º 180/2009, de 7 de agosto, diploma este que procede à revisão do Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG) criado 20 anos antes. O SNIG «... é a infraestrutura de dados espaciais nacional, com funcionamento em rede, que tem por objetivo proporcionar, a partir dos vários pontos de acesso, a pesquisa, visualização e exploração dos metadados e conjuntos e serviços de dados geográficos produzidos ou mantidos pelas autoridades públicas ou por sua conta e também por privados»<sup>27</sup>.

27 [http://www.dgterritorio.pt/sistemas\\_de\\_informacao/snig/o\\_que\\_e\\_o\\_snig\\_/](http://www.dgterritorio.pt/sistemas_de_informacao/snig/o_que_e_o_snig_/)

No SNIG "... a disponibilidade de conteúdos concentrou-se principalmente em: Metadados através da criação do Perfil Nacional de Metadados e o desenvolvimento de uma ferramenta para produção e edição de metadados – Editor MIG – disponibilizada a todas as autoridades interessadas em criar e publicar metadados; Geoweb services para alguns conjuntos de dados geográficos disponíveis através do SNIG"<sup>28</sup> (Geirinhas, 2012), embora estes não sejam sistemáticos.

A questão é que o SNIG não disponibiliza dados mas apenas informação sobre os mesmos. A IDE nacional também não define uma estratégia coordenada de acesso aos dados nem define estratégias de planeamento para a sua aquisição de forma concertada.

De acordo com Julião (2014)<sup>29</sup>, "...não faz sentido a inexistência de:

- Uma maior articulação do investimento público, por forma a assegurar a obtenção de uma série de conjuntos de dados geográficos estratégicos para o país, de qualidade, bem como a sua contínua atualização;
- Uma maior descentralização do processo produtivo de conjuntos de dados geográficos vetoriais básicos;
- Condições de acesso aos conjuntos e serviços de dados geográficos estratégicos para o país que promovam a sua efetiva utilização pública, a criação de valor acrescentado e o suporte à investigação e docência;
- Um maior aproveitamento e integração do contributo participativo dos cidadãos".

Com estes constrangimentos, é fácil inferir as dificuldades com que se deparam a maioria dos utilizadores no acesso aos dados geográficos em Portugal, ao que acresce, mesmo dentro de serviços do Estado, a problemática da sustentabilidade dos organismos responsáveis pela sua manutenção e aquisição que optam frequentemente por imputar custos aos seus produtos.

É reconhecida a importância estratégica que os dados na posse de organismos públicos têm para as sociedades modernas, razão porque deveria ser matéria sujeita a ampla discussão nacional, sobretudo quando se destinam a apoiar a definição de políticas públicas, como é o caso da política de gestão integrada e sustentável da zona costeira.

"É preciso desenvolver políticas para superar inércias e obstáculos institucionais e alcançar o consenso entre os principais atores implicados na criação e utilização de informação geográfica" (Alberich, 2005), posição que se reporta à situação espanhola e que parece não ser diferente do caso português.

28 [http://www.esriportugal.pt/files/1913/3494/4584/EUE-2012\\_SNIG-INSPIRE.pdf](http://www.esriportugal.pt/files/1913/3494/4584/EUE-2012_SNIG-INSPIRE.pdf)

29 <http://www.advantis.pt/Data/Sites/1/apresentacoes/20140703-rpj-gims.pdf>

## 5.6. O empenhamento necessário

É fundamental ter presente que o tema da monitorização e do acesso aos dados é por si só uma área muito vasta e complexa e que deve ser desenvolvida em diversas frentes relevantes para as três componentes do desenvolvimento sustentável: social, económica e ambiental.

Os Estados Unidos da América, país que possui uma Infraestrutura de Dados Espaciais Nacionais (NSDI, na sigla inglesa) de vanguarda e de referência nesta matéria, necessitaram dum forte empenhamento político (Administrações Clinton e Bush) para a existência de uma estrutura transversal sólida e abrangente (Maguire, 2005). Naquele país, a informação paga com dinheiros públicos é por princípio pública, sendo que a base de qualquer programa passa por uma parceria alargada de entidades como a que se verifica no suporte ao programa americano Digital Coast / NOAA<sup>30</sup> (Figura 5.2).

Uma IDE nacional robusta, alimentada por dados geográficos adquiridos de forma sistemática, passíveis de serem disponibilizados a todos, sempre que possível, e baseada em parcerias interinstitucionais carece dum maior empenhamento político nacional,

The screenshot shows the NOAA Digital Coast website. The header includes the NOAA logo and the text 'DIGITAL COAST NOAA COASTAL SERVICES CENTER'. Navigation links include 'Data', 'Tools', 'Training', 'Stories', 'Apply', and 'Get it Now'. A search bar is present on the right. Below the navigation is a 'Features' section with a list of capabilities and two 3D topographic maps. At the bottom, there is a 'Digital Coast Partnership' section with a list of partner organizations, including the National Association of Counties, which is highlighted with a red arrow.

Figura 5.2 - Site da NOAA / USA com referência à parceria.

30 <http://www.csc.noaa.gov/digitalcoast/tools/aldpat>

É ainda de sublinhar que existem muito outros dados, para além dos geográficos, que importam ao conhecimento das zonas costeiras, também eles dispersos por diversos organismos, alguns deles extintos, sendo real o risco de, em alguns casos, se perder irremediavelmente a informação.

Seria desejável, pelo menos ao nível dos temas relevantes para as zonas costeiras, que fosse possível congregar esforços que permitissem estabelecer parcerias interinstitucionais para uma recolha de dados concertada de modo a criar-se um repositório sistemático e abrangente do conhecimento. A ENGIZC refere as entidades que deveriam contribuir para o plano de monitorização a nível nacional. Eram, em 2008, as seguintes: ex-INAG, I. P. / ex-ARH (agora integrados na APA, I.P.), Laboratórios do Estado, Laboratórios Associados e Universidades, Regiões Autónomas (RA), IH, DGAM, LNEC, ex-DGOTDU (integrado na DGT), ex-IPTM, I. P. e Administrações Portuárias.

Convém referir que os levantamentos aerofotogramétricos e a modelação digital do terreno (MDT) de 2008 e 2011, respetivamente, foram efetuados através duma candidatura conjunta ao Programa Operacional Temático de Valorização do Território do Quadro de Referência Estratégico Nacional (POVT/QREN) pela APA, I.P. (sucessora do INAG) e pela DGT (sucessora do IGP). Também os dados batimétricos produzidos neste âmbito foram validados pelo Instituto Hidrográfico, o que constitui uma boa prática de convergência de esforços que é importante salientar.

Considera-se indispensável que o programa de monitorização esteja alicerçado em estruturas de cooperação interinstitucionais formalizadas que permitam o planeamento concertado da aquisição e tratamento dos dados.

## 5.7. A monitorização que concorre com a política do mar

A gestão integrada e sustentável das zonas costeiras só é possível concretizar-se em articulação com a política do mar. A Lei de Bases da Política de Ordenamento e de Gestão do Espaço Marítimo Nacional (BPOGEM - Lei n.º 17/2014 de 10 de abril) advoga a integração e convergência de esforços pelo que importa apostar em parcerias que possam alcançar os seguintes objetivos:

- Incrementar o conhecimento sobre o território (emerso e imerso), designadamente através de programas de monitorização sistemáticos, abrangentes, integrados e planeados;
- Sistematizar e disponibilizar a informação existente, designadamente através da articulação e harmonização de diferentes bases de dados sem perder de vista a importância da informação histórica;
- Melhorar a eficiência, capacidade de resposta e favorecer a articulação e interação entre organismos;
- Convergir investimentos e esforços e racionalizar e evitar redundâncias.

No âmbito da política do mar está em curso o desenvolvimento dum sistema de informação, o SNIMar – Informação geográfica integrada para a gestão de águas marinhas e costeiras – que visa desenvolver uma Infraestrutura de dados espaciais marinhos<sup>31</sup>. O SNIMar é um projeto pré-definido do programa “Gestão Integrada das águas marinhas e costeiras” financiado pelo Mecanismo Financeiro do Espaço Económico Europeu. Este projeto decorre das obrigações da diretiva INSPIRE e é coordenado pela Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental.

De referir ainda o projeto NIPIM@R que visa integrar, para além dos dados espaciais marinhos, os sistemas de vigilância do meio marinho. A finalidade deste projeto, coordenado pela Direção Geral de Política do Mar, é aumentar a partilha de informação integrada referente a vigilância e monitorização marítimas, pretendendo-se aumentar a interoperabilidade operacional, legal, técnica e normativa entre os parceiros envolvidos no projeto.

É da maior importância que se mantenham entre os setores responsáveis pela política do mar e pela gestão das zonas costeiras canais privilegiados de comunicação que permitam formas expeditas e sistemáticas de acesso aos dados e seja incentivado o planeamento concertado na aquisição de novos dados.

## 5.8. Temas prioritários na monitorização dum litoral em risco

Face ao tema central de preocupação do Despacho n.º 6574/2014 do Gabinete do Secretário de Estado do Ambiente do MAOTE de 12 de maio - alterar a exposição ao risco - os temas que se consideram prioritários para a monitorização do litoral são:

- Ciclo sedimentar, visando o conhecimento das diversas vertentes que o influenciam, nomeadamente:
  - As bacias hidrográficas que no passado tinham papel relevante na alimentação costeira, destacando-se, pela sua dimensão, a do Rio Douro, importando conhecer a capacidade de transporte atual e potencial, incluindo o conhecimento pormenorizado dos efeitos da implantação das barragens e respetivas albufeiras;
  - As zonas terminais das bacias hidrográficas com impactes na deriva costeira, como são as zonas estuarinas e fozes, sobretudo as que envolvam canais de navegação que tenham obras de proteção à navegação e manutenção com interferência na deriva litoral;
  - Comportamento da deriva litoral nas zonas de fecho das praias submersas e respetivo comportamento em reação a intervenções antrópicas, como sejam obras costeiras e alimentação artificial;

31 [http://www.afceaportugal.pt/2014/eventos/Apr\\_EMEPC.pdf](http://www.afceaportugal.pt/2014/eventos/Apr_EMEPC.pdf) e <http://www.eeagrants.gov.pt/index.php/pt-noticias/480-pt02-gestao-integrada-das-aguas-marinhas-e-costeiras-projeto-snimar>

- Identificação de manchas de empréstimo potenciais – quantidade, qualidade e localização – para suportar soluções de alimentação artificial mais sustentáveis a curto, médio e longo prazo e permitir entre outros, a definição de regimes de salvaguarda para recursos estratégicos tendo em vista a sua utilização exclusiva / prioritária em ações de defesa costeira, importando não esquecer sedimentos em fim de ciclo<sup>32</sup> ou retidos em zonas baixas e planas das bacias (Minho, Lima, Cávado, Vouga, Mondego e Tejo).
- Intervenções costeiras, pesadas e ligeiras, incluindo dragagens, depósitos e imersões, sendo imprescindível o registo sistemático dos investimentos e do comportamento físico das intervenções, de modo a melhorar a compreensão do seu ciclo de vida para otimizar investimentos;
- Conservação e biologia costeira e marinha com vista a minorar conflitos e impactes decorrentes de intervenções costeiras, merecendo particular atenção a permanente atualização da carta dos fundos marinhos;
- Ocorrências que induzam danos físicos e patrimoniais na orla costeira, incluindo causas e efeitos, como sejam fenómenos de origem oceanográficos e climatológicos, alterações geomorfológicas, alterações que decorram das dinâmicas fisiográficas ou os estragos nas infraestruturas, no património e no território, sem perder de vista a informação histórica para identificação do período de retorno dos acontecimentos e melhor evidenciar dados que possam ajudar a perceber as alterações climáticas ou compreensão dos processos erosivos;
- Usos do solo e atividades:
  - Na faixa terrestre de proteção definida pelos POOC, designadamente através da articulação e integração de bases da administração central com as das autarquias, o Sistema de Informação de Operações Urbanísticas do INE e a Base de Dados das Finanças sobre o Imposto Municipal sobre Imóveis (IMI), informação essencial para suportar análises de custo e benefícios em zonas de risco, recuo planeado e para a reposição da legalidade;
  - No mar, informação permanentemente atualizada sobre usos e atividades na coluna de água e leito (títulos de utilização) com vista a, entre outros aspetos, otimizar decisões e minimizar conflitos com políticas de defesa costeira, sobretudo as que envolvam manchas de empréstimo e depósitos.

A referida monitorização permite obter os seguintes produtos, entre outros:

- Mapeamento do risco e vulnerabilidade costeira;

<sup>32</sup> Entende-se por sedimentos em fim de ciclo aqueles que, por razões naturais ou artificiais, deixam de ter proveito na defesa costeira se não forem remobilizados, sendo exemplos os sedimentos que se depositam a montantes de barragens geralmente até onde se faz sentir o regolfo numa albufeira ou de um sistema estuarino extenso, os que se depositam em praias submersas fora da zona de fecho ou a barlamar de grandes molhes portuários, ou quando entrem em sistemas que os retirem da zona de transporte das praias submersas como é o caso do Canhão da Nazaré.

- Definição e caracterização do balanço sedimentar litoral;
- Análise da evolução da linha de costa;
- Definição e caracterização dos usos do solo e atividades;
- Atualização dos instrumentos de ordenamento;
- Atualização permanente das servidões e condicionantes (domínio hídrico, faixas de risco, zonas adjacentes, regimes de salvaguarda entre outros), incluindo os associados à gestão do espaço marítimo;
- A restante informação de base que ajude a suportar modelos e análises de custo e benefício;
- Indicadores de risco e de evolução, que permitam rápidas leituras de caracterização de situação e das evoluções registadas;
- Trabalhos, dados, bases de dados e sistemas de informação existentes e com os quais importa integrar/ articular.

Muita desta informação exige levantamentos específicos, mas uma importante parcela extrai-se de informação geográfica que importa a muitos outros setores, razão porque uma política de aquisição de dados assente num planeamento que envolva os diversos interesses repartidos por vários setores é fundamental para que possa haver racionalidade e convergência de esforços, aspetos estes que carecem de empenhamento político e parcerias ajustadas.

## 5.9. O Plano Geral de Monitorização da Orla Costeira Continental e o SNIRLit

É importante referir que em 2001/2 encontravam-se em fase avançada de desenvolvimento os trabalhos com vista ao lançamento do designado Plano Geral de Monitorização da Orla Costeira Continental, cujos dados e produtos, que daí resultassem, se previa virem a ser integrados no SiMOC (Sistema de Informação e Suporte à Monitorização da Orla Costeira) no âmbito das competências do então INAG.

No âmbito dos trabalhos preparatórios lançados com este propósito, foi efetuado uma abordagem sistemática e abrangente de recolha e tratamento de dados tendo em vista desenvolver um processo de monitorização de relevante interesse para o conhecimento costeiro, desconhecendo-se no entanto o seguimento dado a este ambicioso projeto já que não teve continuidade e que, com os dados que se dispõe, parece insólito.

Não obstante as significativas evoluções ocorridas desde então no que se refere aos aspetos de caráter institucional e tecnológicos, as propostas que resultaram deste trabalho mantêm-se, no

essencial, atualizadas, citando-se como exemplo a organização temática defendida nos documentos produzidos e que se julga de manter, entre muitos outros assuntos, como uma proposta válida em termos de organização dos dados (ver Figura 5.3).

TEMAS	SUB-TEMAS	TIPO DE INFORMAÇÃO
Informação Geográfica	Cartografia	Topografia; Batimetria; Geodesia; Ocupação e Uso do Solo; Limites Administrativos; Ortofotomapas; Vulnerabilidade e Risco; Sedimentologia; Formações Geológicas; Geotecnia
	Levantamentos	Batimetria; Perfis Submersos e Emersos; Fotografia Aérea; Sedimentologia; Geomorfologia; Obras marítimas
	Pontos de Referência	Vértices Geodésicos; Marcas de Nivelamento; Pontos de Controle
Agentes Litorais	Agitação Marítima	Estações/Dados; Espectros de Agitação; Distribuição Hs/T; Regime Geral; Regime Médio; Regime de Extremos; Processos; Geração/Propagação, Ondas de Longo Período; Geral
	Níveis e Marés Astronómicas	Estações/Dados; Constantes Harmónicas; Elementos de Marés; Valores Extremos; Processos; Propagação da Maré; Storm Surges; Seichas; Wave Set-up; Geral
	Agentes Atmosféricos	Estações/Dados; Regime Médio; Valores Extremos; Tempestades; Ventos; Pressão Atmosférica; Temperatura e Humidade do Ar; Precipitação; Radiação Solar; Geral
	Correntes	Estações/Dados; Correntes Litorais; Correntes de Maré; Correntes Oceânicas; Afloramentos; Propriedades da Água do Mar; Geral
Dinâmica Costeira	Geomorfologia	Domínio Emerso; Domínio Submerso; Morfodinâmica; Praias; Dunas; Arribas; Estuários; Lagunas; Geral
	Transporte e Balanço Sedimentares	Caracterização de Sedimentos; Transporte Longilitoral; Transporte Transversal; Fontes e Sumidouros; Dragagens; Alimentação Artificial; Geral
	Evolução, Vulnerabilidade e Risco	Evolução Actual; Evolução Histórica; Evolução Holocénica; Impactos de Obras Marítimas; Imp. de Urbanização; Inundações e Galgamentos; Storm Surges; Tempestades; Nível Médio do Mar; Taxas de Variação; Gestão; Geral
Obras Marítimas	Estruturas	Classificação; Localização; Entidade responsável; Troços e respectivas coordenadas; Constituição estrutural; Estado de conservação (estrutural e funcional)
	Dragagens	Objectivos; Descrição sumária; Entidade responsável; Localização, volumes e datas; Equipamento utilizado; Levantamentos; Elementos de monitorização

Figura 5.3a - Temáticas analisadas no Plano Geral de Monitorização da Orla Costeira de Portugal Continental.

**SiMOC - Sistema de Informação e Suporte à Monitorização da Orla Costeira**  
Enquadramento e Organização Temática

<b>Elementos de referência</b>	Termos e Conceitos	<b>INFORMAÇÃO GERAL</b>	
	Unidades Fisiográficas		
	Troços Costeiros		
<b>Rede Nacional de Monitorização</b>	Redes de Estações de Agentes Litorais		
	Perfis Litorais		
<b>Programas de Monitorização</b>	Agentes Litorais		
	Dinâmica Litoral		
	Obras Marítimas		
<b>INFORMAÇÃO GERAL</b>			
<b>Entidades</b>			
<b>Controle de Qualidade</b>			
<b>Legislação e Normas</b>			
<b>Termos do SiMOC</b>			
<b>Glossário</b>			
<b>TEMAS</b>			
<b>Informação Geográfica</b>	Cartografia	<b>Metadados</b>	
	Levantamentos		
	Pontos de Referência		
<b>Agentes Litorais</b>	Agitação Marítima		<b>Infodados</b>
	Níveis e Marés Astronómicas		
	Agentes Atmosféricos		<b>Dados</b>
	Correntes		
<b>Dinâmica Litoral</b>	Geomorfologia		<b>Documentos</b>
	Transporte e Balanço Sedimentares		
	Evolução, Vulnerabilidade e Risco		
<b>Obras Marítimas</b>	Estruturas Marítimas	<b>Links</b>	
	Dragagens		

*Figura 5.3b - Temáticas analisadas no Plano Geral de Monitorização da Orla Costeira de Portugal Continental.*

O empenhamento colocado neste trabalho é realmente notório, como evidencia o quadro da Figura 5.4, onde se chega ao pormenor de se identificar o número de citações por tipo de informação, razão porque importa refletir sobre quais as razões que levam a que temas de elevada prioridade, como foi este Plano de Monitorização do Litoral, não tiveram seguimento compatível com a sua importância.

a) Geomorfologia	b) Transporte e Balanço Sedimentares	c) Evolução, Vulnerabilidade e Risco	Número de Citações		
			a)	b)	c)
Arribas	Alimentação Artificial	Evolução Histórica	39	27	95
Domínio Emerso	Caracterização Sedimentar	Evolução Holocénica	33	72	67
Domínio Submerso	Dragagens	Evolução Actual	22	12	162
Dunas	Fontes e Sumidouros	Geral	92	110	2
Estuários	Geral	Gestão	2	3	33
Geral	Transporte Longilitoral	Impactos de Obras Costeiras	161	163	186
Lagunas	Transporte Transversal	Impactos de Urbanização	21	58	80
Morfodinâmica		Inundação e Galgamentos	123		57
Praias		Nível Médio do Mar	74		35
		Storm Surge			6
		Taxa de Variação			327
		Tempestades			31
<b>TOTAL</b>			<b>567</b>	<b>445</b>	<b>1081</b>

*Figura 5.4 - Número de citações por tipo de informação analisada no Plano Geral de Monitorização da Orla Costeira de Portugal Continental.*

Porventura alguns dos dados recolhidos neste âmbito foram integrados no Sistema Nacional de informação dos Recursos do Litoral<sup>33</sup> (SNIRLit), cujos carregamentos também foram descontinuados, encontrando-se atualmente este sistema integrado no Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos<sup>34</sup> (SNIRH), o qual disponibiliza, designadamente, informação atualizada sobre a qualidade das águas balneares. Convém referir que estes sistemas, inovadores à altura do seu lançamento tendo inclusivamente o SNIRH sido galardoado com o prémio Descartes em 1997, não tiveram no entanto a atualização compatível com a evolução tecnológica entretanto verificada, embora, importe sublinhar, os dados possam ser sempre utilizados em qualquer outros sistemas de informação.

## 5.10. O SIARL como repositório de dados e suporte à monitorização

Também o SIARL - Sistema de Informação de Apoio à Reposição da Legalidade e que entretanto já evoluiu para Sistema de Administração do Recurso Litoral, foi colocado *online* em 2011 e possui um elevado potencial para dar resposta à ampliação do conhecimento que importa ter sobre os sistemas costeiros - não foi ainda aproveitado em todo o seu potencial, pelo menos enquanto repositório dos dados costeiros e como plataforma colaborativa para ajudar a implementar uma verdadeira gestão integrada de zonas costeiras.

33 <http://geo.snirh.pt>

34 <http://snirh.apambiente.pt/>

O SIARL foi desenvolvido com o principal objetivo de facilitar o acesso ao conhecimento coletivo existente sobre o litoral e apoiar a tomada de decisão num quadro de um desenvolvimento que se deseja sustentável. No atual estado de desenvolvimento, é já possível dar resposta a muitos dos temas que se colocam para uma gestão integrada deste sensível e estratégico território.

De notar que o conceito do SIARL está adaptado, embora com outra estrutura e visual, para dar resposta aos conteúdos que constam no site do *Channel Coastal Observatory*, mas também da informação que consta do SNIRLit ou a que decorra de Programas de Monitorização e muitos outros, seja através da disponibilização da informação vetorial, *raster* e alfanumérica carregada na sua base de dados, seja através de ligações a outras infraestruturas de dados espaciais ou alfanuméricos.

O desenvolvimento do SIARL foi iniciado em 2010 no âmbito duma parceria entre vários organismos do Ministério do Ambiente com competências no litoral<sup>35</sup>, no quadro do Despacho n.º 27041/2009, publicado na 2ª série do Diário da República n.º 241, de 16 de dezembro, estando atualmente integrada na Direção Geral do Território.

O SIARL tem por objetivo dar resposta à falta de informação sistematizada e ajustada no momento da tomada de decisão, nomeadamente nas seguintes questões recorrentes:

- O insuficiente conhecimento sobre zonas de risco;
- A falta de controlo sobre usos e ocupação do solo;
- A falta de articulação entre organismos e atores;
- A tendência para se agir reactivamente e não por antecipação;
- A insuficiente informação que, quando existe, é de difícil acesso;
- A falta de informação validada e comparável.

Um dos aspetos fortes do SIARL é o facto de ter sido desenvolvido com recurso a *software* livre que envolveu meios exclusivamente nacionais no seu desenvolvimento, baseado numa solução tecnológica robusta e fiável e com elevadas performances. Tal permite efetuar os desenvolvimentos que se achar adequados ou proceder à sua replicação tendo em vista aproveitar o seu conceito para outros sectores do Estado.

O princípio aplicado é o de que cada organismo, na sua área de competência, funcione numa rede que optimize o conhecimento e racionalize investimentos públicos. O que se deseja é a aplicação dos princípios da subsidiariedade e da responsabilização numa ótica do interesse público e onde se incentiva a circulação da informação.

<sup>35</sup> As 5 CCDR, as ex- 5 ARH e o ex-INAG agora integrados na APA, I.P., a ex- DGOTDU, ex- IGP e ex- Estrutura de Projeto do Programa Finisterra agora integrados na DGT e o ex-ICNB agora integrado no ICNF.

O sistema está alinhado com a Diretiva INSPIRE e a Recomendação Europeia sobre Gestão Integrada de Zonas Costeiras (GIZC), baseando-se nos princípios que esta última preconiza como sejam: Ajudar à ampliação do conhecimento sobre zonas costeiras; Promover uma gestão adaptativa a pensar no longo prazo sem perder de vista as especificidades locais; Facilitar a troca de experiências e o envolvimento de diversos atores; Proporcionar a integração e convergência de investimentos e esforços.

Este sistema recorre a um geoportal associado a uma base de dados assente em serviços geográficos e organiza-se em 3 vertentes distintas:

- A dos serviços geográficos, onde através do seu catálogo de dados, do catálogo de dados de outras entidades ou de qualquer serviço geográfico que respeite a Diretiva INSPIRE ou aos *standards* de OGC<sup>36</sup>, é possível aceder a informação geográfica através do visualizador e comparar os diferentes *layers* de informação carregados;
- Uma base de dados própria com informação alfanumérica e relacionável com outras bases de dados e que se desagrega por seis módulos para registo sistemático de informação com interesse para a gestão costeira e com expressão geográfica, a saber:
  - Ocorrências no domínio hídrico, tendo em vista o registo sistemático de acidentes, nomeadamente desmoronamentos, galgamentos, degradação de obras e infra-estruturas e tudo o que importe registar nesta ótica;
  - Intervenções no litoral, designadamente ações que envolvam investimentos da administração em ações de defesa costeira e intervenções em áreas de risco;
  - Usos e ocupações do solo, importando referir que este módulo permite a convergência de dados de diferentes instituições, sendo que o ideal era efetuar uma articulação automática entre as bases de dados com as decisões da administração central e local;
  - Servidões e condicionantes, como são a margem e o leito do mar, o domínio público, leitões de cheia, áreas ameaçadas pelas águas e faixas de risco, pretendendo-se sistematizar a informação que aí concorre e a sua constante atualização;
  - Registo de desconformidades entre as diferentes peças que integram um determinado instrumento de gestão territorial (IGT) ou entre diferentes IGT;
  - Documentos, nomeadamente estudos, teses, fotos, filmes e *links*, relativos a assuntos com interesse para o conhecimento costeiro.
- Uma área mais social e que permite fóruns de discussão.

36 <http://www.opengeospatial.org/standards>

O SIARL foi pensado para ser desenvolvido em duas fases no quadro da candidatura aprovada ao POVT no âmbito do Eixo III - Erosão e Risco Costeiro, ainda em vigor:

- Uma fase já concretizada e baseada nas funcionalidades que se acabam de descrever e que consistiu na disponibilização da ferramenta *online* aos parceiros (com algumas das suas componentes aberta ao público) no final de 2011, com informação entretanto tratada e disponibilizada pela parceria (mas não só), tendo em vista ser um suporte à gestão do litoral onde, ao mesmo tempo que cada técnico acede à informação que necessita, vai igualmente “carregando” o sistema com a informação que entretanto for adquirindo de forma a incrementar o conhecimento da parceria sobre as dinâmicas territoriais.
- Atualmente encontra-se em curso uma segunda fase de desenvolvimento, tendo em vista ampliar e robustecer algumas componentes do sistema de modo a ter resposta noutros domínios que importam à gestão costeira, como sejam ampliar o acesso a serviços geográficos (wfs e wcs<sup>37</sup>, pois apenas permite atualmente o acesso a wms), permitir num maior controlo sobre intervenções costeiras, designadamente as que possam interferir no ciclo sedimentar, ajudar a sistematizar a informação sobre os processos de delimitação, permitir indicadores automáticos sobre a informação constante na sua base de dados como são os que ajudem à compreensão do risco, para além de se pretender um sistema mais intuitivo e funcional para os utilizadores.

Um dos aspetos vantajosos da ferramenta é o facto de aproveitar a relação que a grande maioria dos temas inscritos na base de dados nos módulos atrás referidos tem com partes específicas do território, permitindo relacionar qualquer documento com a componente do território à qual diga respeito, neste caso o território digital. Tal característica, permite, para além das pesquisas tradicionais (por tema, autor, data, entre outras), efetuar consultas por área geográfica, permitindo assim identificar documentos que interessam a diferentes disciplinas do conhecimento com incidência na mesma área. Este atributo da ferramenta tem importância num setor onde a multidisciplinaridade é essencial tendo em vista aplicarem-se lógicas de GIZC. Acresce que esta função permite também cruzar informação dos módulos com qualquer serviço geográfico e de enorme utilidade quando se cruza, por exemplo, um ficheiro do Módulo sobre Usos do Solo com a Planta de Síntese ou de Condicionantes dum qualquer IGT.

O conceito utilizado facilita o acesso à informação de todos os que se interessam pelas questões costeiras e onde é possível convergir e compatibilizar o conhecimento técnico e científico de diferentes disciplinas, com as necessidades dos técnicos e dos decisores em diferentes áreas e níveis de atuação da administração e com áreas acessíveis aos cidadãos.

Em termos de segurança, a plataforma tem diversos níveis de condicionantes de acesso consoante os privilégios de cada utilizador, seja de caráter temático, seja por incidência geográfica, seja por nível organizacional duma instituição.

37 [https://nsidc.org/data/atlas/ogc\\_services.html](https://nsidc.org/data/atlas/ogc_services.html)

O calcanhar de Aquiles do SIARL, que é inerente a qualquer sistema de informação deste nível, tem a ver com as frequentes alterações de ordem institucional com permanentes mudanças nos fluxos de procedimentos, que não são compatíveis com os formalismos que estes sistemas exigem, sobretudo quando se tratam de plataformas colaborativas, como é o caso.

O SIARL foi inicialmente pensado para responder a uma parceria de entidades organizadas em torno dum figurino em pirâmide como era o Grupo de Coordenação Estratégico dos POOC (Despacho n.º 6042/2006 do MAOTDR, de 3 de fevereiro de 2006). Este grupo respondia diretamente à tutela responsável pelo sector, que por sua vez era assessorado pelos Coordenadores dos POOC, que acabavam por ser os pontos focais com capacidade para interagirem transversalmente com os organismos que tutelavam os planos ou que interagiam com eles na respetiva área territorial de incidência.

Do ponto de vista da administração da ferramenta, a plataforma tinha um responsável técnico, à altura o Coordenador do Programa Finisterra criado pelo despacho conjunto n.º 1006/2003, de 5 de novembro, estrutura esta que visava a gestão integrada do litoral e que estava suportado logisticamente pelo então Instituto Geográfico Português (IGP). Este Instituto está hoje integrado na Direção Geral do Território que, embora não fosse, nem a sua sucessora o é, uma entidade diretamente envolvida na gestão costeira, era detentora de informação geográfica, aspeto essencial para a fase de arranque da ferramenta.

Com as extinções e fusões decorrentes da entrada em funcionamento do atual Governo, num quadro de forte estrangimento orçamental e onde se perdeu também a dinâmica do Grupo de Coordenação Estratégica dos POOC, o SIARL acabou por ficar integrado numa entidade sem vocação e competências para a gestão do litoral, tendo-se também perdido as ligações com os parceiros mais diretamente interessados na gestão integrada de zonas costeiras, também eles a braços com processos de extinções e fusões.

Os temporais de janeiro e fevereiro de 2014 vieram reafirmar a necessidade e a utilidade do conceito do SIARL, pois a sua utilização permitiria uma resposta mais célere e articulada de todas as entidades envolvidas no levantamento dos estragos provocados pelas tempestades (autarquias, proteção civil, capitánias e ARH) e bem assim na definição de propostas para o lançamento das obras de reparação daí resultantes, desde a fase de planeamento à sua execução e controlo.

Em termos de modelo institucional para o enquadramento do SIARL, entende-se, tal como era a intenção inicial do projeto, que a solução passa por colocar a infraestrutura física do sistema na dependência direta da entidade a que atualmente compete a implementação da ENGIZC.

No quadro que consta da Figura 5.5 é explorada a potencialidade que o SIARL apresenta como ferramenta para suporte no acesso aos dados e no apoio à decisão. Este figurino pode também dar suporte a uma parceria para um programa de monitorização das zonas costeiras e ainda apoiar o modelo de governança que vier a ser implementado para as zonas costeiras do continente. Neste quadro é incluída informação referente a:

- Alguns temas de monitorização e parceiros dominantes;
- Entidades com maior vocação para constituir uma parceria para a monitorização consoante os temas;
- Entidades mais vocacionadas para uma parceria tendo em vista um relançamento do sistema;
- Esboço dos parceiros com acesso aos módulos e os que necessitarão de privilégios de edição;
- Um esboço dos parceiros com privilégios no acesso aos serviços geográficos que tenham acessos condicionados.

## 5.11. Conclusões

Por tudo o que fica dito, é essencial para o acesso aos dados, existentes e a adquirir, de forma sistemática e abrangente e que importam a uma política fundamentada e sustentável do litoral, que haja abertura em termos políticos e de convergência institucional em três vertentes distintas:

- A de nível nacional, onde é determinante a existência duma política de acesso aos dados que privilegie o interesse público e a necessidade de haver maior concertação no planeamento da aquisição de novos dados, no pressuposto que a informação por si só é fator para melhorar a decisão e fundamentar melhores opções;
- Os dados que importam ao litoral na perspetiva do lado do mar, face a um território predominantemente modelado por ação deste, razão pela qual se deve dar particular atenção a parcerias e convergência de esforços com as entidades com responsabilidade na estratégia do mar e essencial para uma política de defesa costeira, a qual deverá privilegiar a reposição, natural ou artificial, do ciclo de sedimentos;
- Os dados que importam ao litoral na perspetiva do lado da terra e que concorram para a compreensão do risco que ocorre nas zonas costeiras e baixas, num território com elevado dinamismo geomorfológico, particularmente vulnerável à interação entre as águas interiores e as águas costeiras e profundamente dependente do ciclo sedimentar das bacias hidrográficas cujo balanço desfavorável depende duma política de regularização das linhas de água que importa rever, sem perder o enfoque no controlo dos processos que incidem sobre os usos do solo e que são uma das traves mestras de intervenção tendo em vista minimizar o risco costeiro.

No que se refere a sistemas de informação e plataformas colaborativas, recomenda-se que haja empenhamento político e institucional que favoreça o surgimento de parcerias estáveis, tal como defendida pela ENGIZC, baseadas em sistemas de informação, que ajudem a ampliar o conhecimento e a interação dos diversos atores e que permitam alavancar o surgimento duma efetiva política de gestão integrada das zonas costeiras. Entende-se que o SIARL, Sistema de Administração do Recurso Litoral, tem as condições tecnológicas para ajudar a implementar uma cultura de ampliação do conhecimento coletivo e favorecer maior articulação entre os diversos atores e essencial a uma gestão integrada e sustentável, designadamente contribuindo para uma maior eficácia dos serviços do Estado e capacitar a sociedade civil e a economia para uma intervenção mais equilibrada num território estratégico para a identidade nacional e onde não se pode perder de vista a herança geracional.

Nesta linha de preocupações, urge definir a parceria de entidades que permita aproveitar o real potencial duma plataforma colaborativa como é o SIARL e definir a entidade administrante e que se recomenda seja a entidade responsável pela implementação da ENGIZC.

Nota: No final da lista de referências encontram-se endereços de *sites* especializados nos temas que concorrem para a gestão costeira e que genericamente o SIARL tem capacidade para dar resposta, destacando-se pela novidade do tema o Surging Seas (Figura 5.6), particularmente especializado nas questões da subida do nível médio das águas do mar e das alterações climáticas (<http://sealevel.climatecentral.org/>).



Figura 5.6 - Cidades dos EUA ameaçadas pela subida do NMM.





ENTIDADES / TEMAS		MÓDULOS DO SIARL								
		Módulo Legalidade dos Usos	Módulo Intervenções	Módulo Ocorrências	Módulo dos Docs	Módulo cadastro DPM	Módulo Serviços que concorrem mp DH	Módulo Outras Serviços	Módulo Comparação de Planos	Módulo de indicadores
Nível II (continuação)	Ministério das Finanças									
	Repartições de Finanças	■								
	Conservatórias do Registo Predial									
	Ministério Público	■			■	■				
	Ministério da Saúde	■								
	Ministério da Educação/Investigação									
	Universidades			■	■				■	■
	Escolas			■	■	■				
	Investigação		■	■	■	■			■	■
	Ministério da Economia			■	■	■				
Direcção Geral de Energia e Geologia			■	■	■		■	■	■	
Direcção Geral de Turismo	■			■	■					
Nível IV	Particulares									
	ONG	■		■	■				■	
	Empresas Privados	■		■	■					
Sistemas de Informação e Bases de Dados	SNIG									■
	SNIT	■						■		■
	IGEO									■
	SNIAMB	■					■			■
	SILIAMB	■								
	SNIRH						■			
	BD e SI sobre o Mar e Sector Portuário	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	IMI	■								
	SIOU	■								
	WebSIG e BD das Autarquias	■						■		
	BD da FCT			■						
	Catalogo de Dados do LNEG									■
	Catalogo de Dados do IDEAlg									■
	BD Universidades			■						
BD Torre do Tombo										
Outras									■	

Figura 5.5 - Síntese da informação disponível ou a disponibilizar no SIARL.





# PROPOSTAS DE AÇÕES DE DIVULGAÇÃO E FORMAÇÃO A NÍVEL INSTITUCIONAL E PÚBLICO





## 6. Propostas de ações de divulgação e formação a nível Institucional e Público — problemática atual e futura das Zonas Costeiras

### 6.1. Introdução

Os desafios que se colocam atualmente nas zonas costeiras exigem mudanças profundas que interferem na ação política, no modo de funcionamento dos serviços do Estado e nas respostas das comunidades / cidadãos afetados”.

Para tal, é essencial informação consistente e comunicação eficiente. A informação é o primeiro passo – embora não o único – para aumentar os níveis de consciência e assim mobilizar a sociedade tendo em vista encontrar decisões ajustadas e capacidade de as implementar. A comunicação dessa informação deve ser clara e acessível ao entendimento público em geral. “O público necessita de ser devidamente informado e capacitado a participar em debates políticos a todos os níveis e bem assim ser capacitado a alterar o seu modo de vida” (McGlade, 2014)<sup>38</sup>.

Para aumentar os níveis de consciência sobre o risco costeiro, importa abordar os seguintes temas:

- As alterações climáticas num território particularmente vulnerável que exige uma permanente atenção e esforço de ajustamento à realidade e às mudanças que se vão sentindo, de forma mais ou menos subtil antes de se tornarem ameaças, exigindo capacidade de antecipação. As palavras-chave para uma eficaz resposta a esta questão são: prevenção e precaução, princípios estabelecidos na Lei de Bases do Ambiente;

38 <http://www.eea.europa.eu/media/speeches/environmental-information-and-public-participation>

- A erosão, cuja solução radica na necessidade de convergência de esforços para dar resposta ao problema estrutural do déficit sedimentar, bem como racionalidade e eficiência nas intervenções. Os temas chave são: compreensão sobre o funcionamento do sistema, campanhas de monitorização, intervenção concertada e integrada;
- Os usos do solo e o ordenamento do território são áreas nas quais é essencial corrigir com frontalidade e pragmatismo os erros do passado. As palavras-chave neste domínio colocam-se ao nível da acomodação, adaptação e retirada, e serão temas incontornáveis numa política que terá que basear-se na negociação e numa forte consciência coletiva;
- As oportunidades que sempre surgem na área dos negócios, onde a formação e troca de boas práticas ajuda a alterar condutas e a tirar vantagem da utilização dos recursos locais enquadrados em lógicas de sustentabilidade. As palavras-chave são, neste caso, iniciativa e inovação.

## 6.2. As áreas centrais de intervenção numa política de informação sobre zonas de risco

A inconstância das políticas públicas nas zonas costeiras tem contribuído de forma decisiva para impossibilitar uma abordagem mais preventiva, equilibrada e sustentável do litoral (Schmidt et al., 2012).

Assim, é sempre com surpresa que o país acolhe as notícias de galgamentos e acidentes costeiros decorrentes de tempestades mais rigorosas. Contudo, não se afigura aceitável que o assunto apenas seja objeto de preocupação aquando dos temporais ou no período imediatamente subsequente.

Afigura-se essencial assegurar constância na política costeira, com uma orientação que se mantenha independentemente dos ciclos políticos. A constância e a estratégia concertada que as políticas costeiras necessitam ao nível do Estado pressupõem os seguintes temas prioritários de intervenção:

- Realizar ‘acordos de regime’, que passem pela sensibilização dos partidos, sobretudo os do arco da governação, para a necessidade de haver estabilidade nos modelos de gestão, estratégia concertada e apoio às matérias com interferência na gestão costeira;
- Formação e sensibilização específicas dos agentes judiciários, legisladores, tribunais e Procuradoria Geral da República com o objetivo de retirar aleatoriedade a decisões semelhantes, de corrigir as falhas do sistema e de criar jurisprudência que privilegie o interesse coletivo;
- Formação dos responsáveis públicos, e disponibilização de informação para apoio à decisão, possibilitando a contextualização de questões-tipo. Cite-se como exemplo a importância que tem para a qualidade da decisão a tipificação de casos de referência no âmbito da atuação das inspeções, acórdãos e decisões judiciais com interferência nesta matéria;

- No domínio técnico e científico, fomentar a troca de experiências e redes de cooperação na área do conhecimentos que visem otimizar a qualidade técnica das ações;
- No tema do Ordenamento do Território e Urbanismo, importa dirigir a atenção para a necessidade de haver uma ética e disciplina focadas em objetivos coletivos que visem minimizar o risco e onde processos de negociação, boas práticas sobre espaços urbanos mais resilientes e a existência de maior entrosamento e articulação entre os processos de nível local e supra-local deverão merecer particular enfoque;
- A credibilidade das instituições é outra área onde importa ganhar ascendente, o que requer estabilidade, competência, profissionalismo, motivação e capacitações na forma de se lidar com utilizadores e cidadãos.
- Nos sectores económicos, ajudar ao fomento de redes de conhecimento e incentivar a inovação e a constituição de parcerias que ajudem a dar melhor resposta a problemas complexos ou encontrarem escala adequada face às oportunidades dum mercado com oportunidades a nível local e global.
- Para os cidadãos organizados em ONGAS (organizações não governamentais) ou interessados na participação (nomeadamente através de blogs), potenciar a sua capacidade interventiva e mobilizadora aproveitando o seu conhecimento geográfico ou temático com desafios dirigidos para problemas específicos;
- Para as comunidades e cidadãos em geral, ajustar a mensagem em função das suas áreas de interesse envolvendo para tal os líderes de opinião e líderes locais, nomeadamente padres, cientistas, agentes económicos, surfistas e artistas, entre outros (Schmidt et al., 2014).
- Para os media, criar redes de informação e pontos focais junto da administração tendo em vista fornecer informações objetivas e claras, bem como contextualizar os fatores envolventes aos acontecimentos noticiáveis.

### 6.3. Quatro ideias instaladas frequentemente erróneas

**1. Identificar processos e responsabilidades** - Uma mensagem errada, atualmente vulgarizada e divulgada, tem a ver com os estragos na sequência de temporais. Urge tornar claro que a razão de ser dos estragos deve-se mais à imprudência humana por ter colocado estruturas em territórios alcançáveis pelas águas do que à exceção do fenómeno climatérico em si. As tempestades têm um ciclo de ocorrência, sendo que as pequenas tempestades ocorrem com maior frequência do que as grandes tempestades e as excecionais apenas esporadicamente.

É frequente atribuir-se a causa dos estragos à tempestade e não a erro de decisão ou de uma cadeia de decisões (ou seja, humano). Se a primeira não responsabiliza ninguém, a segunda leva a identificar os responsáveis, seja pela incorreta localização da estrutura, seja pelo seu mau

dimensionamento face ao meio onde se insere, seja pela assunção dum risco do qual os decisores deveriam ter a clara consciência.

Quando algo corre mal é essencial perceber-se o que pode e deve ser corrigido para que não se repita o erro, ao invés de atribuir-se as ao tempo ou a causas fortuitas as responsabilidades dos acontecimentos.

**2. Abordar soluções mais amigáveis** - Perante a ideia feita de que “alimentar praias com areia é deitar dinheiro ao mar”, é necessário evidenciar as razões técnicas que justificam a colocação de sedimento nos sistemas costeiros. As próprias obras pesadas não funcionam sem sedimentos, pois a energia que não se dissipa nas praias (imersas e emersas) irá dissipar-se na própria obra, retirando-lhe tempo de vida útil. O fato dos sedimentos não ficarem retidos nas praias emersas não significa que eles não estejam a desempenhar um papel crucial.

Casos de sucesso neste domínio não faltam, não só no estrangeiro mas também em Portugal, como o atesta, entre outros exemplos, as alimentações artificiais das praias do Algarve, devido a um persistente e sistemático programa de colocação artificial de sedimentos. O caso da costa Ocidental é em tudo semelhante ao caso do Algarve, sendo que a grande diferença reside no facto da costa Ocidental ter, em média, uma capacidade de transporte 10 vezes superior à algarvia. Existem diversos fatores que podem impedir que uma operação de alimentação duma praia não resulte como planeado, como sejam volumes insuficientes de sedimentos, características dos sedimentos que foram obtidos das manchas de empréstimos disponíveis, período da execução da obra ou ainda intervenção em ciclos adversos difíceis de prever.

É essencial perceber-se qual deve ser o foco da nossa atenção quando algo não corre bem. O importante é, pois, perceber o que aconteceu e persistir no que é correto efetuar, focando-nos em identificar os erros e corrigi-los ou responsabilizar quem deva ser responsabilizado.

**3. Avaliar decisões judiciais** - Existem processos transitados em julgado com decisões porventura mal contextualizadas em que os agentes responsáveis pela defesa do Estado não conseguiram fazer prevalecer o interesse público. Independentemente das razões que levaram a determinado desfecho em sede de Tribunal, importa perceber que assiste ao Estado outro tipo de recursos que este nem sempre utiliza, permitindo situações como a que está identificada na Figura 6.1, que lesam o interesse coletivo por terem implicações negativas no trânsito sedimentar, prejudicando terceiros e gerando um processo em cadeia difícil de conter. Na realidade, é a própria autoridade do Estado que fica posta em causa em todos os processos que sejam lesivos para o interesse público, sobretudo porque existem alternativas, como seja o recurso a instâncias superiores, raramente utilizado pelo Estado em processos que envolvam contencioso nos usos da orla costeira, ou o recurso à expropriação por utilidade pública, que são instrumentos que estão ao alcance do Estado utilizar.



*Figura 6.1 - Exemplo dum processo de contencioso onde o interesse privado se sobrepôs ao interesse público.*

**4. O ciclo vicioso das obras e do risco** - O quarto caso a referir é a falsa ideia de que uma defesa costeira pesada incute segurança e como tal faculta a possibilidade de construir mais. É imperioso passar a mensagem de que se um aglomerado está defendido por uma obra costeira, tal significa que essa frente urbana já esteve ameaçada e voltará a ser ameaçada no futuro, provavelmente gerando situações ainda mais adversas.

É incompreensível que continuemos a conviver simultaneamente com a ideia de que é necessária mais pedra para defesa das frentes de aglomerados em risco após os temporais ao mesmo tempo que se persiste na pressão para edificar em zonas de risco, explorando as fragilidades do sistema vigente, quando na realidade só estamos a adiar um problema com grandes encargos para o erário público.

#### 6.4. Exemplo de iniciativas

É importante facilitar (a) o acesso à informação sobre os sistemas costeiros, através de bases de dados sistemáticas e coerentes que integrem o conhecimento disponível sobre o mesmo, e sejam uma ferramenta importante de apoio aos especialistas e ao cidadão comum.

As ações de iniciativa do Estado consubstanciam um exemplo paradigmático da importância da disponibilização de informação, na medida em que (b) a comunicação é crucial para o sucesso da implementação das mesmas, sendo fundamental a existência de locais onde os cidadãos possam consultar os projetos, saber as razões da sua necessidade e poder pronunciar-se ou acompanhar a evolução dos mesmos.

Interessa também organizar (c) fóruns de discussão aos mais diversos níveis, que fomentem a interação entre pessoas e permitam o surgimento de movimentos mais participativos, sendo determinante, a este nível, as novas tecnologias baseadas na internet e a oportunidade dos próprios cidadãos interferirem em processos que importam a todos nós.

A melhor forma de implementar medidas e ações é através de (d) processos de construção de consensos, para cuja obtenção será importante o recurso a (e) estruturas profissionais de mediação que possam identificar, tratar e divulgar a informação com realismo e com capacidade para trabalhar essa informação tendo em vista (f) ajudar as comunidades e os cidadãos a desenharem caminhos de adaptação às novas realidades.

São exemplos de metodologias deste tipo as decorrentes dos compromissos assumidos no âmbito de (g) Agendas XXI Local, que preconiza processos em que todos são chamados a participar na construção num plano de ação (Schmidt et al., 2005). Esta abordagem aparenta ter um grande potencial de utilização nas questões que possam envolver acomodação, adaptação e retirada nos aglomerados costeiros mais diretamente ameaçados.

São exemplos desta abordagem a Carta da Caparica<sup>39</sup> ou metodologias como as utilizadas nos projetos CHANGE<sup>40</sup> ou BASE<sup>41</sup> e desenvolvidos em zonas costeiras em risco e de enorme utilidade para aferir as soluções para as quais as populações mostram mais abertura em aderir ou na identificação de alternativas nunca antes exploradas.

39 [http://mestrado.otpa.dcea.fct.unl.pt/files/1148555052\\_Carta\\_da\\_Caparica.pdf](http://mestrado.otpa.dcea.fct.unl.pt/files/1148555052_Carta_da_Caparica.pdf)

40 <http://www.projectchange.ics.ul.pt/>

41 <http://base-adaptation.eu/portuguese-coastal-municipalities-vagueira-0>





# MODELO DE GOVERNANÇA





## 7. Modelo de Governança

### 7.1. Pequeno Historial da Gestão Costeira em Portugal

Em Portugal, a zona costeira mereceu, desde cedo, atenção do poder político, que se traduziu na produção de legislação específica e pela criação de estruturas administrativas com responsabilidade na sua gestão.

Efetivamente, a administração hidráulica foi instalada em Portugal no final do Século XIX, com a publicação do Regulamento dos Serviços Hidráulicos, que pela primeira vez no nosso país veio definir um quadro legal coerente para a gestão da água. Durante muitos anos o exercício da autoridade sobre o domínio público hídrico foi exercido pela Direção-Geral dos Serviços Hidráulicos (DGSH), no seio do Ministério das Obras Públicas, Comércio e Indústria. A DGSH geria simultaneamente os recursos hídricos interiores e a zona costeira, dispondo de muito amplas atribuições. Como unidade orgânica para a sua administração, dispunha de uma Direção de Serviços Marítimos, e ainda das Circunscrições Hidráulicas, a nível regional.

O reconhecimento da crescente importância da zona costeira, com especial incidência na gestão de infraestruturas portuárias, levou à criação no início dos anos 70, da Direção-Geral de Portos (DGP), para onde transitaram as atribuições até então concentradas nos Serviços Hidráulicos. A situação manteve-se sem grandes alterações até 2003. Durante este período, a atuação da DGP tendeu a acentuar uma perspetiva economicista inerente ao sistema jurídico vigente (CNADS, 2001). A gestão da zona costeira era nessa altura predominantemente voltada para o sector portuário. Até final dos anos 80 do séc. passado, altura em que foi efetuada a transposição para o direito português da Carta Europeia do Litoral, a zona costeira não foi assumida numa perspetiva de gestão integrada (Veloso Gomes e Taveira-Pinto, 1998). Só a partir de então se começou a considerar esta área como uma unidade biofísica específica, cuja gestão exige uma abordagem integrada e não sectorial ou fragmentada.

Em 1992, com a publicação do Decreto-Lei n.º 201/92, de 29 de setembro, a jurisdição na zona costeira passou a ser partilhada com o Ministério do Ambiente e Recursos Naturais (MARN), uma vez que as áreas portuárias se mantiveram na jurisdição da DGP. A entidade do MARN a

quem foi conferida essa jurisdição foi a então Direcção-Geral dos Recursos Naturais (DGRN), que mais tarde veio a ser o Instituto da Água (INAG), com a particularidade de serem cometidas ao Instituto da Conservação da Natureza (ICN) o exercício das competências da DGRN, sempre que se tratasse de áreas protegidas. Foi, pois, instituído um sistema de gestão tripartido ao nível nacional. Ao nível regional, juntavam-se cinco Direcções Regionais (Norte, Centro, Lisboa e Vale do Tejo, Alentejo e Algarve) e ainda as estruturas de gestão das várias áreas protegidas costeiras.

Outra particularidade deste processo de transferência de jurisdição foi ter incluído “os processos em curso na DGP”, mas não ter incluído a transferência de pessoas nem de informação, o que só por si traduz a dificuldade do processo.

Do ponto de vista institucional, ao Ministério do Ambiente onde o INAG, o ICN e as DRARN tinham uma intervenção direta na gestão da zona costeira, e ao Ministério do Equipamento Social, onde a DGP tutelava as áreas portuárias, juntavam-se o Ministério da Defesa Nacional, onde a Direcção-Geral de Marinha era responsável pelo tráfego marítimo. Outras entidades, como a Direcção-Geral das Pescas, a Direcção-Geral de Turismo, as Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional, e mesmo os municípios, tinham um papel importante na gestão da zona costeira.

A divisão de responsabilidades entre todas estas entidades criou dificuldades indesejáveis numa gestão costeira integrada, conflitos de natureza jurisdicional e dificuldades na compatibilização de prioridades e na coerência dos procedimentos (Schmidt et al., 2013).

Nos anos subsequentes a situação pouco se alterou do ponto de vista institucional. No ano de 1993, a Lei orgânica do Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais (DL n.º 187/93, de 24 de maio) consagrou o modelo anteriormente referido.

A Lei orgânica do Ministério do Ambiente (DL n.º 230/97, de 30 de agosto) não trouxe nenhuma alteração significativa neste sector. Contudo, em julho de 1998 foi lançada uma política integrada das áreas costeiras, designada por “Programa Litoral”, publicada pela RCM n.º 86/98, de 10 de julho, que se propunha adotar as seguintes linhas de ação:

- › Definição clara das regras e princípios para as diferentes utilizações do litoral;
- › Promoção das atividades compatíveis com a utilização sustentável de recursos na orla costeira e salvaguarda de pessoas e bens através da elaboração de uma «carta de risco»;
- › Gestão coordenada e integrada da zona costeira;
- › Proteção dos valores naturais e patrimoniais;
- › Combate aos fatores antrópicos que alteram a configuração da linha de costa;

- › Aprofundamento e divulgação do conhecimento de base técnico-científico;
- › Clarificação da estrutura jurídico-administrativa

A mesma RCM incluía nas *“linhas de orientação que consubstanciam a estratégia do Governo para a orla costeira”*, a **Tipificação da Estrutura de Gestão da Costa**, através das seguintes medidas:

- › Definição de unidades orgânicas específicas de gestão nos Institutos da Água e da Conservação da Natureza e direções regionais do ambiente;
- › Criação de estruturas de fiscalização em articulação com as autoridades marítimas;
- › Aposta em soluções de parceria para a concretização de projetos de grande envergadura;
- › Garantia de meios humanos e financeiros para fazer cumprir de forma efetiva as determinações da própria Administração;
- › Criação da figura de associações de utilizadores para, em concessão, prestarem determinados serviços.”

O nível de implementação deste Programa Litoral ficou certamente longe dos objetivos, embora nunca tenha sido feita uma avaliação, que teria sido certamente útil.

No ano 2000, com a mudança de Governo, foi constituído o Ministério do Ambiente e Ordenamento do território (MAOT), cuja orgânica (DL n.º 120/2000 de 4 de julho) definiu como objetivo *“assegurar a gestão do litoral de forma integrada e sustentada e promover a implementação de ações e medidas indispensáveis à sua requalificação e ordenamento, tendo em vista a salvaguarda e preservação dos valores ambientais”*. Para atingir esses objetivos, constituiu um quadro institucional que incluía o INAG, a quem competia promover, em articulação com as entidades relevantes, o planeamento integrado do litoral, e propor os objetivos e estratégias para uma política de gestão integrada dos recursos hídricos nacionais e de requalificação e conservação da orla costeira. Às direções regionais do ambiente e do ordenamento do território (DRAOT), que substituíram as anteriores DRARN, incumbia promover a execução a nível regional da política do ambiente e do ordenamento do território. Em cada DRAOT foi criada uma Direção de Serviços do Litoral, da Conservação da Natureza e de Infraestruturas que assegurava as competências relativas à defesa e qualificação do litoral, nomeadamente através do licenciamento, promoção, realização ou acompanhamento de projetos, obras e instrumentos de gestão territorial, bem como as relativas à conservação da natureza. Cada Direção de Serviços tinha uma Divisão do Litoral e da Conservação da Natureza e uma Divisão de Infraestruturas, o que significa que a estrutura de base se manteve no essencial.

No período entre 2002 e 2005 registaram-se várias alterações no Governo, tendo o sector Ambiente sido particularmente atingido.

Em 2002, após eleições, o Ambiente passa a integrar o Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente (MCOTA). A Orgânica do MCOTA (DL 97/2003, de 7 de maio) introduziu alterações significativas na gestão dos recursos hídricos em geral e da zona costeira em especial. O ICN passou a ter como atribuições *“promover a gestão sustentável da orla costeira na ótica da conservação dos valores ambientais e paisagísticos, da segurança de pessoas e bens e da sua valorização económica e social, bem como promover a elaboração, a avaliação sistemática e a revisão dos planos de ordenamento das áreas protegidas e da orla costeira”*. Ou seja, no essencial a gestão da zona costeira passou a ser da responsabilidade do ICN. O INAG passou a ter apenas atribuições relacionadas com o planeamento dos recursos hídricos, abrangendo a zona costeira por força do estabelecido na Diretiva-Quadro da Água, aprovada em 2000 e na delimitação do domínio público marítimo. A nível regional as competências sobre recursos hídricos passaram a ser das Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR). Na prática, o INAG viria a manter várias atribuições, designadamente a realização de obras costeiras, uma vez que o ICN não tinha equipa técnica com formação adequada para levar a cabo obras desta natureza e a sua vocação conservacionista tão pouco aconselhariam um grande esforço nessa direção.

Em 2003, através da Resolução do Conselho de Ministros n.º 22/2003, de 18 de fevereiro, foi criado o Programa FINISTERRA, com os seguintes objetivos:

- › A atuação em zonas de risco, através do reforço dunar e estabilização de arribas, da retirada de construções e de eventuais obras de proteção;
- › A requalificação das praias, em especial nas zonas com maior densidade de ocupação e procura, tais como as áreas metropolitanas e algumas zonas do Algarve, concretizando apoios de praia, acessos e estacionamento, e nas áreas protegidas, em especial, promovendo a requalificação dunar e paisagística e a gestão ambiental;
- › A requalificação e ou revisão da ocupação urbana, valorizando o espaço público, o património edificado, os espaços verdes e de lazer, e assegurando a implementação de infra-estruturas adequadas de saneamento;
- › A intervenção em estuários e áreas portuárias, através de modelos de gestão integrada, da articulação de planos de dragagens e alimentação artificial e da instalação de transposição sedimentar de barras;
- › A proteção e valorização de áreas sensíveis costeiras, incidindo particularmente na proteção dos recursos marinhos e das zonas húmidas do litoral, como são as lagoas costeiras, áreas cruciais para a manutenção da diversidade biológica costeira e para a sustentabilidade das atividades humanas;
- › A criação de campanhas de sensibilização ambiental ligadas à orla costeira, promovendo-se roteiros da costa e a implementação de centros de educação ambiental;
- › E, por fim, a dinamização do programa de monitorização da orla costeira.

O Despacho Conjunto n.º 1006/2003, de 5 de novembro, do Primeiro-Ministro, Ministro de Estado e das Finanças e Ministro das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente (MCOTA), criou uma estrutura de projeto, designada por Gabinete Coordenador do Programa FINISTERRA (GCPF), com o objetivo de promover e acompanhar a execução das intervenções a realizar no âmbito do referido Programa FINISTERRA. O GCPF funcionou na dependência direta do MCOTA. O mesmo Despacho criou o conselho consultivo do Programa FINISTERRA de que faziam parte representantes da Direção-Geral da Autoridade Marítima, Instituto Hidrográfico, Direção-Geral do Turismo, Direção-Geral das Florestas, Direção-Geral da Agricultura, Direção-Geral das Pescas e Aquicultura, comissões de coordenação e desenvolvimento regional, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Associação Nacional de Municípios Portugueses, Confederação do Turismo Português e organizações não-governamentais de ambiente, neste caso a designar pela Confederação Portuguesa das Associações de Defesa do Ambiente.

O GCPF era constituído por um coordenador, equiparado, para todos os efeitos legais, a diretor-geral; um assessor para a área da gestão financeira, equiparado, para todos os efeitos legais, a subdiretor-geral; um dirigente e dois funcionários do Instituto da Conservação da Natureza, um dirigente e dois funcionários do Instituto da Água, a designar pelas respetivas chefias, e um dirigente do Instituto Portuário e do Transporte Marítimo, a designar por despacho do Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações.

Os meios financeiros que deveriam suportar as ações deste Programa estavam identificados na RCM e eram estimados em 105 596 692 €, repartidos entre PIDDAC e fundos comunitários, nos anos de 2003 a 2006.

Este Programa FINISTERRA também não terá produzido os resultados esperados, embora não se conheça nenhuma avaliação.

Em 2004, por via de uma mudança de Primeiro-Ministro, operou-se uma alteração na orgânica do Governo, tendo regressado o Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território (MAOT). A Lei Orgânica do novo MAOT só viria a ser publicada em fevereiro de 2005 (DL n.º 53/2005, de 25 de Fevereiro), já depois de o governo estar demissionário. Esta Lei orgânica integrava uma alteração muito significativa no modelo institucional para a zona costeira, estabelecendo como objetivo promover a gestão integrada e sustentável das zonas costeiras e a utilização sustentável dos recursos do litoral, assegurar o seu ordenamento, requalificação e valorização com o objetivo de preservação dos valores ambientais, desenvolvimento económico e social e segurança de pessoas e bens. Ou seja, alargava o horizonte da gestão da zona costeira, introduzindo o princípio da gestão integrada e sustentável. Mas o DL ia ainda mais longe, ao estabelecer que *“Será criada uma entidade responsável pela gestão integrada do litoral português através da utilização dos meios já existentes noutros serviços e organismos do MAOT. A forma jurídica desta entidade, designadamente a sua natureza de serviço ou organismo, será decidida em função da avaliação a efetuar no âmbito da reforma da Administração Pública”*. Tendo o Diploma sido publicado pouco antes de novo ato eleitoral, este modelo nunca chegou a ser implementado.

No Governo seguinte, foi instituído o Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional, que levou a cabo uma reforma profunda da gestão dos recursos hídricos, na qual se incluiu a zona costeira. O modelo institucional, aprovado pela Lei da Água (Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro) e confirmado pela Lei Orgânica do MAOTDR (DL n.º 207/2006, de 27 de Outubro, criou cinco Administrações de Região Hidrográfica, institutos Públicos periféricos e instituiu o INAG como Autoridade Nacional da Água, cabendo-lhe sobretudo funções de coordenação a nível nacional.

A implementação deste modelo foi demorada, o que se justificará pela sua complexidade, ao envolver várias instituições e a publicação de vários diplomas regulamentares da Lei da Água e que constituíram o suporte do referido modelo.

Esta experiência, que durou até 2011, revelou aspectos positivos (proximidade do terreno, maior ligação às autoridades regionais e locais e negativos (dificuldades a nível da coordenação nacional).

Com as eleições de 2011 e a grave crise financeira, viria a verificar-se a fusão de alguns Ministérios, como foi o caso da Agricultura e do Ambiente, dando origem ao Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território (MAMAOT). Daqui decorreu também a criação da Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. (APA, I.P.) em resultado da fusão do INAG, da APA, I.P., e das 5 ARH, modelo que vigora até hoje.

## 7.2. Propostas para o modelo de Governança

A Gestão integrada das zonas costeiras pressupõe:

- › Liderança política;
- › Financiamento adequado;
- › Articulação e cooperação institucional;
- › Informação relevante e mecanismos de comunicação eficazes;
- › Comunicação;
- › Participação;

A análise dos últimos vinte anos de gestão costeira em Portugal Continental mostra que foram variados os modelos institucionais para a sua governança, definidos nas orgânicas dos vários Governos. O mesmo se pode dizer do reconhecimento da importância da zona costeira e dos problemas crescentes que lhe estão associados.

Regista-se, no entanto, uma frequência significativa de alteração das instituições intervenientes, e do seu modo de organização. Este processo com características tão dinâmicas pode ser responsável por alguns dos pontos fracos da governança:

- › Problemas de coordenação, nomeadamente na constituição de uma visão e no estabelecimento de prioridades;
- › Problemas na partilha de informação;
- › Perda de capacidade de aquisição de conhecimento, designadamente por falhas significativas nas redes de monitorização.
- › Incapacidade de constituir uma equipa com a dimensão e a experiência adequadas aos problemas em causa.

A Estratégia para a Gestão integrada da Zona Costeira (ENGIZC), aprovada pela RCM n.º 82/2009, de 20 de agosto, em vigor, estabelece as seguintes opções estratégicas:

- › Um modelo de ordenamento e desenvolvimento da zona costeira que articule as dinâmicas socioeconómicas com as ecológicas na utilização dos recursos e na gestão de riscos (abordagem ecossistémica);
- › Um modelo institucional alicerçado na articulação de competências baseada na co-responsabilização institucional e no papel coordenador de uma entidade de âmbito nacional;
- › Um modelo de governança assente na cooperação público-privado, que aposte na convergência de interesses através do estabelecimento de parcerias, da coresponsabilização e da partilha de riscos.

Este modelo, que está por aplicar, parece ter potencialidades para se adequar à gestão integrada da zona costeira, com os necessários ajustes e atualizações exigidos pelas alterações entretanto ocorridas.

Seria da maior relevância conseguir um consenso nacional relativo ao modelo de governança para a zona costeira, de forma a conferir-lhe maior estabilidade para enfrentar os crescentes desafios que se colocam à gestão integrada e sustentável da zona costeira de Portugal continental.

É essencial que o modelo de governação da zona costeira contemple e promova ativamente uma adequada articulação e cooperação intra e inter Ministérios, nos diferentes níveis de decisão, e ainda destes com o meio científico e técnico, através das suas respetivas instituições. Recomenda-se que seja criada uma estrutura interministerial que promova a efetiva articulação e cooperação entre os diversos Ministérios com intervenção na gestão da zona costeira, com especial

relevo para o sector portuário. Sem esta articulação e cooperação horizontal e vertical os custos de gestão e proteção da zona costeira terão tendência a ser maiores do que seria necessário para atingir os mesmos objetivos finais.

Desde o início da década de 90 do século passado que tem sido defendida a criação de uma instituição de coordenação ao mais alto nível com poder executivo para a gestão integrada/intersectorial e sustentável da zona costeira, mas esta recomendação nunca foi verdadeiramente aplicada. Considera-se, pois, que é imprescindível assegurar a coordenação ao mais alto nível, através da constituição de um Conselho Interministerial, por exemplo, e também garantir a existência de uma instituição da administração central que se assuma plenamente como a entidade responsável pela gestão integrada da zona costeira.

É fundamental que uma instituição desta natureza disponha de uma unidade orgânica de nível superior, com um corpo científico e técnico qualificado e corretamente dimensionado, capaz de assegurar o planeamento estratégico para a gestão integrada e sustentável das zonas costeiras.

Esta unidade deverá garantir, em colaboração com outras instituições, em particular com os centros de investigação, as empresas e as Câmaras Municipais:

- › A monitorização integrada do litoral do país e a elaboração sistemática de mapas de vulnerabilidade e risco à escala nacional
- › A modelação das intervenções no litoral e respetivas análises de custo-benefício e análises multicritério;
- › O registo atualizado e discriminado das despesas com a adaptação e valorização da zona costeira,
- › Um inventário atualizado de todas as despesas em obras de proteção (incluindo zonas baixas e arribas) e valorização costeira, efetuadas com verbas públicas, desagregando as que provêm dos fundos da UE, do orçamento de Estado e das autarquias (o GTL confrontou-se com o facto de o histórico destes elementos, essenciais para uma gestão económica sustentável, não estar diretamente disponível no organismo da administração central responsável pela gestão do litoral).

Recomenda-se igualmente que nas zonas de risco se proceda a um inventário dos usos do solo para possibilitar análises de custo-benefício que permitam fundamentar futuras estratégias de adaptação, incluindo a realocização.

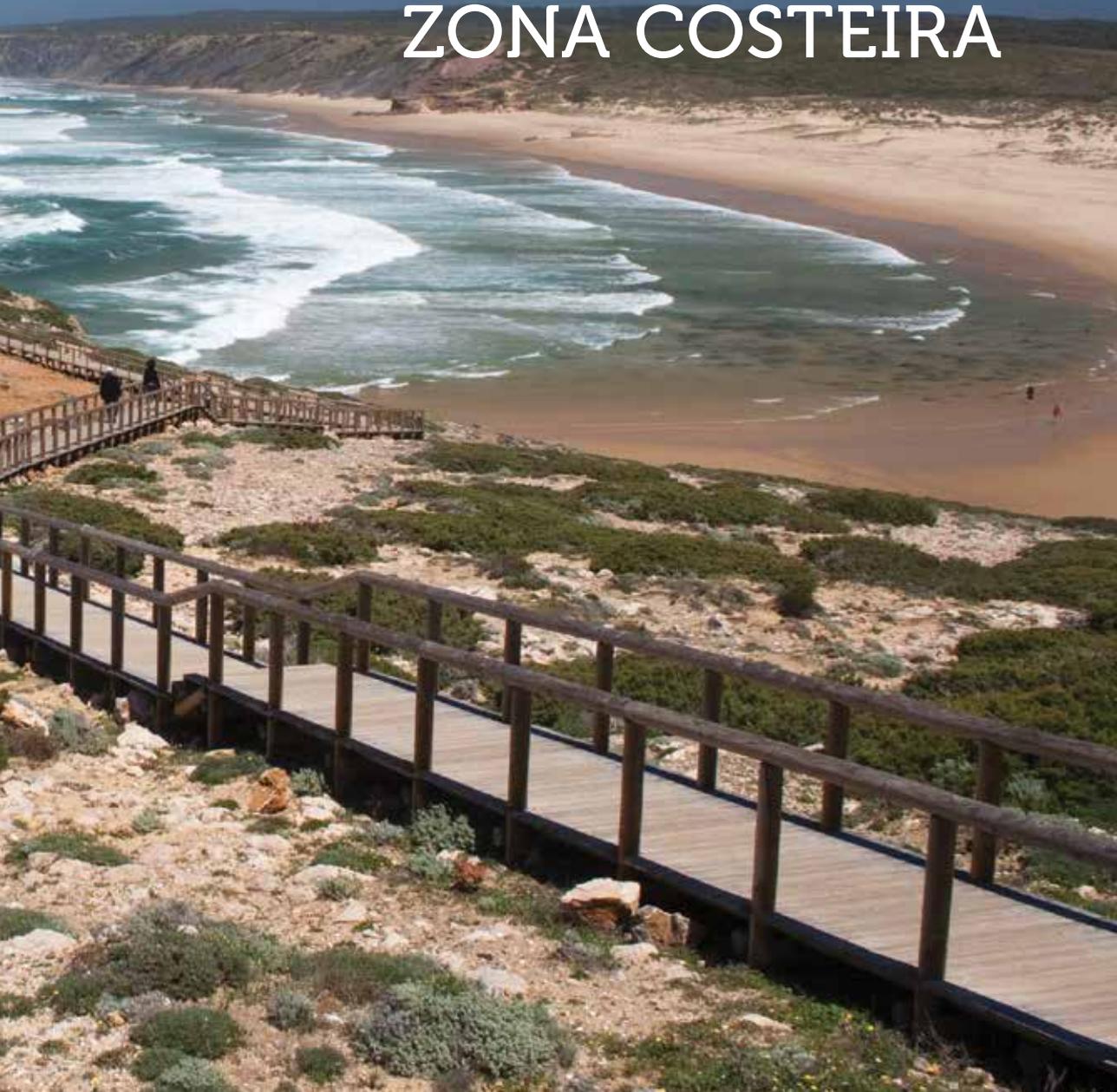
Se as funções indicadas não forem prosseguidas pela instituição da administração central responsável pela gestão da zona costeira, esta continuará a fazer-se de forma deficiente, frequentemente de forma casuística, reativa, inconsequente, e com custos médios mais elevados para o erário público, se forem contabilizados os custos do pessoal e os custos de intervenções costeiras feitas em condições deficientes de monitorização, modelação, planeamento, execução e contabilização dos custos.

Importa também referir que as Sociedades Polis Litoral constituem um modelo de gestão da zona costeira com vários aspetos positivos, como seja o envolvimento das autarquias na solução dos problemas, a abertura à participação financeira de várias instituições e a possibilidade de implementação de soluções mais eficazes ao nível da execução administrativa e financeira. Recomenda-se, por isso, que o modelo das Sociedades Polis Litoral seja revisitado no sentido de encontrar soluções otimizadas do mesmo tipo que cubram o território costeiro de Portugal.

Na implementação de novos modelos de gestão partilhada do tipo Polis Litoral é muito importante garantir a intervenção, articulação e regulação da entidade nacional responsável pela gestão integrada e sustentável da zona costeira a nível nacional, de modo a garantir apoio técnico, racionalidade, coerência e otimização de custos nas intervenções ao nível regional e local.



# ADAPTAÇÃO NA ZONA COSTEIRA





## 8. Adaptação na zona costeira

### 8.1. Contexto histórico

Em Portugal, os primeiros relatos conhecidos sobre acidentes naturais na costa associados ao mar reportam-se ao *tsunami* de 1 de Novembro de 1755. Estes relatos incidem sobretudo sobre zonas abrigadas, geralmente estuários, sendo o caso de Lisboa o mais conhecido devido à intensa ocupação da zona ribeirinha.

A razão porque os relatos sobre acidentes costeiros originados pelo tsunami de 1755 são relativamente escassos resulta provavelmente de que não haver praticamente ocupação do litoral nesses tempos. Efetivamente, a ocupação do litoral em Portugal é um fenómeno recente pelo que os efeitos deste acontecimento excecional se cingiram em grande parte às imediações dos principais portos de abrigo.

A reduzida ocupação do litoral no passado relacionava-se sobretudo com a falta de segurança que estes territórios proporcionavam. Eram vulneráveis a atos de pirataria e sujeitos a tempestades, a par da grande mobilidade dos próprios territórios (Figura 8.1), sendo as zonas baixas e arenosas as mais sensíveis.

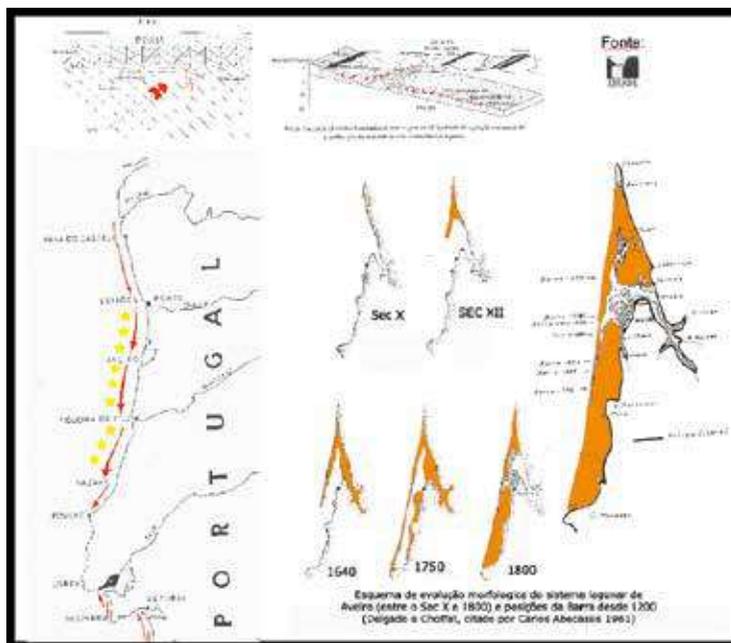
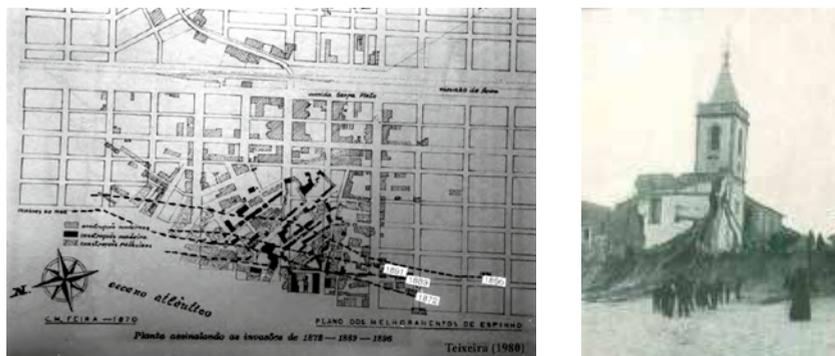


Figura 8.1 - Evolução das restingas da Ria de Aveiro entre o Século X e atualmente.

Na orla costeira da região Centro, de Ovar à Marinha Grande, dos atuais 18 aglomerados, apenas Buarcos e Figueira da Foz são anteriores ao Século XX. Todos os outros são de génese muito recente, precisamente porque esses territórios são de natureza arenosa. Buarcos desenvolve-se sobre afloramentos rochosos que constituem a serra da Boa Viagem. A cidade da Figueira da Foz, mais tardia relativamente a Buarcos, deve a sua génese à produção do sal e mais tarde ao seu porto, em parte resultante da retirada de protagonismo a Buarcos que tinha uma enseada utilizada para abrigo das embarcações. É curioso reparar que nenhuma sede de concelho neste trecho costeiro se encontra na orla costeira, com exceção para a cidade portuária da Figueira da Foz (em substrato rochoso). Todas as restantes (Ovar, Murteosa, Aveiro, Ílhavo, Vagos, Mira, Cantanhede, Pombal, Leiria e Marinha Grande) são sedes de concelhos litorais que não se encontram instalados na atual orla costeira o que atesta a modernidade da sua ocupação.

As imagens frequentes de galgamentos das obras de defesa costeira durante períodos de temporal ajudam-nos a compreender o risco que existe em grandes extensões da nossa orla costeira.

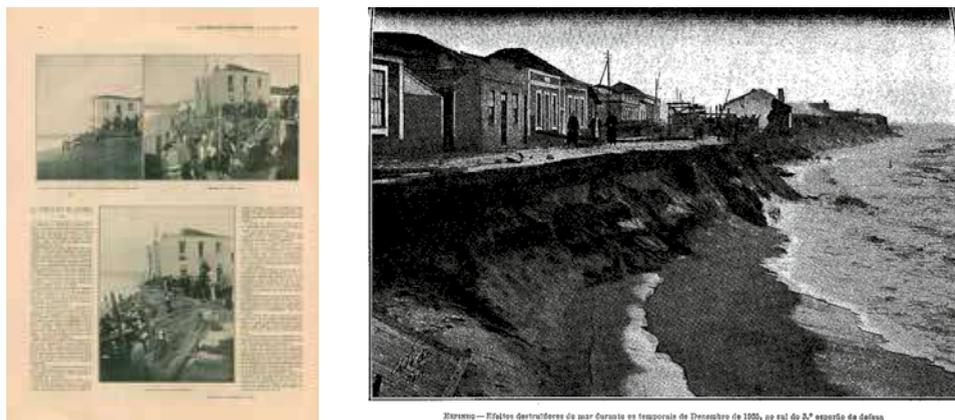
As destruições de Espinho no final do século XIX e no princípio do século XX (Figura 8.2) ajudam a contextualizar o que se pretende realçar, pois as razões que levaram às sucessivas destruições da frente urbana de Espinho não estão completamente identificadas.



*Figura 8.2 - Representação esquemática da destruição causada pelo avanço do mar em Espinho (Teixeira, 1980), à esquerda, e ruína da Capela de Nossa Senhora da Ajuda, destruída em 1904, reconstruída e novamente destruída em 1910 (Ilustração Portuguesa, 05-12 e 26-12 de 1904, extraída de Freitas, 2009), à direita.*

Há autores que apontam como causas possíveis a interrupção na alimentação costeira provocada pelas obras do porto de Leixões ou na foz do Douro, mas esta explicação não é consensual. Como tal, não é de excluir outras razões, como sejam alteração no regime de ondas ou ainda outros fatores. Porém, parece ser claro que estas destruições advêm da implantação de um núcleo urbano importante numa zona de risco muito elevado.

Quaisquer que sejam as características dos fenómenos causadores dos acidentes costeiros em Espinho, a intensidade, a dimensão e rapidez relativa dos efeitos então verificados ajudam a perceber melhor o que é um cenário de galgamentos extremos.



*Figura 8.3 - À esquerda notícia de um acidente com o mar em Espinho na revista Ilustração Portuguesa e à direita imagem retirada do Anuário dos Serviços Hidráulicos de 1935.*

É em terrenos antes ocupados pelo mar que surgem os primeiros relatos conhecidos de acidentes em aglomerados costeiros. O dia 9 de março de 1869 marca o início das primeiras investidas mais destrutivas do mar de que há notícia em Espinho. Os sucessivos episódios de galgamentos encontram-se bem documentados e podem ser exemplificados pelas imagens das Figuras 8.2 e 8.3. Segundo Dias et al. (1994), Espinho pode ser considerado um caso paradigmático para a gestão da faixa litoral portuguesa pois "... cresceu à medida que, simultaneamente, a sua frente oceânica ia sendo erodida".

A primeira obra de costeira pesada executada no país para defesa dum aglomerado costeiro teve início em 1909 (Oliveira, 1990), em Espinho. Esta obra foi executada pelos Serviços Hidráulicos e baseava-se num projeto duma muralha assente em estacas de madeira com 354 m de extensão. No entanto, face à aproximação do inverno, só houve tempo para colocar estacas em 35 m. Em 1911 foram construídos os primeiros dois esporões transversais, distanciados entre si de 90 m.

Foi no período em que os Serviços Hidráulicos detinham simultaneamente jurisdição no litoral, portos e linhas de água (e que se prolongou até à década de sessenta do século passado), que se lançaram a maioria das grandes barragens e arrancaram ou consolidaram os trabalhos nos principais portos nacionais. Ou seja, é a entidade que detém as competências no litoral que é responsável pelo lançamento das obras que inverteram drasticamente o ciclo sedimentar nas bacias hidrográficas e nas áreas portuárias através dum significativo esforço de dragagens. A título de exemplo, refira-se que, de acordo com o Anuário dos Serviços Hidráulicos de 1938 (Figura 8.4), foram quantificadas dragagens num volume total de 6,9 milhões de m<sup>3</sup> entre 1930 e 1938, a que corresponde uma média de 0,7 milhões de m<sup>3</sup> /ano.

REPUBLICA PORTUGUESA  
MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS E COMUNICAÇÕES  
DIRECÇÃO GERAL DOS SERVIÇOS HIDRÁULICOS E ELÉCTRICOS

ANUÁRIO  
DOS  
SERVIÇOS HIDRÁULICOS

1938

6.º ANO

Divisão de dragagens

Os volumes dragados desde a criação da Divisão foram os seguintes:

Ano	Metros cúbicos
1930	13.391
1931	718.718
1932	671.472
1933	939.810
1934	1.020.368
1935	897.242
1936	976.246
1937	647.544
1938	1.006.483

Figura 8.4 - Extrato do relatório da Divisão de Dragagens dos Serviços Hidráulicos de 1938.

O intenso esforço de dragagens continuou após a extinção dos Serviços Hidráulicos, estimando-se que, por volta do ano de 1979, eram retirados do sistema volumes da ordem dos 2,6 a 4 milhões de m<sup>3</sup>/ano, no troço compreendido entre o rio Douro e a Nazaré (Coelho, 2005), o que de certo modo explica as elevadas taxas de erosão registadas neste troço (Figura 8.5).

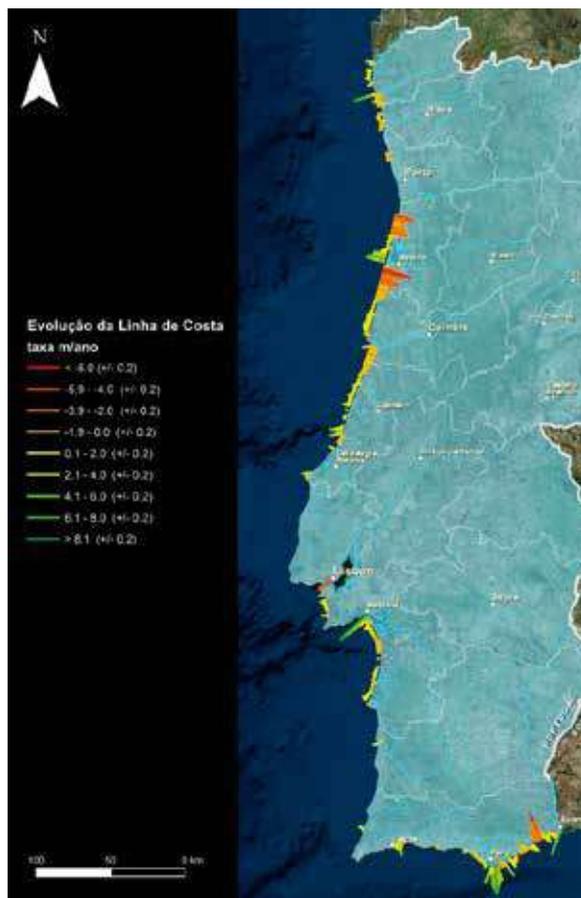


Figura 8.5 - Taxas de evolução da linha de costa entre 1958 e a atualidade (Lira, 2014).

A análise comparativa de fotografias de aglomerados costeiros de meados do século passado com imagens atuais dá uma ideia muito nítida sobre os impactos decorrentes duma política de desenvolvimento baseada frequentemente na ocupação e construção em troços costeiros vulneráveis (Figura 8.5a).



*Figura 8.5a - Duas imagens da Costa Nova, uma de meados do século passado e outra atual.*

É curioso reparar que já em 5 de Julho de 1931, o Padre André de Lima escrevia no “Jornal de Espinho” que “... essas invasões (do mar) se dão quando as areias vindas do norte não chegam para satisfazer-lhe a voracidade, e esse fenómeno atribuo-o a duas causas: primeira, quando não há grandes cheias nos rios que existem daquele Cabo Finisterra até Espinho, e segunda, quando essas areias forem intercetadas por quaisquer obras hidráulicas feitas ao norte da nossa Praia. Eu (...) atribuo as invasões de 1889 a 1912 à construção dos molhes do Porto de Leixões e à dum outro na barra do rio Douro que desce de Cantareira em linha reta até à Pedra da Falgama-nada sobre o qual assenta o farolim da mesma barra” (Dias et al., 1994).

A ausência duma política costeira integrada não se traduziu apenas no crescente défice sedimentar, devido à retenção nas albufeiras das barragens e às dragagens efetuadas pelos portos, mas também no intenso, e muitas vezes desregulado, crescimento urbano, registado a partir da década de 70 do século passado. Por outras palavras, o “paradigma de Espinho”, acabou por se transformar no “síndrome de Espinho”, que tem atingido grande parte do litoral português, em que se constrói à medida que o mar avança (Figura 8.6).

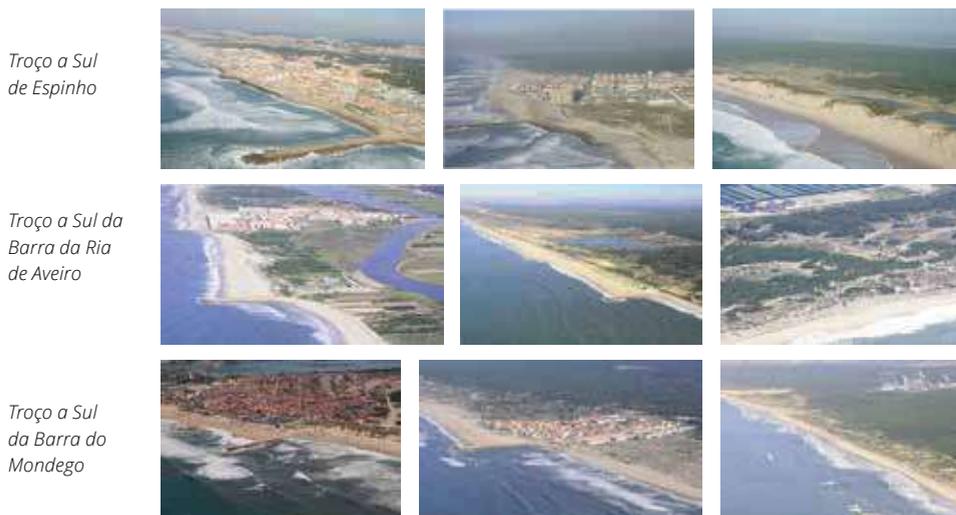


*Figura 8.6 - À esquerda zonas artificializadas (Atlas de Portugal 2004, IGP) e ao centro alguns exemplos do crescimento urbano intenso registado em grande parte do litoral (fonte: SIARL).*

Apesar dos sucessivos apelos dos profissionais da engenharia, de geologia e da geofísica para o problema do défice sedimentar, não houve ainda capacidade para se assumir claramente que a responsabilidade da erosão costeira e os consequentes estragos que se observam no litoral não são apenas imputáveis à natureza, e em particular ao mar, mas resultam, predominantemente, de atividades antrópicas. Estas são geralmente consideradas responsáveis por cerca de 90% do recuo da linha de costa do litoral português (Andrade, 1990; Ferreira et al, 1990; Ferreira, 1993).

No entanto, parece ter vingado a ideia de que a erosão costeira radicava na “violência do mar” pelo que a estratégia de defesa costeira baseou-se numa “guerra contra o mar”. Esta opção privilegiou a defesa da ocupação humana junto à costa, mas não assegurava a preservação dos valores naturais, em particular da praia que, constituindo um óbvio fator de atratividade, era frequentemente a razão da ocupação.

A história das intervenções de defesa costeira nas zonas costeiras baixas tem seguido um padrão conducente a uma artificialização crescente e evidencia uma política predominantemente reativa. Nos troços costeiros com deriva litoral significativa, a resposta à erosão iniciou-se com construção de esporões, na tentativa de fixar sedimentos em frente ao aglomerado. Com o aumento do défice sedimentar, a praia continuou a recuar pelo que se construiu uma defesa aderente. Com a continuação do aumento do défice sedimentar a obra degradou-se e foi reforçada e/ou ampliada e eventualmente complementada com alimentação artificial. As imagens da figura 8.7 documentam este processo, que se repete em três troços costeiros diferentes: a sul de Espinho, a sul da barra da ria de Aveiro e a sul da barra do rio Mondego.



**Figura 8.7** - Evolução semelhante dos sistemas de defesa costeira em três trechos do litoral ocidental.

Independentemente da inquestionável função das obras na manutenção da integridade dos aglomerados urbanos, é evidente que o défice sedimentar subsiste, pelo que o problema carece duma solução estrutural. Afigura-se pertinente complementar a atual política de defesa costeira com intervenções que visem repor o ciclo natural de sedimentos, até para sustentabilidade do investimento já efetuado. De facto, a manutenção do atual défice num cenário agravado pelas alterações climáticas, determinará muito certamente, a médio e longo prazo, um aumento incomportável dos custos de proteção costeira.

*“Do [rio] mar que tudo arrasta / se diz que é violento / Mas ninguém diz violentas / as [margens] construções que o comprimem”.*

Bertold Brecht (adaptado por Alveirinho Dias)

## 8.2. Análise dos investimentos realizados

No sentido de avaliar os investimentos de proteção costeira, foi efetuado um levantamento sistemático das obras costeiras executadas pelo ex-INAG e pela APA, I.P., que lhe sucedeu, desde 1995 até à atualidade (2014), incluindo as obras de defesa costeira executadas no âmbito das Sociedades POLIS ou no âmbito do Eixo III - Combate à Erosão Costeira do POVT/QREN.

Com base nesse levantamento, verifica-se que entre 1995 e 2014 foram efetuadas (ou estão em curso) intervenções na tipologia de proteção costeira no litoral continental num valor global de 196 M€, a preços de 2014.

A figura 8.8 mostra a distribuição por POOC das obras de defesa costeira no continente, permitindo evidenciar uma clara hierarquização das áreas mais problemáticas por ordem decrescente de investimentos: 1ª Ovar-Marinha Grande (34,6%); 2ª Caminha-Espinho (19,0%); 3ª Sintra-Sado (18,8%), precisamente onde o litoral é baixo e arenoso, a ocupação é mais intensa e o défice sedimentar é mais relevante.

Os troços Sado - Sines e Sines - Burgau são aqueles a que correspondem menores investimentos, devido às respetivas características geomorfológicas e baixa ocupação da sua orla costeira.

Analisando a distribuição do investimento por concelho (Figura 8.9), verifica-se que os maiores investimentos foram realizados, por ordem decrescente, em Almada (18,8%), por via dos investimentos realizados na Costa da Caparica, Ovar (11,4%), Espinho (9,2%), Vagos (7,0%), Vila Nova de Gaia (5,1%).

De notar que os investimentos em cada um dos concelhos imediatamente a sul da barra da Ria de Aveiro não surgem nos lugares cimeiros. Tal deve-se ao facto dos investimentos estarem repartidos por 3 concelhos (Ilhavo, Vagos e Mira) que, se forem agrupados, representam uma percentagem de 17,2%, o que equivaleria ao segundo maior investimento em termos de ranking nacional.

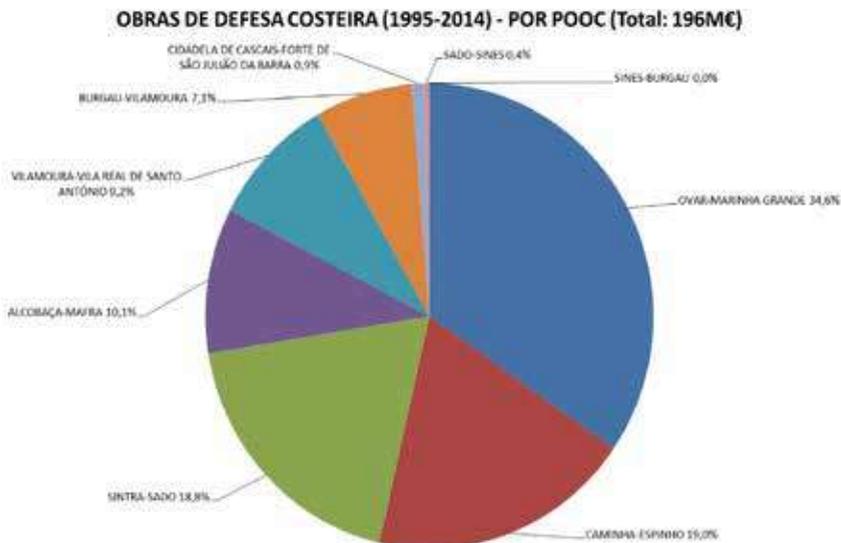


Figura 8.8 - Repartição dos investimentos em defesa costeira por POOC 1995-2014

(Fonte: APA, I.P., compilado por Seixas, 2014)

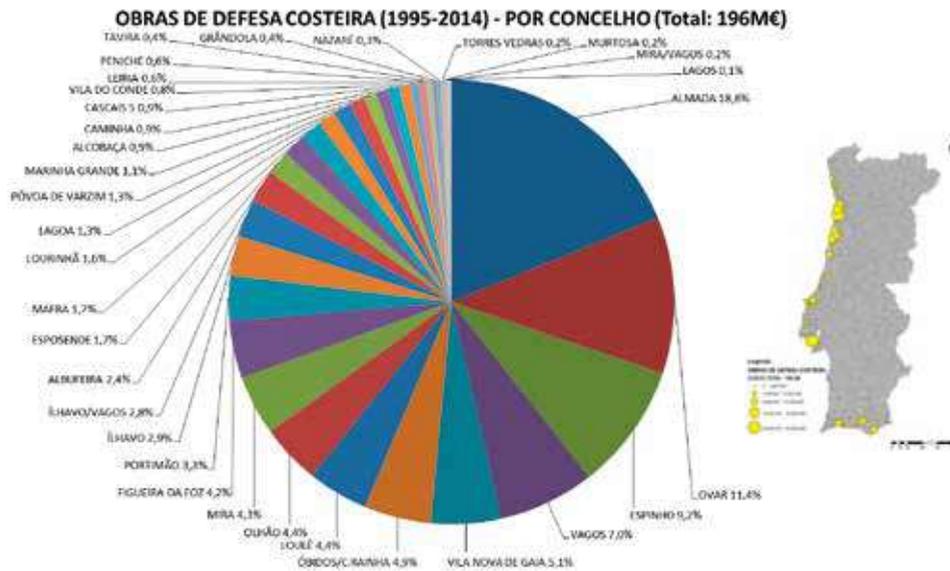


Figura 8.9 - Investimentos em obras de defesa costeira por concelho

(Fonte: APA, I.P., compilado por Seixas, 2014)

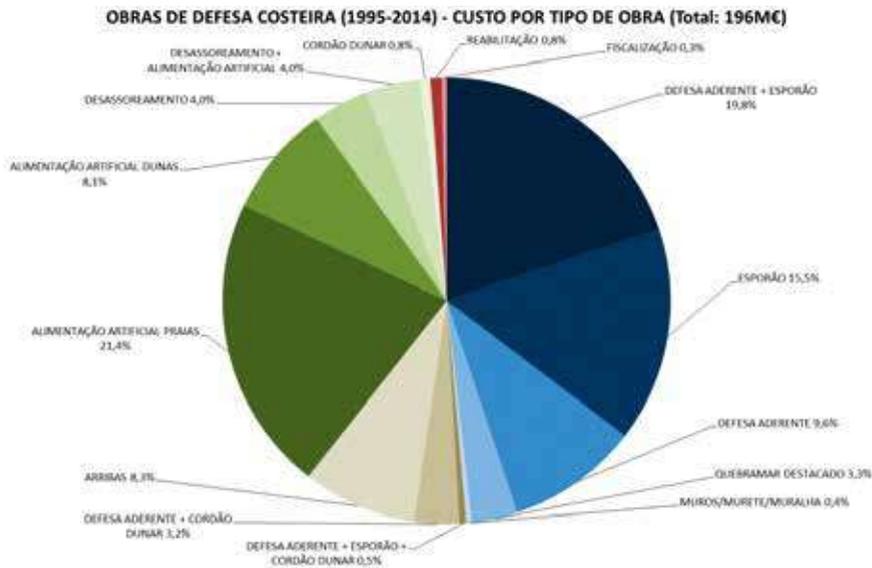


Figura 8.10 - Investimentos por tipo de obra de defesa, incluindo a respetiva fiscalização  
(Fonte: APA, I.P., compilado por Seixas, 2014)

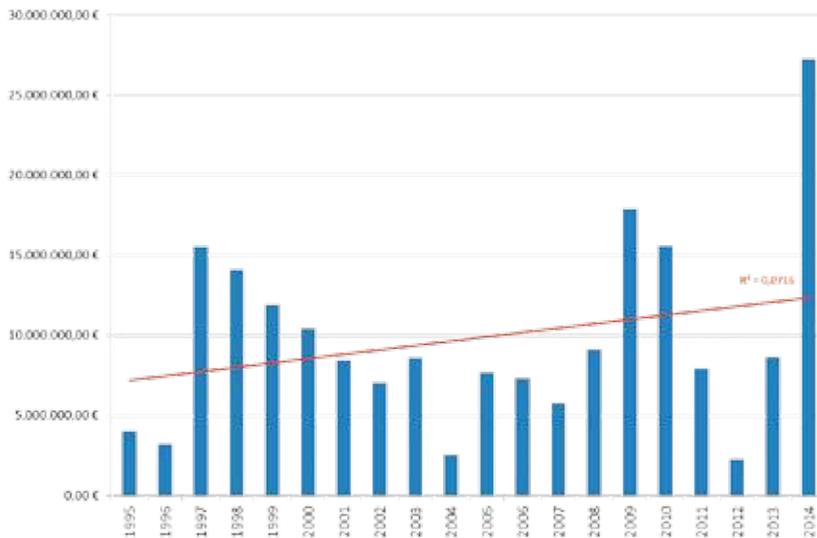


Figura 8.11 - Investimentos anuais executados em obras de defesa costeira  
(Fonte: APA, I.P., compilado por Seixas, 2014)

No que diz respeito à distribuição dos investimentos por tipologia (Figura 8.10), verifica-se que 52 % envolve obras pesadas (defesas aderentes, esporões e obras destacadas), 38 % respeita a obras ligeiras (alimentação artificial e reforço de diques arenosos ou dunas) e 8 % intervenções em arribas.

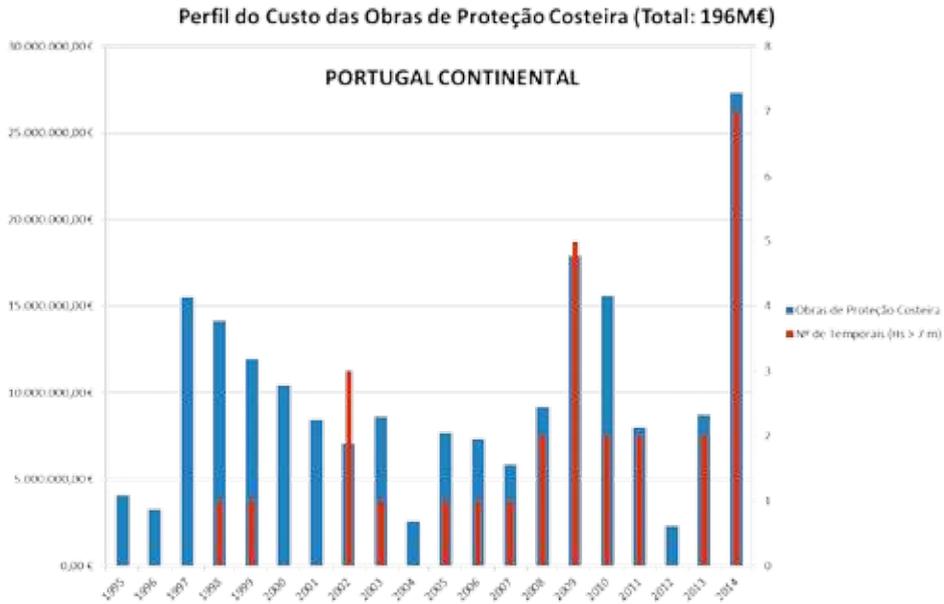
A figura 8.11 apresenta a distribuição anual do investimento de 196 M€ executado entre 1995 e 2014, sendo que 86 M€ (44%) respeitam à primeira década e 110 M€ (56%) à segunda década, o que evidencia uma elevada variação interanual a que se associa uma tendência de crescimento.

No que se refere ao perfil de investimento anual em obras de defesa costeira em zonas baixas entre 1995-2014, verifica-se ter havido um investimento de 167 milhões de euros, correspondendo a 85% do total de investimento em defesa costeira. Destes 167 milhões de euros, 40% respeitam à primeira década e 60% à segunda década.

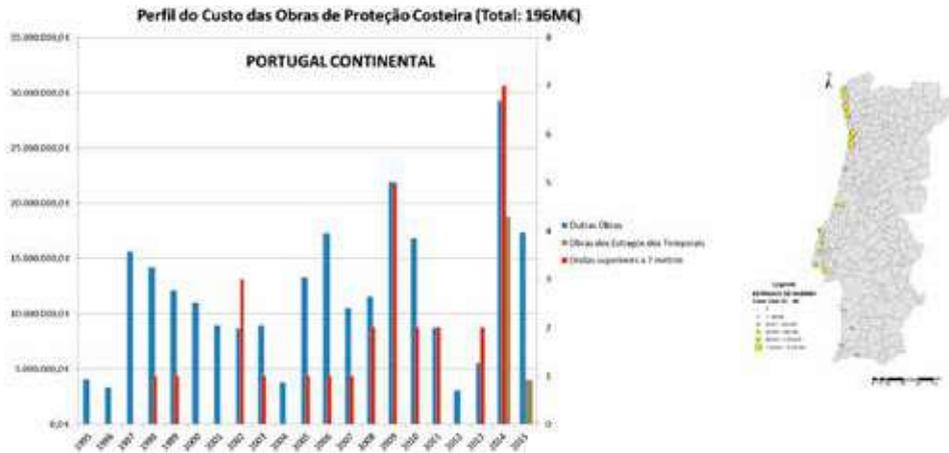
A Figura 8.11 revela a existência de 3 picos de investimentos, um em 1997, outro em 2009 e outro em 2014. Por seu lado, os menores investimentos correspondem aos anos de 1996, 2004 e 2012. Do ponto de vista político-administrativo é possível efetuar as seguintes correlações:

- Em 1995 e 1996 os menores investimentos são provavelmente uma consequência da transferência de competências das intervenções costeiras da ex-Direção Geral de Portos para o ex-INAG, em 1992, que só a partir do ano de 1997 teve capacidade efetiva para a execução de obras pesadas, principalmente em resposta aos galgamentos registados nos concelhos de Ovar e Vagos na segunda metade da década de 90;
- O ano de 2004 é muito provavelmente uma consequência do Programa Finisterra iniciado em 2004 mas não concretizado do ponto de vista financeiro;
- O pico de investimento em 2009 reflete também, pelo menos, o auge da aplicação do investimento financeiro do POVT- QREN;
- O baixo investimento registado em 2012 reflete a recente crise financeira em Portugal;
- O pico de investimento em 2014 reflete claramente os constrangimentos administrativos e financeiros à execução das ações candidatas ao POVT-QREN, (desde 2012), nos anos anteriores, e ainda os investimentos efetuados na sequência das tempestades de janeiro e fevereiro deste ano financiadas a 100 % por aqueles fundos.

Na ausência de dados de monitorização sobre o estado das obras de defesa costeira fez-se uma breve análise com base em investimentos efetuados e temporais com altura significativa das ondas (Hs) superior a 7 m, tendo em vista avaliar a existência de correlações (Figura 8.12).



**Figura 8.12** - Investimentos anuais entre 1995-2014 com sobreposição do nº de temporais com Hs superior a 7 m (Fonte: Instituto Hidrográfico e APA, I.P., compilado pelo GTL e por Seixas, 2014)



**Figura 8.13** - À esquerda, gráfico com os temporais e os investimentos em obras de proteção executadas ou a executar em 2014 e 2015 (235 M€). À direita, distribuição das obras executadas ou previstas executar por concelho, resultantes dos estragos dos temporais do início do ano de 2014 (23 M€).

(Fonte: Instituto Hidrográfico e APA, I.P., compilado por Seixas, 2014 e GTL)

Em termos de número de temporais, os anos que se destacam são o de 2014, seguido pelo de 2009 e depois 2002. As lacunas da informação sobre as temporais e o comportamento das obras impedem análises mais consistentes. Contudo, pode concluir-se que a evolução dos investimentos de proteção tem sido determinada pelas conjunturas político-administrativas e pela reatividade aos estragos provocados pelos temporais mais gravosos.

A APA, I.P. estima que o total de despesas a ter nos anos de 2014 e 2015 em obras realizadas, em curso e previstas, ascenda a 67 M€, dos quais 23 M€ respeitam a obras especificamente executadas para responder aos estragos dos temporais do início do ano (figura 8.13). No entanto, é de admitir que existam outros custos com reparação de estragos em obras de proteção costeira e que possam estar diluídos em intervenções que já estavam planeadas e onde é difícil separar o que é decorrente destes temporais do que se relaciona com eventos anteriores.

Com efeito, estima-se, apenas com base em dados puramente empíricos, que os custos decorrentes de manutenções periódicas e programadas correspondem, no prazo de uma década, a valores da ordem dos 30% do montante inicial investido na obra, valor que pode atingir uma média de 75% em casos de intervenções de emergência e não assentes numa política de manutenção periódica e programada. Estima-se ainda que tempestades como as verificadas no início deste ano provoquem estragos cujos custos de reparação possam oscilar entre os 40 e os 60% do investimento inicialmente programado para uma década. A tabela 8.1 apresenta uma estimativa dos custos de manutenção/reparação em percentagem do investimento inicial nas últimas décadas.

**Tabela 8.1** - Estimativa de encargos em obras de manutenção de obras de defesa.

(Fonte: Departamento de Obras da APA, I.P.)

MANUTENÇÃO / REPARAÇÃO Estimativas em % e por década		
Manutenção sistemática relativamente ao investimento inicial	Beneficiação da obra apenas uma vez de 10 em 10 anos	Beneficiação da obra após tempestades semelhante às de Jan/Fev de 2014
25% a 35%	60% a 90%	40% a 60%

Este tema é particularmente sensível quando se analisa a questão da sustentabilidade financeira das obras costeiras, as quais estão muito dependentes da contrapartida comunitária. Com efeito, dos investimentos realizados em zonas baixas costeiras no valor de 118 M€ (universo das obras onde houve consulta ao processo administrativo), 44% correspondem a contrapartidas comunitárias. Esta percentagem revela uma dependência externa que adquiriu maior expressão na última década (Figura 8.14).

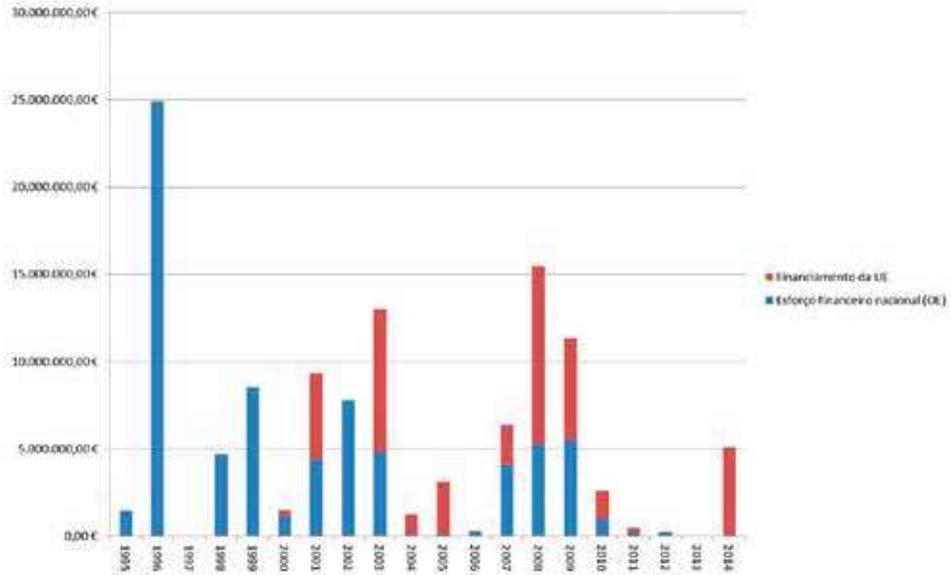


Figura 8.14 - Fonte de financiamento das obras realizadas pelos serviços centrais da APA, I.P., considerando apenas o investimento inicial e apenas para zonas baixas costeiras (118M€).

(Fonte: APA, I.P., compilado por Seixas, 2014)

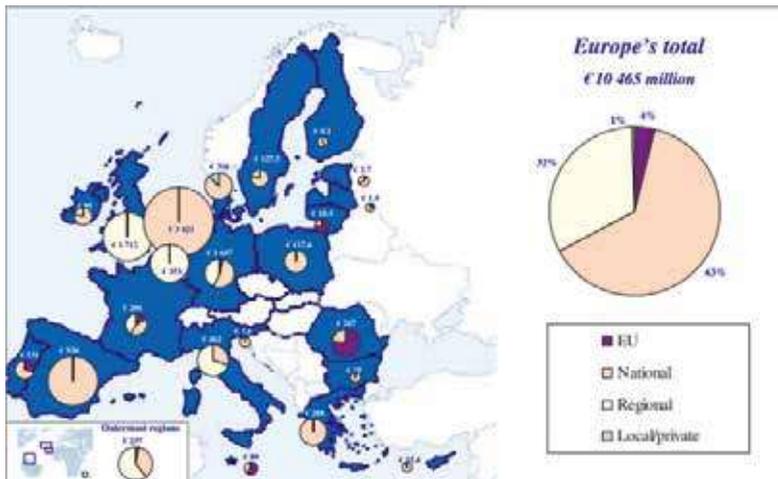


Figura 8.15 - Custos em defesa costeira na Europa.

Fonte: The Economics of Climate Change Adaptations in EU Coastal Areas – Summary report

Importa salientar que esta percentagem será certamente muito maior, pois o universo de obras consultadas (no valor de 118 M€) apenas se refere às obras em zonas baixas costeiras executadas diretamente pelos serviços centrais da APA, I.P. (não envolve POLIS, nem ARH nem as efetuadas pela autarquias em 2014), sendo que para os 28 M€ relativos a 2014 na Figura 8.11 a contrapartida comunitária estará compreendida entre os 85% e os 100%.

Esta é também a tendência observada num relatório europeu, “The Economics of Climate Change Adaptations in EU Coastal Areas – Summary report”, e que coloca Portugal como o 3º país com maior dependência de fundos comunitários em ações normais de despesa com proteção costeira na Europa e o maior entre os países da Europa Ocidental (Figura 8.15).

A referida dependência é preocupante por dois motivos, por um lado porque faz depender os investimentos em obras de proteção costeira dos ciclos dos programas comunitários e da elegibilidade ou não das mesmas, por outro, porque a eventual diminuição ou mesmo desaparecimento destes apoios coloca graves problemas de sustentabilidade à política costeira nacional a médio e longo prazo.

Assim, pode afirmar-se, com algum grau de segurança, que os investimentos em ações de proteção costeira têm estado mais dependentes de ciclos político-financeiros do que da avaliação das necessidades de proteção baseadas em programas de monitorização e manutenção das estruturas de defesa.

Se desagregarmos os dados por obras pesadas e leves<sup>42</sup> entre 1995 e 2014, verifica-se que as pesadas tiveram um pico de investimento na década de 90, com uma tendência de estabilização nos anos seguintes, enquanto as obras leves tiveram uma grande expressão nos últimos anos deste período (Figura 8.16).

A análise destes dados permite concluir que a crescente utilização de sedimentos reflete o reconhecimento de que a alimentação artificial tem um espaço próprio na política de proteção costeira, para além de contribuir para um melhor funcionamento das obras pesadas.

Em termos geográficos, os locais de maior peso em termos de intervenções leves são a Ria de Aveiro, a Costa da Caparica e a Ria Formosa, onde a mobilização de sedimentos tem particular peso e onde, coincidentemente, ocorrem as Sociedades POLIS, embora a Caparica seja diferente dos restantes casos por estar integrada no programa POLIS Cidades e não no programa POLIS Litoral. Importa também referir que o recurso a obras de proteção leves é muito anterior às sociedades Polis, como atestam os diques arenosos no troço a sul da Costa Nova e as alimentações artificiais de sedimentos no Algarve.

<sup>42</sup> Entende-se por obras pesadas, as executadas com recurso a materiais rochosos geralmente com carácter fixo (molhes, defesas aderentes e destacadas e esporões) e leves as que utilizem materiais mais ligeiros e tendem a ter mobilidade ou capacidade de adaptação (alimentação de sedimentos, diques arenoso, reforço de praia ou de sistemas dunares). No caso particular da Figura 8.17 o universo considerado refere-se a obras de defesa costeira do continente mas sem considerar as mistas, em arribas e outras, como são trabalhos de fiscalização.

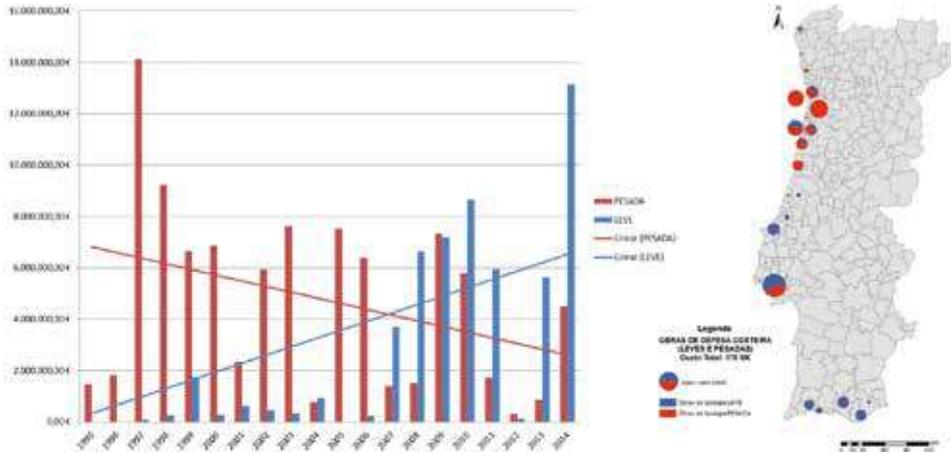


Figura 8.16 - Custo de obras de defesa costeira (170 ME) pesadas e leves e respetivas tendências.

(Fonte: APA, I.P., compilado por Seixas, 2014)

As mobilizações de sedimentos nos concelhos de Óbidos e das Caldas da Rainha consubstanciam um caso diferente da análise atrás efetuada devido às especificidades existentes na Lagoa de Óbidos.

Importa salientar que o aumento de investimentos na mobilização de sedimentos se insere ainda em políticas muito reativas, pois a intenção é responder aos problemas locais identificados, o que é manifestamente diferente de uma política integrada de intervenção nas células sedimentares tal como aquela que foi praticada no barlavento algarvio na última década.

Embora seja evidente que as obras pesadas cumprem a sua função em termos de defesa localizada, é consensual que, genericamente, este tipo de obras não fixam sedimentos, pelo menos no trecho onde se localizam, e não resolvem os problemas que se colocam a sotamar dessas intervenções e, de um modo mais geral, do défice sedimentar.

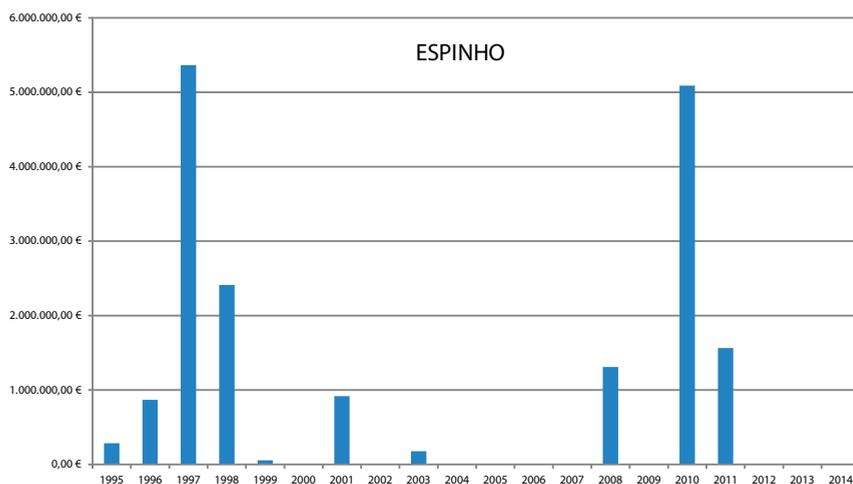
A título de exemplo referem-se quatro intervenções baseadas em obras pesadas que tiveram um sucesso relativo pois resolveram os problemas associados aos galgamentos e consequente diminuição de riscos:

- O caso de Quarteira, cujo campo de esporões foi executado para compensar o défice sedimentar dos molhes de Vilamoura e que foram executados na década de 1970;
- O caso de Espinho que depois de sucessivas intervenções e correções estabilizou na atual solução em que dois grandes esporões curvos fazem uma espécie de pequena baía capaz de reter sedimentos;

- As obras destacadas da Aguda e Castelo de Neiva;
- Os esporões do Areão e do Poço da Cruz a Sul da Praia da Vagueira.

O campo de esporões da Quarteira, executado ainda pela ex-Direcção Geral de Portos, encontra-se estável desde a altura da sua construção, como prova o facto das obras de manutenção posteriores à sua instalação serem diminutas. O sucesso deve-se sobretudo ao clima de agitação mais moderado do que na costa Oeste, e também ao facto de que o comprimento e largura de praia entre esporões e a sua orientação estar em equilíbrio com o rumo da agitação dominante, permitindo assim a fixação de sedimentos na praia emersa.

A obra de defesa de Espinho, com a sua configuração atual, pode ser considerada como um dos casos de maior sucesso no que respeita à defesa do aglomerado urbano e aos galgamentos, que deixaram de ser tão persistentes. No entanto, é de notar que no período entre 1995 e 2014 foram investidos no concelho de Espinho 19,3 milhões de euros em obras de defesa costeira. Estas intervenções envolveram ainda, para além do trecho frontal à cidade de Espinho, obras aderentes e transversais em Silvalde e Paramos. Embora a série de dados (1995-2014) seja muito curta, o gráfico com os investimentos anuais para este concelho parece indiciar dois períodos de investimentos distintos, um entre 1995 e 1998, num valor de 10,2 milhões de euros e outro entre 2008 e 2011, num valor da ordem dos 7,9 milhões de euros, o que significa a necessidade de reinvestimentos em defesa costeira de cerca de 80% relativamente aos efetuados na década anterior neste concelho (Figura 8.17).



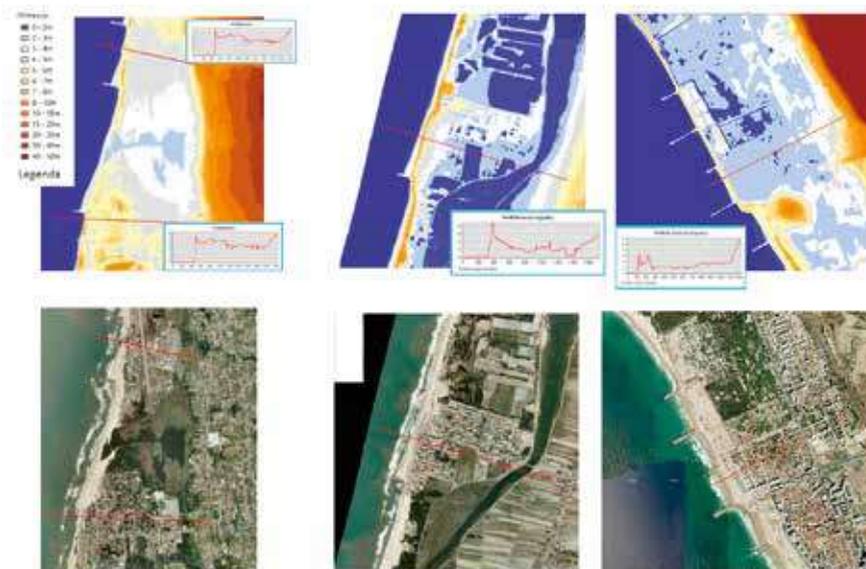
**Figura 8.17** - Investimentos em defesa costeira no concelho de Espinho.

(Fonte: APA, I.P., compilado por Seixas, 2014)

As obras destacadas de Castelo de Neiva e da Aguda, na zona Norte, são também casos de sucesso relativo. Com efeito, estas obras funcionam bem do ponto de vista do local a proteger (a da Aguda melhor do que a de Castelo de Neiva, pois esta última necessitou duma defesa aderente), mas em ambas, agravou-se a situação imediatamente a sotamar devido à interrupção, ainda que temporária, da deriva. Criou-se um tómbolo que ligou a obra à linha de costa que condiciona a alimentação das praias imediatamente a sul.

As obras do Areão e de Poço da Cruz cumpriram integralmente os objetivos pretendidos, pois evitaram uma ligação permanente do mar ao canal de Mira na Ria de Aveiro, apesar de terem também acentuado a erosão a sotamar. De notar que, das obras de defesa costeira pesada efetuadas em zonas baixas arenosas, estas foram as duas únicas obras executadas no troço entre o Douro e Nazaré, cuja implementação decorre de um processo de planeamento, já que eram obras previstas no POOC Ovar-Marinha Grande antes da sua execução.

As obras costeiras aderentes a sul de Espinho até à zona sul do concelho da Figueira da Foz e ainda o caso da Costa da Caparica, constituem exemplos de obras com maior incapacidade de fixar sedimentos, particularmente em frente à obra. São os locais onde ocorrem as situações mais críticas do país em termos de risco de galgamento e inundação, e onde praticamente já não existem praias ou pelo menos é mais difícil a sua fixação.



**Figura 8.18** - Perfis de terreno sobre o MDT de 2008 de Paramos e Esmoriz, Vagueira e Costa da Caparica, em cima, e imagens dos respetivos ortofotomapas, em baixo. A cota zero corresponde ao nível médio do mar.

(Fonte; DGT; APA, I.P. compilado por GTL 2014).

Acresce nestes casos serem dominantemente baixas as cotas nos terrenos no tardo das defesas e mesmo na maior parte do aglomerado, sendo que este geralmente se encontra a cotas inferiores às do coroamento da obra (Figura 8.18). Assim, estes casos configuram sistemas altamente vulneráveis em que o risco tenderá a aumentar em cenários de subida do nível médio global do mar ou de agravamento do regime dos temporais.

Segundo alguns autores, as obras costeiras pesadas têm efeitos refletivos quando a onda incide sobre o talude. Tal significa que a obra repulsa a onda e conseqüentemente os sedimentos no leito do mar junto à obra, o que contribui para ameaçar diretamente as fundações da defesa costeira e a própria estrutura da obra (Aminti et al., 2001).

Embora haja um debate acerca deste entendimento, pois não existem evidências de que estas obras retirem sedimentos ao sistema (Comfort and Single, 1997), as praias em frente a este tipo de obras tendem a desaparecer. Certamente, tal não se deve à obra em si, mas ao déficit sedimentar induzido no sistema e à impossibilidade de, em conjunto, o aglomerado populacional e a obra não poderem acompanhar o recuo da linha de costa.

Na maioria das obras de defesa aderente do litoral Oeste observa-se com frequência uma diminuição da largura das praias situadas em frente das obras e, em alguns casos, o seu desaparecimento permanente ou na maior parte do ano. Os casos mais críticos observam-se em Paramos, Esmoriz, Furadouro Sul, Costa Nova Sul, Vagueira, Cova-Gala e Costa da Caparica. É importante ter presente que a evolução duma obra pesada de defesa costeira tende frequentemente para uma situação semelhante à de Esmoriz. É pois necessário avaliar e modelar novas opções de adaptação de modo a que outros os casos críticos (Paramos Sul, Furadouro Norte, Barra, Costa Nova Norte, Praia de Mira, Lavos, Leirosa, Pedrogão e Vieira de Leiria) não evoluam para situações semelhantes à de Esmoriz e que a Figura 8.19 documenta.

É muito provável que seja cada vez mais difícil e oneroso repor as praias nas frentes urbanas com maior risco defendidas por obras aderentes de proteção ou paredes (diques) como são os casos dos aglomerados já defendidos por defesas aderentes. Estas dificuldades apontam para a necessidade de se considerarem e avaliarem, por meio de análises de custo-benefício e análises multicritério, outras opções de adaptação incluindo a realocização e a acomodação.



*Figura 8.19 - Defesa frontal de Esmoriz sem praia em frente à obra.*

### 8.3. Estratégias de adaptação

Conforme foi referido ao longo deste relatório há essencialmente três estratégias de adaptação: realocização (recoo planeado), proteção e acomodação.

Em alguns troços da orla costeira de Portugal continental, identificados neste relatório, existem atualmente riscos elevados de galgamento, inundação e erosão. Estes riscos resultam, por um lado, de uma perturbação antrópica das fontes de sedimentos, conforme foi analisado no Capítulo 2 e, por outro, da intensa ocupação humana de zonas costeiras vulneráveis, durante muitas décadas e especialmente nos últimos 50 anos.

Em cenários de alterações climáticas, os referidos riscos tendem a agravar-se devido à subida do nível médio global do mar e a alterações nos regimes de agitação marítima e de temporais.

Para reduzir o risco costeiro há essencialmente duas ações complementares que constituem uma das principais recomendações deste relatório e estão esquematicamente representados na Figura 8.20: reduzir a erosão por meio da alimentação artificial e atuar sobre a ocupação de modo a reduzir o risco em que se encontra, por meio de estratégias de acomodação e realocização.

A reposição do equilíbrio sedimentar foi analisada detalhadamente neste Capítulo. Quanto à ocupação considera-se necessário planear para os troços críticos ações de realocização das atividades e dos bens expostos ao risco numa perspetiva de reordenamento da orla costeira a médio e longo prazo. Considera-se necessário avaliar, por meio de análises de custo-benefício e análises multicritério, a alternativa da realocização face à opção da manutenção da linha de

costa, em troços de risco crítico, para os horizontes temporais de curto (2020), médio (2050) e longo (2100) prazo.



*Figura 8.20 - Redução do risco por meio de ações de proteção (controle da erosão) e de realocização (diminuição da ocupação em troços de risco crítico).*

### 8.3.1. Relocalização

Em termos de ordenamento do território a relocalização não é um tema novo. Com efeito, os POOC de 1ª geração identificavam nos respetivos Planos de Praia as construções a retirar e as Unidades Operativas de Planeamento e Gestão (UOPG) equacionavam retiradas programadas de populações. De acordo com o documento “Avaliação dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira e Propostas de Atuação – Litoral 2007-2013” e com os regulamentos dos POOC os casos identificados com maior prioridade de intervenção são:

- Demolições de Pedrinhas / Cedovem / Apúlia – Esposende
- Demolição e requalificação – UOPG 3 de S. Bartolomeu do Mar – Esposende (concretizado em 2014)
- Demolição e Requalificação – UOPG 13 - Praia da Madalena – Vila Nova de Gaia
- Demolições e Requalificação – UOPG 16 de Paramos – Espinho
- Plano de Intervenção das frentes marítimas da Praia de Esmoriz e Cortegaça que previa o realojamento de populações – Ovar
- Demolições e Requalificação – UOPG 4: Amoreira – Monte Clérigo/ Aljezur
- Demolições e Requalificações – UOPG (III, IV, V e VI) da Ria Formosa / Algarve

Deste conjunto de ações previstas apenas foi concretizada a de S. Bartolomeu do Mar, enquadrada no Programa POLIS e que envolveu ações de demolição de 26 edifícios, requalificação do espaço

intervencionado e indemnizações com um custo total de 2,37 M €, dos quais 1,67 M € se destinaram a indemnizações. Prevê-se também para breve uma operação de retirada de cerca de 800 habitações na Ria Formosa no âmbito do Programa POLIS. O custo previsto é da ordem de 14,6 M€.

Na Ria Formosa as construções previstas para demolição são predominantemente de génese clandestina, para além do fato de se situarem em terrenos considerados vulneráveis ao risco de galgamento e erosão. No caso de S. Bartolomeu do Mar as construções demolidas eram legais, mas estavam situadas num território onde a linha de costa está a recuar devido à erosão.

Nas zonas costeiras onde existe um risco elevado de galgamento, inundações, erosão ou instabilidade de vertentes recomenda-se que se considere como resposta prioritária a realocização.

A estratégia de realocização pressupõe desde já a retirada de zonas de risco elevado e a não ocupação da orla costeira, incluindo a ocupação de áreas urbanas e das identificadas como áreas urbanizáveis, com novas construções ou ampliações de construções existentes. Recomenda-se que as instituições públicas sejam exemplares na implementação e prática desta estratégia.

Recomenda-se que na 2ª geração dos POOC / POC, para além da necessidade de se continuar a política de reposição da legalidade das ocupações, se privilegie a opção de realocização, face às opções de proteção e acomodação, nos troços identificados como tendo risco elevado.

No conjunto dos troços costeiros com risco elevado de galgamento, inundações e erosão recomenda-se que se identifiquem nos três horizontes temporais de curto, médio e longo prazo, aqueles onde é necessário adotar uma estratégia de proteção que mantenha a linha de costa, devido à sua importância estratégica nacional, e aqueles onde a estratégia de adaptação mais adequada em termos sociais e económicos é a realocização.

Nos casos em que se optar pela realocização recomenda-se que a gestão da evolução da linha de costa se faça adaptando a ocupação do território àquela dinâmica natural.

A realocização deverá privilegiar mecanismos expeditos de negociação incluindo a transferência de edificabilidade de construções em zona de risco para zonas adequadas, em articulação com as autarquias. Recomenda-se a realização de estudos prospetivos de realocização em locais com risco elevado de galgamento, inundações e erosão com base em análises de custo-benefício e análises multicritérios que incluam o médio e o longo prazo. Estes estudos deverão beneficiar da análise das conclusões obtidas em estudos do mesmo tipo já realizados em outros países da UE, em especial em França e no Reino Unido.

### **8.3.2. Proteção**

Neste trabalho consideram-se as duas opções de proteção que se afiguram mais realistas:

- A manutenção dum política reativa baseada em obra pesada e/ou intervenção localizada, à semelhança do que tem sido efetuado;

- Uma estratégia baseada na reposição do ciclo sedimentar.

Deve-se ainda considerar que na prática haverá que recorrer a opções mistas. É de salientar que qualquer que seja a estratégia a adotar a prudência aconselha que a anterior política seja abandonada progressivamente e só quando a intervenção alternativa revele eficiência.

Neste contexto, importa referir que a estratégia de proteção atual, predominantemente reativa, tem recorrido cada vez mais à alimentação artificial. No entanto, à exceção do caso do litoral do Algarve, a estratégia atual ainda é substancialmente diferente duma política de alimentação integrada, onde se pode beneficiar de sinergias várias.

Além destas soluções, é ainda de relevar a possibilidade de estudar outros tipos de opções tais como a implantação de recifes artificiais. Estes têm potencialmente as seguintes vantagens: (1) proteção de sistemas naturais com reduzido impacto visual; (2) aumento da largura da praia adjacente ao recife; (3) importante enriquecimento ambiental da zona costeira; (4) geração de ondas com características para a prática de surf; (5) criação de áreas com interessantes características para as práticas de mergulho e pesca; e (6) benefícios económicos resultantes do aumento de fluxos turísticos (Antunes do Carmo, 2014).

No que respeita à prática do surf importa salientar que beneficiaria de uma efetiva gestão integrada e sustentável das zonas costeiras que dê prioridade à proteção baseada na alimentação artificial. O litoral oeste português tem alguns locais de referência internacional para a prática do surf que urge valorizar e preservar. Note-se que Portugal tem:

- A primeira reserva mundial de surf na Europa e a segunda do mundo (Ericeira)
- Uma das ondas de maior altura máxima do mundo (Nazaré)
- Uma das ondas mais compridas do mundo (cerca de 2Km do Cabo Mondego à Tamargueira)
- Algumas das melhores praias com tubos a nível mundial (Peniche)

Por vezes as obras costeiras pesadas têm um impacto negativo nas características das ondas que permitem as atividades de surf. Recomenda-se que se classifiquem e protejam os locais mais valiosos para a prática de surf, que se avaliem os potenciais impactos negativos de obras de proteção costeira perturbadoras da qualidade das condições de surf e que quando possível se procurem soluções alternativas.

#### **8.3.2.1. Projeção de custos para o curto e médio prazo**

Na análise de custos de proteção estabeleceu-se como cenário de médio prazo o ano de 2050, e de curto prazo o ano de 2020, por coincidir com o final do próximo programa financeiro apoiado pela União Europeia.

Para avaliar os custos associados a uma estratégia assente na continuidade da política de proteção atual, foi estimado o investimento médio anual efetuado nos últimos 20 anos. Neste sentido, consideraram-se os 196 M€ respeitantes a intervenções de defesa costeira, em que 167 M€ respeitam ao investimento efetuados em zonas baixas arenosas, ou seja cerca de 8,3 M€ /ano. Para extrapolar para o futuro considerou-se um fator de agravamento de custo igual a 1,5 que pretende incorporar as consequências associadas ao crescente défice sedimentar e consequente reforço das obras pesadas que será necessário efetuar. Assim, os montantes estimados para 2020 e 2050 são, respetivamente, de 75 e 450 M€ (Figura 8.21).

INVESTIMENTO POLÍTICA REATIVA - HORIZONTE 2020 E 2050						
Unidade: Milhões de Euros						
Período de tempo (anos)	20		1		6	36
	Total Executado INAG / APA, I.P. 1995 - 2014	%	Média anual	factor segurança	Projeção 2015 - 2020	Projeção 2015 - 2050
			Período 1995-2014			
<b>Total Obras de Defesa Costeira</b>	<b>196</b>	<b>100%</b>				
Sub-Total Zonas Baixas Costeiras	167	85%	8,3	1,5	75	450
Obras de defesa pesada (esporões, defesa aderente, outras)	85	51%				
Obras leves (12%)	63	38%				
Outras	18	11%				
Fora de Zonas Baixas Costeiras	29	15%				

Figura 8.21 - Investimento projetado para 2020 e 2050 mantendo a atual política reativa.

Por outro lado, para estimar os volumes sedimentares necessários à reposição artificial do ciclo sedimentar nas zonas costeiras baixas, foram utilizados os valores de deriva litoral apresentados no capítulo 2. Numa primeira análise, admitiu-se que os volumes de alimentação necessários, em cada um dos troços analisados, são iguais à magnitude da deriva litoral residual na situação de referência (Figura 8.22).

***Troço Caminha – Douro (célula 1a)***

Para este caso admitiu-se que o volume sedimentar anual necessário para repor a magnitude do transporte estimado para a situação de referência era igual  $2.0 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{ano}$ . É de salientar que estas estimativas têm por pressuposto um fornecimento sedimentar fluvial nulo. No entanto, é de admitir que, no futuro, o fornecimento sedimentar possa ser incrementado com a implementação de medidas que operacionalizem uma articulação entre as entidades portuárias e a APA, I.P., tendo por objetivo valorizar a utilização dos dragados na alimentação das praias. Com efeito, se as entidades portuárias a norte de Matosinhos repuserem sedimentos nas praias a sul (praia submersa a profundidades inferiores a 10 m), os volumes de sedimentos retirados anualmente ao sistema poderão ser suficientes para que o troço em causa recupere o equilíbrio sedimentar.

***Troço Douro – Nazaré (células 1b e 1c)***

Os volumes estimados para este troço consideraram, numa primeira análise, que o caudal sólido do Douro é negligenciável e que não existe transposição sedimentar nas barras de Aveiro e da Figueira da Foz, o que sobrevaloriza claramente o défice sedimentar que atualmente se observa. Com efeito, se na gestão da bacia do Douro se adotar uma política de sedimentos numa ótica do interesse costeiro, será possível, mesmo a curto prazo, obterem-se caudais sólidos com maior magnitude. A longo prazo recomenda-se a introdução de boas práticas na bacia que tenham por objetivo maximizar o transporte sedimentar.

Uma ação que tem vindo a ser proposta desde a década de sessenta, e que aqui de novo se recomenda, é a adoção de sistemas de transposição sedimentar nas barras de Aveiro e da Figueira da Foz. A implementação daqueles sistemas deve ser precedida de uma análise detalhada das vantagens e desvantagens das soluções adotadas em casos análogos, de análises custo-benefício, de análises multicritérios e de estudos de avaliação ambiental baseados na modelação da dinâmica local costeira, tendo em vista introduzir racionalidade e sustentabilidade às operações.

Nas operações de transposição de caráter pontual (de grande magnitude) para reforço dos areais a sul das barras de Aveiro e da Figueira da Foz, poderão ser utilizados não apenas sedimentos das praias localizadas a norte mas também provenientes de manchas de empréstimo na plataforma continental.

***Estuário Exterior do Tejo (célula 4b)***

Para a célula que corresponde ao estuário exterior do Tejo, onde se inclui a Costa da Caparica, foi realizada uma análise detalhada no âmbito deste grupo de trabalho (Taborda e Andrade, 2014). Com base nesta análise, concluiu-se que os problemas erosivos no estuário exterior do Tejo estão relacionados com um défice sedimentar resultante de extrações de grande volume de sedimentos realizadas a partir dos anos de 1940. Acresce ao problema da erosão um crescente risco de inundação causado por uma ocupação urbana recente em zonas de cotas muito baixas. A inversão do comportamento erosivo pode conseguir-se reduzindo ou anulando o défice sedimentar artificialmente criado, através da alimentação artificial com areias extraídas de manchas de empréstimo situadas fora do estuário exterior do Tejo. Admite-se que o sistema poderá

INVESTIMENTOS ATRAVÉS DA REPOSIÇÃO ARTIFICIAL DO CICLO SEDIMENTAR	Custos Unitários (€/m <sup>3</sup> )		Volume de Ref <sup>ca</sup> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> / ano)
	Praia submarina	Praia emersa	
Caminha - Douro	3,0	-	0,2
Alimentação a Sul do Douro	3,0	-	1,1
By-pass de Aveiro	3,0	-	1,1
By-pass de Fig. Foz	3,0	-	1,1
Caparica *	-	6,0	1,0
Sotamar Algarvio	-	6,0	0,11
<b>TOTAL</b>	-	-	-

Só praia emersa
Só praia submarina

\* Na expectativa que a célula entre em equilíbrio com 10x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> embora careça ainda de estudos complementares

*Figura 8.22 - Investimento acumulado estimado até 2020 e 2050 para uma estratégia de proteção baseada na reposição do ciclo sedimentar.*

entrar em equilíbrio com a colocação de até 10 milhões de m<sup>3</sup> de sedimentos com granulometria apropriada exteriores à célula, razão porque no período de 2020 – 2050 não há acréscimo de valor ao encontrado para 2015 – 2020. No entanto, admite-se que este volume possa ainda ter que ser ajustado face às necessidades do sistema, quer por excesso quer por defeito, pelo que os valores finais ainda dependem de estudos e experimentação específicos. É provável que esta intervenção permita que o sistema recupere o equilíbrio, com a consequente diminuição do

2015 - 2020 (6 ANOS) (MILHÃO DE €)						2015 - 2050 (36 ANOS) (MILHÃO DE €)						
1 intervenção pontual no 1º ano (shot)		6 anos		TOTAL		1 intervenção pontual por década (shot)		36 anos		TOTAL		
Volume em 1 década (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Valor (M€)	Volume 6 anos (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Valor (M€)	Volume (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Valor (M€)	décadas	Volume em 3 décadas (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Valor 3 décadas (M€)	Volume 36 anos (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Valor (M€)	Volume (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Valor (M€)
1,8	5,4	1,2	3,6	3,0	9,0	1	1,8	5,4	7,2	21,6	9,0	27,0
9,9	29,7	6,6	19,8	16,5	49,5	3	29,7	89,1	39,6	118,8	69,3	207,9
9,9	29,7	6,6	19,8	16,5	49,5	3	29,7	89,1	39,6	118,8	69,3	207,9
9,9	29,7	6,6	19,8	16,5	49,5	3	29,7	89,1	39,6	118,8	69,3	207,9
5,0	30,0	5,0	30,0	10,0	60,0	1	5,0	30,0	5,0	30,0	10,0	60,0
-	-	0,7	4,0	0,7	4,0	-	-	-	4,0	23,8	4,0	23,8
<b>37</b>	<b>125</b>	<b>27</b>	<b>97</b>	<b>63</b>	<b>221</b>	<b>11</b>	<b>96</b>	<b>303</b>	<b>135</b>	<b>432</b>	<b>231</b>	<b>734</b>

risco de galgamento, inundação e erosão, conduzindo a uma situa o de estabilidade semelhante   que se observa atualmente na extremidade norte da península de Setúbal.

Contudo,   provável que a médio (2050) e longo prazo (2100), com os efeitos da subida do nível médio global do mar, se crie novo défice sedimentar, com conseqüente recuo da linha de costa na Costa da Caparica. Nesta perspetiva, existem essencialmente três soluçoes que devem ser

avaliadas por modelação e através de análises de custo-benefício e análises multicritérios: 1. a alimentação artificial do sistema com volumes crescentes, 2. a fixação da linha de costa através de obras pesadas de proteção costeira, e 3. a realocização de usos e ocupações.

### **Troço Olhos de Água - Guadiana (célula 8)**

No troço litoral entre os Olhos de Água e a foz do Guadiana, atualmente já se adotou uma estratégia de proteção baseada numa gestão sedimentar sustentada com a alimentação artificial periódica da praia de Vale do Lobo. Esta estratégia, que foi desenvolvida com base no conhecimento e na monitorização do sistema costeiro e da plataforma continental, tem permitido não só diminuir o risco de erosão costeira de todo o troço a oriente de Quarteira mas também manter um areal que suporta a atividade turística. Considera-se que esta política de intervenção é exemplar.

O custo acumulado estimado para o conjunto das operações de alimentação artificial acima descritas, admitindo um preço unitário de base corresponde aos preços atualmente praticados, é de 97 M€ até 2020 e de 432 M€ até 2050 (Tabela 8.2). É no entanto de salientar que estes custos variam em função da acessibilidade às manchas de empréstimo e da magnitude das operações.

Comparando os investimentos entre a opção mais reativa e a opção de reposição do ciclo sedimentar, verifica-se que para 2020 a solução reativa é ligeiramente mais baixa, enquanto para o horizonte de 2050 ou a mais longo prazo, a tendência é para a solução baseada na alimentação artificial ter custos menos elevados.

No quadro duma comparação qualitativa, podemos afirmar que a solução de reposição da deriva, relativamente à mais reativa, minimiza a perda de território e o risco, é mais flexível, permite trazer benefícios a zonas mais extensas da zona costeira, traz inequívocas vantagens para o lazer e o turismo balnear e está mais próxima da solução natural.

Considerando uma estratégia mais ambiciosa, tendo em vista compensar mais rapidamente o desequilíbrio de décadas do défice sedimentar, foi considerado um acréscimo no volume sedimentar a utilizar na alimentação artificial de praias através de intervenções pontuais (*shots*) por década com magnitude equivalente 10 vezes a deriva costeira. Para este cenário, o valor acumulado estimado para 2020 é de 221 M€ e para 2050 de 734 M€, o que corresponde a volumes de areia respetivamente de 63 e 231 Mm<sup>3</sup> (milhões de m<sup>3</sup>) (Figura 8.26).

A título comparativo, projetando para 2020 e para 2050, os valores anuais previstos no PAVPL para as zonas baixas costeiras, os custos acumulados estimados são respetivamente de 194 M€ e 1101 M€. Estes valores são superiores aos avançados anteriormente, o que parece confirmar a sustentabilidade da estratégia baseada no ciclo sedimentar.

**Tabela 8.2** - Investimento associado a diferentes tipos de intervenção

HORIZONTE TEMPORAL	INTERVENÇÃO REATIVA (ATUAL)	REPOSIÇÃO CICLO SEDIMENTAR	REPOSIÇÃO CICLO SEDIMENTAR (COM SHOT)	PAVP (PROJECTADO)
2015 – 2020	75	97	221	194
2015 – 2050	450	432	734	1101

unidade: M€

### 8.3.2.2. Projeção de custos para longo prazo

No âmbito de uma colaboração, já referida em capítulo anterior deste relatório, ente o GTL e as equipas dos projetos europeus Projetos Europeus BASE e RISES – AM, foi efetuada uma avaliação de políticas de defesa costeira baseadas na alimentação artificial de praias no troço ente Douro e Cabo Mondego para o horizonte temporal de 2100 em dois cenários de subida do nível médio global do mar (Stronkhorst et al., 2014).

No âmbito deste estudo foram ensaiadas 6 opções de alimentação artificial. Os cenários M – e M + consideram a alimentação artificial como meio para fazer face ao recuo observado da linha de costa e para contribuir para as funções desempenhadas pela orla costeira. Nos cenários D – e D + as alimentações visam apoiar a preservação sustentável da faixa costeira através do recurso a estimativas do défice sedimentar existente. Os restantes cenários H- e H + servem de referência.

No presente capítulo são apenas referidas duas das estratégias utilizadas, correspondentes à reposição das fontes sedimentares (D) e à manutenção da posição da linha de costa (H +), ou seja, à estratégia de “hold the line”, aplicada, por exemplo, na zona costeira da Holanda. A metodologia conduziu a resultados convergentes com os que foram obtidos a partir da análise efetuada no âmbito deste relatório e que envolveu a elaboração de balanços sedimentares da situação considerada atual e da situação de referência. Os resultados destas duas opções foram comparados com a análise efetuada no âmbito deste relatório (opção reposição da deriva e opção de reposição da deriva mais intervenção pontual por década), o que permite constatar a concordância entre os valores obtidos através das duas aproximações (Tabela 8.3) e reforçar a integridade da abordagem atrás efetuada.

Tabela 8.3 - Comparação entre diferentes cenários de intervenção.

DELTARES/BASE (NL)		GTL	
Cenários	M€ / Mm <sup>3</sup>	M€ / Mm <sup>3</sup>	Cenários
D+ Reposição das fontes	38.7 / 12.9	39.8 / 13.3	Reposição deriva
H- Manter a linha	88.2 / 29.4	99.0 / 33.0	Reposição da deriva mais Shot

Tabela 8.3a - Condições para a implementação de uma política de proteção baseada na alimentação sedimentar (Stronkhorst et al., 2014)

Approach	Strategy	Description	Match POOC	Mode in Ntool
Coastal functions	M-	Coastline preservation for flood safety at 14 weak links (9 coastal villages and 5 other locations weak sea defences with a total length of 28 km; see Table XX)	scenario 2	Demand
	M+	Like M- and coastline preservation along coastal stretches with beach tourism, recreation and specific other functions with a total length of 40 km; see Table XX)	scenario 3	Demand
Coastal system	D-	Compensation of sediment loss due to 2 mm of sea level rise of the entire coastal foundation (=0.54 million m <sup>3</sup> sand per year)		Supply
	D+	Like D- and also by compensation of 2 million m <sup>3</sup> of sediment loss per year from the river Douro and 0.15 million m <sup>3</sup> into Ria de Aveiro (total of 2.7 million m <sup>3</sup> sand per year)		Supply
Reference	H-	Theoretical model estimation of the sand volume needed to preserve the present position of the entire 90 km Aveiro coastline constantly	scenario 1	Demand
	H+	Business as usual: sand nourishment practice at Barra-Costa Nova in the period 2001-2010 (~0.1 million m <sup>3</sup> sand per year)		Supply

Approach	Strategy	Decade 1-3 (costs)	Decade 1-9 (costs)
Coastal functions	M-	50-540	1400-1600
	M+	590-630	1600-1900
System approach	D-	80	240
	D+	410	1200
Reference	H-	740-780	1900-2300
	H+	15	45

Para suportar e racionalizar uma estratégia de proteção baseada na alimentação artificial é necessário implementar uma política de gestão sedimentar integrada que tenda a repor o ciclo sedimentar natural, que envolva todas as entidades com responsabilidades neste domínio. Neste sentido, pelo menos desde a década de 60 que existem recomendações técnicas que apontam para a necessidade das obras de proteção dos canais de navegação serem complementadas com ações de transposição de sedimentos para repor o equilíbrio das praias a sul (Oliveira, 1982). Não faltaram trabalhos a alertar para o facto da adução de sedimentos através das linhas de água ao litoral terem sido drasticamente alterados, pelo que se impunham medidas corretivas ou compensatórias (Dias, 1990).

Nos anos 70/80 já havia quem alertasse para a clara necessidade de uma visão mais integradora nas intervenções costeiras e que exigiria uma abordagem por trecho costeiro e não distribuído por intervenções localizadas e descontextualizadas do trecho em causa (Dias, 1993).

A confirmação da existência duma política descoordenada na abordagem deste tema é o fato de, atualmente, se estimar que estejam a ser imersos no mar, a profundidades superiores à de fecho, cerca de 0,7 M m<sup>3</sup>/ano de sedimentos da classe 2<sup>43</sup> provenientes de ações do sector portuário para garantir a segurança nos canais de navegação, quando a sua utilização para alimentação do perfil submarino junto à rebentação é perfeitamente enquadrável pela Lei n.º 49/2006, de 29 de agosto.

**Tabela 8.4** - Destino dos materiais da Classe 2 de qualidade e estimativas dos respetivos volumes anuais, por região hidrográfica (fonte: APA, I.P./ARH e DGRM)

Região Hidrográfica	Destino	Profundidade média (imersão no mar)	Volumes
Norte	Imersão no mar	>30 m	170.000 m <sup>3</sup> / ano
Centro	Imersão no mar	>25 m	225.000 m <sup>3</sup> / ano
Tejo	Imersão no mar	>65 m	24.000 m <sup>3</sup> / ano
Alentejo	Imersão no mar	>65 m	118.000 m <sup>3</sup> / ano
Algarve	Imersão no mar	>30 m	195.000 m <sup>3</sup> / ano

Como foi referido, a alternativa à atual política de defesa costeira passa por identificar fontes sedimentares com magnitude, qualidade (do ponto de vista textural e químico) e localização adequadas. Uma das fontes sedimentares mais relevantes corresponde aos depósitos arenosos e cascalhentos da plataforma continental, cuja identificação, cartografia e avaliação assume, por isso, uma importância estratégica.

**43** Classe 2: Material dragado com contaminação vestigiária – pode ser imerso no meio aquático tendo em atenção as características do meio recetor e o uso legítimo do mesmo (Portaria n.º 1450/2007, de 12 de Novembro).

Esta análise tem por objetivo fazer uma síntese sobre este tipo de reservas em Portugal continental e identificar as lacunas que ainda existem no conhecimento destes depósitos.

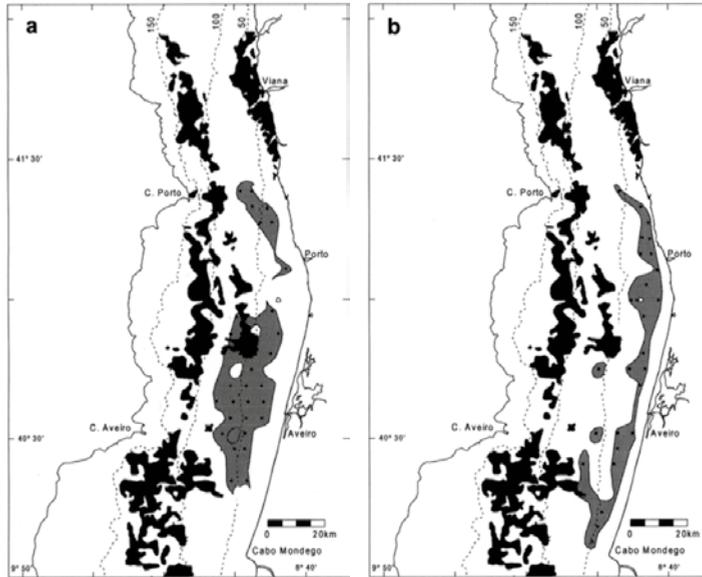
A primeira avaliação sobre o potencial em areia e cascalho na plataforma continental portuguesa foi realizada por Dias et al. (1980) no âmbito do projeto “Reconhecimento Geológico e Avaliação dos Recursos Minerais da Margem Continental Portuguesa”, iniciado em 1975, promovido pelo Serviço de Fomento Mineiro e mais tarde pelos Serviços Geológicos de Portugal. Os resultados deste trabalho conduziram à identificação de diversos depósitos cascalhentos e arenosos, sendo os de maior potencial aqueles que se localizam a norte do canhão da Nazaré. No entanto, uma vez que este estudo se baseou numa malha de amostragem muito alargada, não foi possível estimar a magnitude das reservas.

Uma década mais tarde, com base num extenso programa de caracterização dos sedimentos superficiais da plataforma continental promovido pelo Instituto Hidrográfico (programa SEPLAT), foi possível produzir os primeiros trabalhos onde se apresenta uma avaliação quantitativa dos recursos da plataforma, primeiro a norte do paralelo de Espinho (Magalhães et al. 1991) e depois em três setores: A) a norte do paralelo do cabo Mondego; B) entre o canhão de Setúbal e o cabo de São Vicente; e C) na plataforma continental do Algarve (Magalhães, 1999; Magalhães, 2003). Utilizando como critérios para a definição dos depósitos: i) baixo conteúdo em carbonatos; ii) percentagem de silte e argila inferior a 10%; iii) localização a profundidades entre os 15 e os 75 m; iv) média das partículas sedimentares com dimensão superior a 0.5 mm, e; v) percentagem de quartzo superior a 75%; foram identificadas reservas extremamente abundantes para o setor setentrional e relativamente mais moderadas para os outros setores (Tabela 8.5, Figura 8.23).

Cabe referir que as estimativas volumétricas correspondentes assumem que os depósitos identificados apresentam uma espessura aproximada de 3 m, deduzida a partir de estudos sobre a distribuição das isopacas em áreas que abrangem os sectores estudados, e são verticalmente homogéneos.

*Tabela 8.5 - Volumes dos depósitos de inertes identificados por Magalhães (1999)*

Setor	Volume (km <sup>3</sup> )
A	4.6
B	0.3
C	0.1



*Figura 8.23 - Cartografia dos depósitos de areia (a) e cascalho (b) identificados por Magalhães (2003) na plataforma continental setentrional.*

#### **Caracterização de manchas de empréstimo para alimentação artificial**

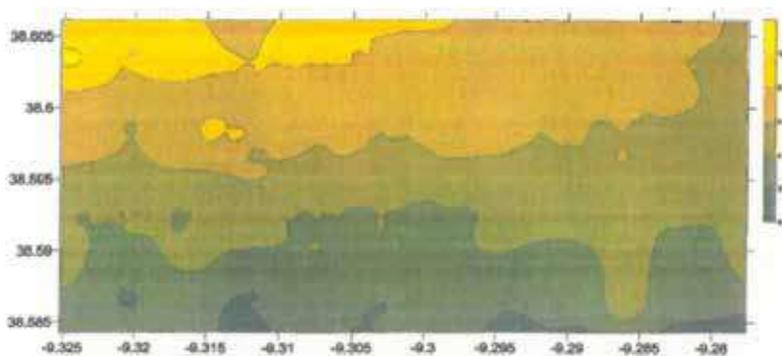
Os trabalhos promovidos pelos Serviços Geológicos de Portugal e pelo Instituto Hidrográfico e anteriormente descritos permitiram caracterizar os principais depósitos sedimentares na plataforma continental, embora a resolução espacial da amostragem fosse insuficiente para definir manchas de empréstimo concretas, para alimentação artificial de praias. Com esse objetivo foram, até à data, realizadas campanhas de prospeção na plataforma continental do Algarve e de Lisboa, para identificação e caracterização de depósitos sedimentares com potencial para alimentação sedimentar das praias de Vale do Lobo e da Costa da Caparica.

É também de referir que, no âmbito do Programa de Monitorização e o Programa de Medidas da Diretiva Quadro Estratégia Marinha (DQEM), se encontra em preparação um estudo que visa a caracterização da macrofauna bentónica e a integridade dos fundos marinhos, pretendendo-se, entre outros aspetos, definir e caracterizar manchas de empréstimo para operações de alimentação artificial de praias, bem como volumes potencialmente disponíveis.

#### **Costa da Caparica**

Para avaliar a viabilidade em alimentar a praia da Costa da Caparica a partir de sedimentos da plataforma interna, em 2001 o INAG solicitou ao Instituto Hidrográfico a realização de levantamentos geofísicos e sedimentológicos numa região da plataforma continental ao largo de Lisboa. O levantamento realizado ao largo da praia do Rei, numa área retangular (4.2 km x 1.8 km – Figura 8.24) permitiu identificar dois depósitos sedimentares sobrepostos: um depósito superior

constituído por areias finas (com espessura média de 1 m) e um inferior, mas por vezes aflorante, constituído por areias grosseiras (com espessura média de 4 m) (Rosa e Luz, 2001). Apesar de não terem sido realizados testemunhos verticais, o que não permitiu identificar variações laterais de fácies, estimou-se um volume total de sedimentos de  $37.8 \times 10^6 \text{m}^3$  para este depósito (Rosa e Luz, 2001).



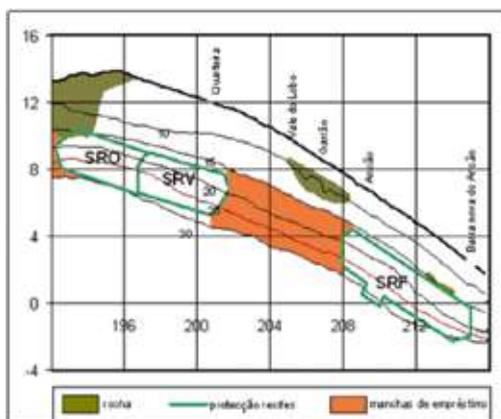
*Figura 8.24 - Mapa de isopacas (valores em m) para o depósito sedimentar identificado ao largo da praia do Rei (Rosa & Luz, 2001).*

Os resultados obtidos com a monitorização da célula 4 para o período de 2007-2014 (Pinto et al., 2014, ver ANEXO VI) sugerem uma aparente capacidade da célula do estuário exterior do Tejo (na qual se inclui o troço costeiro da Costa da Caparica) em gerir as perdas e os ganhos através de trocas sedimentares de grande magnitude entre as formas aluvionares submersas (i.e. Cachopo Sul/Banco do Bugio) e o domínio imerso das praias da Costa da Caparica, desde que acompanhado pela adição de sedimentos ao sistema (i.e. alimentação artificial de praias).

### **Vale do Lobo**

Os primeiros trabalhos com o objetivo específico de caracterizar manchas de empréstimo foram promovidos pela ARH do Algarve tendo por objetivo a alimentação da praia de Vale do Lobo. A prospeção realizada, descrita em Teixeira (2011), incluiu o levantamento batimétrico à escala 1/10 000 e a caracterização do fundo através de cobertura com sonar de varrimento lateral. Estes elementos foram complementados com a realização de mergulhos com recolha de amostras de superfície e testemunhos verticais de pequena profundidade (< 0.6 m). Os resultados permitiram identificar um depósito sedimentar com as características texturais, composicionais e localização adequadas para servir de mancha de empréstimo para a alimentação artificial da praia de Vale do Lobo (Figura 8.25).

Esta mancha de empréstimo tem sido utilizada para alimentar a praia de Vale do Lobo desde 1998. É, no entanto, de salientar que, como este depósito sedimentar constitui um recurso geológico não renovável, prevê-se que, se a sua exploração for efetuada nos mesmos termos em que tem sido utilizada, este se esgote até ao ano de 2060 (Teixeira, 2014).



**Figura 8.25** - Manchas de empréstimo identificadas na plataforma continental do Algarve entre os meridianos de Albufeira e a barra Nova do Ancão. Eixos referentes às coordenadas militares nacionais. Batimetria em metros, relativos ao Zero Hidrográfico. SRO – Sistema Recifal da Oura; SRV – Sistema Recifal de Vilamoura; SRF – Sistema Recifal de Faro (Teixeira, 2011).

### **Lacunas no conhecimento no que respeita às reservas sedimentares**

Uma das principais lacunas no conhecimento sobre manchas de empréstimo para alimentação artificial de praias refere-se à plataforma continental norte, uma vez que é no troço litoral entre Espinho e a Cortegaça que o défice sedimentar costeiro adquire a maior expressão a nível nacional e é, por isso, previsível que as necessidades de sedimentos sejam maiores. Apesar dos trabalhos de Magalhães et al. (1991), Magalhães (1999) e Magalhães (2003) e das cartas sedimentológicas publicadas pelo Instituto Hidrográfico para a plataforma entre os paralelos de Caminha e o cabo Mondego (IH, 2010a, 2010b) permitirem ter uma perspetiva otimista sobre a qualidade e quantidade das reservas sedimentares existentes, a confirmação do respetivo potencial deverá assentar na realização de: i) levantamentos batimétricos de precisão; ii) levantamentos com sonar de varrimento lateral; iii) perfis de sísmica de alta resolução; e iv) realização de testemunhos verticais que permitam confirmar a espessura dos depósitos. Os levantamentos deverão ser efetuados na plataforma continental ao largo das praias a serem alimentadas, entre os 20 m (para evitar impactes negativos no litoral) e os 50 m (limite previsível de exploração com viabilidade técnica e económica) de profundidade.

## 8.4. Ideias para implementação de medidas de acomodação e proteção

As zonas costeiras baixas da costa ocidental de Portugal estão profundamente desequilibradas depois de décadas de uma gestão costeira pouco coerente e consequente. A situação de risco que se observa presentemente em alguns troços costeiros exige soluções que podem, em certas circunstâncias, ter características até agora consideradas excecionais. Neste sentido, é fundamental equacionarem-se soluções alternativas que apelem à capacidade de inovação que existe na sociedade portuguesa.

Neste contexto, apresentam-se um conjunto propostas que ilustram medidas de acomodação e proteção que podem constituir exemplos de boas práticas na implementação destas estratégias.

### 8.4.1. Alimentação sedimentar de elevada magnitude

O litoral holandês é um caso de estudo que aponta como alternativa para a alimentação artificial do sistema de praia a realização de ações pontuais de muito elevada magnitude e baixa frequência temporal (Figura 8.26).



*Figura 8.26 - Deposição de um elevado volume de areia numa única operação (The Hague, Holanda)*

Esta ação na costa holandesa enquadrou-se num projeto iniciado em 2011 que envolveu uma alimentação artificial pontual de 21,5 M m<sup>3</sup> e custou 70 milhões de euros e cuja iniciativa foi agraciada com um prémio em 2014 (<http://www.dredgingtoday.com/2014/10/24/coastal-award-2015-goes-to-professor-marcel-stive/>).

### 8.4.2. Valorização de sedimentos em fim de ciclo

Recomenda-se que, com base em estudos e análises de custo-benefício, sejam implementadas medidas para o aproveitamento de sedimentos em fim de ciclo, por exemplo, em zonas de acreção adjacentes a molhes de canais de navegação, em albufeiras de barragem e nas cabeceiras de canhões submarinos. A gestão destes sedimentos deverá dar prioridade à sua potencial utilização para realimentar o ciclo sedimentar costeiro, tendo em especial atenção o seu valor económico e a possibilidade deste contribuir para dar maior sustentabilidade financeira a uma política coerente e integrada de proteção costeira. Recomenda-se a realização de estudos prospectivos para a reutilização dos sedimentos na célula sedimentar que se estende desde a foz do rio Minho até à Nazaré, recuperando-os em fim de ciclo antes de serem capturados no canhão da Nazaré (Figura 8.27).

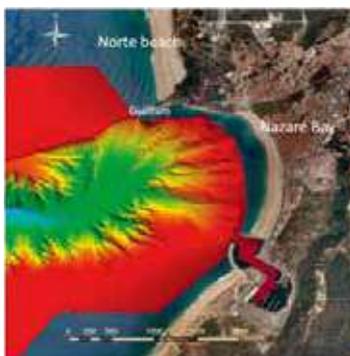


Figura 8.27 - Canhão da Nazaré (Duarte et al., 2014)

### 8.4.3. Processos de otimização da transposição sedimentar

Um dos aspetos que requer resposta para que haja uma gestão efetiva de sedimentos na costa ocidental portuguesa passa por resolver o problema da transposição das barras da Ria de Aveiro e da foz do rio Mondego, há muitas décadas equacionado.

Neste sentido é importante analisarem-se diversas soluções técnicas (fixas, móveis ou mistas) tendo em vista a otimização da transposição sedimentar (Figura 8.28).



*Figura 8.28 - Imagens com soluções de mobilização de sedimentos utilizadas na indústria do minério e soluções baseadas em bypass ou dragas.*

Neste contexto podem ser considerados exemplos que já utilizados em diversos domínios como teleféricos, tapetes rolantes e sistemas de dragagem móveis ou fixos.

#### 8.4.4. Estruturas portuárias destacadas

Uma alternativa que poderá ser ponderada é a construção de estruturas portuárias destacadas. Esta solução já foi implementada no estrangeiro e poderá constituir uma alternativa a adotar em Portugal (Figura 8.29). São soluções que, caso sejam bem planeadas e executadas, apresentam múltiplos benefícios, incluindo a minimização da interferência no transporte sedimentar costeiro e dissipação da energia da onda.



*Figura 8.29 - Obra portuária destacada (fonte: <http://www.urs.com/projects/pedro-de-ferro-offshore-port/>)*

#### 8.4.5. Reposição do fornecimento sedimentar

Uma área com elevado potencial de intervenção refere-se à implementação de ações que concorram para o restabelecimento de sedimentos ao litoral, nomeadamente com a concretização de um sistema de gestão integrada de sedimentos nas bacias sedimentares (Figura 8.30).



Figura 8.30 - Exemplos de transportes via fluvial.

#### 8.4.6. Gestão controlada de abertura de lagunas

Um exemplo dum projeto inovador e de baixos custos foi o utilizado na Barrinha de Esmoriz visando uma gestão controlada da abertura da lagoa ao mar de forma a minimizar cheias no aglomerado de Esmoriz e a poluição de praias com utilização balnear e que foi eleito como uma intervenção de referência no âmbito do projeto Ourcoast (Figura 8.31). Esta solução é um exemplo de uma medida de acomodação e pode ser replicada em outros sistemas lagunares.



Figura 8.31 - Dique fusível da Barrinha de Esmoriz com pormenores na fase de construção e com a ligação ao mar aberta e encerrada (fonte: ARH Centro).

Fonte: <http://ec.europa.eu/ourcoast/index.cfm?languageID=11&menuID=7&articleID=159>

#### 8.4.7. Soluções resilientes para edificado em áreas vulneráveis

Também ao nível dos espaços urbanos ameaçados pelo avanço das águas existe um enorme espaço para se intervir no campo da inovação. Importa criar condições para o surgimento de soluções urbanísticas mais resilientes para os aglomerados vulneráveis a cheias e galgamentos, através de soluções adaptadas a situações climáticas mais extremas como seja condicionar usos abaixo de determinadas cotas. Outra possibilidade é incentivar usos sazonais ou reabilitar estruturas para que sejam mais resilientes à ação das águas e planejar os espaços públicos como espaços multifuncionais, onde para além das funções lúdicas ajudem a minimizar situações críticas como sejam aptidões para encaixe ou encaminhamento das águas ou ajudem a soluções de dissipação da energia das águas.

As primeiras comunidades costeiras, tinham fortemente enraizado na sua atitude mecanismos de adaptação. As construções em palafita são um bom exemplo (Figura 8.32).



*Figura 8.32 - Palheiros tradicionais (Dias, 1994).*

Soluções urbanísticas baseadas na mobilidade, sazonalidade e precariedade das construções têm a vantagem de se adaptar melhor a um território em constante mutação (Figura 8.33).



*Figura 8.33 - À esquerda, galgamento em Esmoriz (autor desconhecido) e à direita evidências das vantagens das estruturas ligeiras ou amovíveis (fonte: David Alan Harvay, Magum).*

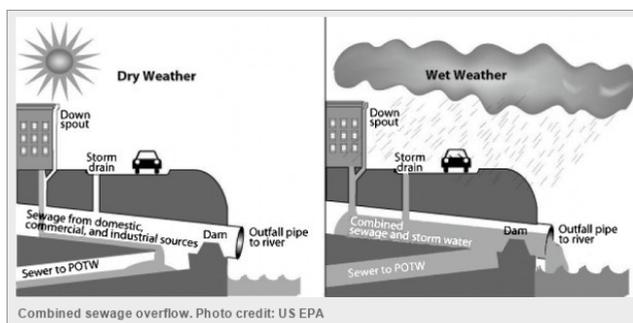
Fonte: <http://news.nationalgeographic.com/news/special-features/2014/07/140725-outer-banks-north-carolina-sea-level-rise-climate/>

Mesmo nas zonas baixas costeiras ou zonas lagunares, se planearmos tendo em atenção as características do meio, são menores as probabilidades dos prejuízos associados às inundações (Figura 8.34).



*Figura 8.34 - Estruturas sobre flutuadores na Holanda (fonte: Design Ideas Daily, Factor Architecten, Florian Holzherr). <http://www.inspirationgreen.com/floating-homes.html>*

No que se refere aos aglomerados vulneráveis a cheias e galgamentos, ameaçados pelo avanço das águas, importa condicionar usos abaixo de determinadas cotas e criar condições para o surgimento de soluções urbanísticas mais resilientes. Entre estas soluções é de considerar áreas de encaixe das águas, em depósitos subterrâneos, bacias de retenção, espaços verdes, ou para sistemas dunares ou florestais (Figura 8.35).



*Figura 8.35 - Solução esquemática que exemplifica o aproveitamento do sistema de saneamento para encaminhamento das águas em situação de grande pluviosidade.*

*<http://blogs.ei.columbia.edu/2012/01/13/building-nyc%E2%80%99s-resilience-to-climate-change-with-green-infrastructure/>*

A melhor forma de prevenir é um adequado ordenamento do território respeitando os sistemas naturais, dando espaço aos naturais ciclos de avanço e recuo das águas (Figura 8.36).

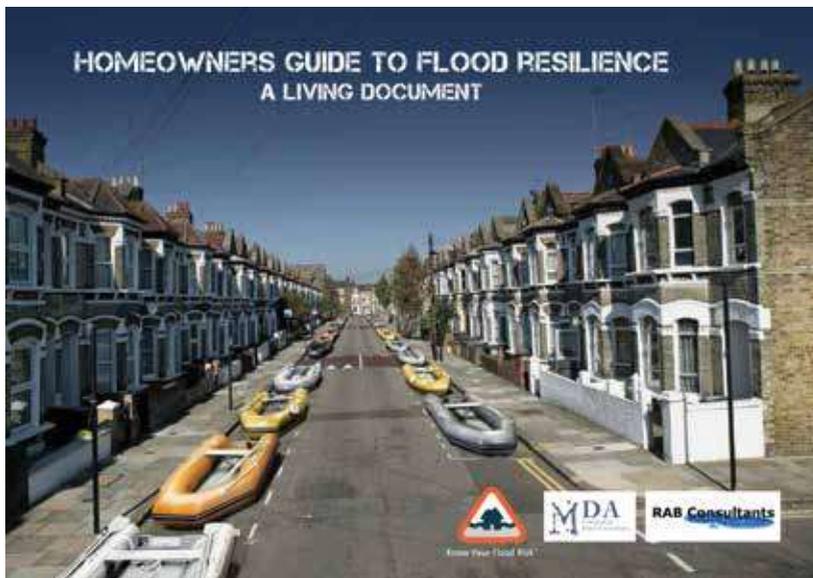


*Figura 8.36 - Exemplo de recuo e restabelecimento de ecossistemas costeiros.*

Fonte: PennDesign/OLIN, New York

<http://www.rebuildbydesign.org/project/folding-the-coastal-plain-staten-island-east-shore/>

e se tudo falhar, não esquecer a importância de se ter à mão um eficaz plano de proteção civil (Figura 8.37).



*Figura 8.37 - Imagem de marketing evidenciando a necessidade de soluções engenhosas em termos de proteção civil.*

Fonte: RAB Consultants Ltd.

[http://www.knowyourfloodrisk.co.uk/sites/default/files/FloodGuide\\_ForHomeowners.pdf](http://www.knowyourfloodrisk.co.uk/sites/default/files/FloodGuide_ForHomeowners.pdf)





# REFERÊNCIAS





## 9. Referências

- › **Abecasis, F.**, 1997. Caracterização geral geomorfológica e aluvionar da costa continental portuguesa, Ed, Associação Eurocoast Portugal, Porto, 9-24.
- › **Alberich, José-Luis Colomer**, 2005. La Infraestructura de Datos Espaciales de Catalunya (IDEC): situación y perspectivas, Institut Cartogràfic de Catalunya, Espanha
- › **Amaral, D. F., & Fernandes, J. M.**, 1978. Comentário à Lei dos Terrenos do Domínio Hídrico. Coimbra Editora, Lda.
- › **Andrade, C.**, 1990. O Ambiente de Barreira da Ria Formosa (Algarve-Portugal). Depto. de Geologia da Faculdade Ciências Lisboa, Lisboa, 645 p.
- › **Aminti, P., Cammelli, C., Cipriani, L., Pranzini, E.**, 200~1. Evaluating the effectiveness of a submerged groin as soft shore protection. In: University of Patras, Patras, Greece, pp. 151-158.
- › **Andrade, C., Freitas, M.C., Cachado, C., Cardoso, A.C., Monteiro, J.H., Brito, P., Rebelo, L.**, 2002. Coastal Zones. In: Santos, F.D.; Forbes, K., Moita, R. (Eds). Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures. Gradiva, 173-219.
- › **Andrade, C., Pires, H.O., Taborda, R., Freitas, M.C.**, 2007. Projecting future changes in wave climate and coastal response in Portugal by the end of the 21<sup>st</sup> century, Journal of Coastal Research, SI 50, . 263 – 257.
- › **Andrade, C., Taborda, R., Marques, F., Freitas, C., Antunes, C., Mendes, T., Carreira, D.**, 2010. Plano Estratégico do Concelho de Sintra face às Alterações Climáticas. Zonas Costeiras. 62 p. Disponível em: <http://www.siam.fc.ul.pt/siam-sintra/pdf/ZonasCosteiras.pdf>.
- › **André, J., Cordeiro, M.** 2013. Alteração da linha de costa entre a Figueira da Foz e São Pedro de Moel após o prolongamento do molhe norte do Mondego. VI Congresso Nacional de Geomorfologia, Coimbra, 6-10.

- › **Ângelo, C.** 2001. Técnicas de proteção e de conservação das zonas costeiras – Uma estratégia de gestão operacional. Tese de mestrado, Universidade de Lisboa
- › **Antunes, C., Taborda, R.,** 2009. Sea level at Cascais tide gauge: data, analysis and results, *Journal of Coastal Research*, SI 56, 218-222.
- › **Antunes, C.,** 2014. Dados do Marégrafo de Cascais, PSMSL e IGP/DGT.
- › **Antunes do Carmo, J.S.,** 2014. Obras multifuncionais: um novo conceito de proteção costeira. *Ingenium*, maio/junho 2014, 36-37.
- › **APA, I.P.,** 2012a. Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Minho e Lima RH1. Relatório de Base. Disponível em: [http://www.apambiente.pt/\\_zdata/planos/PGRH1/PGRH1\\_RB%5CPGRH1\\_RB\\_P2.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/planos/PGRH1/PGRH1_RB%5CPGRH1_RB_P2.pdf)
- › **APA, I.P.,** 2012b. Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Cávado, Ave e Leça RH2. Relatório Técnico. Comissão Europeia. Disponível em: [http://www.apambiente.pt/\\_zdata/planos/PGRH2/PGRH2\\_RT\\_CE%5C1-PGRH2\\_RT\\_CE.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/planos/PGRH2/PGRH2_RT_CE%5C1-PGRH2_RT_CE.pdf)
- › **APA, I.P.,** 2012c. Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Douro RH3. Relatório Técnico. Comissão Europeia. Disponível em: [http://www.apambiente.pt/\\_zdata/planos/PGRH3/PGRH3\\_RT\\_CE%5C1-PGRH3\\_RT\\_CE.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/planos/PGRH3/PGRH3_RT_CE%5C1-PGRH3_RT_CE.pdf)
- › **APA, I.P.,** 2012d. Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis RH4. Relatório Técnico. Comissão Europeia. Disponível em: [http://www.apambiente.pt/\\_zdata/planos/PGRH4/RelatorioTecnico\\_CE%5C1\\_RelatorioTecnicoCE.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/planos/PGRH4/RelatorioTecnico_CE%5C1_RelatorioTecnicoCE.pdf)
- › **ARH Tejo,** 2009. Os planos de Ordenamento da Orla Costeira – Balanços e Reflexões. Tágides, 5.
- › **Aminti, P., Pranzini, E.,** 2003. Back to the beach: converting seawalls into Grave". In Goudas et al. (eds), *Soft shore protection manual*, 261-274.
- › **Araujo, António,** 2013. Influência do mar na morfologia urbana de Espinho. Dissertação de mestrado, Univ. Fernando Pessoa, 102 p.
- › **Basto, Cacilda** 2009. Vulnerabilidade e risco face à erosão costeira entre Aguda- Paramos: Duas metodologias de análise. Dissertação de Mestrado, Univ. Coimbra, 147 p.
- › **Bennett, Rohan;** Rajabifard , Abbas; Vaez, Sheelan, 2010. Spatially enabling coastal zone management: Drivers, design elements, and future research directions. In Rajabifard, A., Crompvoets, J., Kalantari, M., Kok, B. (eds.), *Spatially enabling society research, emerging trends and critical assessment*, 27-39. Disponível em: <http://www.gsdi.org/gsdiconf/gsdi12/papers/14.pdf>

- › **Bertin X., E. Prouteau, C. Letetrel**, 2013. A significant increase in wave height in the North Atlantic Ocean over the 20<sup>th</sup> century. *Global and Planetary Change*, 106, 77-83, doi:10.1016/j.gloplacha.2013.03.00.
- › **Biodesign**, 2011. Avaliação dos POOC da área de jurisdição da ARH do Tejo, I.P.- Definição de objetivos e conteúdos para a sua revisão. Disponível em: <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=x16>.
- › **Bours, D., McGinn, C., Pringle, P.**, 2013. Monitoring and evaluation for climate change adaptation: a synthesis of tools, frameworks and approaches, SEA Change Community of Practice and UKCIP, 67 p.
- › **Carapuço, A.M.**, 2005. Morfodinâmica do vértice noroeste da península de Troia. Dissertação de Mestrado. Universidade do Algarve, 70 p.
- › **CC**, 2011. ClimateCost project, The full costs of climate change. Disponível em: <http://www.climatecost.cc/home.html>
- › **CEDRU**. 2011. Plano de Ordenamento da Orla Costeira Ovar-Marinha Grande. Relatório 2, Volume V, Anexos., 90 pp.
- › **CNADS**, 2001. Reflexão sobre o Desenvolvimento Sustentável da Zona Costeira. 53p., Conselho Nacional do Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável (CNADS), Lisboa.
- › **Coelho, C.**, 2005. Riscos de Exposição de Frentes Urbanas para Diferentes Intervenções de Defesa Costeira. Dissertação de doutoramento, Univ. Aveiro, 404 pp.
- › **Comfort, J.A., Single, M.B.**, 1997. Literature review on the effects of seawalls on beaches. Conservation Advisory Science Notes No. 147, Department of Conservation, Wellington., 8 p.
- › **Consulgal, Consultores de Engenharia e Gestão S.A.**, 1996. Estudo Prévio do Regulamento da Exploração de Areias no Litoral, em Áreas de Interesse Portuário.
- › **Correia, F., Ferreira, Ó., Dias, J.M.A.** 1997. Contributo das arribas para o balanço sedimentar do sector costeiro Quarteira – Vale do Lobo (Algarve - Portugal). Seminário sobre a zona Costeira do Algarve, Faro, 31-39.
- › **Costa, M., Silva, R., Vitorino, J.**, 2001. Contribuição para o Estudo do Clima de Agitação Marítima na Costa Portuguesa. 2ª Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária. Disponível em: [ftp://ftp.mohid.com/Fortaleza\\_CD/Bibliografia/Waves/clima\\_agmar.pdf](ftp://ftp.mohid.com/Fortaleza_CD/Bibliografia/Waves/clima_agmar.pdf)
- › **Delgado, A.**, 2011. Caracterização hidrodinâmica e sedimentar do estuário do rio Minho.

Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto. 175

- › **DGT**, 2012. Revisão do regime jurídico da reserva ecológica nacional e proposta de plano setorial de prevenção e redução de riscos: Relatório preliminar - Enquadramento, delimitação do objeto, âmbito do futuro plano setorial e síntese de direito comparado. Lisboa: Direção Geral do Território.
- › **Dias, E., Ferreira, A., Carneiro, E., Silva, A.**, 2011. Planeamento e gestão de dragagens no estuário do Ave: geoprocessamento automático considerando a distribuição de contaminantes. VI Congresso Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa. 13 p. Disponível em: <http://www.mendeley.com/download/public/7252343/4206488063/eb18817738e6985280d8df4ad3c7f28d1fca599/dl.pdf>
- › **Dias, J.M.A.**, 1987. Dinâmica sedimentar e evolução recente da plataforma continental portuguesa setentrional. Tese de doutoramento, Univ. Lisboa, 384 p.
- › **Dias, J.M. A.** , 1990. A evolução atual do litoral português. Geonovas, 11:15-28, Lisboa
- › **Dias, J. M. A.** , 1993. Estudo de avaliação da situação ambiental e propostas de medidas de salvaguarda para a faixa costeira portuguesa (parte de geologia costeira). 137p., Liga para a Proteção da Natureza / Ministério do Ambiente, Lisboa, 137 p. Disponível em: [http://w3.ualg.pt/%7Ejldias/JAD/eb\\_Ambicost.html](http://w3.ualg.pt/%7Ejldias/JAD/eb_Ambicost.html)
- › **Dias, J.M.A., Boski, T., Rodrigues, A., Magalhães, F.** 2000. Coast line Evolution in Portugal since the Last Glacial Maximum until Present – A Synthesis. Marine Geology, 170, 177-186.
- › **Dias, J.M.A., Ferreira, Ó., Pereira, A.R.**, 1994. Estudo sintético de diagnóstico da geomorfologia e da dinâmica sedimentar dos troços costeiros entre Espinho e Nazaré. Rel. para o ICN, 303 p. (não publicado).
- › **Dias, J.M.A., Monteiro, J.H., Gaspar, L.C.**, 1980. Potencialidades em cascalhos e areias da plataforma continental portuguesa. Comun. Serviços Geol. de Portugal, 67(1):65-83.
- › **Dodet, G., Bertin, X., Taborda, R.**, 2010. Wave climate variability in the North-East Atlantic Ocean over the last six decades. Ocean Modelling, 31, 120-131.
- › **Douglass, Scott**, 2002. Saving America's beaches: the causes of and solutions to beach erosion, World Scientific Pub, 104 p.
- › **Duarte, J., Taborda, R., Ribeiro, M., Cascalho, J., Silva, A., Bosnic, I.**, 2014. Evidences of sediment bypassing at Nazaré headland revealed by a experiment bypassing at Nazaré headland. Atas das 3as Jornadas de Engenharia Hidrográfica, ISBN 978-989-705-073-2, Lisboa, Portugal, pp. 289-292. Disponível em: <http://beachtocanyon.fc.ul.pt/References/Evidences%20of%20sediment%20bypassing%20at%20Nazare%20headland%20revealed%20by%20a%20large%20scale%20sand%20>

*tracer%20experiment.pdf*

- › **EEA**, 2013, Balancing the future of Europe's coasts, European Environmental Agency Report, N° 12.
- › **EEA**, 2014, National adaptation policy processes in European countries – 2014, European Environmental Agency Report, N° 4
- › **Esteves., R., Sansana Silva, F., Pinto, J.P. Costa, M.**, 2010. Caracterização de eventos extremos de agitação marítima em Portugal Continental. In Instituto Hidrográfico (ed.), Atas das 1as Jornadas de engenharia geográfica, 205-208.
- › **Estratégia Nacional de Adaptação aos Impactos das Alterações Climáticas Relacionadas com os Recursos Hídricos** (Zonas Costeiras). Disponível em: [http://www.apambiente.pt/\\_zdata/Politiclas/AlteracoesClimaticas/Adaptacao/ENAAC/RelatDetalhados/Relt\\_Sector\\_ENAAC\\_Recur-sos\\_Hidricos.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/Politiclas/AlteracoesClimaticas/Adaptacao/ENAAC/RelatDetalhados/Relt_Sector_ENAAC_Recur-sos_Hidricos.pdf).
- › **Ferreira, Ó.**, 1993. Caracterização dos principais fatores condicionantes do balanço sedimentar e da evolução da linha de costa entre Aveiro e o cabo Mondego. Tese de mestrado, Fac. Ciências Univ. Lisboa, 168 p. (não publicado).
- › **Ferreira, Ó., Dias, J.M.A., Taborda, R.**, 1990 Importância relativa das ações antrópicas e naturais no recuo da linha de costa a sul de Vagueira. Actas do 1º Simpósio sobre a Proteção e Revalorização da faixa costeira do Minho ao Liz, 157-163.
- › **Ferreira, Ó., Matias, A.**, 2013. Portugal, in: Pranzini, E. et al. (Eds.). Coastal erosion and protection in Europe, 278-293.
- › **Ferraz, M., Rebêlo, L., Brito, P., Costas, S.**, 2010. Evolução da parte norte da península de Troia. e-terra, 12(3). VIII Congresso Nacional de Geologia, e-Terra, 12(3), 1-4.
- › **Francis J. A., Vavrus, S. J.**, 2012. Evidence linking Arctic amplification to extreme weather in mid-latitudes. Geophysical research letters, 39 (6),L06801, 6 p.
- › **Freitas, J., Dias, J.**, 2012. Praia da Rocha (Algarve, Portugal): um paradigma da antropização do litoral. Revista de Gestão Costeira Integrada, 12(1): 31-42.DOI: <http://dx.doi.org/10.5894/rgci317>
- › **Freitas, J.**, 2009. O litoral português na época contemporânea: representações, práticas e consequências. Os casos de Espinho e do Algarve (c. 1851 a c. de 1990). Dissertação de Doutoramento, Univ. Lisboa, 421 pp.
- › **Freitas, J.**, 2009. Episodes of coastal erosion in the second half of the XIX century and its relation with the development of the coast for bathing use – The cases of Espinho, Nazaré and Eiceira. Journal of coastal research, SI 56, 622-626

- › **Geirinhas, João**, 2012, O Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG) no contexto da implementação da Directiva INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe)
- › **Gonzalez, R., Dias, J.M.A., Ferreira, Ó.**, 2001. Recent rapid evolution of the Guadiana Estuary (Southern Portugal/Spain). *Journal of Coastal Research*, SI34, 516-527
- › **Gourmelon, F., Georis-Creuseveau, J, Le Tixerant, M., Rouan, M.**, 2012.. Towards a Coastal Spatial Data Infrastructure (CSDI) responsive to the needs of Integrated Coastal Zone management: The GeoBretagne Experience (France). *Global Geospatial Conference: Spatially Enabling Government, Industry and Citizens*, May 2012, Quebec, Canada. Disponível em: <http://www.gsd.org/gsdiconf/gsd13/papers/68.pdf>
- › **Granja, H., Loureiro, E.**, 2007. Why are shingle beaches replacing sandy beaches? (Coastal zone of NW Portugal). In: *Coastal sediments' 07 Proceedings*, New Orleans, LA, pp. 545-560.
- › **Gvilava, Mamuka** (Presenter), EnviroGRIDS Task Manager for GeoGraphic, PEGASO Task Manager for BSC PS . Disponível em: [http://www.envirogrids.net/download\\_area/batumi/31October2012/afternoon/B4\\_Mamuka\\_Gvilava.pdf](http://www.envirogrids.net/download_area/batumi/31October2012/afternoon/B4_Mamuka_Gvilava.pdf)
- › **Hamm, L., Capobiancob, M., Dette, H.H., Lechuga, A., Spanhoff, R., Stivef, M.J.F.**, 2014. A summary of European experience with shore nourishment . *Coastal Engineering*, 47, 237-264.
- › **Iddri, J.**, 2010. Coastal zone definition and geographic coverage of the ICZM Protocol issues. 2<sup>nd</sup> Ad hoc Legal and Technical Working Group meeting on the ICZM Protocol 6-7 December 2010, Mombasa, Kenya.
- › **Instituto Hidrográfico**, 2010a. Carta de sedimentos superficiais da plataforma continental de Caminha a Espinho.
- › **Instituto Hidrográfico**, 2010b. Carta de sedimentos superficiais da plataforma continental de Espinho ao cabo Mondego.
- › **IPCC**, 2013, *Climate Change 2013 - The physical science basics*. 206 p. Disponível em: [http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5\\_SummaryVolume\\_FINAL.pdf](http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL.pdf)
- › **IPCC**, 2014, *Intergovernmental Panel on Climate Change, 5<sup>th</sup> Assessment Report, WGI, WGII and WGIII*. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/>.
- › **IPTM**, 2008a. Plano de dragagens para o biénio de 2008-2009 para o Porto de Vila Praia de Âncora. Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, MOPTC.
- › **IPTM**, 2008b. Plano de dragagens para o biénio de 2008-2009 para o Porto de Viana do

Castelo. Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, MOPTC.

› **IPTM**, 2008c. Plano de dragagens para o biénio de 2008-2009 para o Porto de Póvoa do Varzim. Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, MOPTC.

› **IPTM**, 2008d. Plano de dragagens para o biénio de 2008-2009 para o Porto de Vila do Conde. Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, MOPTC.

› **IPTM**, 2008e. Plano de dragagens para o biénio de 2008-2009 para o Porto de Leixões. Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, MOPTC.

› **PTM**, 2008f. Plano de dragagens para o biénio de 2008-2009 para o Porto da Figueira da Foz. Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, MOPTC.

› **IPTM**, 2008g. Plano de dragagens para o biénio de 2008-2009 para o Porto de Lisboa. Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, MOPTC.

› **IPTM**, 2008h. Plano de dragagens para o biénio de 2008-2009 para o Porto de Setúbal. Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, MOPTC.

› **Julião, Rui P**, 2014, Os Novos Paradigmas para a Gestão / Exploração de Dados Geográficos, Sistemas abertos na gestão dos SIG.

› **Lapa, N., Rodrigues, A., Taborda, R., Duarte, J., Pinto, J. P.**, 2012. The sedimentary processes of the Portuguese inner shelf off Almagreiro Beach (Peniche). Actas do VII Simpósio sobre a Margem Ibérica Atlântica, ISBN 978-989-20-3447-8, Lisboa, Portugal, 279-282.

› **Levermann, A., Clark, P., Marzeion, B., Milne, G., Pollard, D., Radic, V., Robinson, A.**, 2013. The multimillennial sea-level commitment of global warming. Disponível em: [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1219414110](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1219414110)

› **Lira, C., Taborda, R., Andrade, C.** 2103. Estimativas de descarga sólida fluvial potencial. In: Criação e implementação de um sistema de monitorização no litoral abrangido pela área de jurisdição da Administração da Região Hidrográfica do Tejo. Entregável 1.1.2.b.

› **Loureiro, E.**, 2006. Indicadores geomorfológicos e sedimentológicos na avaliação da tendência evolutiva da zona costeira (Aplicação ao concelho de Esposende). Tese de doutoramento. Universidade do Minho. <http://hdl.handle.net/1822/7096>

› **Luz, C., Rodrigues, A., Taborda, R., Oliveira, A., Duarte, J. & Morgado, A.**, 2004-. The Sines Cape and its influence on the littoral sediment transport (Sines, Portugal). Journal of Coastal Research. SI39.

- › **Magalhães, F.**, 1999. Os sedimentos da plataforma continental portuguesa: contrastes espaciais, perspetiva temporal, potencialidades económicas. Tese de doutoramento. Universidade de Lisboa.
- › **Magalhães, F.**, 2003. Aggregate deposits in the portuguese continental shelf. *Thalassas*, 19 (2): 23-31.
- › **Magalhães, F., Ângelo, C., Taborda, R.**, 2004. Towards the adoption of adequate coastal protection strategies in Portugal. *Thalassas*, 20 (2), 23 – 29.
- › **Magalhães, F., Rodrigues, A., Dias, J.M.A.**, 1991. Potencialidades em inertes na plataforma continental portuguesa. *Geonovas*, special issue 2:155-166.
- › **Maguire, DJ, Longley, PA** 2005. The emergence of geoportals and their role in spatial data infrastructures, *Computers, Environment and Urban Systems*, 29 (n.º especial 1), 3 - 14
- › **MAOTDR**. 2008 Litoral 2007-2013: Avaliação dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira e Proposta de Atuação. Lisboa: Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional.
- › **Marques, F.** 1997., *Evolução das Arribas Litorais: Importância de Estudos Quantitativos na Previsão de Riscos e Ordenamento da Faixa Costeira. Colectânea de Ideais sobre a Zona Costeira de Portugal*, Associação Eurocoast-Portugal. p. 67-86.
- › **Mendes, F.**, 2009. Contributos para o plano do estuário do rio Lima. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto.
- › **Miranda, P.** 2007. Estudo das frações arenosas dos sedimentos do litoral Troia – Sines. Dissertação de mestrado. Universidade de Aveiro.
- › **Nemus**, 2014. Estudo hidromorfológico na foz do rio Mira e definição de medidas de ação para a minimização do processo de erosão na praia da Franquia. Sociedade Polis Litoral Sudoeste – Sociedade para a requalificação e valorização do sudoeste alentejano e costa vicentina, S.A. Odemira.
- › **Oliveira, I.M., Valle, A.F. & Miranda, F.**, 1982. Littoral problems in the portuguese west coast. *Coastal Eng. 1982 Proceedings*, III, 1951-1969.
- › **Oliveira, S. C.**; Dias, J. A., Catalão, J., 2005. Evolução da linha de costa no Algarve: variação recente das taxas de recuo de médio prazo no troço costeiro do Forte Novo – Garrão (Oriente de Quarteira). III Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa: Perspetivas de Gestão e Sustentabilidade da Zona Costeira, Comunicação 53, Maputo, Moçambique, 14 p.
- › **Penacho**, 2013. Caracterização, evolução e análise de suscetibilidade à ocorrência de

instabilidades das arribas do arco Baleal- Bom Sucesso (Peniche-Óbidos). Dissertação de Mestrado, Universidade de Lisboa.

- › **PESETA**, 2009, The economics of climate change adaptation in EU coastal areas, Summary Report, PESETA EU Project
- › **Petoukhov V., Semenov V. A.**, 2010. A link between reduced Barents-Kara sea ice and cold winter extremes over northern continents *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* (1984–2012) 115 (21).doi:10.1029/2009JD013568
- › **Pfeffer, W.T., Harper, J.T., O' Neel, S.**, 2008. Kinematic constraints on glacier contributions to 21<sup>st</sup> century sea-level rise. *Science* 321, 1340-1343.
- › **Pinheiro, J.**, 2008. Avaliação dos processos de transposição artificial de sedimentos em embocaduras. Dissertação de mestrado. Universidade do Porto. <http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58805/1/000129630.pdf>
- › **Pinto, C., Taborda, R., Andrade, C.**, 2007. Evolução recente da linha de costa no troço Cova do Vapor – S. João da Caparica. 5as Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária, Lisboa. PIANC. AIPCN. Lisboa, 13 p.
- › **Pinto, C., Taborda, R., Andrade, C., Teixeira, S.B.**, 2009. Seasonal and mesoscale variations at an embayed beach (Armação de Pêra, Portugal) *Journal of Coastal Research* SI, 56, 118–122.
- › **Pinto, C., Taborda, R., Silveira, T.**, 2014. Alimentação artificial das praias da Costa da Caparica. Síntese dos resultados da monitorização (2007 a 2014). Contributo para o Grupo de Trabalho do Litoral (Anexo V).
- › **Pinto, C., Teixeira, S.**, 2014. Gestão do Litoral de Arriba em Portugal Continental. Contributo para o Trabalho do GTL.
- › **Pinto, C., Teixeira, S. B.** 2005. Beach Rotation and Coastal Erosion in Armação de Pera Bay. The Example of Salgados – Galé Sector (Algarve – Portugal). *International Conference on Coastal Conservation and Management (ICCCM) in the Atlantic and Mediterranean*. 2005. Tavira. Portugal. 331-334.
- › **Pombo, J., Cascalho, J., Rodrigues, A., Taborda, R. & Oliveira, A.** 2004. The Sines sub-volcanic intrusive complex: imprint on the inner shelf sedimentary cover (Sines, Portugal). *Journal of Coastal Research*. SI 39.
- › **Portela, L.I.**, 2007. Estudo dos problemas de assoreamento e erosão no estuário do rio Minho. Relatório 1: Informação de base e evolução morfológica recente. Relatório 59/07-NEC, LNEC, Lisboa. Estudo realizado para o INAG – Instituto da Água.

- › **Portela, L.I.**, 2010. Planos plurianuais de dragagens portuárias 2011-2015. Volumes 1, 2 e 3. Relatórios 374, 375 e 376/2010-NEC, LNEC, Lisboa. Estudo realizado para o IPTM – Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, I.P.
- › **Portela, L.** 2004. Revisão do Plano de Gestão Ambiental da Lagoa de Óbidos. Relatório 2: Definição das intervenções; Volume 2: Intervenções na zona superior da lagoa. LNEC, relatório 214/04 – NEC.
- › **Portela, L.I.**, 2011. Dragagens nos portos comerciais de Portugal Continental: dados preliminares. 7as Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária, Porto, 6 e 7 de Outubro, 9 pp
- › **PROT da Região do Norte**, 2009. Plano regional de ordenamento do território da região do Norte. 246p. Disponível em: [http://consulta-prot-norte.inescporto.pt/plano-regional/proposta-de-prot-norte/PROT%20Norte\\_Proposta%20Plano-FINAL%20-%206%20Julho.pdf](http://consulta-prot-norte.inescporto.pt/plano-regional/proposta-de-prot-norte/PROT%20Norte_Proposta%20Plano-FINAL%20-%206%20Julho.pdf)
- › **Rahmstorf, S.**, 2007. A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise, Science, 315, 368-370.
- › **Rebêlo, L., Ferraz, M., Brito, P.**, 2012. Quantification of sediments accumulated in the NW sector of Tróia Peninsula (Portugal) between 1928 and 1995. Journal of Coastal Conservation, 16, 261–268.
- › **Recurso - Estudos e Projetos de Ambiente e Planeamento, Lda.**, 2013. Estudo de Impacte Ambiental do Plano de Ação para a Valorização da Hidrodinâmica da Ria Formosa e Mitigação do Risco nas Ilhas Barreira -, Relatório Final, 416 pp. + Anexos.
- › **Reis, Francisco**, 2014. Contributo para o Grupo de Trabalho do Litoral. ARH Tejo
- › **Ribeiro, M.**, 2013. Dinâmica sedimentar costeira: do Cabo Carvoeiro ao Cabo Raso. Seminário de Pós-graduação II do Curso de Formação Avançada do programa de doutoramento em Geologia, na especialidade de Geodinâmica Externa, pela Faculdade de Ciência da Universidade de Lisboa, 24 p.
- › **Rodrigues, L.**, 2010. Gestão de sedimentos na zona costeira - alimentações artificiais. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro. Disponível em: <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/3849/1/4389.pdf>
- › **Romariz, C., Galopim de Carvalho, A.M.**, 1973. Dunas consolidadas da região de Sines - Porto Corvo. Finisterra, VIII (15), 109-112.
- › **Rosa, T.L., Barata, A., Cabaço, J.G., Teles, M.**, 2012. Intervenções de Dragagem na Barra

de Aveiro (Portugal) e de Protecção da Zona Costeira a Sul. Revista de Gestão Costeira Integrada, Volume 12, Número 1, Março 2012, 57-75. DOI: 10.5894/rgci286.

- › **Röper, H., Netzband, A.,** 2011. Assessment Criteria for Dredged Material with special focus on the North Sea Region, Hamburg Port Authority, 36 pp. Disponível em: [http://www.sednet.org/download/Dredged\\_Material\\_Criteria\\_North\\_Sea\\_0611.pdf](http://www.sednet.org/download/Dredged_Material_Criteria_North_Sea_0611.pdf).
- › **Rosa, L., Luz, C.,** 2001. Levantamento Geofísico para caracterização de manchas de empréstimo - Projecto Manelito - Costa de Caparica, IH, Lisboa (REL.TF.OC.12/01)
- › **Santos Ferreira, A., Santos, C.,** 2014. Molhe Norte da Barra do Douro. Ingenium II. Série n.º 141, Maio/Junho 2014.
- › **Santos, F. D.,** 2011. Humans on Earth. From Origins to Possible Futures. The Frontiers Collection, Springer.
- › **Santos, F. D.,** 2012. Alterações Globais. Os desafios e os riscos presentes e futuros, Fundação Francisco Manuel dos Santos.
- › **Santos, F. D.,** 2014. Vulnérabilité, impacts et adaptation des zones côtières au changement global, in Risques côtiers et adaptations des sociétés, sous la direction de André Monaco et Patrick Prouzet, Collection Mer et Ocean, ISTE Editions.
- › **Santos, F. D., Forbes, K., Moita, R.** (Eds), 2002. Climate change in Portugal. Scenarios, impacts and adaptation measures, Projeto SIAM, Gradiva, Lisboa.
- › **Santos, F. D., Miranda, P.** (Eds), 2006. Alterações climáticas em Portugal. Cenários, impactos e medidas de adaptação. Projeto SIAM II, Gradiva, Lisboa.
- › **Saraiva, M. D.,** 1987. A defesa contra cheias e a sua inserção no ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa. Dissertação de Mestrado em Planeamento Regional e Urbano. UTL.
- › **Saraiva, M. D., Correia, N., Carmo, V.,** 1998. Avaliação Ex-post de Medidas não-estruturais de Defesa contra Cheias na Bacia Hidrográfica da Ribeira da Lage. APRH.
- › **Schmidt, L., Nave, J. G., Guerra, J.,** 2005. Autarquias e Desenvolvimento Sustentável - Agenda 21 Local e novas estratégias ambientais, Ed. Fronteira do Caos.
- › **Schmidt, L., Santos, F. Duarte, Prista, P., Saraiva, T., Gomes, C.,** 2012. Alterações climáticas, sociais e políticas em Portugal: processos de governança num litoral em risco, Ambiente & Sociedade 15 (1), 23-40.
- › **Schmidt, L., Prista, Pedro, Saraiva, Tiago, O’Riordan, Tim, Gomes, C.,** 2013. Adapting

governance for coastal change in Portugal. *Land Use Policy*, 31, 314-325.

- › **Schmidt, L., Gomes, C., Guerreiro, S., O’Riordan, Tim**, 2014. Are we all on the same boat? The challenge of adaptation facing Portuguese coastal communities: Risk perception, trust-building and genuine participation. *Land Use Policy*, 38, 355-365.
- › **Screen J. A.**, 2013. Influence of Arctic sea ice on European summer precipitation, *Environmental Research Letter* 8 (4). doi:10.1088/1748-9326/8/4/044015.
- › **Segunda Sessão de Debate do Plano de Ordenamento da Orla Costeira da Área Territorial da ARH do Tejo, I.P.** (11 de dezembro de 2009). Disponível em: <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=10>.
- › **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, 53 pp. + anexos.
- › **SENER**, 2012. - Elaboração dos Estudos da Evolução e da Dinâmica Costeira e Estuarina, de Mobilidade e Navegabilidade na Laguna e de Reforço de Margens pela Recuperação de Diques e Motas com Vista à Prevenção de Riscos.
- › **SIAM-Sintra**, 2009. Strategic plan for adaptation and mitigation of Climate Change in the Sintra municipality, Câmara Municipal de Sintra, Disponível em: <http://www.siam.fc.ul.pt/siam-sintra/>.
- › **SIAM-Cascais**, 2010. Strategic plan for adaptation and mitigation of climate change in the Cascais municipality, Câmara Municipal de Cascais. Disponível em: <http://www.siam.fc.ul.pt/PECAC/>.
- › **Silva, A.N., Taborda, R., Bertin, X., Dodet, G.**, 2012. Seasonal to Decadal Variability of Longshore Sand Transport at the Northwest Coast of Portugal. *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*, 138(6), 464–472. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)WW.1943-5460.0000152](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)WW.1943-5460.0000152).
- › **Silva, P.**, 2012. A tendência da linha de costa entre as praias de Maceda e S. Jacinto.
- › **Silva, A., Lira, C., Andrade, C., Taborda, R., Freitas, M.C.**, 2103. Análise da evolução da linha de costa no litoral baixo arenoso nos últimos 50 anos. In: Criação e implementação de um sistema de monitorização no litoral abrangido pela área de jurisdição da Administração da Região Hidrográfica do Tejo. Entregável 1.2.2.2. a.
- › **Strain, Lisa**; Rajabifard, Abbas; Williamson, Ian, 2004. Spatial data infrastructure to facilitate

coastal zone management. Coastal zone Asian Pacific conference, Brisbane, Australia. Disponível em: <http://www.csdila.unimelb.edu.au/publication/conferences/SDI%20to%20Facilitate%20Coastal%20Zone%20Management.pdf>

- › **Stronkhorst, J., Giardino, A., Huisman, B., van Rooijen, A., Sprengers, C.,** 2014. Sand nourishment strategies in the 21<sup>st</sup> century for the Aveiro coast, Portugal, em preparação.
- › **Taborda, R., Andrade, C.,** 2014. Morfodinâmica do estuário exterior do Tejo e intervenção na região da Caparica – v1. Contributo para o Grupo de Trabalho do Litoral.
- › **Taborda, R., Andrade, C., Marques, F., Freitas, M.C., Rodrigues, R., Antunes, C., Pólvora, C.,** 2010. Plano Estratégico de Cascais face às Alterações Climáticas, Sector Zonas Costeiras. 48 p.
- › **Tang Q., Zhang X. and Francis J. A.,** 2013, Extreme summer weather in northern mid-latitudes linked to a vanishing cryosphere, Nature Climate Change, 4, 45–50. doi:10.1038/nclimate2065
- › **Teixeira, S.,** 1994. Dinâmica morfossedimentar da ria de Aveiro. Dissertação de mestrado, Universidade de Lisboa.
- › **Teixeira, S.,** 2005. Evolução holocénica do litoral em regime transgressivo: o caso da Costa de Quarteira (Algarve, Portugal). Proceedings Coastal Holocene Paleoenvironmental Evolution, Lisboa. 121-124.
- › **Teixeira, S.,** 2009. Alimentação Artificial de Praias com Dragados no Algarve. 1º Curso Técnico de Dragagens, Aveiro, 20 pág.
- › **Teixeira, S.,** 2011. Alimentação artificial de praias com dragados no Algarve. In: C. Coelho, P.A. Silva, L.M. Pinheiro & D. Gonçalves (eds), Dragagens: Fundamentos Técnicas e Impactos. Fundação João Jacinto Magalhães, Aveiro, Portugal. ISBN: 978-972-789-346-1.
- › **Teixeira, A.,** 1980. As invasões do mar em Espinho através dos Tempos. Espinho - Boletim Cultural, II(7): 209-248, C.M. Espinho.
- › **Teixeira, S.,** 2013. Evolução da gestão da erosão costeira nos últimos 50 anos Caso de estudo do litoral Quarteira-Garrão (Algarve-Portugal).
- › **Teixeira, S.,** 2014. Gestão da erosão costeira no troço Quarteira-Garrão (Algarve-Portugal). Contributo para o Grupo de Trabalho do Litoral.
- › **Teixeira, T.,** 2014. Obras costeiras e gestão da posição da linha de costa do litoral de Espinho ao Cabo Mondego. Ingenium II. Série n.º 141, maio/junho 2014.
- › **Tol, R.S.J., Klein, R.J.T. a, Nicholls, R.J.,** 2008, Towards Successful Adaptation to Sea-Level

Rise along Europe's Coasts, *Journal of Coastal Research*, 432–442, doi:10.2112/07A-0016.1.

- › **Valle, A.**, 2014. Perda de Território por Ação do Mar: Uma Questão Nacional. *Ingenium II. Série* n.º 141, Maio/Junho 2014.
- › **Van Rijn**, 2010. Coastal erosion control based on the concept of sediment cells. *Conscience: Concepts and Science for Coastal Erosion Management*. Disponível em: <http://www.conscience-eu.net/documents/deliverable13a-controlling.pdf>.
- › **Van Rijn, C.**, 2013. Design of hard coastal structures against erosion. Disponível em: <http://www.leovanrijn-sediment.com/papers/Coastalstructures2013.pdf>
- › **Veloso Gomes, F.** 2010. Estudos de operações de alimentação artificial de praias e dunas com areias provenientes de fontes da plataforma continental e das operações de dragagem nas zonas portuárias. Estudo de Vulnerabilidades e Riscos às Ações diretas e indiretas do mar sobre a zona costeira - 1ª Fase. Polis Litoral Norte. Contrato 421/9/CN011, volume 3, 32 p. Disponível em: <http://www.polislitoral norte.pt/doc.php?co=212>
- › **Veloso Gomes, F., Pinto, F., Neves, L.**, 2010. Esposende – Ofir Stretch. Copranet, 16 p.
- › **Veloso-Gomes, F., Taveira-Pinto, F., Pais-Barbosa, J., J., Costa, J., Rodrigues, A.**, 2006. Estudos e intervenções na Costa da Caparica. Atas das 1ªs Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente, FEUP/SHRHA, 27-35.
- › **Veloso-Gomes, F., Rodrigues, J.A., Taveira-Pinto, F., Pais-Barbosa, J., Neves, L.D.**, 2009. Costa da Caparica artificial sand nourishment and coastal dynamics. *Journal of Coastal Research*, SI 56, 678-682.
- › **Vicente e Clímaco**, 2012. Trecho de costa do douro ao cabo Mondego: caracterização geral do processo erosivo. LNEC, relatório 253/2012 – DHA/NEC.

## Geoportais e Sistemas de Informação

- › A Shared Data Infrastructure (SDI) for integrated coastal management in the Mediterranean and Black Sea Basins  
<http://cmsdata.iucn.org/downloads/pegasosdi>
- › California Ocean Protection Council  
<http://www.opc.ca.gov/the-california-coastal-geoportal/>
- › Centre for SDI and Land Administration, The University of Melbourne

<http://www.gsdi.org/gsdiconf/gsdi12/papers/14.pdf>

› Geolittoral (France)

<http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/>

› Hawaii Coastal Erosion Website- Coastal Geology Group

<http://www.soest.hawaii.edu/coasts/erosion/>

› HELCOM - Baltic marine environment protection commission

<http://helcom.fi/>

<http://maps.helcom.fi/website/datamapservice/index.html>

› International Geospatial Portals

<http://www.gogeo.ac.uk/cgi-bin/intl.cgi>

› NOAA's Coral Reef Information System (CoRIS)

<http://www.coris.noaa.gov/portals/florida.html>

› NOAA – Digital Coast - Coastal Services center

<http://www.csc.noaa.gov/digitalcoast/tools/list>

› Sea Level Rise and Coastal Flooding Impacts

<https://coast.noaa.gov/slr/>

› Interactive Collaborative PEGASO ICZM Platform

<http://www.pegasoproject.eu/wiki>

› Sea Level Rise Hawaii - Hawaii's Changing Climate (click)

<http://www.soest.hawaii.edu/coasts/sealevel/>

› A Shared Data Infrastructure (SDI) for integrated coastal management in the Mediterranean and Black Sea Basins

<http://pegasosdi.uab.es/geoportal/index.php/atlas>



# GLOSSÁRIO





## 10. Glossário

- › **Águas costeiras** – as águas superficiais situadas entre terra e uma linha cujos pontos se encontram a uma distância de 1 milha náutica, na direção do mar, a partir do ponto mais próximo da linha de base a partir da qual é medida a delimitação das águas territoriais, estendendo-se, quando aplicável, até ao limite exterior das águas de transição (Lei n.º 58/2005 de 29 de dezembro).
- › **Águas interiores** – todas as águas superficiais lênticas ou lóticicas (correntes) e todas as águas subterrâneas que se encontram do lado terrestre da linha de base a partir da qual são marcadas as águas territoriais (Lei n.º 58/2005 de 29 de dezembro).
- › **Águas territoriais** – as águas marítimas situadas entre a linha de base e uma linha distando 12 milhas náuticas da linha de base (Lei n.º 58/2005 de 29 de dezembro).
- › **Águas de transição** – as águas superficiais na proximidade das fozes dos rios, parcialmente salgadas em resultado da proximidade de águas costeiras mas que são também significativamente influenciadas por cursos de água doce (Lei n.º 58/2005 de 29 de dezembro).
- › **Altura da onda** – Diferença vertical entre a crista (ponto mais elevado) da onda e a cava (ponto menos elevado) adjacente (Associação Portuguesa de Recursos Hídricos).
- › **Altura significativa da onda** – Média da terça parte das ondas com maior altura registadas durante o tempo considerado. O conceito foi originalmente desenvolvido por Walter Munk no primeiro lustre da década de 50 do século XX como forma de traduzir matematicamente este importante parâmetro da onda (Associação Portuguesa de Recursos Hídricos)
- › **Areia** – Termo que designa as partículas (ou a fração textural correspondente) cujas dimensões se encontram compreendidas entre 2 mm e 0,0625 mm (Magalhães, 1999).
- › **Arriba** – forma particular de vertente costeira abrupta ou com declive elevado, em regra talhada de materiais coerentes pela ação conjunta dos agentes morfogenéticos marinha, continentais e

biológicos, podendo ser alcantilada se a sua inclinação exceder os 50%, e não alcantilada se a sua inclinação for inferior a esse valor (Despacho n.º 12/2010, do presidente do INAG).

- › **Cascalho** – Termo que designa todo o material (ou a respetiva fração granulométrica) de dimensões superiores a 2 mm, independentemente da origem (Magalhães,1999).
- › **Largura da margem** – a margem das águas do mar, bem como das águas navegou fluutuáveis sujeitas atualmente à jurisdição das autoridades marítimas ou portuárias, com a largura de 50 m; margem das restantes águas navegáveis ou fluutuáveis com a largura de 30 m; margem das águas não navegáveis nem fluutuáveis, nomeadamente torrentes, barrancos e córregos de caudal descontínuo, com a largura de 10 m; quando tiver a natureza de praia em extensão superior à estabelecida anteriormente, a margem estende-se até onde o terreno apresentar tal natureza; a largura da margem conta-se a partir da linha limite do leito; se, porém, esta linha atingir arribas alcantiladas, a largura da margem é contada a partir da crista do alcantil (Lei n.º 58/2005 de 29 de dezembro)
- › **Leito** – o terreno coberto pelas águas, quando não influenciadas por cheias extraordinárias, inundações ou tempestades, nele se incluindo os mouchões, lodeiros e areais nele formados por deposição aluvial, sendo o leito limitado pela linha da máxima preia-mar das águas vivas equinociais, no caso de águas sujeitas à influência das marés (Lei n.º 54/2005 de 15 de novembro).
- › **Linha de base** – a linha que constitui a delimitação interior das águas costeiras, das águas territoriais e da zona económica exclusiva e a delimitação exterior das águas do mar interior (Lei n.º 58/2005 de 29 de dezembro).
- › **Linhas de base reta** – Nos locais em que a costa apresente recortes profundos e reentrâncias ou em que exista uma franja de ilhas ao longo da costa na sua proximidade imediata, pode ser adotado o método das linhas de base retas que unam os pontos apropriados para traçar a linha de base a partir da qual se mede a largura do mar territorial.
- › **Linha limite do leito** – O leito das águas do mar, bem como das demais águas sujeitas à influência das marés, é limitado pela linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais. O leito das restantes águas é limitado pela linha que corresponder à estrema dos terrenos que as águas cobrem em condições de cheias médias, sem transbordar para o solo natural, habitualmente enxuto. Essa linha é definida, conforme os casos, pela aresta ou crista superior do talude marginal ou pelo alinhamento da aresta ou crista do talude molhado das motas, cômoros, valados, tapadas ou muros marginais (Lei n.º 54/2005 de 15 de novembro).
- › **LMPAVE** – A linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais corresponde à linha que limita o leito das águas do mar, bem como das demais águas sujeitas à influência das marés é definida, para cada local, em função do espraiamento das vagas em condições médias de agitação do mar, no primeiro caso, e em condições de cheias médias, no segundo (Lei n.º 54/2005 de 15 de novembro).

- › **Margem** – faixa de terreno contígua ou sobranceira à linha que limita o leito das Águas com largura legalmente estabelecida (Lei n.º 54/2005 de 15 de novembro)
- › **Plataforma continental** – A plataforma continental de um Estado costeiro compreende o leito e o subsolo das áreas submarinas que se estendem além do seu mar territorial, em toda a extensão do prolongamento natural do seu território terrestre, até ao bordo exterior da margem continental ou até uma distância de 200 milhas marítimas das linhas de base a partir das quais se mede a largura do mar territorial, nos casos em que o bordo exterior da margem continental não atinja essa distância.
- › **Praia** – As praias são formas de acumulações de sedimentos não consolidados, geralmente de areia ou cascalho, compreendendo um domínio emerso, que corresponde à área sujeita à influência das marés e ainda à porção geralmente emersa com indícios do último sintoma de atividade do espraio das ondas ou de galgamento durante episódios de temporal, bem como um domínio submerso, que se estende até à profundidade de fecho e que corresponde à área onde, devido à influência das ondas e das marés, se processa a deriva litoral e o transporte de sedimentos e onde ocorrem alterações morfológicas significativas nos fundos proximais. (Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto)
- › **Profundidade de fecho** – Profundidade a partir da qual o perfil de praia não sofre modificações significativas. Por vezes é também designada por profundidade crítica, limite, do perfil ativo, ou de movimentação sedimentar. Até à profundidade de fecho o perfil da praia sofre modificações sazonais ou devido a temporais, verificando-se grandes transferências sedimentares transversais, isto é, entre a praia emersa e a praia submersa. A profundidades superiores à da profundidade de fecho as transferências sedimentares são inexistentes ou muito pequenas, sendo essa zona sujeita a processos diferentes dos que ocorrem na zona de praia. (Associação Portuguesa de Recursos Hídricos).
- › **Sobreelevação meteorológica (sobreelevação do nível do mar de índole meteorológica)** – Elevação do nível marinho acima do que é imposto pela maré causado por baixas pressões atmosféricas. (Associação Portuguesa de Recursos Hídricos).



# ANEXOS





# Anexo I - Morfodinâmica do Estuário Exterior do Tejo e Intervenção na Região da Caparica – v1

Submetido por Rui Taborda e César Andrade (Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa) em 05/05/2014

## 1. Perspetiva evolutiva 1500-1950

O domínio do estuário exterior do Tejo encontra-se caracterizado em numerosos trabalhos e documentação cartográfica. A consulta destes elementos sugere uma configuração topologicamente estável nos últimos 500 anos, isto é: os elementos morfodinâmicos fundamentais que constituem o estuário exterior são sempre idênticos em número e com posições relativas invariante (Figura 5)

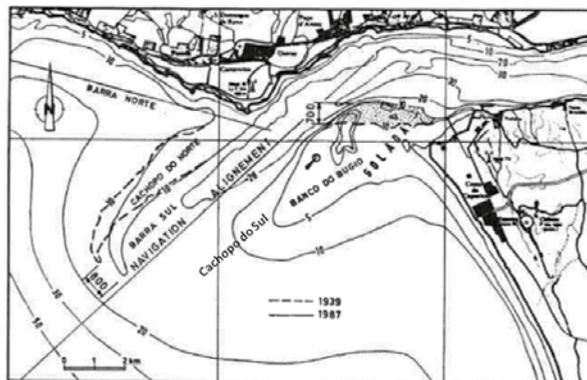


Figura 5 - Geomorfologia do estuário exterior do Tejo [17].

De facto, apesar da geometria dos diversos elementos ter apresentado variações significativas (Figura 6 a Figura 13), todas as representações incluem:

- A. Um canal principal com orientação nordeste-sudoeste (Barra Sul).
- B. Um banco marginal alongado paralelamente ao canal (Cachopo do Norte) separado da praia de Carcavelos/S. Julião da Barra por um canal secundário (Barra Norte). A terminação sul deste banco é por vezes representada encurvada para o espaço do canal (Bico do Pato) e, em algumas representações, estende-se em continuidade por um lobo terminal (Passe da Barra).
- C. Um banco marginal a sueste do canal principal (Cachopo do Sul), geralmente mais largo e extenso que o Cachopo do Norte, incluindo na maior parte das representações domínios supratidais (*Cabeças Secas*) das quais a mais relevante e persistente corresponde ao Banco do Bugio.
- D. Um canal secundário (Golada), que separa este banco da praia que se alonga para noroeste da Costa da Caparica. A Golada é um elemento presente em todas as representações cartográficas, nalgumas indicada como navegável, mas com posição, largura e profundidade do talvegue muito variáveis. De acordo com [22], “as cartas hidrográficas dos séculos XIX e XX referem sempre uma golada aberta com uma pequena barra (em nada comparável às hoje designadas de Barra Norte e Barra Sul), que embora chegando a ter designação própria, nunca foi muito estável, variando ao longo do tempo, quer em localização, quer em profundidades, e que era apenas praticada por embarcações de pequeno calado”. Assim a configuração geomorfológica que tem sido associada à inexistência da Golada e à presença de uma restinga contínua entre a Trafaria e o Bugio não corresponde exatamente à realidade.
- E. A praia que hoje se estende para norte da Costa da Caparica até à Cova do Vapor. Em representações dos anos oitocentos e primeira metade do século XX esta praia desenvolvia-se mais para oeste, configurando uma restinga, cuja terminação condicionava a localização da Golada. Em representações anteriores, a presença dessa restinga não é clara e a extensão e posição ocupada pela Golada sugere uma configuração mais parecida com a atual.



*Figura 6 - Planta hidrográfica da barra de Lisboa topografada em 1589 com indicação das trincheiras feitas pelos defensores espanhóis quando da "vinda dos ingleses". Alexandre Massai, "Discripção Relação do Reino de Portvgal Segvndo Tratado", 1621 (Museu da Cidade, Lisboa).*



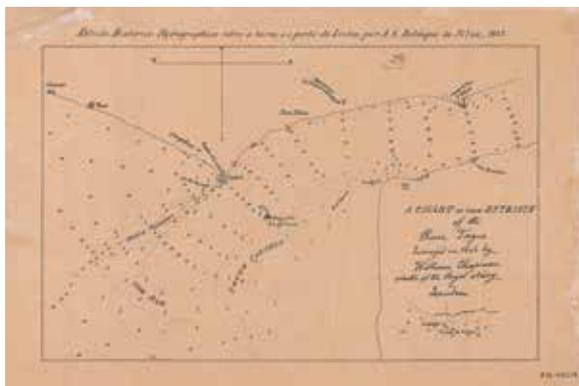
*Figura 33 - Barra e o porto de Lisboa levantado em 1642 por Antonio de Mariz Carneiro. In: Silva, A. A. Baldaque. Estudo Historico Hydrographico sobre a barra e o porto de Lisboa. 1863. A16-21 CIH. Instituto Hidrográfico.*



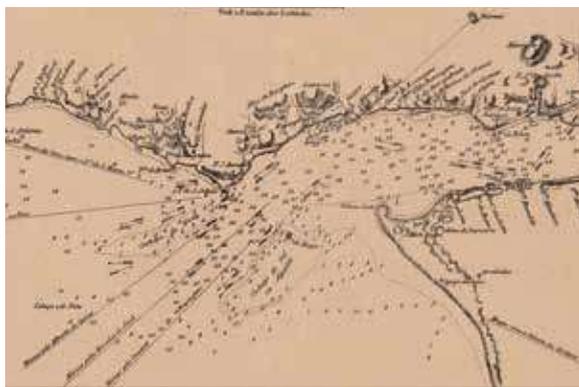
*Figura 34 - LISBOA (barra). Carta náutica. 1673. O essencial da informação cartográfica não é original, encontrando-se a mesma configuração do litoral nas gravuras muito grosseiras do Regimento de Pilotos de António de Mariz Carneiro, de 1642.*



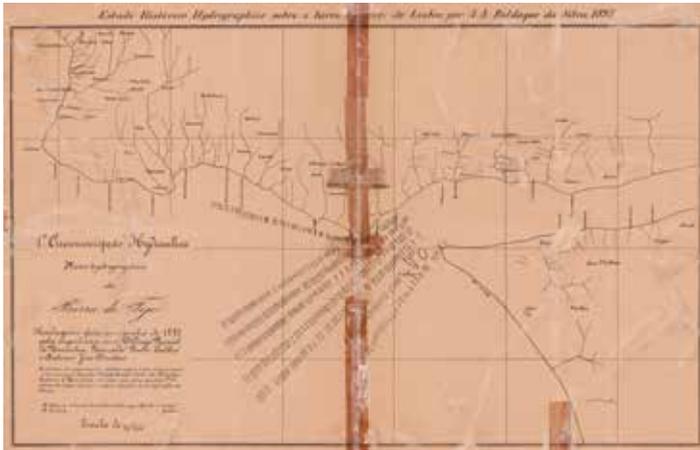
**Figura 35** - Atlas Universal por M. Robert, 1751.  
In: Silva, A. A. Baldaque. Estudo Historico Hydrographico sobre a barra e o porto de Lisboa. 1893. A16-33 CIH. Instituto Hidrográfico



**Figura 36** - A Chart of the Entrance of the River Tagus Surveyed in 1806, by William Chapman Master of the Royal Navy London. In: Silva, A. A. Baldaque. Estudo Historico Hydrographico sobre a barra e o porto de Lisboa. 1893. A16-40 CIH. Instituto Hidrográfico.



**Figura 37** - Plano que compreende huma parte do Rio Tejo e a Barra de Lisboa com as suas Costas adjacentes, desde C. bo da Roca athé á extremidade Oriental da mesma cidade. Roteiro das Costas de Portugal por Marino Miguel Franzini, 1811. In: Silva, A. A. Baldaque. Estudo Historico Hydrographico sobre a barra e o porto de Lisboa. 1893. A16-43 CIH. Instituto Hidrográfico.



**Figura 38 -**  
1ª Circumscrição  
Hydraulica, Plano  
hidrográfico da Barra  
do Tejo, 1:50 000, 1893.  
In: Silva, A. A. Baldaque.  
Estudo Historico  
Hydrographico sobre  
a barra e o porto  
de Lisboa. 1893.  
A16-48 CIH. Instituto  
Hidrográfico.



**Figura 13a - Plano**  
Hidrográfico da Barra  
do Porto de Lisboa,  
levantado pelos Oficiais  
em serviço na Missão  
Hidrográfica da Costa  
de Portugal, 1:25 000,  
1929. A15-3 CIH. Instituto  
Hidrográfico.



**Figura 13b - Plano**  
Hidrográfico da Barra  
do Pôrto de Lisboa,  
levantado pela Missão  
Hidrográfica da Costa  
de Portugal, 1:25 000,  
1939. A15-4 CIH.  
Instituto Hidrográfico.

## 2. Evolução 1950 – atualidade

Os resultados de numerosos estudos sobre a célula sedimentar em apreço (estuário exterior do Tejo, Figura 11) mostram claramente que a partir de meados do século XX se estabelece uma tendência erosiva no troço de praia a norte da praia da Saúde, acompanhada de redução da envergadura dos bancos adjacentes ao Bugio e ao Cachopo do Norte, como detalhadamente caracterizado em [10], [12], [15], [16], [17], [18] e [19].

Apesar desta evolução, o dispositivo morfo-sedimentar desta célula sedimentar continua a reproduzir (como antes) os traços essenciais da organização de um delta de vazante mesotidal (Figura 10), com energia mista: a acumulação sedimentar do delta é cortada por um canal de vazante principal (dominado pela vazante – *ebb channel*), ladeado por barra lineares marginais (*channel margin linear bars*) cuja ligação a terra é interrompida por canais periféricos dominados pela enchente (*marginal flood channels*); o perímetro externo do delta, na sua região distal contém um banco terminal (*terminal lobe*, que corresponde ao passe da barra). Tal como noutros sistemas descritos na literatura, a assimetria em torno do canal de vazante resulta da obliquidade da agitação incidente relativamente ao eixo do canal.

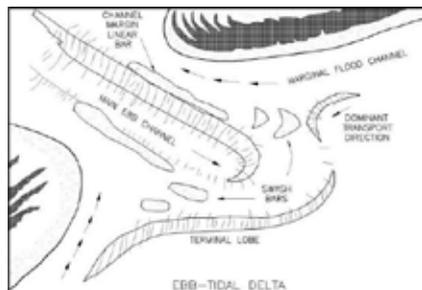
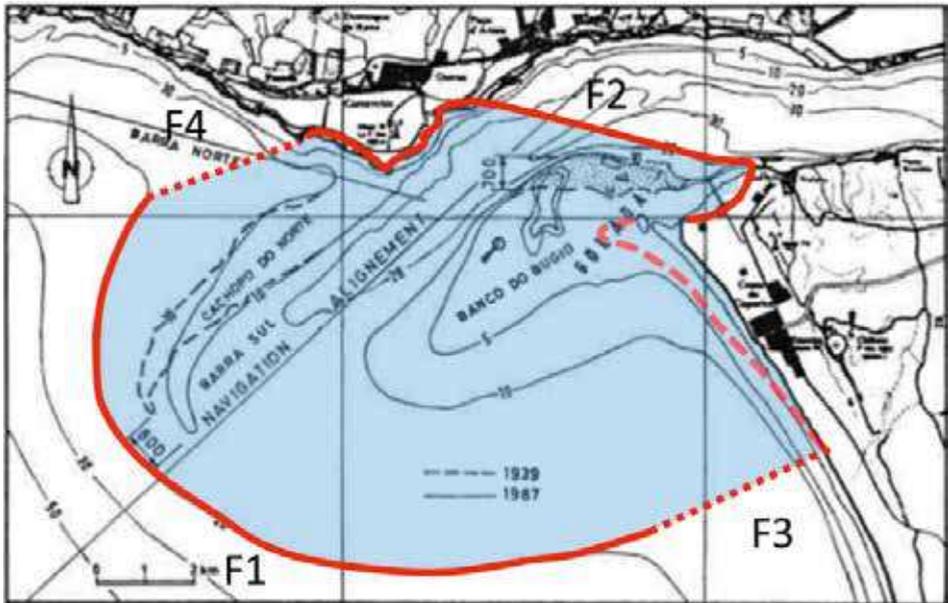


Figura 40 - Elementos morfológicos característicos de um delta de vazante mesotidal, (cima: EM 1110-2-1100 (Part II), Hayes 1980) baixo: [http://w3.salemstate.edu/~lhanson/gls210/GLS210\\_coasts/inlets.htm](http://w3.salemstate.edu/~lhanson/gls210/GLS210_coasts/inlets.htm).



■ Célula sedimentar do estuário exterior do Tejo

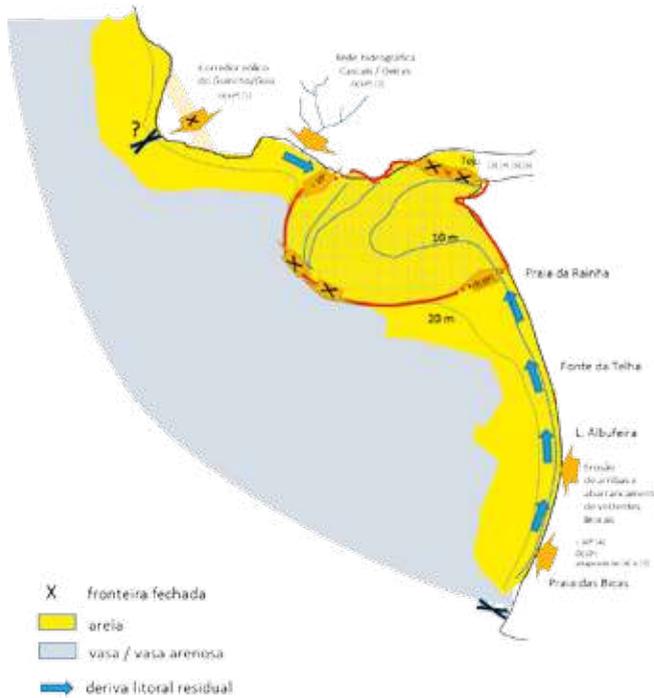
*Figura 41 - Representação da célula sedimentar correspondente ao estuário exterior do Tejo. O limite encarnado corresponde às fronteiras: contínua (F1 e F2) – fechada; tracejada (F3 e F4) - aberta.*

### 3. Balanço sedimentar

Como explicar que este sistema, que apresenta uma organização morfodinâmica global razoavelmente invariante à escala plurissecular, tenha a partir de meados do século XX passado a apresentar uma tendência transgressiva (recoo da linha de costa)?

Para se poder compreender esta alteração é necessário esquematizar o balanço sedimentar na célula sedimentar correspondente ao estuário exterior do Tejo; este compreende os bancos do Cachopo do Norte e Cachopo do Sul (que inclui, acima da profundidade dos 5 m o banco do Bugio), os canais da barra Sul e Norte e ainda o litoral adjacente à Costa da Caparica (Figura 11).

Esta célula, essencialmente de natureza arenosa, confina através da fronteira F1 a sul, sudoeste e a oeste com um corpo sedimentar essencialmente vasoso da plataforma interna, que corresponde ao domínio mais distal do estuário exterior. O contraste textural entre estes dois depósitos (Figura 12) aponta para que esta fronteira, estável no tempo, seja fechada no que diz respeito às trocas sedimentares de material arenoso.



*Figura 42 - Balanço sedimentar esquemático do estuário exterior do Tejo e regiões adjacentes (cobertura sedimentar da plataforma adaptada de Balsinha, 2012).*

Os estudos que abordaram a relações sedimentares entre os diferentes domínios do estuário do Tejo ([3], [4], [5] e [6]) são convergentes em concluir que as trocas de areia através do corredor do estuário Tejo são de muito pequena magnitude. Neste sentido, a contribuição arenosa associada ao caudal sólido do Tejo como fonte sedimentar do domínio exterior do estuário é negligenciável; por outro lado, o sinal mineralógico e textural das areias marinhas restringe-se às praias do Gargalo do Tejo, perdendo expressão para montante, e anulando-se para leste do meridiano da praia do Olho de Boi. Assim, e embora a fronteira montante desta célula sedimentar seja difusa, para os efeitos do presente trabalho pode representar-se como fechada e arbitrariamente localizada em F2.

O estuário exterior do Tejo situa-se na extremidade sotamar (norte) do arco litoral “praia das Bicas – Cova do Vapor” que corresponde a uma praia contínua, arqueada, sugerindo uma configuração de equilíbrio dinâmico: A) os trabalhos sobre evolução da linha de costa atestam a estabilidade de todo o arco compreendido entre a Fonte da Telha e a praia da Rainha pelo menos desde meados do sec. XX ([8] e [9]); B) existem fontes sedimentares ativas materializadas pelo recuo e abarrancamento das arribas no trecho meridional [25] (nomeadamente, entre a Lagoa de Albufeira e a praia das Bicas) cuja magnitude foi estimada entre  $10^5$  e  $10^6$  m<sup>3</sup>/ano [4] e [7];

C) a deriva residual ao longo de todo o arco tem resultante de sul para norte [8]; D) porém, a magnitude é incerta e foi objeto de estimativas muito díspares: reduzida a nula [12],  $2 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{ano}$  na zona adjacente ao esporão da Cova do Vapor [10],  $4 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{ano}$  entre a Lagoa de Albufeira e a praia da Rainha [8] e em  $1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$  na região da Caparica [11]. No estado atual dos conhecimentos, admite-se que a fronteira F3 é aberta e seja atravessada por um volume sedimentar associadas às correntes de deriva litoral que se estima da ordem de  $10^5 \text{ m}^3/\text{ano}$ .

A fronteira noroeste desta célula (F4) encontra-se potencialmente aberta, e é permeável a transporte sólido potencial residual dirigido para nascente [13] e [14]. As fontes sedimentares do sector costeiro a barlamar de F4 incluem essencialmente o corredor eólico do Guincho/Guia e a rede hidrográfica que drena para o troço costeiro da Costa do Sol (Cascais/Oeiras), considerando-se que não existe transposição sedimentar no cabo Raso. A magnitude destas fontes é mal conhecida e tem variado no tempo. O transporte sólido eólico no corredor Guincho/Guia terá um potencial de  $10^4 \text{ m}^3/\text{ano}$  [1]. A contribuição do sistema fluvial, em regime natural, foi estimada em  $10^4 \text{ m}^3/\text{ano}$  [2]. Assim, estima-se que a fronteira F4 seria, em regime natural, atravessada por caudal sólido com uma magnitude da ordem de  $10^4 \text{ m}^3/\text{ano}$ .

Do exposto acima, conclui-se que, em regime natural, a célula em análise não apresentava perdas sedimentares significativas através das fronteiras consideradas e que existiam fontes exteriores ao sistema capazes de sustentar um *superavit* sedimentar que é razoável estimar em  $10^5 \text{ m}^3/\text{ano}$ . Este resultado é congruente com uma tendência de agradação do delta de vazante do Tejo e de progradação para o mar da planície costeira da Caparica.

A inversão desta tendência, que parece iniciar-se no segundo quartel do século XX e se prolonga até ao presente não se pode justificar pela redução das fontes externas associadas às fronteiras F3 e F4. No primeiro caso, admite-se que o regime de agitação e a deriva litoral associada não experimentaram alterações significativas. Já a intensidade da alimentação sedimentar do corredor eólico do Guincho e da descarga sólida fluvial deverão, por razões de uso de solo, ter diminuído, mas a magnitude desta redução tem expressão negligenciável.

Assim, a causa terá de ser encontrada no interior da célula, em processos de redistribuição sedimentar e na consideração de sumidouro(s) sedimentares adicionais; uns e outros relacionam-se com a subida do nível do mar, a extração de areias e a regularização dos caudais do Tejo.

### Redistribuição sedimentar

O estuário interior do Tejo (a montante do “corredor”) é sede de um processo de assoreamento persistente que excede em magnitude a elevação do nível médio do mar; por outro lado as margens têm sido sistematicamente aterradas pelo que, em termos gerais, o prisma de maré se tem vindo a reduzir, com impactos nos campos de correntes do estuário exterior. A isto acresce o esforço de regularização de caudais na bacia hidrográfica do Tejo que, diminuindo a frequência de cheias [20], reduziu a capacidade de autolimpeza sedimentar (*self-flushing ability*), com efeitos no controle da progradação do talude norte do Cachopo do sul sobre o Canal da Barra. Esta progradação é promovida pela deposição dos sedimentos que, transportados para norte pela



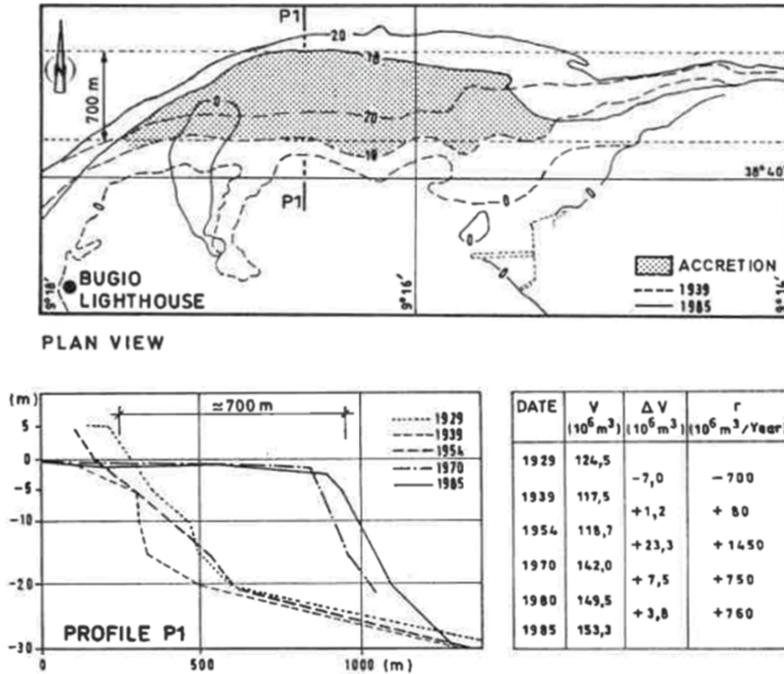


Figura 44 - Variação morfológica e volumétrica do talude norte do banco do Bugio [17].

## Dragagens

As dragagens representam um sumidouro cuja intensidade é mal conhecida em termos de magnitude e localização no espaço e no tempo.

De acordo com [22] "... É ponto assente entre os técnicos que tal [abertura da Golada] se deveu à retirada dessa zona [banco do Bugio] de enormes quantidades de areia para a realização de aterros na margem direita do Tejo, entre Belém e Algés, no início dos anos quarenta e, eventualmente mais tarde, para outras situações, desfazendo assim um equilíbrio dinâmico que tinha levado séculos a construir". A clareza e assertividade desta afirmação são confirmadas pela informação contida em [23] que relaciona o início do comportamento erosivo com intervenções "... a partir de 1945, [quando] a empresa concessionária das obras no porto de Lisboa levou a cabo uma grande extração de areias que ali provocou grandes transformações". Apesar dos elementos indicarem extração de uma volumetria muito significativa de areias "... só para a construção da Doca de Pedrouços foram extraídos dois milhões de metros cúbicos..." [23], não é ainda possível quantificar objetivamente a magnitude deste sumidouro.

A este poço sedimentar acresce toda a areia dragada do Passe da Barra e que não foi reposta no sistema, cuja magnitude é, também, desconhecida.

A partir do início do século XXI, os dragados extraídos no Canal da Barra e vertente exterior do Cachopo do Sul têm sido depositados (na sua totalidade?) no interior do sistema (talude norte do Cachopo do Norte [12] e praias da Caparica) (Figura 45) reduzindo ou anulando a intensidade deste último sumidouro.

Fica assim por avaliar o défice acumulado pela remoção de areias deste sistema desde 1945 até ao final do século XX.



Figura 45 - Locais de dragagem e imersão no estuário do Tejo [21].

### Subida do nível médio do mar

O desequilíbrio sedimentar provocado pela subida do nível médio do mar (NMM) pode induzir retenção sedimentar nos fundo submarinos até à profundidade de fecho. Em primeira análise, pode assumir-se que os fundos submarinos se elevarão de uma quantidade igual à da subida do NMM. Este princípio, equivalente à regra de *Bruun* para os sistemas de praia, quando aplicado à célula em estudo, considerando uma profundidade de fecho de 20 m e uma taxa elevação média do NMM equivalente à observada no marégrafo de Cascais entre 1920 e a atualidade (1.9 mm/ano [24] - Figura 46) corresponde a um sumidouro com magnitude máxima  $2 \times 10^5 \text{ m}^3$  /ano. Este sumidouro tem intensidade similar à estimada para a deriva litoral mas é cerca de uma ordem de grandeza inferior à do sumidouro materializado pela redistribuição sedimentar no talude norte do Cachopo Sul.

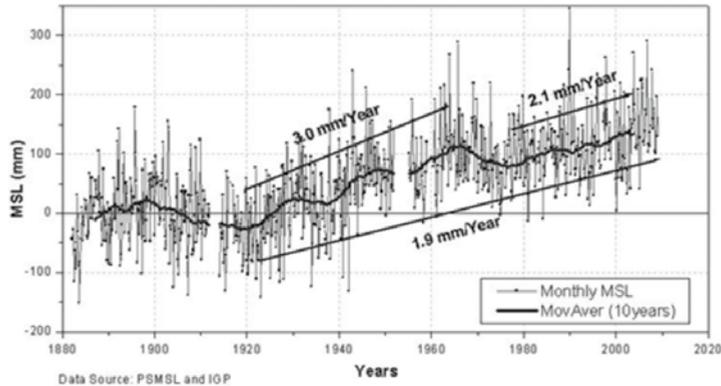


Figura 46 - Evolução recente do NMM em Cascais [24].

## 4. Síntese

A célula sedimentar do estuário exterior do Tejo apresenta comportamentos distintos, antes e depois de uma janela temporal localizada em meados do século XX. O modelo de balanço sedimentar aqui proposto admite que o sistema era excedentário em sedimento nos últimos quatro a cinco séculos, o que justifica a progradação da linha de costa e robustecimento dos bancos intertidais do estuário exterior. Não apresentava sumidouros significativos e as fontes sedimentares totalizariam um valor da ordem de  $10^5 \text{ m}^3/\text{ano}$  provenientes essencialmente do arco litoral Caparica – Espichel e, secundariamente, do trecho litoral a oeste.

A partir de 1920, a elevação do NMM ganha importância como sumidouro sedimentar mas a respetiva magnitude não excederá a das fontes sedimentares pelo que até aos anos 1940 o sistema mantém a tendência anterior.

A ação humana, através da atividade de dragagem, passa a ter impacto considerável neste sistema a partir de meados do século XX. As operações de dragagem incidiram sobre o Passe da Barra e, principalmente, sobre o Cachopo do Sul criando, num curto intervalo de tempo, um sumidouro de grande magnitude (ainda que desconhecida). Tal parece ter desequilibrado o sistema morfossedimentar, originando um processo de redistribuição interna das areias, materializado pelo crescimento do talude norte do Cachopo do Sul o que, por sua vez, criou um sumidouro sedimentar adicional (da ordem  $10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ ), aparentemente ativo ainda hoje. Este processo de retroação positiva parece ter contribuído para a evolução extraordinariamente rápida que o troço costeiro da Cova do Vapor experimentou na segunda metade do século XX.

O modelo acima proposto propõe como causa fundamental das perturbações do sistema costeiro da Caparica a introdução de um défice sedimentar de origem antrópica no balanço do estuário exterior do Tejo. A adoção de uma gestão dos sedimentos dragados no interior da

célula para efeitos da alimentação do Cachopo do Norte e praias da Caparica reduz ou elimina um sumidouro e respeita a dinâmica natural do sistema. No entanto, a sua eficácia é, necessariamente, de natureza local e efémera, não remediando a causa primária do problema.

### Intervenção

O restabelecimento de uma situação de equilíbrio duradora deverá considerar explicitamente as causas que estiveram na origem do processo erosivo que afeta a região da Caparica e respeitar a dinâmica natural do sistema costeiro. Neste contexto, tendo o problema sido criado pela introdução de défice sedimentar é razoável que a solução passe, no futuro imediato, pela injeção de areias, obtidas de fonte externa ao sistema, e em volume suficiente para o compensar. Para a concretização deste objetivo é necessário:

- A. Avaliar a magnitude daquele défice, principalmente no que diz respeito à extração de areias que ocorreu neste sistema desde meados do século passado.
- B. Localizar uma mancha de empréstimo na plataforma interna adjacente, compatível do ponto de vista sedimentar.
- C. Avaliar os locais de imersão (alimentação) da areia e definir a frequência e magnitude das operações de alimentação.
- D. Desenhar e garantir um programa de monitorização que permita acompanhar e adaptar as operações de alimentação à redistribuição observada.

A experiência obtida em operações de alimentação anteriores sugere que uma alimentação anual de  $1 \times 10^6 \text{ m}^3$  seria suficiente para alcançar os objetivos de estabilização do sistema costeiro. O custo estimado será de 3 a 5 M€ / ano consoante se opte por imersão na plataforma interna ou repulsão na praia. A extensão temporal desta operação dependerá da magnitude do défice que se pretende compensar, pelo que a primeira tarefa elencada acima se reveste de importância primordial.

Em paralelo, urge avaliar melhor a evolução recente da Golada, um elemento com funções morfossedimentares fundamentais ao equilíbrio do estuário do Tejo. Diversos autores têm discutido o fecho da Golada como uma opção de remediação mas, de acordo com o exposto acima, o fecho da Golada contraria a organização morfodinâmica destes sistemas quando em situação de equilíbrio, necessariamente dinâmico. Esta afirmação não excluiu, porém, soluções de intervenção que estudem e utilizem o redimensionamento/relocalização deste canal para condicionar as taxas de evolução do sistema e eventualmente minimizar a magnitude do sumidouro associado à deposição de sedimentos no talude norte do Cachopo do Sul.

## 5. Bibliografia

- [1] **Santos, M. S.E.** (2006b). Caracterização e quantificação do transporte eólico na duna da Crismina. Relatório de Estágio, Curso de Especialização Pós-Graduada em Geologia Aplicada, Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 55 pp. (não publicado).
- [2] **Taborda, R., Andrade, C., Marques, F., Freitas, C., Filipa, R., Antunes, C.** (2010). Zonas Costeiras. In: PECAC (2010). Alterações Climáticas - Cascais. Plano Estratégico de Cascais face às Alterações Climáticas. Relatório Executivo e Integrador. F.D. Santos e R. Aguiar (Eds). Câmara Municipal de Cascais, Cascais. 59 pp..
- [3] **Oliveira, R.** (1967). Contribuição para o Estudo do Estuário do Tejo. Sedimentologia. Memória 296, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- [4] **Teixeira, S.** (1990). Dinâmica das praias da península de Setúbal (Portugal). Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 189 pp. (não publicado).
- [5] **Freire, P., Taborda, R., Andrade, C.** (2006). Caracterização das Praias Estuarinas do Tejo. /8º Congresso da Água, Figueira da Foz/, 13 a 17 de março de 2006, APRH (em CD-ROM), (Resumo).
- [6] **Freire, P., Taborda, R. Silva, A.N.** (2007). Sediment Linkages Between the River Catchment and the Sea Sedimentary Characterization of Tagus Estuarine Beaches (Portugal ) A contribution to the sediment budget assessment, *Journal of Soils and Sediments*, 296 - 302.
- [7] **Marques, F.** (1997). Evolução de arribas litorais: importância de estudos quantitativos na previsão de riscos e ordenamento da faixa costeira. In: Coletânea de Ideias Sobre a Zona Costeira de Portugal, Associação EUROCOAST-Portugal, Porto, Portugal. 67-86.
- [8] **Taborda, R., Andrade, C., Silva, A.N., Silveira, T., Lira, C., Freitas, C., Pinto, C.** (2014). Modelo de circulação sedimentar no arco litoral Caparica-Espichel (2014). Submetido ao IX Congresso Nacional de Geologia, Porto.
- [9] **Freitas, M.C.** (coord), Andrade, C., Marques, F., Silva, M.C., Carvalho, M.R., Taborda, R., Antunes, C., Alves, M., Carapuço, M., Matildes, R., Silveira, T. (2012). Impacte das alterações climáticas na faixa costeira estuarina e atlântica do concelho de Almada. Relatório final. Relatório técnico não publicado para Câmara Municipal de Almada, Julho 2012, 172 pp. + anexos.
- [10] **Barcelo, J.P.** (1968). Experimental study of the hydraulic behaviour of groyne systems. 11<sup>th</sup> Conf. on Coastal Engineering, Ch. 13, London.
- [11] **Veloso-Gomes, F., Taveira-Pinto, F.** (2002). Euroasion Case Study: Cova do Vapor, Costa da Caparica (Portugal). Instituto de Hidráulica e Recursos Hídricos – IHRH. Universidade do Porto.

- [12] **Hidroprojecto** (2009). Estudo de Impacte Ambiental e Assessoria ao Processo de Avaliação de Impacte Ambiental do Aprofundamento do Canal da Barra do Porto de Lisboa, estudo elaborado para APL - Administração do Porto de Lisboa, S.A., novembro de 2009, 37 pp.
- [13] **Hidrotécnica Portuguesa** (1988) - Problemas Litorais. Troço Cascais - S. Julião da Barra. Direcção-Geral de Portos. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Lisboa. Volume 1, 105 pp..
- [14] **Hidroprojecto** (2004) - Projecto de Alimentação Artificial das Praias da Costa do Estoril. Projecto de Execução. Volume 1 (Memória Descritiva e Justificativa). Desenvolvimento turístico da Costa do Estoril, E.M, Lisboa, 53 pp..
- [15] **Veloso-Gomes, F.** (2009). A Situação na Costa da Caparica e o Estuário do Tejo. *Tágides*, 57-60.
- [16] **Freire, M.E.F.** (1986). A Planície litoral entre a Trafaria e a Lagoa de Albufeira- estudo de geomorfologia litoral. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, 204 pp.
- [17] **Mota-Oliveira I. B.** (1992) Port of Lisbon – Improvement of the Access Conditions through the Tagus Estuary Entrance. 23ª ICCE, Veneza.
- [18] **Castanho, J., Gomes, N., Carvalho, J., Vera-Cruz, D., Araújo, O., Teixeira, A., Weinholtz, M.** (1974). Means controlling littoral drift to protect beaches, dunes, estuaries and harbour entrances. Establishment of artificial beaches. Memória n. 448, LNEC, 1974, 26 pp.
- [19] **Pinto, C., Taborda, R., Andrade, C.** (2007). Evolução recente da linha de costa no troço Cova do Vapor – S. João da Caparica. 5ªs Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária, Lisboa. PIANC. AIPCN. Lisboa, 13 pp.
- [20] **Rodrigues, R., Brandão, C., Costa, J.P.** (2003). A Regularização Promovida pelos Aproveitamentos Hidroeléctricos Erradamente Apreendida como Estímulo Adicional na Progressiva Ocupação dos Leitões de Cheia, 7. In II Simpósio sobre Aproveitamentos Hidroeléctricos.
- [21] **Cabral, N.** (2010). Navegabilidade do Estuário do Tejo. Comunicações, Sessão de Debate sobre a Navegabilidade do Rio Tejo, ARH-TEJO / APRH, 25 de novembro, LNEC, Lisboa. ([http://www.portodelisboa.pt/portal/pls/portal/!PORTAL.wwwpob\\_page.show?\\_docname=5682055.PDF](http://www.portodelisboa.pt/portal/pls/portal/!PORTAL.wwwpob_page.show?_docname=5682055.PDF) e apresentação disponível em [http://www.apambiente.pt/\\_zdata/Divulgacao/Projectos/exARH\\_Tejo/Sessoes\\_Debate/Navegabilidade\\_do\\_Tejo/8\\_Natercia\\_Cabral.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/Divulgacao/Projectos/exARH_Tejo/Sessoes_Debate/Navegabilidade_do_Tejo/8_Natercia_Cabral.pdf))
- [22] **Vidal-Abreu, F.** (2010). O Porto de Lisboa e a Golada do Tejo. Revista da Marinha. ([http://www.revistadamarinha.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1434%3Agolada-do-tejo&catid=102%3Aportos-e-canalais&Itemid=291](http://www.revistadamarinha.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1434%3Agolada-do-tejo&catid=102%3Aportos-e-canalais&Itemid=291))

[23] **Martins, J.A.** (1995). Roteiro das Barras de Lisboa e do rio Tejo até Valada. Edição de autor, 379 pp.

[24] **Antunes, C., Taborda, R.** (2009). Sea level a Cascais Tide Gauge: Data, Analysis and Results. *Journal of Coastal Research*, SI 56, Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Coastal Symposium (Lisbon, Portugal), pp. 218-222.

[25] **Abecasis, F.** (1997). Caracterização geral geomorfológica e aluvionar da costa continental portuguesa. In: Coletânea de Ideias Sobre a Zona Costeira de Portugal, Associação EUROCOAST-Portugal, Porto, Portugal. 9 -24.

[26] **Balsinha** (2012). Sediment trend analysis: a tool for understanding sediment pathways in marine environments (case study: the continental shelf off Tagus estuary, Portugal). Proceedings 29<sup>th</sup> IAS Meeting of Sedimentology.

*Figuras, 33, 35, 36, 37, 38, 13a e 13b cedidas pelo Instituto Hidrográfico.*





## Anexo II - Gestão da Erosão Costeira no Troço Quarteira-Garrão (Algarve-Portugal)

Sebastião Braz Teixeira\*

\* Geólogo (Doutor em Geologia Económica e do Ambiente). Agência Portuguesa do Ambiente I.P./ARH do Algarve

O litoral de Quarteira faz parte de célula de circulação sedimentar, que se estende desde Olhos de Água (Albufeira) até ao Cabo de Santa Maria (Faro), em que o sentido do transporte se processa de oeste para leste. Essa célula é alimentada pela areia produzida pela erosão das arribas arenosas que recuavam a um ritmo de cerca de 0.5m/ano e, secundariamente, pelos sedimentos transportados pelas linhas de água que drenam para o litoral, que conjuntamente fornecem a areia necessária para a saturação da deriva litoral num volume médio de 110 000 m<sup>3</sup>/ano.

Na década de 1970 a construção dos molhes de acesso à marina de Vilamoura desencadeou processo de alteração da dinâmica sedimentar, induzindo incremento da erosão a sotamar das obras e gerando uma onda de erosão, que se propagou no sentido do transporte longilitoral (de oeste para leste). De acordo com os resultados publicados, o pico de erosão (a crista da onda de erosão) foi sentido nas arribas do Forte Novo a partir de 1974, imediatamente após a construção das estruturas, passou na zona do Trafal durante a década de 1980, varreu o litoral de Vale de Lobo entre 1983 e 1990 e atingiu o Garrão entre 1990 e 1993, reduzindo progressivamente a sua intensidade de poente para nascente. A reação à aceleração do processo erosivo na vila de Quarteira traduziu-se na construção de um campo de esporões contígua à vila no final da década de 1970, reduzindo muito significativamente o processo erosivo. No entanto, em Vale do Lobo, no início da década de 1980 foi construído enrocamento na base da arriba na tentativa de mitigar a erosão que ameaçava a piscina, a construção mais próxima do mar do empreendimento.

Mantendo-se o recuo generalizado das arribas a nascente de Quarteira e na sequência dos invernos rigorosos de 1996 e 1997, os proprietários das habitações já muito próximas da crista

da arriba foram alertados para o risco de colapso, recomendando-se a suspensão da sua utilização. As duas moradias em risco viriam a ser demolidas em 2004 pelo Ministério do Ambiente.

Tomando consciência que a continuação da proliferação da construção de estruturas de engenharia pesada para resolver problemas locais de erosão costeira não é aquedada a este troço costeiro, em 1998 foi executada a primeira alimentação artificial da praia de Vale de Lobo. A intervenção foi realizada utilizando mancha de empréstimo ao largo, envolvendo volume de  $0.70\text{Mm}^3$ , com custo equitativamente repartidos entre o Estado e o empreendimento. Esta intervenção teve longevidade limitada (6 anos) repetindo-se nova intervenção em 2006, totalmente suportada pelo empreendimento, com volume de  $0.37\text{Mm}^3$ , esgotada em 2010. Na sequência da publicação da POOC (Vilamoura – Vila Real de Santo António), em 2005, que prevê a recarga artificial da praia do Forte Novo com uma periodicidade de  $200\ 000\ \text{m}^3/\text{biénio}$ , foi entretanto estudada uma solução de intervenção global que contemplasse a alimentação artificial em todo o troço suportado por arribas brandas, entre o Forte Novo e o Garrão, por forma a permitir a estabilidade de todo o troço e a assegurar a ausência de efeitos negativos no sistema de ilhas barreira da Ria Formosa. Dessa análise resultou solução de intervenção de alimentação artificial de um troço de 5km, envolvendo deposição de  $1.25\text{Mm}^3$ , volume tido como suficiente para assegurar a saturação da deriva litoral do troço entre o Forte Novo e o Garrão por um período de uma década. A intervenção foi executada no verão de 2010, recorrendo a fundos comunitários, parcialmente suportada (30%) pelo empreendimento, através da exploração de mancha de empréstimo ao largo. Atualmente, em Julho de 2014, quatro anos após a última intervenção, a largura da praia permanece a 55% da largura pós-recarga (Figura 1), o que permite estimar uma longevidade de 9 anos para a intervenção, muito próxima da inicialmente prevista.

Os resultados da solução de intervenção integrada de mitigação da erosão costeira no troço Quarteira–Garrão são muito satisfatórios atestando a bondade da opção, que implica, no entanto, a manutenção de recargas periódicas, com investimento de  $0.6\text{M€}/\text{ano}$ . As reservas de areia disponíveis na mancha de empréstimo identificada são limitadas e só permitem a sua exploração, nos mesmos termos em que foi utilizada, até 2060, ano em que serão esgotadas.



Figura 1 - Evolução da largura da praia em Vale do Lobo no período 1997-2014.



# Anexo III - Gestão do Litoral de Arriba em Portugal Continental

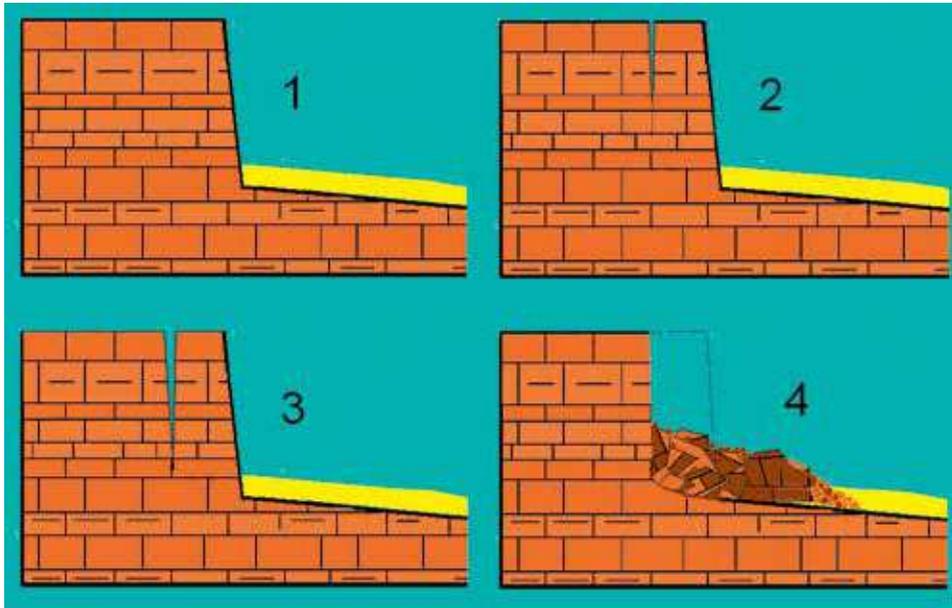
Celso Aleixo Pinto\* & Sebastião Braz Teixeira\*\*

\*Geólogo (Mestre em Geologia Económica e Aplicada). Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.

\*\* Geólogo (Doutor em Geologia Económica e do Ambiente). Agência Portuguesa do Ambiente I.P./ARH do Algarve

## 1. Introdução

Nos litorais de arriba, que ocupam cerca de 80% das costas do globo (Emery & Kuhn, 1982), o processo erosivo traduz-se fundamentalmente numa sequência descontínua de movimentos de massa de vertente (Figura 1), tendencialmente concentrada durante os períodos de pico da atividade dos agentes mesológicos, nomeadamente tempestades de mar e precipitação intensa concentrada (Sunamura, 1992; Bird, 2000). Os movimentos de massa em arribas são fenómenos geralmente instantâneos e fulminantes, com duração da ordem de  $10^0$  s, sendo virtualmente impossível após o seu desencadeamento evitar a sua ocorrência e minimizar possíveis danos (Teixeira, 2006). A ocorrência de movimentos de massa de diferentes tipologias e dimensões constitui assim fonte geradora de risco muito considerável para a ocupação existente na base (utentes das praias/uso balnear e infraestruturas de apoio à praia) e no topo das arribas (edificações), bem como para embarcações que naveguem junto à costa, resultando por vezes em acidentes com consequências mortais.



*Figura 1 - Exemplo de sequência de um movimento de massa em arribas rochosas.*

Nas últimas duas décadas ocorreram diversos acidentes com vítimas e prejuízos associados a movimentos de massa. No Algarve, em 22 de março de 1998 um pescador nacional morreu arrastado por desmoronamento (volume  $2 \times 10^4 \text{ m}^3$ ) nas arribas da Maré das Porcas (Albufeira); em 7 de outubro de 2000, foram feridos três turistas Suíços na praia do Inatel (Albufeira) na sequência de pequeno tombamento (volume  $2 \text{ m}^3$ ); em 21 de agosto de 2009, um tombamento de um leixão (volume  $1 \times 10^3 \text{ m}^3$ ) na praia Maria Luísa (Albufeira) provocou cinco vítimas mortais e dois feridos; em 26 de maio de 2010, uma criança irlandesa ficou ligeiramente ferida com o impacto dos detritos de um desmoronamento (volume  $2 \times 10^2 \text{ m}^3$ ) registado na praia do Vau (Portimão); em 11 de outubro de 2010 um turista alemão foi atingido pelos detritos de um escorregamento (volume  $1 \text{ m}^3$ ) na praia dos Beijinhos (Lagoa). No litoral Oeste, na Praia da Almagreira (Peniche), em 2003 um desmoronamento provocou a morte de um turista alemão, tendo no mesmo local em 4 de agosto de 2005 morrido dois turistas espanhóis; em 15 de agosto de 2011, na Praia de São Bernardino (Peniche), a queda de um bloco (volume  $20 \text{ m}^3$ ) provocou ferimentos graves em três pessoas e ligeiros em outras três.

A evolução das arribas tem provocado igualmente danos nas edificações localizadas no topo e na base das arribas: na praia do Canavial (Lagos), em Junho de 1997, um apoio de praia foi parcialmente coberto pelos detritos de um desmoronamento (volume  $3 \times 10^4 \text{ m}^3$ ); em Vale de Lobo (Loulé), o recuo contínuo da arriba colocou em risco duas moradias, obrigando à notificação dos seus proprietários para a sua desocupação em 1998 e subsequente demolição em 2004.

Dada a elevada velocidade dos movimentos, tipicamente superior a 5m/s, a possibilidade de atuação durante os breves instantes do evento é virtualmente nula, pelo que a estratégia visando a mitigação do risco deve centrar-se predominantemente na prevenção.

Com a crescente procura do litoral para fins turísticos, fixação de residência e atividades de recreio e lazer, os problemas associados à ocupação e utilização da faixa costeira com arribas têm vindo a aumentar de relevância e notoriedade, tendo para tal contribuído de forma decisiva o trágico acidente verificado na praia Maria Luísa (Albufeira) em agosto de 2009, resultante da ocorrência de um tombamento instantâneo que vitimou cinco turistas nacionais. Desde então, o risco associado à geodinâmica das arribas tornou-se tema habitual nos órgãos de comunicação social, os quais solicitam com frequência informação à Administração sobre o número de ocorrências detetadas, zonas de maior risco e tipologia das medidas preventivas adotadas previamente ao início da época balnear e até à sua conclusão.

## 2. Arribas em Portugal Continental

Cerca de metade da faixa costeira de Portugal Continental é talhada em arribas (Figura 2), e apresenta conteúdo geológico e geomorfológico bastante diversificado e diferenciado (Figura 3). Comumente, atendendo às diferenças dos processos evolutivos das arribas, as mesmas são separadas em duas tipologias: as arribas rochosas, talhadas em materiais resistentes, com evolução mais lenta e recuo descontínuo e irregular no espaço e no tempo; as arribas brandas, talhadas em formações sedimentares com componente arenosa muito significativa, em que a evolução é mais rápida e o recuo se processa de modo linear e paralelo.

No litoral de Portugal Continental, as arribas de evolução rápida (brandas), com recuo linear e paralelo só têm expressão significativa a sul do Tejo, concentrando-se em três setores: a Sul da Lagoa de Albufeira - Praia do Meco – Praia das Bicas (3 Km), entre o Carvalhal – Lagoa de Santo André (Alentejo, 8 Km) e no troço entre Olhos de Água e o Garrão (7 Km Algarve). A erosão das arribas destes troços constitui fonte sedimentar significativa para a manutenção da dinâmica sedimentar actual, sendo particularmente relevante no sector do Algarve, em que os sedimentos libertados pelas arribas constituem a quase totalidade das fontes sedimentares.

As arribas de evolução lenta (competentes) ocorrem de forma muito esporádica no litoral Centro, existindo apenas arribas no cabo Mondego e na praia de São Pedro de Moel. O litoral de Lisboa e Vale do Tejo é dominado, a Norte, por arribas altas, embora apresente também arribas baixas, nomeadamente no Cabo Raso e em Óbidos. No troço Sul, destaca -se a arribo que se desenvolve desde a Fonte da Telha até à lagoa de Albufeira, que continua em direção ao Cabo Espichel e se consolida numa arribo rochosa e abrupta que se prolonga até à Arrábida. O litoral alentejano apresenta arribas alcantiladas no troço compreendido entre Sines e Odeceixe e arribas areníticas a Norte de Sines, em especial na zona intermédia do arco litoral Sado -Sines e nas proximidades do maciço rochoso de Sines. No barlavento algarvio e no setor litoral abrangido pelo Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina as arribas assumem grande expressão.

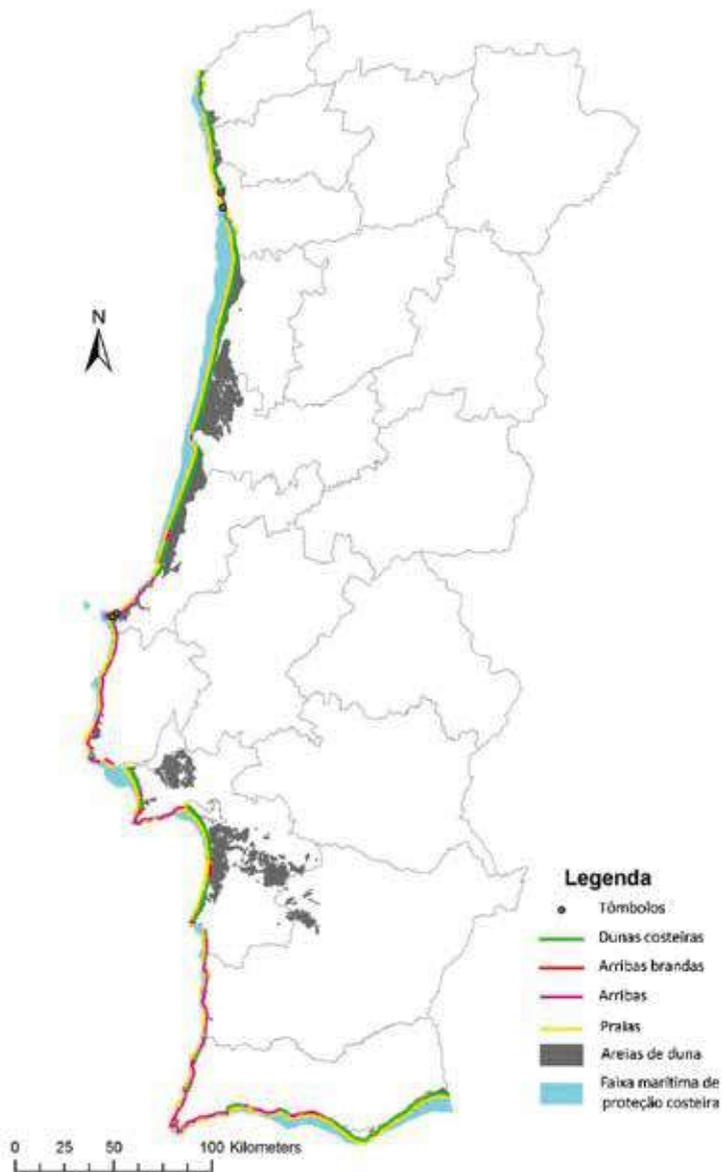


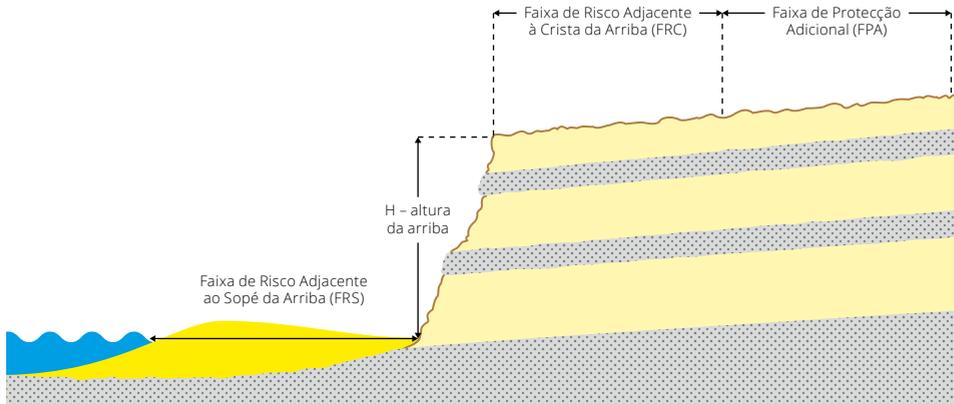
Figura 2 - Extensão do litoral de arriba no contexto geomorfológico da faixa costeira de Portugal Continental (Modificado de FFCUL/DGOTDU, 2010)



**Figura 3** - Exemplos de arribas no litoral de Portugal Continental talhadas em diferentes litologias: a) Margas calcárias (Pedra do Ouro – Alcobaça); b) Arenitos argilosos (norte da Foz do Arelho – Caldas da Rainha); c) Arenitos argilosos (Praia d´El Rey – Óbidos); d) Calcários (Cabo Carvoeiro – Peniche); e) Arenitos e calcários margosos (Praia da Bafureira – Cascais); f) Granitos (Cabo Roca – Sintra); g) Xistos, Arrifana (Aljezur); h) Dolomitos (Cabo S. Vicente – Vila do Bispo); i) – Margas, Porto de Mós (Lagos); j) Calcarenitos (Praia do Pontal – Lagoa); l) Arenitos argilosos (Praia da Falésia – Albufeira); m) Arenitos argilosos (Forte Novo – Loulé).

### 3. Faixas de risco/proteção das arribas

As faixas de risco/proteção das arribas, definidas em cinco dos nove Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) existentes (vide ponto seguinte), correspondem a faixas de território paralelas à linha de costa, (i.e. a crista ou base da arriba consoante o caso) em que, num período pré-definido (normalmente entre os 50-100 anos), é provável que os efeitos da erosão costeira/ eventos de recuo se façam sentir. Nestas áreas, os usos e ocupação do solo são interditos ou condicionados, de forma a prevenir potenciais conflitos entre os fenómenos erosivos (movimentos de massa de vertente) e a ocupação humana, de modo a minimizar a probabilidade de ocorrência de acidentes com consequências graves. As faixas de risco são traçadas para terra, pretendendo salvaguardar as ocupações no topo da arriba, e para o mar, de modo a prevenir acidentes resultantes dos detritos do desmoronamento. Os POOC definiram três tipos de faixas de risco/proteção, embora com designações diferentes (Figura 4).



*Figura 4 - Representação esquemática das Faixas de risco/proteção das arribas (no caso as designações e critérios adotados nos POOC Alcobaça – Mafra e Sintra – Sado)*

#### a) Faixa de risco máximo para terra ou faixa de ocupação interdita ou faixa de risco adjacente à crista da arriba (consoante o POOC)

Dada a variabilidade intrínseca das condições de forçamento meteorológico e oceanográfico, diversidade de conteúdos geológicos/geomorfológicos e diferentes processos evolutivos, na definição das faixas de risco em arribas não pode ser considerada apenas uma única metodologia-tipo. No caso das arribas brandas com evolução rápida (e.g. arribas de Vale do Lobo – POOC Vilamoura – VRSA), a largura da faixa de risco foi definida como o produto da taxa de recuo anual (expressa em m/ano) pelo período de tempo que se pretende salvaguardar para a sua ocupação. Por exemplo, uma arriba branda com uma taxa de recuo de 1m/ano, a faixa de risco deve ter uma largura de 50 ou 100m, consoante se pretendam prevenir conflitos de ocupação a 50 ou 100 anos, respetivamente.

No caso das arribas rochosas, com evolução mais lenta, e períodos de manutenção das suas fachadas mais longos (da ordem de 102-104 anos), a definição da faixa de risco deve ter em consideração a largura máxima dos movimentos de massa que podem afetar um determinado segmento costeiro. A largura da faixa de risco pode ser dada pelos seguintes critérios:

- uma largura fixa, definida a partir do conhecimento da dimensão máxima característica dos movimentos de massa em determinado segmento costeiro;
- uma largura relacionada com a altura da arriba, por exemplo de 0.5x, 0.7x, 1.0x ou 1.5x a altura da arriba;
- uma largura associada ao movimento de massa com período de retorno de 50 ou 100 anos, nos casos em que as relações intensidade/frequência são conhecidas (Teixeira, 2006).

Esta faixa é medida a partir da crista para o interior, na horizontal e em direção perpendicular ao contorno plano das arribas.

**b) Faixa de proteção para terra ou faixa de ocupação ligeira ou faixa de proteção adicional (consoante o POOC)**

Corresponde à largura da faixa de terreno que acresce, do lado de terra, à faixa anteriormente referida (alínea a) medida a partir desta na horizontal e em direção perpendicular ao contorno plano das arribas. Esta faixa constitui uma área de salvaguarda adicional caso a faixa definida a partir da crista seja afetada por movimentos de massa durante o horizonte temporal considerado.

No caso das arribas brandas se o risco máximo acomodar o recuo previsível nos próximos 50 anos, a faixa de proteção de risco poderá acomodar o recuo no período 50-100 anos. No caso das arribas rochosas, esta faixa visa salvaguardar as áreas afetadas por movimentos de massa no período pré-definido para a faixa de risco máximo/adjacente à crista da arriba/ocupação interdita. Durante esse período ocorrerão movimentos de massa em diversos pontos (cuja localização é imprevisível) onde a faixa de risco ficará reduzida a valores demasiado perigosos para a sua utilização.

**c) Faixa de risco para o mar ou faixa de proteção exterior ou faixa de risco adjacente ao sopé da arriba**

Faixa de risco medida a partir da crista ou sopé da arriba (conforme o POOC aplicável), consoante a morfologia da arriba e a tipologia dos movimentos de massa. Corresponde à área de praia que pode potencialmente ser atingida pelo resíduo (e.g. blocos, massa instabilizada) resultante de um movimento de massa. A largura desta faixa é variável consoante o POOC aplicável, sendo o critério de 0.5x, 0.7x, 1.0x ou 1.5x a altura da arriba ou dependente de largura fixa.

Nas arribas rochosas do Algarve Central, na faixa com largura equivalente a 1.5x a altura da arriba ficaram contidos cerca de 95% dos detritos dos 188 movimentos de massa em que essa dimensão pode ser medida (Teixeira, 2014), valor que deve ser entendido como o nível de segurança dos utilizadores da base das arribas. Na costa ocidental, no litoral Oeste, Pinto & Vinhas (2011) verificaram que da totalidade dos movimentos de massa de vertente registados entre 2006 e 2010 (77), apenas 5% excederam esta faixa. A coincidência de resultados em contextos morfológicos distintos aponta para que a largura da faixa de risco para o mar em arribas rochosas equivalente a 1.5x a altura da arriba, constituindo um estimador robusto e adequado, enquanto medida preventiva de gestão do risco.

## 4. Gestão do risco em litoral de arriba nos Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC)

O litoral de Portugal Continental é abrangido por nove Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC), os quais surgiram na sequência da publicação do Decreto-Lei n.º 309/93, de 2 de

setembro, (atualmente Decreto-Lei n.º 159/2012) o qual regulamentou a elaboração e aprovação destes Planos de ordem especial. Da totalidade dos POOC em vigor, cinco (Alcobaça – Mafra, Sintra – Sado, Sines – Burgau e Burgau – Vilamoura e Vilamoura – VRSA) incluem explicitamente disposições regulamentares específicas relacionadas com a problemática da evolução das arribas e consequente perigosidade e risco para a ocupação humana presente ou futura. Nos POOC Caminha – Espinho e Ovar – Marinha Grande, o litoral de arriba (sem expressão altimétrica e morfológica significativa que possa constituir fonte geradora de risco) não tem representatividade espacial, exceto na zona de São Pedro de Moel (Marinha Grande), o que explica a ausência de medidas de salvaguarda específica nos respetivos Regulamentos<sup>44</sup>. No que se refere aos POOC Cidadela – São Julião da Barra, cujo litoral é dominado por arribas rochosas em grande parte da sua extensão, e Sado – Sines, com arribas de evolução rápida em cerca de 20% da sua extensão, não foram definidas quaisquer medidas salvaguarda específicas atendendo ao risco decorrente da evolução das arribas.

Os cinco Planos anteriormente referidos, de forma a providenciarem medidas de gestão da orla costeira, e tendo em atenção as especificidades e os riscos associados à evolução do litoral, definiram faixas de proteção/salvaguarda em litoral de arriba, ao longo do sopé e da crista das arribas, designadas por Faixas de Risco. Estas faixas correspondem a áreas paralelas à linha de costa, (i.e. a crista ou base da arriba consoante o caso) em que, num período pré-definido (normalmente entre os 50-100 anos), é provável que os efeitos da erosão costeira/eventos de recuo se façam sentir. Nestas áreas, os usos e ocupação do solo são interditos ou condicionados, consoante o POOC territorialmente aplicável, de forma a prevenir potenciais conflitos entre os fenómenos erosivos (movimentos de massa de vertente) e a ocupação humana, e assim minimizar a probabilidade de ocorrência de acidentes com consequências graves.

Atendendo ao desfazamento temporal existente entre os cinco POOC (publicados entre 1998 e 2005) que contemplaram a figura das Faixas de Risco, à tipologia e densidade de ocupação humana, bem como às características geológicas, geomorfológicas e evolutivas diferenciadas exibidas pelos diferentes troços de arriba abrangidos pelos Planos, os conceitos subjacentes e disposições regulamentares aplicáveis não são totalmente uniformes, designadamente ao nível dos condicionamentos de uso e ocupação.

Atendendo à análise efetuada, sumarizam-se os aspetos mais relevantes no que se refere à aplicação da normativa das Faixas de Risco consagradas nos cinco dos nove POOC existentes:

**a) POOC Alcobaça – Mafra (RCM n.º 11/2002, de 17 de janeiro)**

Neste troço, o Plano definiu uma faixa de proteção que engloba três tipos de faixas: faixa de risco adjacente à crista da arriba e faixa de proteção adicional (da crista para o interior) e faixa de risco adjacente ao sopé da arriba (da base da arriba em direção ao mar), tendo o troço costeiro sido dividido em 38 setores com características homogéneas em termos geológicos, geomorfológicos e da tipologia dos movimentos de massa de vertente. As dimensões das faixas de risco adjacente

<sup>44</sup> No âmbito da revisão em curso do POOC Ovar – Marinha Grande já está definida a inclusão de faixas de risco no troço de arribas na zona de São Pedro de Moel

à crista da arriba e faixa de proteção adicional foram expressas na dependência da altura da arriba adjacente (desde 0.5x a 1.0x altura da arriba) ou em função de larguras fixas (de 10m a 150m). A faixa de risco adjacente ao sopé da arriba foi expressa em função da altura da arriba, com critério de 0.5x a 1.0x a altura da arriba.

A faixa de risco adjacente à crista da arriba e faixa de proteção adicional aplicam-se diretamente no terreno, enquanto a faixa de risco adjacente ao sopé da arriba está cartografada na maioria dos Planos de Praia, aplicando-se diretamente no terreno quando não existentes ou fora das áreas abrangidas pelos mesmos.

Este POOC define ainda condicionamentos específicos para as Áreas Urbanas inseridas num contexto de perigosidade e risco associado à evolução das arribas, tendo classificado estas áreas como Áreas Urbanas em Faixa de Risco, as quais estão cartografadas sobre a Planta de Síntese e determinados Planos de Praia.

De um modo geral, nestas faixas e nas áreas urbanas em faixa de risco, a realização de obras de construção, ampliação e reconstrução está condicionada à apresentação de estudos pormenorizados sobre as características geológicas, geotécnicas e evolutivas da arriba e faixa de risco adjacente, sendo que as obras destinadas à instalação de estacionamento, acessos e instalações amovíveis ou fixas (normalmente associadas à implementação dos Planos de Praia definidos no POOC) apenas podem ser realizadas se associadas a ações de consolidação ou intervenções específicas. Os estudos e obras previstos são aprovados pela Agência Portuguesa do Ambiente.

#### **b) POOC Sintra – Sado (RCM nº 86/2003, 25 de junho)**

Neste troço, o Plano definiu faixas de salvaguarda para as zonas de arriba, subdividindo-se em: faixa de risco adjacente à crista da arriba e faixa de proteção adicional (da crista para o interior) e faixa de risco adjacente ao sopé da arriba (da base da arriba em direção ao mar), tendo o troço costeiro sido dividido em 20 setores com características homogéneas em termos geológicos, geomorfológicos e da tipologia dos movimentos de massa de vertente. As dimensões das faixas de risco adjacente à crista da arriba e faixa de proteção adicional foram expressas em termos de largura fixa (desde 20m a 100m ou dependentes da altura da arriba adjacente (desde 0.5 a 1.0 x alt. da arriba). Estas faixas estão cartografadas em determinados Planos de Praia, aplicando-se diretamente no terreno fora das áreas abrangidas pelos mesmos.

A faixa de risco adjacente ao sopé da arriba apresenta critério uniforme para a totalidade do troço (1.0 x a altura da arriba) encontrando-se cartografada em determinados Planos de Praia, aplicando-se diretamente no terreno quando não existentes ou fora das áreas abrangidas pelos mesmos.

Nestas faixas, com exceção das zonas urbanas localizadas em faixas de risco, é interdita a realização de qualquer construção, à exceção das previstas nos planos de praia. Nas zonas urbanas, são permitidas as obras de construção, reconstrução, ampliação está condicionada à apresentação de estudos pormenorizados sobre as características geológicas, geotécnicas e evolutivas da arriba e faixa de risco adjacente, sendo que as obras destinadas à instalação de

estacionamentos, acessos e instalações amovíveis ou fixas (normalmente associadas à implementação dos Planos de Praia definidos no POOC) apenas podem ser realizadas se associadas a ações de consolidação ou intervenções específicas.

#### c) POOC Sines – Burgau (RCM nº 152/98 de 30 Dezembro)

Neste troço, o Plano definiu uma faixa de proteção às arribas que engloba três tipos de faixas: Faixa de risco máximo para terra, com uma largura fixa de 20 m; Faixa de proteção para terra, com uma largura fixa de 20 m; Faixa de risco máximo para o mar, com uma largura equivalente à altura da arriba (h).

As faixas de risco máximo e de proteção aplicam-se diretamente no terreno, enquanto a faixa de risco máximo para o mar encontra-se cartografada apenas em alguns Planos de Praia, aplicando-se diretamente no terreno nos restantes casos.

Nas faixas de risco máximo e proteção são interditas novas construções, exceto se tiverem sido executadas ações de consolidação nas arribas ou Estudos específicos demonstrem estarem asseguradas as condições de segurança exigidas pelos usos e ocupações pretendidos ou sejam executadas as ações necessárias para garantir a existência dessas condições. Na faixa de risco para mar é interdita a instalação de apoios de praia, de equipamentos ou de infraestruturas portuárias.

#### d) POOC Burgau – Vilamoura (RCM nº 33/99, de 27 de abril)

Neste troço, o Plano definiu faixas de proteção às arribas, subdividindo-se em: Faixa de risco máximo para terra; Faixa de proteção para terra; Faixa de risco máximo para o mar, tendo o troço costeiro sido dividido em 8 setores com características homogêneas em termos geológicos, geomorfológicos e da tipologia dos movimentos de massa de vertente. As dimensões das faixas de risco máximo para terra e de proteção adicional foram expressas em termos de largura fixa, variando entre 15 a 35m e 15 a 220m, respetivamente. Estas faixas não se encontram cartografadas, aplicando-se diretamente no terreno. No caso do Algarve Central, a faixa de proteção para terra é uma faixa sintética que incorpora dois tipos de salvaguarda para as utilizações: uma faixa de largura igual à faixa de risco máximo que pretende associada aos movimentos de massa e uma faixa de largura variável associada à exumação do endocarso.

A faixa de risco máximo para mar foi expressa em função da altura da arriba, com critério de 1.0x (para arribas brandas) a 1.5x (para arribas rochosas) a altura da arriba, encontrando-se cartografada em determinados Planos de Praia, aplicando-se diretamente no terreno quando não existentes ou fora das áreas abrangidas pelos mesmos.

Nas faixas de risco máximo e proteção a ocupação está dependente da apresentação comprovativo das condições de segurança exigíveis ou à realização de ações de consolidação, definidas através de estudos específicos e projetos aprovados. Na faixa de risco máximo para o mar, é interdita a instalação de apoios de praia, equipamentos ou infraestruturas portuárias, exceto se com caráter sazonal e vistoria técnica realizada pela entidade competente para o efeito, que comprove não haver perigo.

O Plano dá abertura para que as dimensões das faixas de risco e de proteção possam ser aferidas em função de conclusões obtidas através de estudos concretos que se refiram aos aspetos geológicos, geomorfológicos e evolutivos das arribas.

#### e) POOC Vilamoura – VRSA (RCM nº 103/2005, de 27 de junho)

Neste troço, onde apenas ocorrem arribas brandas, o Plano definiu faixas de proteção em litoral de arriba, subdividindo-se em: Faixas de proteção exterior, na alta praia (para o mar), com largura de 1.0x a altura da arriba ou valores indicativos por troços de 4 a 20m; Faixas de ocupação interdita (para terra), com largura fixa de 70m; Faixas de ocupação ligeira (para terra) com largura fixa de 70m.

Nas faixas de ocupação interdita não é permitida qualquer edificação, amovível ou não, exceto as previstas nos planos de praia. Nas faixas de ocupação ligeira é interdita qualquer construção fixa e indismontável, exceto apoios de praia e/ou equipamentos, ou outras estruturas que se revisitam de interesse público. A faixa de proteção exterior, na alta praia, admite estruturas amovíveis ou fixas desde que previstas em Plano de Praia.

## 5. Gestão e Monitorização

O período de vida longo da fachada das arribas, particularmente as rochosas, obriga a longos períodos de tempo de monitorização in situ que permitam obter inventários estatisticamente representativos e robustos. Esta característica inerente às arribas tende a afastar a comunidade académica do tema, pelo que a informação científica sobre arribas é incomparavelmente mais reduzida do que a disponível sobre o litoral arenoso ou sobre as arribas brandas que, fruto da sua rápida dinâmica, produzem alterações na morfologia costeira mais rápidas, com resultados mais precoces.

O caso português não é diferente do resto do mundo. A base do conhecimento actualmente existente sobre a evolução das arribas rochosas em Portugal Continental deve-se ao Prof. Dr. Fernando Marques do Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa que, desde a década de 1990, procede ao estudo, inventário e caracterização das séries de movimentos de massa das arribas do litoral de Portugal Continental a partir da comparação de fotografia aérea obtida na década de 1940 (e.g. Marques, 1994, 1997, 2000). Essa informação, que cobre um intervalo de cerca de seis décadas, esteve na base da definição das faixas de risco das arribas constantes nos diversos Planos de Ordenamento da Orla Costeira (Marques, 2009).

A uma escala mais temporal mais fina e no sentido de promover uma gestão anual e sazonal do risco associado à geodinâmica das arribas, a monitorização sistemática e periódica é determinante como medida preventiva. Num contexto de forte utilização de praias suportadas por arribas, na região do Algarve central, a geodinâmica das arribas foi desde 1995 acompanhada pelos serviços que antecederam a Agência Portuguesa do Ambiente I.P., que promoveram plano de monitorização assente no registo sistemático dos movimentos de massa com largura superior a 1m (Teixeira, 2006). Este plano, já rotinado na APA I.P./ARH Algarve, inclui a observação sistemática

das arribas por terra (em saídas de campo de rotina ou específicas após a ocorrência de tempestades ou forte precipitação), por mar (através de viagens em colaboração com as Capitánias dos Portos) e por ar (obtenção de fotografia oblíqua contínua da costa pelo menos uma vez por ano). Complementarmente foi construída uma rede de observadores locais (Câmaras Municipais, Polícia Marítima, pescadores e proprietários de apoios de praia) devidamente instruídos para comunicarem qualquer ocorrência associada à geodinâmica, seja a ocorrência de um desmoronamento, ou sinais de agravamento de instabilidade. Este procedimento permitiu a caracterização de cerca de 240 desmoronamentos em 19 anos, dos quais 46% estão datados ao dia, e em 79% é conhecido o mês da ocorrência. A máxima incerteza temporal de um desmoronamento é o semestre (Teixeira, 2014). Nos últimos 5 anos, taxa de movimentos mensais foi já de 88%.

Na área territorial da APA, I.P./ARH Tejo e Oeste foi iniciado plano equivalente de monitorização e de gestão do risco em 2006 (Pinto, 2009), em articulação com os Serviços Municipais de Proteção Civil e a Autoridade Marítima. Neste troço costeiro, compreendido entre o limite sul da Praia da Vieira (Marinha Grande) e o Cabo Espichel (Sesimbra), cerca de 85% do litoral é talhado em arribas (Pinto & Vinhas, 2011), tendo sido registados nos últimos 8 anos 153 movimentos de massa de vertente, dos quais 70% estão datados ao dia.

Desta monitorização contínua tem resultado plano de intervenções visando a mitigação de risco, permanentemente atualizado, em função das ocorrências verificadas e da alteração das condições de estabilidade das arribas. Por exemplo, na sequência do inverno de 2009/2010, como solução proactiva, centrada na componente geodinâmica do risco, foram executados saneamentos em arribas em 23 locais do litoral do Algarve, envolvendo investimento de cerca de 40.000 euros. Por outro lado e assente na componente antrópica do risco, foi feito reforço muito considerável na sinalização do risco, com, a colocação de 250 placas diretamente sobre as arribas. No sentido de melhorar a informação para os utentes da praia, foi executada ainda cartografia das faixas de risco das arribas à escala 1/2000, transposta para placas com mapa e texto bilingue e colocadas em todos os 180 acessos às praias suportadas por arribas no litoral do Algarve. O investimento global em sinalização e informação atingiu cerca de 80.000 euros. (Teixeira, 2010).

No litoral ocidental Oeste, são realizados em média cinco saneamentos por ano nas arribas e colocadas cerca de 200 placas de sinalização de perigo nas áreas de maior risco.

A estratégia de intervenção da APA, I.P., bem como os critérios utilizados na definição de prioridades na mitigação do risco das arribas estão descritos no Plano de Ação de Proteção e Valorização do Litoral 2012-2015 (APA, I.P., 2012).

## 6. Síntese e Recomendações

Tradicionalmente secundarizado, o conhecimento sobre a geodinâmica das arribas de Portugal Continental melhorou de forma muito significativa nas últimas duas décadas. A identificação de faixas de risco das arribas, bem como as restrições ao uso e ocupação nestas áreas na primeira geração de POOC foi indubitavelmente uma medida preventiva com sucesso.

Da análise efetuada à totalidade dos POOC em vigor, verifica-se que em sete dos nove existentes, as arribas assumem expressão muito significativa na morfologia costeira, sendo que em cinco deles foram definidas medidas de salvaguarda específicas (i.e. faixas de proteção/risco) com vista à otimização da gestão das situações de risco decorrentes da evolução das arribas, de modo a condicionar a ocupação humana nestas áreas e, conseqüentemente, reduzir a probabilidade de acidentes com conseqüências graves.

A leitura conjugada dos diferentes Regulamentos permitiu aferir que as disposições regulamentares não são uniformes, variando os condicionamentos e restrições ao uso e ocupação nos troços de costa territorialmente afetos a cada um dos Planos. De igual modo, as faixas atualmente em vigor não separam os conceitos de risco e perigosidade, não individualizando áreas sujeitas a ocupação humana de outras sem qualquer tipo de ocupação.

Neste contexto, propõe-se que em sede da revisão dos POOC em curso e dos subsequentes Programas da Orla Costeira seja adotada uma única terminologia para o litoral de Portugal Continental, de modo a garantir a uniformização da nomenclatura e dos conceitos subjacentes à definição e demarcação destas áreas de risco. A terminologia a adotar deverá ser a seguinte:

#### **FAIXAS DE SALVAGUARDA EM LITORAL DE ARRIBA**

- a) Faixa de salvaguarda para o mar;
- b) Faixa de salvaguarda para terra (Nível I)
- c) Faixa de salvaguarda para terra (Nível II)

No que se refere às restrições e condicionamentos ao uso e ocupação nas faixas de risco/proteção atualmente em vigor nos POOC, é recomendável que de futuro se proceda à uniformização e compatibilização das disposições regulamentares entre os diferentes Planos (em sede de revisão), de modo a contribuir para um planeamento e ordenamento mais coerente e equitativo da faixa costeira limitada por arribas, de modo a otimizar a gestão e a tomada de decisão. Efetivamente, as restrições e condicionamentos nas faixas de risco e proteção são substancialmente diferentes entre Planos, indo desde a interdição total de novas construções fora das zonas urbanas (e.g. POOC Sintra – Sado) à viabilização de novas construções nestas áreas, desde que suportadas por estudos específicos ou ações de consolidação nas arribas (e.g. POOC Burgau – Vilamoura). A eventual alteração nos termos propostos teria que atender obrigatoriamente aos diferentes processos, taxas de evolução e dinâmica das arribas de evolução lenta (competentes) e rápida (brandas).

Como medida cautelar e numa perspetiva preventiva de redução de riscos, propõe-se a interdição total de novas construções na nova Faixa de salvaguarda para terra (Nível I), independentemente da existência de estudos geológicos/geotécnicos sobre as características evolutivas das arribas e de obras de estabilização ou consolidação das arribas nas áreas passíveis de nova ocupação. Esta é uma medida relativamente fácil de concretizar, já que a generalidade desta

faixa de risco está incluída na margem das águas do mar, conforme a Lei 54/2005, com jurisdição própria da APA, I.P. Como exceção a esta restrição poderão ser permitidas construções ligeiras ou amovíveis de utilização temporária (estacionamentos, passadiços, miradouros, placas informativas, zonas de estadia, etc.) com o intuito de permitir a usufruto da paisagem e a utilização de percursos pedestres em zonas pré-definidas, visando a utilização do topo das arribas em zonas mais adequadas e menos perigosas.

Na nova Faixa de salvaguarda para terra (Nível II), que por definição não será afetada num futuro próximo, poderão ser autorizadas ocupações mas com carácter amovível e transitório, seguindo o modelo já adotado para as arribas brandas no último POOC publicado em 2005 (Vilamoura-Vila Real Santo António).

Nas zonas de arriba que tenham sido sujeitas a intervenções de carácter pesado (i.e. obras de estabilização) ou intermédio (i.e. obras de minimização do risco) (vide pág. 16 do PAPVL 2012-2015), com o objetivo de reduzir o grau de risco para pessoas e bens, as novas faixas de risco aplicáveis ao topo das arribas (a demarcar em sede de revisão dos POOC) devem manter uma largura idêntica às áreas imediatamente adjacentes não sujeitas a qualquer intervenção. As condicionantes ao uso e ocupação nestas áreas devem ser avaliadas caso a caso e objeto de disposições regulamentares específicas, na dependência do estado de conservação da obra, eficácia e respetivo grau de proteção/segurança associado à presença de pessoas e bens instalados no topo das arribas num horizonte temporal mínimo de 10 anos.

Recomenda-se ainda que, sempre que uma determinada área abrangida pelas faixas de risco, cuja largura exceda a largura da margem das águas do mar (i.e. 50m), tal como definida no Artigo 11º da Lei nº 54/2005 de 15 de Novembro, seja objeto de classificação de zona ameaçada pelo mar, nos termos do Artigo 22º da Lei nº 54/2005 de 15 de Novembro, identificando as condicionantes ao uso e ocupação:

## Artigo 22.º

### Zonas ameaçadas pelo mar

- 1) Sempre que se preveja tecnicamente o avanço das águas do mar sobre terrenos particulares situados além da margem, pode o Governo, por iniciativa do Instituto da Água, como autoridade nacional da água, ou do Instituto da Conservação da Natureza, no caso de áreas classificadas, classificar a área em causa como zona adjacente.
- 2) A classificação de uma área ameaçada pelo mar como zona adjacente é feita por portaria do Ministro do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, ouvidas as autoridades marítimas em relação aos trechos sujeitos à sua jurisdição, devendo o referido diploma conter a planta com a delimitação da área classificada e definindo dentro desta as áreas de ocupação edificada proibida e ou as áreas de ocupação edificada condicionada.
- 3) Nas Regiões Autónomas podem ser classificadas como zonas adjacentes as áreas contíguas ao leito do mar, nos termos do n.º 5 do artigo 24.º

O designado “avanço do mar” traduz-se normalmente em situações de galgamento oceânico, inundação ou erosão costeira. No caso das arribas, a própria definição da faixa de risco adjacente a crista da arriba resulta da previsão técnica da probabilidade de ocorrência de um movimento de massa, de que resultará necessariamente o avanço das águas do mar, como previsto no nº 1 no Artigo 22º.

O recuo inexorável das arribas já desencadeou em alguns locais da faixa costeira de Portugal Continental a necessidade de recomendação aos proprietários da cessação da sua utilização (e.g. Vale do Lobo). Como medida preventiva destinada à salvaguarda de pessoas e bens, deve ser equacionada a hipótese de determinadas ocupações (i.e. em situação de risco iminente) serem realocizadas para áreas fora das faixas de risco. Em determinadas áreas, Este procedimento tem sido impossível de concretizar face a constrangimentos inerentes à classificação das classes de espaço dos locais passíveis de realocização nos POOC e à tipologia das “Arribas e faixas de proteção” incluídas na Reserva Ecológica Nacional. Nestes casos excecionais, deverá ser localmente ponderada a possibilidade de o regime da REN ser revisto, de modo a dar abertura para novas ocupações que resultem da libertação das áreas anteriormente implantadas em faixas de risco das arribas, e assim cumprir os pressupostos inerentes à estratégia de recuo programado que se propõe implementar nestas áreas. Note-se que, desta realocização, não resulta um incremento da área de ocupação, mas sim a transferência da ocupação de uma zona perigosa para outra mais segura, não comprometendo o equilíbrio biofísico do património natural subjacente à REN.

Considera-se igualmente que devem ser clarificados e tipificados o âmbito e natureza dos estudos e projetos específicos/estudos geológico-geotécnicos exigidos nos diferentes Regulamentos para suportar tecnicamente uma eventual ocupação das faixas de risco (garantia das condições de segurança exigíveis para a ocupação humana). A experiência das entidades competentes mostra que, frequentemente, os estudos/projetos em apreço enfermam de inúmeras deficiências técnicas e falta de aplicabilidade à resolução das situações de instabilidade das arribas, a que se soma por vezes uma qualificação técnica deficiente e falta de técnicos na Administração com experiência em orientar e apreciar este tipo de trabalhos.

Propõe-se que em sede de revisão dos POOC, nos troços de arribas rochosas (evolução lenta), os estudos e projetos relacionados com a ocupação das faixas de risco e proteção sigam o seguinte procedimento metodológico:

- a) Inventário sistemático de movimentos de massa de vertente multi-temporal (décadas) com a análise de perigosidade e risco, e situações potencialmente instáveis, respetiva probabilidade de ocorrência e dimensão dos movimentos que possam afetar a arriba (para o interior);
- b) Levantamento topográfico e fotográfico da arriba para análise local;
- c) Caracterização geológica e geotécnica do maciço com base nas classificações correntes;

- d) Avaliação de cargas induzidas por construções e atividade antropogénica envolvente (por ocupação no topo da arriba) e acelerações sísmicas;
- e) Condições de resistência do maciço e de fundação (se nova ocupação);
- f) Análise das condições de estabilidade da arriba a partir de modelos numéricos;
- g) Proposta de eventuais intervenções corretivas ou de estabilização da arriba (consoante o tipo de ocupação);
- h) Avaliação da extensão de praia potencialmente afetada pelos detritos/cone de dejeção dos movimentos de massa de vertente (se ocupação na base da arriba);
- i) Plano e cronograma de monitorização topográfica e/ou geotécnica.

Por último, interessa relevar a necessidade de manter o plano de monitorização da evolução das arribas a uma escala temporal anual e sazonal na APA, I.P. e o conseqüente reforço dos recursos humanos afetos a esta tarefa determinante na gestão e redução do risco para pessoas e bens. A experiência prática dos autores mostra que a meta a atingir deverá rondar o ratio de um técnico qualificado na área da geologia costeira e/ou engenharia geológica por cada 50 km de costa.

## Referências Bibliográficas

- › **Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.** (2012) – Plano de Ação de Proteção e Valorização do Litoral (2012-2015). Disponível em [https://www.apambiente.pt/\\_zdata/Politiclas/Agua/Planeamento-e-Gestao/PAPVL/PAPVL\\_2012-2015-FEV-V18.pdf](https://www.apambiente.pt/_zdata/Politiclas/Agua/Planeamento-e-Gestao/PAPVL/PAPVL_2012-2015-FEV-V18.pdf)
- › **Bird, F.**, 2000. Coastal Geomorphology, an introduction. John Wiley & Sons, Chicester.322p.
- › **Emery, K. O. & Kuhn., G. G.** 1982. Sea cliffs: their processes, profiles, and classification. Geol. Soc. Am. Bull. 93: 644-654.
- › **FFCUL/DGOTDU** (2010) – Consultadoria no âmbito da elaboração do nível estratégico da REN – Litoral e Instabilidade de Vertentes. Relatório Final. Elaboração do Nível Estratégico da REN – Propostas de orientações estratégicas de âmbito nacional para as tipologias de áreas Integradas em REN. 70p.
- › **Marques, F. M. S. F.** (1994) – Sea cliff evolution and related hazards in miocene terranes of Algarve (Portugal). 7<sup>th</sup> Int. Cong. of the I.A.E.G. Lisbon, Proc., V.4, pp. 3109-3118.
- › **Marques, F. M. S. F.** (1997) – As arribas do litoral do Algarve. Dinâmica, Processos e Mecanismos. Dissertação Doutoramento. Universidade de Lisboa, 556p, (não publicado).

- › **Marques, F. M. S. F.** (2000) – Evolução das arribas e da linha de costa no arco litoral Tróia-Sines (Portugal). In Carvalho, G. S.; Gomes, F. V.; Pinto, F. T (Eds) A Zona Costeira do Alentejo, pp. 69-80. Association Eurocoast-Portugal.
- › **Marques, F. M. S. F.** (2009) - Sea cliff instability hazard prevention and planning: examples of practice in Portugal. *Jour. Coastal Res.* SI 56, 856-860.
- › **Pinto, C.** (2009) – Gestão e Minimização do Risco em Litoral de Arriba: Exemplos e Conceitos. Segurança em Protecção Civil. *Revista de Planeamento e Gestão de Emergência.* Ano 2. N.º 5. Outubro 2009, 18-21.
- › **Pinto, C. & Vinhas, A.** (2011) – Riscos costeiros em litoral de arriba: Planeamento e medidas de gestão operacional. *Actas do VI Congresso sobre planeamento e gestão das zonas costeiras dos países de expressão portuguesa.* Ilha da Boa Vista. Cabo Verde. Abril de 2011. 13p.
- › **Sunamura, T.,** 1992. *Geomorphology of rocky coasts.* John Wiley & Sons, 302p..
- › **Teixeira, S.B.** (2006) – Slope mass movements on rocky sea-cliffs: a power-law distributed natural hazard on the Barlavento Coast, Algarve, Portugal. *Continental Shelf Research* 26, 1077-1091.
- › **Teixeira, S.B.** (2010) – Intervenções executadas em 2009/2010 visando minorar o risco associado à geodinâmica das arribas do litoral do Algarve. *Administração da Região Hidrográfica do Algarve.* Faro. Relatório, 20p.
- › **Teixeira, S.B.** (2014) – Coastal hazards from slope mass movements: Analysis and management approach on the Barlavento Coast, Algarve, Portugal. *Ocean & Coastal Management* 102, 285-293.
- › **Agência Portuguesa do Ambiente,** Dezembro 2014

## Anexo IV - Normas de Proteção Costeira em Faixas de Risco Constantes nos POOC

POOC	TIPOLOGIA LITORAL	FAIXAS DE SALVAGUARDA / RISCO		
		Designação	Crítérios de cálculo	Representação Espacial
1. Caminha-Espinho	Arriba	Não aplicável	-	-
	Barreira de proteção	Áreas de Proteção Costeira, sujeitas a erosão costeira, passíveis de virem a integrar zonas ameaçadas pelo mar. Caracterização geomorfologia e da dinâmica costeira, baseada na fotointerpretação		Planta de síntese
	Arenoso			
	Zona de risco	Áreas de aplicação regulamentar dos PMOT, urbanizadas, de expansão prevista, sujeitas a erosão costeira, passíveis de virem a integrar zonas ameaçadas pelo mar. Caracterização geomorfologia e da dinâmica costeira, baseada na fotointerpretação		Planta de síntese
2. Ovar-Marinha Grande	Arriba	Sem faixas de risco definidas	-	-
	Arenoso	Áreas Ameaçadas pelo Mar	Espaços onde se verifica atualmente ou se prevê o avanço das águas do mar no horizonte de vigência do POOC	Planta de Síntese

*continua*



## CONDICIONAMENTOS DE USO E OCUPAÇÃO

Construção	Acessos / estacionamentos / instalações amovíveis ou fixas	Outros condicionamentos
<p>-</p> <p>Interdita, exceto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- edifícios e acessos a equipamentos ou de infraestruturas de interesse público;</li> <li>- apoios e equipamentos de praia determinados pelo POOC</li> </ul>	<p>-</p> <p>Interdita, exceto com certas condicionantes e dependente de pareceres favoráveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- a abertura e o alargamento e beneficiação de acessos, sob proposta da câmara municipal;</li> <li>- a instalação de infra -estruturas e edifícios conexos para aproveitamento de energias renováveis</li> </ul>	<p>-</p> <p>Nas áreas incluídas na categoria <i>Praias em Área de Proteção Costeira</i> interdita, ações:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- que introduzam alterações na dinâmica costeira, ainda que amovíveis;</li> <li>- que impliquem a impermeabilização, erosão ou a poluição do solo e outras capazes de alterarem negativamente a estabilidade destes ecossistemas.</li> </ul> <p>Permitidas ações dos planos de praia e das propostas POOC, precedidas de pareceres favoráveis</p>
<p>-</p> <p>Interditas novas construções fixas na margem</p>	<p>-</p> <p>Interdita, exceto com certas condicionantes e dependente de pareceres favoráveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- abertura e o alargamento e beneficiação de acessos, sob proposta da câmara municipal;</li> <li>- instalação de infra -estruturas e edifícios conexos para aproveitamento de energias renováveis</li> </ul>	<p>-</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A aprovação de PU e de PP, o licenciamento municipal de quaisquer operações de loteamento urbano e de quaisquer obras, depende de parecer vinculativo.</li> <li>- A realização de quaisquer obras de proteção costeira, será precedida da realização de um estudo, quando a avaliação do impacto ambiental não seja legalmente exigida</li> </ul>
<p>-</p>	<p>-</p>	<p>-</p> <p>Acautelar o disposto no artigo 15.º do Decreto-Lei n.º 468/71, de 5 de Novembro, com a redação que lhe foi dada pelo Decreto-Lei n.º 89/87, de 26 de Fevereiro, enquanto não se encontrem classificadas como zonas ameaçadas pelo mar.</p>

continua



POOC	TIPOLOGIA LITORAL	FAIXAS DE SALVAGUARDA / RISCO		
		Designação	Critérios de cálculo	Representação Espacial
3. Alcobça – Mafra	Arriba	Faixa de Risco Adjacente ao Sopé da Arriba	Dependente da altura da arriba adjacente (0.5x a 1.0x. altura) consoante o setor (38 no total)	Maioria dos Planos de Praia
		Faixa de Risco Adjacente à Crista da Arriba	Largura fixa (10 a 150m) ou dependente da altura da arriba adjacente (0.5x a 1.0x. altura) consoante o setor (38 no total)	-
		Faixa de Proteção Adicional	-	-
	Arenoso	-	-	-
4. Cidadela – S. Julião da Barra	Arriba	Sem faixas de risco definidas	-	-
	Arenoso	Não aplicável	-	-
5. Sintra - Sado	Arriba	Faixa de Risco Adjacente ao Sopé da Arriba	1.0 x a altura da arriba	Cartografadas apenas nas áreas abrangidas pelos Planos de Praia
		Faixa de Risco Adjacente à Crista da Arriba	Largura fixa (20 a 100m) ou dependente da altura da arriba adjacente (0.5x a 1.0x. altura)	
		Faixa de Proteção Adicional	-	
	Arenoso	Faixa de risco em litoral baixo e arenoso	Na ausência de plano de praia: a linha paralela à curva de nível dos 6 m (8 ZH), dela distando 35 m para terra, e desenvolvendo-se até ao plano de água	Planta de Síntese, Planos de praia
Faixa de proteção em litoral baixo e arenoso		Na ausência de plano de praia é a faixa, para terra, adjacente à faixa de risco até: a) À cota 6 m (8 ZH); b) À curva de nível dos 8 m (10 ZH), com uma largura mínima de 35 m.	Planta de Síntese, Planos de praia	

continua



## CONDICIONAMENTOS DE USO E OCUPAÇÃO

Construção	Acessos / estacionamentos / instalações amovíveis ou fixas	Outros condicionamentos
Interdita novas construções, exceto se precedidas de estudos pormenorizados sobre as características geológicas, geotécnicas e evolutivas da arriba e faixa de risco adjacente, aprovados pelas entidades competentes	Apenas podem ser realizados se associadas a ações de consolidação ou intervenções específicas, de modo a assegurar as condições de estabilidade da arriba.	-
-	-	-
-	-	-
Interdita, exceto apoios de praia e/ou balneares	-	-
Interdita, exceto nas zonas urbanas em faixa de risco e desde que precedidas de estudos sobre as características geológicas, geotécnicas e evolutivas da arriba e faixa de risco adjacente, aprovados pelas entidades competentes	Apenas podem ser realizadas se associadas a ações de consolidação ou intervenções específicas, de modo a assegurar as condições de estabilidade da arriba.	-
Interdita novas construções, exceto:	-	- Permitidas ações de reforço estrutural ao nível das construções existentes, nas zonas urbanas. - Remoção das edificações existentes na faixa de risco. - Avaliar a permanência de qualquer apoio de praia antes de cada época balnear
- as previstas nos planos de praia;	-	
- nas zonas urbanas, quando em áreas que tenham sido ou venham a ser objeto de estudos.	-	
Interdita novas construções, exceto:	-	-
- as previstas nos planos de praia e UOPG;	-	
- construções ligeiras e amovíveis.	-	

continua



POOC	TIPOLOGIA LITORAL	FAIXAS DE SALVAGUARDA / RISCO		
		Designação	Critérios de cálculo	Representação Espacial
6. Sado - Sines	Arriba	Sem faixas de risco definidas no troço de arribas	-	-
	Arenoso	Sem faixas de risco definidas no troço de litoral baixo e arenoso	-	-
7. Sines-Burgau		Faixa de Risco Máximo para Mar	1.0 x altura da arriba	Cartografada apenas nas áreas abrangidas pelos Planos de Praia
	Arriba	Faixa de Risco Máximo para Terra	Largura fixa (20m)	-
		Faixa de Proteção para Terra	Largura fixa (20m)	-
	Arenoso	-	-	-
		-	-	-

*continua*



## CONDICIONAMENTOS DE USO E OCUPAÇÃO

Construção	Acessos / estacionamentos / instalações amovíveis ou fixas	Outros condicionamentos
-	-	Identifica apenas <i>espaços naturais dunares e de arriba</i> : Interditada a construção, exceto para apoios de praia e equipamentos, infraestruturas de utilidade pública para a defesa e fiscalização da costa; instalações e infra-estruturas de pesca desportiva e recreio náutico previstas, equipamentos para observação da natureza e investigação científica, e estruturas ligeiras para fruição da paisagem
-	-	
-	-	
-	Interditada a instalação de apoios de praia, de equipamentos ou infraestruturas portuárias, exceto se tiverem sido realizadas obras de consolidação ou realizados estudos específicos que demonstrem estar asseguradas as condições de segurança exigidas	-
Interditas novas construções, exceto se tiverem sido realizadas obras de consolidação ou realizados estudos específicos que demonstrem estar asseguradas as condições de segurança exigidas	Interditada a construção de novos acessos (exceto os necessários aos usos previstos no POOC) e a construção ou manutenção de áreas de estacionamento, exceto se tiverem sido realizadas obras de consolidação ou realizados estudos específicos que demonstrem estar asseguradas as condições de segurança exigidas	-
	Permite a realização de construções ligeiras com carácter temporário	-
-	-	Para o ordenamento do areal é referido que são excluídas da área concessionada as zonas sensíveis e zonas com risco de utilização contudo estas não são identificadas no regulamento, nem representadas nos elementos cartográficos
-	-	-

*continua*



POOC	TIPOLOGIA LITORAL	FAIXAS DE SALVAGUARDA / RISCO		
		Designação	Critérios de cálculo	Representação Espacial
8 - Burgau-Vilamoura	Arriba	Faixa de Risco Máximo para Mar	1.0x a 1.5x a altura da arriba	Cartografada apenas nas áreas abrangidas pelos Planos de Praia
		Faixa de Risco Máximo para Terra	Largura fixa (15 a 35m) consoante o setor (8 no total)	-
		Faixa de Proteção para Terra	Largura fixa (15 a 220m) consoante o setor (8 no total)	-
	Arenoso	-	-	-
9 - Vilamoura-Vila Real de Santo António	Arriba	Faixa de proteção exterior, na alta praia (para o mar)	Largura 1.0x a altura da arriba ou larguras médias de 4 a 20m consoante o troço.	-
		Faixa de ocupação interdita (para terra)	Largura fixa (70m)	-
		Faixa de ocupação ligeira (para terra)	Largura fixa (70m)	-
	Arenoso	Faixas de migração das barras de maré		Planta Síntese
		Faixas de suscetibilidade ao galgamento intermédia ou elevada	Atender à morfologia e largura das barreiras arenosas ou delimitação pelo limite interior dos depósitos de galgamento antigos e do cordão dunar frontal	Planta Síntese
		Faixas contendo duna frontal estabelecida e ativa	Delimitação por fotointerpretação e análise morfológica do relevo eólico ativo, bem vegetado com indícios de estabilidade	Planta Síntese

## CONDICIONAMENTOS DE USO E OCUPAÇÃO

Construção	Acessos / estacionamentos / instalações amovíveis ou fixas	Outros condicionamentos
-	Interdita a instalação de apoios de praia, equipamentos ou infraestruturas portuárias, exceto se com caráter sazonal ou dependentes de estudos específicos	-
Admite construções desde que apresentados estudos específicos e projetos ou realizadas obras de consolidação	Permite estas intervenções desde que apresentados estudos específicos e projetos ou realizadas obras de consolidação	-
-	-	Nas unidades balneares do areal a ocupação das faixas de risco e proteção, dependente de comprovativo das condições de segurança exigíveis ou da realização de ações de consolidação, definidas através de estudos específicos e projetos aprovados
-	-	Para a UOP 2: D. Ana devem ser delimitadas e assinaladas as zonas de risco no areal
-	Admite estruturas amovíveis e sazonais previstas nos planos de praia	-
Interditas novas construções	Admite estruturas amovíveis ou fixas desde que previstas em Plano de Praia	-
Interditas novas construções, exceto apoios de praia e/ou equipamentos ou outras estruturas (miradouros, centros interpretativos) desde que previstas em UOPG e Planos de Praia	-	-
Interdita, exceto os apoios de praia amovíveis e sazonais.	-	Promover a desocupação e renaturalização das faixas de proteção. Permite obras de conservação, nos espaços urbanizados ou nos espaços edificados a reestruturar, prejuízo dos objetivos das UOPG. Planear uma remoção programada das construções existentes.
Interdita, exceto os apoios de praia amovíveis e sazonais, assentes em estrutura sobrelevada, em época balnear, previstos nos planos de praia.	Interdita a abertura ou alargamento de acessos, exceto acessos pedonais sobrelevados propostos nos planos de praia.	Promover a desocupação e renaturalização das faixas de proteção. Permite obras de conservação, nos espaços urbanizados ou nos espaços edificados a reestruturar, prejuízo dos objetivos das UOPG.
Interdita, exceto os apoios de praia previstos nos planos de praia.	Interdita a abertura ou alargamento de acessos, com exceção dos previstos em planos de praia	Promover a desocupação e renaturalização das faixas de proteção

## Anexo V - Normas de Proteção Costeira Constantes nos PROT

### PROT Norte

Proposta de Plano de Dezembro de 2009

#### Ordenamento do uso do solo na zona costeira

- 1) Sempre que possível associar um estatuto *non aedificandi*.
- 2) Interditar novas construções na margem do mar, exceto equipamentos e infraestruturas de apoio balnear e marítimas.
- 3) Interditar novas construções na orla costeira em áreas sujeitas a fenómenos de erosão costeira, incluindo as vulneráveis a inundações e galgamentos marinhos.
- 4) Conter o alastramento da ocupação urbana e edificada em mancha contínua ao longo da zona costeira:
  - a) Privilegiar traçados perpendiculares à linha de costa para as novas vias de acesso;
  - b) Manter o maior afastamento possível das novas edificações relativamente à linha de costa;
  - c) Desenvolver a ocupação urbana preferencialmente em cunha, com densificação crescente para o interior;
  - d) Não autorizar novas construções fora dos perímetros urbanos, excepcionando as infraestruturas e equipamentos coletivos de interesse e iniciativa pública, bem como os balneares e marítimos admitidos e/ou previstos.

- 5) Interditar ou restringir a impermeabilização do solo e qualquer tipo de construção fixa em áreas de drenagem natural.
- 6) Promover o bom estado ecológico das massas de água e dos ecossistemas ribeirinhos dos cursos de água.
- 7) Promover a qualificação e valorização dos aglomerados costeiros e ribeirinhos, privilegiando: a) o ordenamento e a estruturação dos espaços públicos; b) a eliminação ou realocação das ocupações indevidas (áreas do domínio público e áreas de risco); c) a reconversão de áreas degradadas ou em processo de degradação.
- 8) Promover e garantir a integração paisagística das estruturas de grande volumetria ou com elevada exposição visual.
- 9) Promover estudos de avaliação das capacidades de carga turística da faixa litoral.

### Interface terra-mar

- 10) Promover a implementação de programas específicos de manutenção e consolidação das estruturas e obras de proteção costeira.
- 11) Criar um programa anual de observação e de manutenção das estruturas de defesa costeira de frentes edificadas em risco.
- 12) Desenvolver um sistema de qualificação das praias consideradas estratégicas.
- 13) Identificar as áreas sujeitas a erosão litoral, incluindo as vulneráveis a inundações e galgamentos marinhos, a considerar em sede de PMOT, promovendo e adotando condicionantes ao uso do solo, interditando a novas construções e ampliação de áreas urbanas.
- 14) Aprofundar/atualizar os estudos, a macro e meso escalas, sobre os impactos dos fenómenos extremos e das alterações climáticas na zona costeira e sobre recursos vivos marinhos.
- 15) Promover a elaboração de diretivas de ordenamento que contemplem o previsível agravamento da ocorrência e intensidade das catástrofes e de normas orientadoras da ação preventiva.
- 16) Promover ações de requalificação da orla costeira, relacionadas com condições de segurança e de dinâmica da zona costeira, com programas de realocação de infraestruturas e outros equipamentos.

## PROT Centro

Proposta de Plano de Maio de 2011

### Normas específicas Litoral

- 1) Dar prioridade às ações que visem a minimização dos fatores que atentam contra a segurança de pessoas e bens, ou contra os valores ambientais essenciais em risco.
- 2) Promover a proteção e qualificação ambiental dos estuários, lagoas costeiras e de outros ecossistemas costeiros degradados de elevado valor ambiental, social, económico, cultural e recreativo.
- 3) Garantir a avaliação e monitorização permanente das dinâmicas instaladas.
- 4) Estabelecer o condicionamento progressivo do uso do solo, da edificação e da urbanização de acordo com as vulnerabilidades e os riscos associados a fenómenos de origem natural ou antrópica.
- 5) Garantir a regulamentação da Zona Costeira, em sede dos PMOT, bem como a identificação, delimitação e regulamentação das áreas de risco, e de áreas cujos valores patrimoniais possam vir a integrar as Redes Regionais e Locais de Áreas Protegidas.
- 6) Os limites da orla costeira são estabelecidos pelos POOC e acolhidos nos PMOT. Os limites da Zona Costeira são delimitados nos PDM, em função das características dos respetivos territórios e da própria dinâmica costeira. A zona costeira terá sempre, no mínimo, 2 km.

### Normas específicas orla costeira

- 7) Promover a libertação gradual de ocupações com impactos negativos no ambiente e na paisagem, prioritariamente nas áreas de risco.
- 8) Garantir o respeito pelas normas relativas aos Riscos Naturais e Tecnológicos, no ordenamento e estruturação dos espaços públicos das frentes de mar e frentes ribeirinhas.
- 9) O acesso ao litoral deve ser limitado a situações imprescindíveis e concretizar-se através de ramais perpendiculares à linha da costa, com certas condicionantes.
- 10) São interditas novas edificações, nas seguintes situações:
  - a) Fora das áreas urbanas e urbanizáveis que correspondam a aglomerados urbanos existentes, aferidos em função do regime de salvaguarda estabelecido nos POOC;

- b) Em áreas de risco identificadas, nos IGT, como suscetíveis a fenómenos de erosão costeira.
- 11) Excecionam-se das interdições de novas edificações, desde que compatíveis com os planos especiais de ordenamento do território e desde que localizadas fora das áreas de risco, a construção de:
- a) Infraestruturas e equipamentos para apoio balnear, de proteção civil, náutica de recreio e atividades desportivas relacionadas com a fruição do mar, assim como coletivos de reconhecido interesse público e apenas quando a sua localização nesta zona seja imprescindível;
  - b) Estruturas relacionadas com a atividade da pesca, da salinicultura e da aquicultura.
- 12) É interdita a criação de novas áreas urbanas e/ou turísticas e a expansão das existentes, com certos condicionamentos.
- 13) É admitida a realocização de equipamentos, infra-estruturas e construções urbanas, com certas condições. A sua implantação deve desenvolver-se o mais afastado da linha de costa e fora de zonas de risco.

### Normas específicas zona costeira

- 14) na faixa terrestre entre o limite interior da Orla Costeira e o limite que corresponda a uma distância mínima de 2000m da margem:
- 15) Manter e preservar os sistemas e valores naturais promovendo a contenção das áreas urbanas.
- 16) Promover o acesso ao litoral preferencialmente através de ramais perpendiculares à linha da costa.
- 17) Limitar os impactos das grandes obras de dragagem e aterros tendo em consideração a proteção e reforço do Cordão Litoral.
- 18) Regrar a edificação de modo a assegurar o adequado afastamento da linha de costa, a restrição de acessos paralelos à costa, a não obstrução do sistema de vistas, a correta inserção paisagística e a elevada qualidade paisagística e ambiental.
- 19) Interditar a criação de novos aglomerados urbanos e núcleos de desenvolvimento turístico.
- 20) Interditar a expansão dos perímetros urbanos existentes e a edificação isolada, em zonas de risco.

- 21) Apenas é permitida a ampliação dos perímetros urbanos existentes, quando necessária, em áreas que não sejam de risco em forma de cunha, não devendo desenvolver-se paralelamente à costa.
- 22) É admitida a realocização de equipamentos, infraestruturas e construções urbanas resultantes de operações de deslocalização por questões de segurança relacionadas com a dinâmica do litoral, preferencialmente a localizar na contiguidade dos aglomerados urbanos existentes.

### Riscos Naturais e Tecnológicos

- 23) No Espaço Litoral deve privilegiar-se o reforço da prevenção e redução da perigosidade.
- 24) Reforçar a manutenção e consolidação das atuais estruturas de proteção costeiras.
- 25) Avaliar soluções alternativas às intervenções pesadas de defesa costeira, com análise de custos e benefícios incluindo a reavaliação do ordenamento dos espaços públicos e das frentes urbanas, em determinados troços da orla costeira.
- 26) A administração central e local devem:
- a) Concretizar programas específicos na orla costeira, conceção, realocização e construção dos equipamentos, infraestruturas, bem como das construções urbanas sempre que as condições de segurança relacionadas com a dinâmica litoral ou de valorização ambiental determinem a demolição das atuais;
  - b) Avaliar os caudais sólidos disponibilizados para a deriva litoral em determinados troços;
  - c) Promover levantamentos anuais topo-hidrográficos e aerofotogramétricos dos troços mais críticos relativos à erosão e instabilidade das arribas da orla costeira;
  - d) Interditar ou condicionar o acesso a troços sinalizados da orla costeira.
- 27) Elaborar e testar planos de emergência relacionados com a dinâmica costeira, assim como com as atividades socioeconómicas relacionadas com a ocupação urbana, turística, com a exploração de recursos e as atividades portuárias e de transporte marítimo.
- 28) Desenvolver sistemas de monitorização da evolução das condições de estabilidades e evolutivas da orla costeira.
- 29) Desenvolver sistemas de alerta e publicitação das condições de instabilidade e evolutivas da orla costeira.

30) Definir volumes anuais de sedimentos dragados resultantes das atividades portuárias a repor nas embocaduras dos portos para manutenção do equilíbrio da dinâmica costeira.

31) Promover a identificação de manchas de empréstimo e criação de reservas de inertes para alimentação artificial da linha de costa em situações críticas de erosão costeira.

### Ria de Aveiro – Sistema lagunar e costeiro

32) Contenção dos espaços urbanos nas áreas classificadas como de média e elevada vulnerabilidade e/ ou risco à erosão costeira e fluvial.

33) Proibição da edificação dispersa na orla costeira.

34) Interdição de impermeabilização dos solos nas áreas cujos valores naturais ou paisagísticos são excepcionais e/ou elevados.

35) Qualificação urbanística e ambiental das frentes de água (oceânicas e ribeirinhas).

36) Desenvolver um regime de edificabilidade, de acordo com as características dinâmicas do sistema presente:

a) Interditar a construção na “margem”;

b) Libertar gradualmente as áreas de DPH de infraestruturas causadoras de impactos negativos no ambiente e na paisagem;

c) Acautelar a existência de zonas naturais ou agrícolas suficientemente vastas, entre as zonas já urbanizadas;

d) Proibir qualquer tipo de construção fixa em zonas de drenagem natural;

e) Permitir a instalação de equipamentos amovíveis de apoio a actividades de recreio e lazer, nas áreas do DPH.

37) Promover a qualificação urbanística dos aglomerados ribeirinhos

38) Valorizar/conservar os valores naturais inerentes a este ecossistema.

39) Proibir a edificação e impermeabilização das áreas de elevado valor natural (margens e/ou leito da Ria).

40) Interditar a ocupação urbana em áreas sensíveis, nomeadamente áreas húmidas, áreas de elevado valor agro-florestal, zonas dunares;

41) Promover a proteção do cordão dunar interditando a construção fora dos núcleos urbanos existentes.

### Orientações de Políticas Sectoriais – Sistema de Riscos Naturais e Tecnológicos

42) No domínio da prevenção e redução da perigosidade é necessário, no âmbito da erosão costeira:

a) Implementar um programa de cenarização geomorfológica e topo-hidrográfica no quadro das alterações climáticas e subida do nível médio do mar, para horizontes temporais abrangentes, superiores a 20 anos).

b) Caracterizar geológica, geomorfológica, geotécnica e evolutivamente a linha de costa e da faixa adjacente dos troços com suscetibilidade moderada a muito elevada à erosão.

43) No domínio da redução da vulnerabilidade e mitigação dos riscos é necessário implementar programas específicos de análise, conceção, bem como de reabilitação e/ou estabilização e monitorização nas diversas tipologias de risco, e de modelação e mitigação do perigo nomeadamente para riscos de inundações e galgamentos marinhos e orla costeira, em situações determinadas definidas na proposta de plano.

## PROT Oeste e Vale do Tejo

RCM 64-A/2009 de 6 de Agosto

### Rede Primária

1) Considerar como referência a largura mínima do Corredor Litoral (Corredor Ecológico Estruturantes): 5 km a partir da linha de costa integrando uma faixa de 500 m (Orla Costeira) de interdição e uma faixa de 2 km (Zona Costeira) a sujeitar a condicionamentos

### Litoral

2) Elaborar estudos que integrem os valores, recursos e riscos naturais em presença nas áreas da faixa litoral (tendo referência 5Km) e propor princípios e regras de gestão e controlo dos usos do solo.

3) Delimitar geograficamente as áreas do litoral que contribuem para a concretização da ERPVA, e estabelecer as regras de ocupação e uso do solo assumindo:

- a) Interditar, na orla costeira de 500 m, novas edificações fora de perímetros urbanos, com algumas exceções.
  - b) Restringir e condicionar a ocupação edificada na zona costeira de 2km, garantindo que as áreas passíveis de edificação, que venham a ser integradas em perímetro urbano ou suscetíveis de configurar espaços de ocupação turística, têm um carácter excecional e contribuem, de forma objetiva e fundamentada, para a concretização das funções do corredor litoral.
  - c) Regrar a edificação de modo a assegurar o adequado afastamento da linha de costa, a restrição de acessos paralelos ao litoral, a não obstrução do sistema de vistas, a correta inserção paisagística e a elevada qualidade urbanística e ambiental.
  - d) Admitir, na orla costeira de 500 m, a realocização de unidades turísticas degradadas existentes, com certas condicionantes.
- 4) Promover a requalificação urbanística e paisagística das áreas urbanas, turísticas, núcleos rurais, povoamentos dispersos ou lineares que se localizem na faixa litoral (5 km).
- 5) Controlar a ocupação edificada fragmentada ou em mancha contínua ao longo da costa, e assegurar que a edificação em áreas especificamente identificadas para o efeito.

### Risco de cheia

- 6) Delimitar e cartografar as áreas sujeitas a inundações, as áreas sujeitas ao perigo de instabilidade de vertentes e as áreas sujeitas aos perigos de erosão litoral e de Tsunami, estabelecendo os respetivos usos compatíveis.

### Risco de Erosão Litoral

- 7) Implementar nas zonas costeiras e em zonas de risco de cheias e inundações, programas específicos de análise, conceção, realocização e construção de equipamentos e infraestruturas, sempre que as condições de segurança relacionadas com a erosão litoral ou os impactos continuados nas construções situadas nas zonas de risco de inundações e cheias, justifiquem a demolição das atuais.
- 8) Reposição da legalidade e definição de uma faixa litoral de proteção livre de construções fixas.
- 9) Interditar a construção de novas edificações nas áreas litorais sujeitas a perigo de erosão elevado:
- a) fora das áreas urbanizadas consolidadas.

b) nas áreas urbanizadas consolidadas, com algumas exceções e quando cumpridos certos condicionamentos.

10) Interditar ou condicionar o acesso aos troços costeiros instáveis.

### Risco de Movimentos de Massa em Vertentes

11) Interditar a construção de novas edificações em vertentes com perigo de instabilidade elevado, excepto quando estejam devidamente acauteladas as condições de segurança.

12) Identificar os locais de instabilidade de vertentes responsáveis por situações de risco declarado em áreas urbanas consolidadas ou em consolidação e definir as medidas para a sua estabilização.

## PROT AML em vigor

RCM nº 68/2002 de 8 de abril

- 1) Protecção das dunas
- 2) Protecção dos cordões de matas litorais e sebes
- 3) Restringir a ocupação do litoral aos núcleos urbanos existentes.
- 4) Impedir o contínuo urbano no litoral
- 5) Cartografar as zonas de risco
- 6) No âmbito dos IGT, proibir a construção nas zonas de risco
- 7) Garantir que a ocupação edificada das áreas do litoral, no interior ou no exterior dos perímetros urbanos, é particularmente exigente do ponto de vista da integração paisagística e ambiental;
- 8) Monitorização dos fenómenos de evolução da orla costeira

## PROT AML proposta 2010

- 1) Delimitar as áreas que contribuem para a concretização da Estrutura Regional de Proteção e Valorização Ambiental
- 2) Integrar nos processos de planeamento a ponderação dos valores, recursos e riscos naturais nas áreas do litoral
- 3) Interditar, na margem das águas do mar, novas edificações, fora de aglomerados urbanos aferidos em função do regime de salvaguarda estabelecido no POOC exceto infra-estruturas de apoio balnear e marítimos, em conformidade com os planos especiais de ordenamento do território
- 4) Interditar, na orla costeira de 500 m, novas edificações fora de aglomerados urbanos aferidos em função do regime de salvaguarda estabelecido no POOC exceto infra-estruturas balneares e marítimas, etc, desde que compatíveis com o POOC e desde que localizadas fora das áreas de risco
- 5) Restringir e condicionar a ocupação edificada na zona costeira entre os 500 m (orla costeira) e os 2 km, garantindo que as áreas passíveis de edificação que venham a ser integradas em perímetro urbano ou suscetíveis de configurar espaços de ocupação turística, têm um carácter excecional
- 6) Interditar, na zona costeira entre os 500 metros (orla costeira) e os 2 km, a criação de novos aglomerados urbanos e garantir que a ampliação dos perímetros urbanos existentes, quando necessária, deve processar-se de forma a contrariar um crescimento urbano paralelo à costa
- 7) Interditar novas construções em áreas de risco ou vulneráveis a fenómenos de erosão costeira
- 8) Fomentar a ocupação urbana em forma de “cunha” bem como assegurar o adequado afastamento da linha de costa, a restrição de acessos paralelos ao litoral, a não obstrução do sistema de vistas
- 9) Admitir, na orla costeira de 500 m, fora de aglomerados urbanos aferidos em função do regime de salvaguarda estabelecido no POOC, a realocização de empreendimentos turísticos degradados existentes, exclusivamente nas tipologias de hotéis e pousadas
- 10) Controlar a ocupação edificada fragmentada ou em mancha contínua ao longo da costa
- 11) Disciplinar os acessos ao litoral
- 12) Proteger e preservar os sistemas naturais e biofísicos característicos do litoral, em particular as dunas, os cordões de matas litorais e as sebes
- 13) Recuperar áreas degradadas

- 14) Identificar e delimitar ocupações e ações indevidas em áreas de Domínio Público Hídrico e promover a sua realocação programada
- 15) Monitorizar os fenómenos de evolução da orla costeira (trânsito sedimentar, qualidade da água e areias
- 16) Identificar áreas edificadas e ecossistemas em risco devido à subida prevista do nível das águas do mar e propor medidas de adaptação.

## PROT Alentejo

RCM nº 53/2010 de 2 de agosto

- 1) Impedir a ocupação urbana e edificada em novas frentes contínuas paralelas à costa, bem como a abertura de novas vias ao longo da costa
- 2) Não admitir a ocupação edificada em áreas de risco e erosão litoral
- 3) Delimitar IGT as zonas críticas de erosão na orla costeira, para as quais devem ser equacionadas medidas para garantir a segurança de pessoas e bens, tais como:
  - i) Proibição da construção de edifícios.
  - ii) Demolição de edifícios em risco de colapso.
  - iii) Utilização de obras de estabilização e reforço para estruturas já existentes, quando demonstrado não existir alternativa viável.
  - iv) Obrigatoriedade de informar a população sobre os perigos a que está sujeita e respetivas medidas de autoproteção.
  - v) Restrição ou proibição de acesso a essas zonas
- 4) A Intensidade Turística máxima para as sub-regiões dos polos turísticos do Litoral Alentejano - relação de 1/1 (habitantes/camas turísticas)
- 5) Na Orla Costeira (margem e uma faixa com uma largura máxima de 500 metros):
  - i) Interditas novas edificações fora dos perímetros urbanos e dos Núcleos de Desenvolvimento Turístico existentes, com exceção de infra-estruturas e equipamentos de apoio balnear, etc.

- ii) A ampliação dos perímetros urbanos existentes, quando necessária, deve processar -se em forma de cunha, contrariando o crescimento urbano paralelo à costa
  - iii) Interdita novas construções em áreas de risco ou vulneráveis a fenómenos de erosão costeira identificadas na carta de riscos;
- 6) Na Zona Costeira (até uma distância mínima de 2 km da margem):
- i) Interdita a criação de novos Núcleos de Desenvolvimento Turístico, de novos Núcleos Urbanos de Turismo e Lazer e de novos aglomerados urbanos;
  - ii) A ampliação dos perímetros urbanos existentes, quando necessária, deve processar -se de forma a contrariar um crescimento urbano paralelo à costa
  - iii) Interdita novas construções em áreas de risco ou vulneráveis a fenómenos de erosão costeira identificadas na carta de riscos.
- 7) Na Faixa de Proteção da Zona Costeira (até uma distância mínima de 5 km) não é permitida a criação de novos aglomerados urbanos<sup>8</sup> - É interdita a construção de novas rodovias paralelas à costa, processando -se o acesso ao litoral através de vias perpendiculares à linha de costa e privilegiando as vias já existentes.

## PROT ALGARVE

RCM nº 102/2007 de 3 de agosto

- 1) Interdita novas construções dentro da margem das águas do mar fora dos perímetros urbanos de aglomerados tradicionais, com exceção de infra-estruturas e equipamentos de apoio balnear e marítimos em conformidade com o estabelecido nos planos especiais de ordenamento do território;
- 2) Não são autorizadas novas construções na Zona Terrestre de Proteção (faixa de 500 metros a contar da margem), fora dos perímetros urbanos de aglomerados tradicionais, à exceção de infra-estruturas e equipamentos de apoio balnear e marítimos
- 3) Elaboração de cartografia e atualização do cadastro da margem das águas do mar e das faixas de risco associadas à erosão costeira a ser sujeitas a medidas específicas no âmbito dos IGT, interditando a construção nestas zonas e equacionando cenários que conduzam à sua desocupação;
- 4) Monitorização dos fenómenos de evolução da orla costeira, acompanhamento da situação

da qualidade da água e dos sedimentos de fundo em zonas estuarinas e lagunares, e estudo sistemático do trânsito sedimentar ao longo da costa;

- 5) Proteção das dunas, disciplinando o seu atravessamento por pessoas e impedindo a sua ocupação por edificações;
- 6) Proteção das cristas das arribas, com vista à prevenção da erosão, queda de pessoas e riscos de desmoronamentos;
- 7) Proteção dos cordões de matas litorais, das sebes vivas e dos muros de pedra seca;
- 8) Intervenções de conservação da costa, designadamente das praias sob condições de erosão acelerada com o consequente recuo da linha de costa
- 9) Os PMOT devem:
  - a) Identificar de forma clara e inequívoca os recursos e valores naturais com importância estratégica e impor as restrições e condicionamentos para a sua ocupação e utilização;
  - b) Conter normas de proteção dos valores naturais e patrimoniais, identificar as áreas sensíveis e de risco, prevendo a sua salvaguarda, e tipificar os mecanismos de atuação em caso de acidentes;
  - c) Conter medidas de combate aos fatores antrópicos, que alteram a configuração da linha de costa, assim como de requalificação de áreas degradadas em resultado de ocupações abusivas e utilizações desregradadas da orla costeira;
  - d) Impedir a ocupação urbana e edificada em mancha continua ao longo da linha de costa e a abertura de vias sobre a costa;
  - e) Promover a reconversão urbanística de áreas degradadas, em processo de degradação, sobre ocupadas e com usos desadequados, bem como dos respetivos espaços exteriores e espaços públicos

# Anexo VI - Alimentação Artificial das Praias da Costa da Caparica: Síntese dos Resultados de Monitorização (2007 a 2014)

Celso Aleixo Pinto\*, Rui Taborda\*\* e Tanya Silveira\*\*

\* *Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.*

\*\* *Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Departamento de Geologia*

## 1. Introdução

O troço costeiro de São João-Costa da Caparica foi sujeito a quatro intervenções de alimentação artificial de praia nos anos de 2007, 2008, 2009 e 2014, tendo sido depositados um total de 3 500 000 m<sup>3</sup> de areia na praia emersa. Os recursos sedimentares provieram da dragagem de manchas de empréstimo localizadas no canal da barra sul e no bordo norte do Cachopo Sul (apenas em 2008) (Figura 1).

Com exceção de 2014, as alimentações de praia foram conjugadas com o exercício de dragagens de manutenção pela Administração do Porto de Lisboa, S.A., com vantagens económicas para ambas as partes, dado que os custos associados foram consideravelmente inferiores comparativamente à realização de ambas as operações em separado.

Em 2007, a alimentação artificial envolveu a deposição de 0.5M m<sup>3</sup> no troço compreendido entre o EV1 (limite norte de São João da Caparica) e o EC4 numa extensão de 2.4 km. Em 2008, 2009 e 2014 foram depositados 1M m<sup>3</sup> (em cada um dos anos) ao longo de 3.8 km de extensão (Figura 1) entre o EV1 e cerca de 500m a sul do EC1 (Nova Praia/Praia da Saúde)

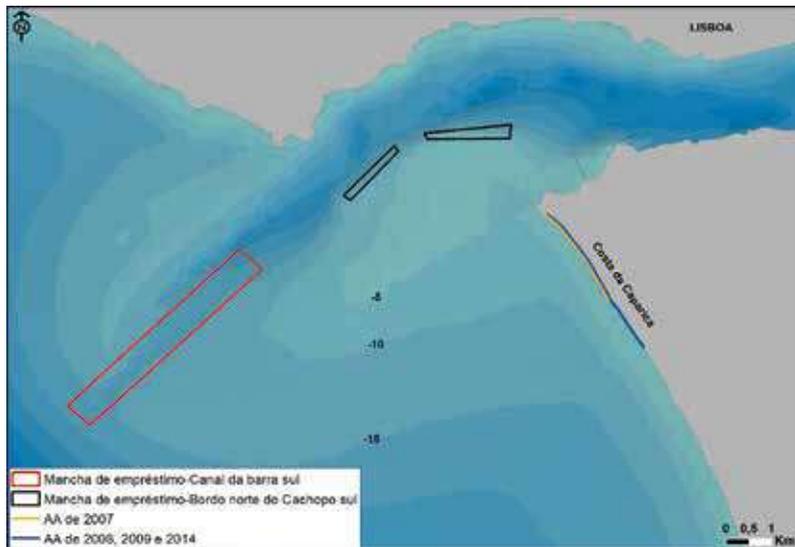


Figura 1 - Localização das manchas de empréstimo e áreas sujeitas a alimentação artificial.



Figura 2 - Área abrangida pelos levantamentos topo-hidrográficos - célula de monitorização.

A monitorização da performance e longevidade das alimentações artificiais de praia tem vindo a ser efetuada mediante a comparação sucessiva de levantamentos topo-hidrográficos, especificamente realizados para o efeito antes e após as intervenções. A área abrangida pelos levantamentos, a designada “*célula de monitorização*”, cobre uma área de aproximadamente 4.3 km<sup>2</sup>, limitada superiormente pela base da duna ou base da defesa aderente e inferiormente pela batimétrica ≈ -8m/9m Z.H (Figura 2).

O presente Relatório Técnico visa sintetizar e atualizar a informação atualmente existente neste troço costeiro entre 2007 e 2014, com o objetivo de caracterizar as principais alterações morfológicas, tendências evolutivas e eventuais alterações no balanço sedimentar entretanto ocorridas nesta célula costeira, de modo a contribuir para a tomada de decisão e otimização da gestão neste troço costeiro.

## 2. Metodologia da monitorização

Entre 2001 e outubro de 2014 foram efetuados 17 levantamentos topo-hidrográficos na área em análise, com particular ênfase nas situações antes e após as operações de alimentação artificial efetuadas em 2007, 2008 e 2009 e 2014.

A avaliação da performance das alimentações artificiais e análise das variações volumétricas ocorridas na designada “*célula de monitorização*” tem vindo a ser efetuada de forma periódica pela entidade responsável pela intervenção, designadamente o INAG até 2011 (INAG, 2008; 2009, 2010; Veloso-Gomes *et al*, 2009; Veloso-Gomes & Silva, 2012) e a partir de 2012 pela APA, I.P. (Pinto *et al*, 2012; Pinto, 2013; Pinto, 2014).

Nas comparações efetuadas entre levantamentos consecutivos, e agora apresentadas neste trabalho, não foi incluída a alimentação artificial de 2007, dado que a área intervencionada foi substancialmente menor, e por isso não passível de comparação direta com os levantamentos subsequentes. No entanto, o volume da alimentação (500 000 m<sup>3</sup>) foi incorporado em termos de balanço sedimentar global.

O cálculo de volumes foi integralmente feito recorrendo a ferramentas do ArcGIS 10 da ESRI. Os dados em bruto dos levantamentos foram transformados em pontos coordenados, no sistema ETRS89 PT-TM06, e com elevação associada relativa ao Zero Hidrográfico (ZH), em formato shapefile da ESRI. A partir desses pontos foram criadas superfícies (modelos digitais de terreno) com resolução de 1m utilizando a ferramenta *Natural Neighbors (3D Analyst)*. As superfícies foram reduzidas à área mínima comum entre todos os levantamentos e excluindo todas as estruturas artificiais presentes (esporões e defesa aderente), através da utilização da ferramenta *Extract by Mask (Spatial Analyst Tool)*. Para cada superfície, o volume foi calculado acima da elevação -20m ZH, através da utilização da ferramenta *Surface Volume (3D Analyst)*.

Assumindo que as variações de  $\pm 30\text{cm}$  estão na margem de erro de erro do método e do levantamento topo-hidrográfico, nos locais onde se verificaram variações altimétricas inferiores a este valor as mesmas não foram representadas (sem cor).

### 3. Alimentação artificial de praias – conceitos e exemplos

A alimentação artificial de praias corresponde à colocação, por meios artificiais, de materiais arenosos em locais imersos ou emersos com vista à obtenção de um determinado perfil de praia ou de fundo favorável à dissipação da energia das ondas e a uso balnear, simulando condições naturais (Lei n.º 49/2006).

De um modo geral, os principais objetivos da alimentação artificial de praias são (Gravens *et al.*, 2006; CUR, 1987; Dean, 2002):

- Proteção contra fenómenos de galgamento oceânico (e eventual inundação);
- Minimização dos efeitos negativos dos temporais sobre a linha de costa (i.e. mitigação da erosão costeira) e estruturas nela construídas;
- Proteger parcelas valiosas do território do ponto de vista ambiental e estratégico;
- Aumentar a capacidade recreativa e balnear das praias e melhorar as condições ambientais.

Tal como constatado por diversos autores que estudaram este tipo de intervenções em vários pontos do litoral mundial (e.g. Gravens *et al.*, 2006; CUR, 1987; Dean, 2002; Verhagen, 1996; Copobianco *et al.*, 2002), é difícil prever o grau de sucesso e performance das alimentações artificiais de praia, em parte devido à incerteza e imprevisibilidade associada à frequência de eventos extremos de agitação marítima. Neste contexto, as “perdas” visíveis (i.e. na praia emersa) nas praias sujeitas a alimentação artificial resultam essencialmente dos seguintes fatores:

- a) Perdas iniciais de curto prazo, associadas aos fenómenos de reajuste do perfil (atingir do perfil de equilíbrio) e compactação da areia após deposição;
- b) Dispersão lateral por processos longitudinais para fora da zona de influência das estruturas de perpendiculares de retenção (Gravens *et al.*, 2006);
- c) Variabilidade intrínseca da praia em função das alterações morfológicas sazonais e da ocorrência de eventos extremos de agitação marítima associados a temporais.

Em termos globais, de acordo com CUR (1987), as *perdas iniciais* (perdas ocorridas no 1º ano) ocorridas em praias alimentadas varia entre os 10 e 20%. Verhagen (1996), com base na análise do comportamento de praias alimentadas na Alemanha e Holanda, aponta para perdas iniciais variáveis entre 1 e 25%. Dean (2002) apresenta uma série resultados de monitorização de praias

sujeitas a alimentação artificial nos EUA, para períodos da ordem dos 6 anos (Folly Beach – Carolina do Sul) e 8 anos (Perdido Key – Florida), tendo sido observadas perdas da ordem dos 45% e 46% a 68%, respetivamente.

Em Portugal, numa série de intervenções de alimentação recentes realizadas no Algarve (Vale do Lobo) observaram-se perdas iniciais entre os 10 e 27% (Fonte: APA, I.P./ARH Algarve).

Verhagen (1996) refere que a areia da alimentação (i.e. a areia dragada e colocada na praia nativa) é normalmente transportada para fora da área do projeto para as células costeiras adjacentes ou para águas mais profundas (i.e. praia imersa/submarina). Este tipo de processo é designado “perda”, embora no longo prazo esta areia ainda contribua para a estabilidade geral de um determinado troço costeiro, mas não no local pretendido (i.e. praia emersa sujeita a alimentação). Do ponto de vista dos processos costeiros, pode considerar-se que esta areia não é perdida, dado que permanece no sistema litoral. No entanto, na perspetiva do gestor local ou da sociedade em geral, a redução da capacidade de uso da praia (i.e. diminuição da sua largura) é normalmente considerada uma perda, não obstante este fenómeno ser expectável e já ter sido documentado em antecipação, tal como referido por Dean (2002) no âmbito da monitorização efetuada numa série de intervenções de alimentação artificial realizadas nos EUA.

## 4. Alimentação artificial de 2014 – resultados da monitorização

### 1.1. Volumes depositados na praia emersa

A intervenção iniciou-se em 26 de junho de 2014, tendo sido concluída em 25 de agosto de 2014. Os volumes reais medidos colocados por praia e valores previstos em projeto constam da Tabela 1. A figura 3 mostra o aspeto dos trabalhos de repulsão da areia na praia.

*Tabela 1 - Volumes previstos em projeto e repulsados na praia em fase de obra.*

PRAIAS	VOLUME REAL COLOCADO (m <sup>3</sup> )	VOLUME PREVISTO EM PROJETO (m <sup>3</sup> )
Praia da Saúde (a sul do EC1)	88666	85000
Praia Nova (entre o EC1 e o EC2)	49794	40000
Praia do Dragão Vermelho (entre o EC2 e o EC3)	46698	75000
Praia do Tarquínio/Paraíso (entre o EC3 e o EC4)	71079	100000



PRAIAS	VOLUME REAL COLOCADO (m³)	VOLUME PREVISTO EM PROJETO (m³)
Praia do CDS (entre o EC4 e o EC5)	99674	80000
Praia de Sto. António (entre o EC5 e o EC6)	122292	80000
Praia do Norte (Entre o EC6 e o EC7)	131150	80000
São João da Caparica (em frente à obra aderente)	195908	100000
São João da Caparica (entre o Pé-Nu e o Kontiki)	212368	360000
São João da Caparica (entre o Kontiki e o Sunset)		
<b>TOTAL</b>	<b>1 017 629,00</b>	<b>000 000,00</b>

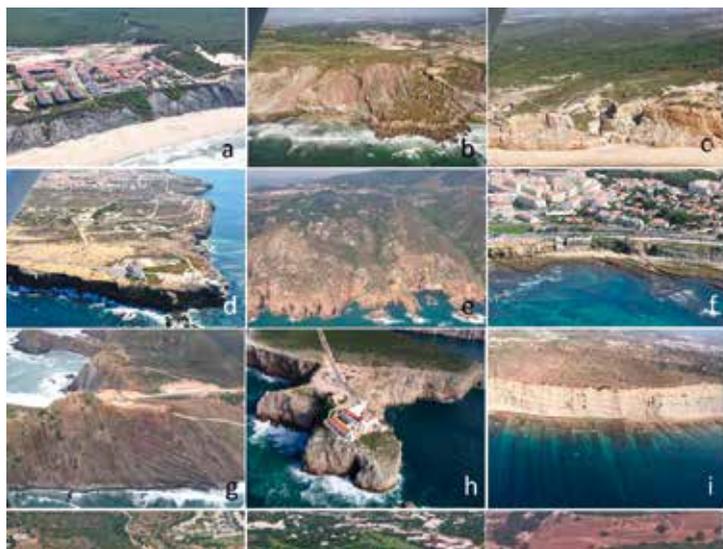


Figura 3 - Aspeto dos trabalhos de repulsão da areia na praia emersa.

## 1.2. Variabilidade morfológica e balanço sedimentar entre levantamentos consecutivos (na célula de monitorização)

Com base na metodologia referida no ponto 2, efetuou-se a comparação dos levantamentos topo-hidrográficos de agosto de 2014 (imediatamente após a alimentação artificial) e outubro de 2014, tendo-se procedido ao cálculo do balanço sedimentar na *célula de monitorização*.

A figura 4 mostra as variações na morfologia da praia emersa e praia submarina, materializadas através da diferença altimétricas (Tons de vermelho: Erosão – variação vertical negativa; Tons de verde: Acreção – variação vertical positiva). As zonas sem cor são aquelas onde as variações altimétricas são inferiores a 30cm (margem de erro assumida para efeitos do método de cálculo e do levantamento).

Da análise da figura 4 observa-se a transferência sedimentar transversal generalizada da fração subaérea para a praia imersa (i.e. migração de sedimentos para a praia submarina), traduzindo-se no rebaixamento generalizado da praia emersa e reforço altimétrico da praia submarina, sendo a batimétrica dos -1m ZH/-2m ZH o ponto de charneira das trocas sedimentares. As alterações observadas enquadram-se na resposta morfológica típica das praias alimentadas artificialmente, correspondendo a perdas volumétricas de curto prazo associadas aos fenómenos de reajuste do perfil (atingir do perfil de equilíbrio) com as condições morfodinâmicas locais e respetivas condições de forçamento oceanográfico (i.e. ondas, marés e correntes) e compactação da areia após deposição. Adicionalmente, a perda de sedimentos para a praia emersa terá sido pontualmente amplificada pelas seguintes ocorrências:

- a) Ocorrência de agitação marítima rodada a SW entre os dias 7 e 12 de setembro. Este tipo de rumos, pouco comum na costa ocidental (< 3% das ocorrências anuais) induz normalmente forte deriva litoral para norte no troço da Costa da Caparica (que perde o efeito de abrigo proporcionado pelo Cabo Raso e bancos exteriores do estuário do Tejo – Cachopo Norte e Banco do Bugio para os rumos ao largo rodados para norte do oeste). Esta ocorrência poderá eventualmente ter favorecido a dispersão lateral pontual dos sedimentos, por processos longitudinais, para fora da zona de influência das estruturas de perpendiculares de retenção (i.e. esporões);
- b) Ocorrência de valores de altura de onda superiores a 5m, entre os dias 2 e 4 de outubro, com valor de altura máxima de onda (H<sub>máx</sub>) de 6.87m (dados da Boia Ondógrafo ao largo da Nazaré do IH);
- c) Ocorrência de valores de altura de onda da ordem dos 5m entre os dias 15 e 19 de outubro, (dados da Boia Ondógrafo ao largo de Sines do IH);

Não obstante o referido, **entre agosto de 2014 e outubro de 2014, esta célula de monitorização teve um balanço sedimentar positivo, tendo ganho  $\approx 78\,000\text{ m}^3$  de areia.**



*Figura 4 - Diferença de cotas e variabilidade morfológica entre levantamentos consecutivos (FCUL/APA, I.P., 2014) na “célula de monitorização” (Nota: nos locais onde se verificaram variações altimétricas inferiores a 30cm as mesmas não estão representadas (sem cor)).*

### **1.3. Variabilidade morfológica e balanço sedimentar entre levantamentos consecutivos (por praia)**

As perdas transversais (i.e. transferência de sedimentos da praia emersa para a praia imersa) por praia foram avaliadas admitindo como fronteira entre a praia emersa e imersa a cota +1m Z.H (em termos médios corresponde ao limite inferior do enchimento). Partindo deste pressuposto calcularam-se os volumes acima daquele plano em agosto e outubro de 2014, sendo o diferencial expresso em percentagem (%). Valores negativos (-) mostram a % de areia que terá sido transferida para a praia imersa em relação ao volume de enchimento depositado artificialmente. A figura 5 mostra as percentagens das perdas volumétricas na praia emersa, por praia, ao longo do troço sujeito a alimentação artificial.

Os valores obtidos atestam a elevada, e recorrente, magnitude das trocas transversais (*cross-shore*), responsáveis pela interação entre a praia emersa e imersa, promovendo alterações visíveis em termos de volume e largura no domínio emerso (visível) da praia.

As maiores perdas na praia emersa localizaram-se na Praia do Norte (-29%), Praia de Santo António (-31%) e Praia Nova (-32%).



*Figura 5 - Percentagem (%) das perdas volumétricas, em relação ao volume colocado, ocorridas na praia emersa (por praia) após a alimentação artificial (resultados em outubro de 2014).*

#### 1.4. Variações morfológicas e volumétricas – em perfis transversais selecionados

De forma a melhor avaliar as variações transversais e trocas sedimentares ocorridas entre o domínio emerso e imerso do perfil de praia, selecionaram-se uma série de perfis em praias consideradas representativas (Figura 6) sobre os levantamentos topo-hidrográficos (Figuras 7, 8, 9, 10 e 11). A situação de julho corresponde ao estado da praia previamente à alimentação artificial, a de agosto imediatamente após e a de outubro 2 meses após a sua conclusão.



*Figura 6 - Seleção de perfis efetuados nos levantamentos topo-hidrográficos.*

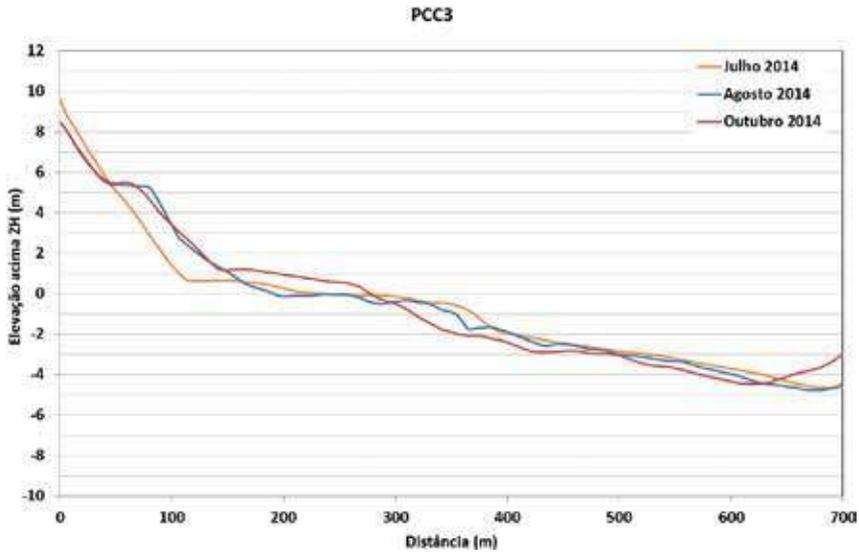


Figura 7 - Variabilidade morfológica do perfil emerso e imerso (FCUL/APA, I.P., 2014) na praia de São João da Caparica (zona norte).

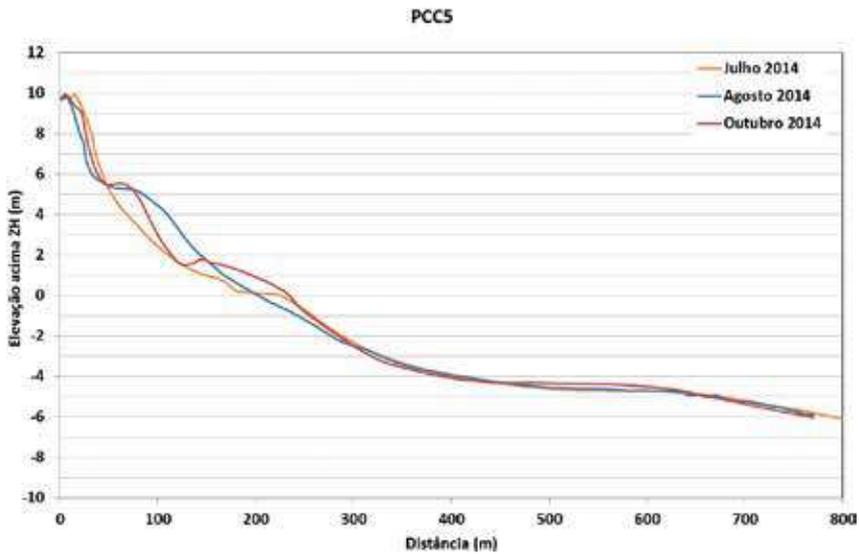


Figura 8 - Variabilidade morfológica do perfil emerso e imerso (FCUL/APA, I.P., 2014) na praia de São João da Caparica (zona central - Bar Pé-Nu).

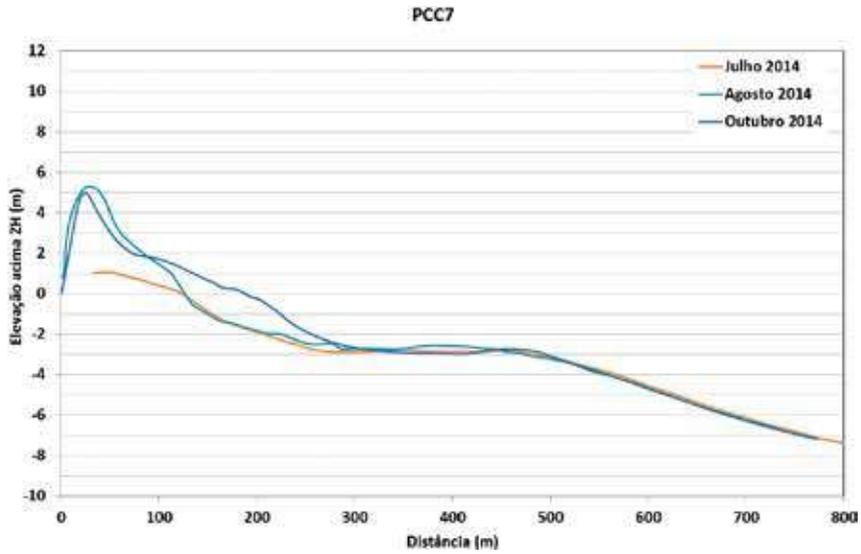


Figura 9 - Variabilidade morfológica do perfil emerso e imerso (FCUL/APA, I.P., 2014) na praia de São João da Caparica (zona sul – obra aderente).

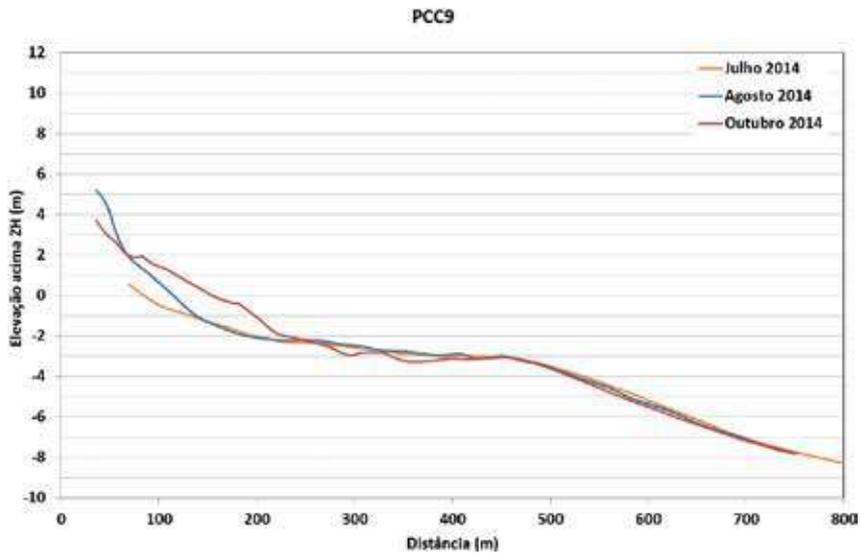


Figura 10 - Variabilidade morfológica do perfil emerso e imerso (FCUL/APA, I.P., 2014) na praia do Norte

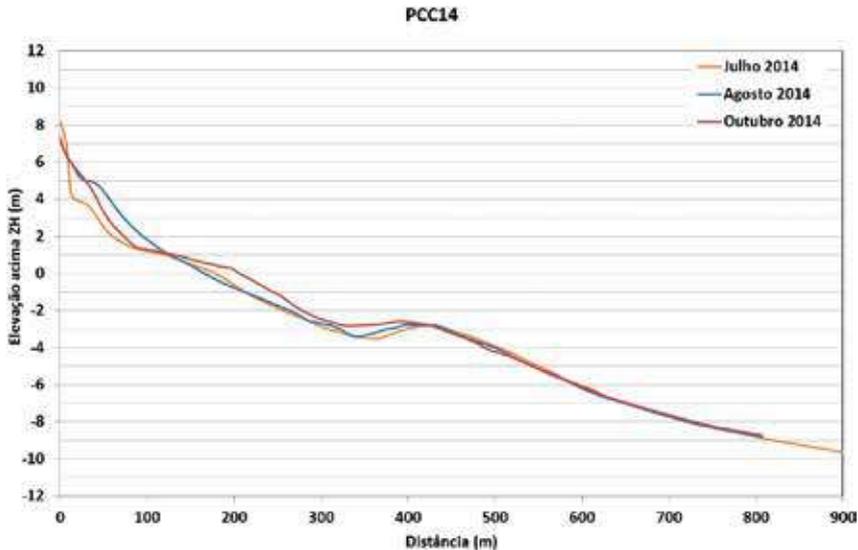


Figura 11 - Variabilidade morfológica do perfil emerso e imerso (FCUL/APA, I.P., 2014) na praia Nova.

A análise dos perfis de praia efetuados nos levantamentos topo-hidrográficos confirmam o exposto no ponto anterior, comprovando-se a existência de componente do transporte transversal com magnitude apreciável, responsável pela subtração parcial de sedimentos da praia subaérea para a praia submarina, favorecendo o rebaixamento de cotas e a redução de volume e largura da praia emersa (ver perfis de agosto e outubro).

A translação do perfil de praia para o domínio submarino traduziu-se no reforço volumétrico e altimétrico generalizado da praia imersa na maioria dos perfis, materializado por um banco submerso sensivelmente compreendido entre o +1m Z.H/0 Z.H e os -2m Z.H. O banco submerso tende a promover uma maior dissipação da energia da agitação marítima, favorecendo a rebentação mais ao largo, induzindo assim, em termos potenciais, uma menor concentração de energia junto às estruturas de proteção e defesa costeira.

### 1.5. Síntese – alimentação artificial de 2014

Atendendo aos resultados da monitorização, verifica-se que imediatamente após a execução do enchimento (concluído em final de agosto de 2014), a generalidade das praias alimentadas experimentaram, tal como expectável, alterações morfológicas significativas, resultantes da subtração parcial de sedimentos da praia subaérea e sua transferência para a praia submarina. Tal situação favoreceu o rebaixamento de cotas e a redução de volume e largura da praia emersa e o desenvolvimento altimétrico e volumétrico e de um banco arenoso submerso, o qual se afigura particularmente relevante enquanto elemento morfológico dissipador da energia da ondulação incidente.

As alterações observadas enquadram-se na resposta morfológica típica das praias alimentadas artificialmente, à semelhança do verificado em outras intervenções desta natureza no panorama internacional (e.g. Gravens *et al.*, 2006; CUR, 1987; Dean, 2002; Verhagen, 1996; Copobianco *et al.*, 2002), e correspondem a perdas volumétricas de curto prazo associadas aos fenómenos de reajuste do perfil (atingir do perfil de equilíbrio) com as condições morfodinâmicas locais e respetivas condições de forçamento oceanográfico (i.e. ondas, marés e correntes), a que se junta o fenómeno de compactação da areia após deposição.

Os resultados obtidos até à data mostram que, em termos médios globais, as perdas iniciais na praia emersa rondam os 24% do volume inicialmente colocado na praia emersa. No entanto, esta areia não deve ser dada como “perdida” dado que permanece na “*célula de monitorização*”, a qual integra a grande célula sedimentar do estuário exterior do Tejo (Taborda & Andrade, 2014). Neste contexto morfossedimentar, e assumindo como válidos os pressupostos anteriormente referidos por Verhagen (1996), as “perdas” sedimentares atualmente verificadas nas praias da Costa da Caparica, embora com efeitos localizados aparentemente negativos, contribuem para a estabilidade global de célula sedimentar do estuário exterior do Tejo e concomitantemente para o equilíbrio potencial do troço costeiro da Costa da Caparica.

Do exposto anteriormente, afigura-se plausível assumir que as perdas atualmente observadas estão dentro da gama (limite máximo) de valores expectáveis para este tipo de intervenções, sendo previsível que após o inverno parte das praias recupere total ou parcialmente os volumes inicialmente perdidos, nomeadamente se não se ocorrerem valores extremos de agitação marítima idênticos aqueles verificados, por exemplo, em janeiro e fevereiro de 2014.

## 5. Monitorização das alimentações artificiais – Síntese da evolução entre 2007 e 2014

As figuras seguintes mostram as variações na morfologia da praia emersa e imersa, na “*célula de monitorização*”, materializadas através da diferença altimétricas (Tons de vermelho: Erosão – variação vertical negativa; Tons de verde: Acreção – variação vertical positiva). As zonas sem cor são aquelas onde as variações altimétricas são inferiores a 30 cm (margem de erro assumida para efeitos do método de cálculo e do levantamento), considerando-se por isso como áreas sem alterações significativas.

Tal como referido anteriormente, não foi incluída a comparação da alimentação artificial de 2007 com o levantamento subsequente (2008), dado que a área intervencionada foi substancialmente menor, e por isso não passível de comparação direta. O volume da alimentação (500 000 m<sup>3</sup>) foi incorporado em termos de balanço sedimentar global.

Entre julho de 2008 – novembro de 2008 (inclui alimentação artificial de 2008 de 1 M m<sup>3</sup>)

A figura 12 mostra os efeitos da alimentação artificial na porção emersa da praia, materializada

pelo seu elevado robustecimento altimétrico e volumétrico, sendo visível o reajustamento do novo perfil ao forçamento e condições morfodinâmicas locais, à custa de variações no seu declive. Entre os -1/-3 ZH, na dependência do referido, observam-se variações negativas de pequena magnitude, sendo que a partir dos -3/4m ZH para o largo não se observam alterações morfológicas significativas no domínio imerso da praia.

Neste período o balanço sedimentar na “*célula de monitorização*” é negativo, tendo sido perdidos cerca de - 275 000 m<sup>3</sup> de areia.

### Entre novembro de 2008 – maio de 2009

A figura 13 mostra a transferência sedimentar generalizada da fração subaérea da praia para a praia submarina, traduzindo-se no rebaixamento generalizado da praia emersa e reforço altimétrico da praia submarina, sendo a batimétrica dos -1 ZH/-2 ZH o ponto de charneira das trocas sedimentares. As alterações observadas sugerem resposta morfológica típica da praia a períodos de agitação marítima de maior altura (i.e. temporais), materializada pela subtração de sedimentos da praia emersa e sua migração para a porção submarina do perfil, bem como a eventual prossecução dos fenómenos de reajuste do perfil artificial para atingir o equilíbrio com as condições morfodinâmicas locais.

Neste período o balanço sedimentar na “*célula de monitorização*” é positivo, tendo sido ganhos cerca de + 140 000 m<sup>3</sup> de areia.



Figura 12 - Diferença de cotas e variabilidade morfológica entre levantamentos consecutivos (FCUL/APA, I.P., 2013).



*Figura 13 - Diferença de cotas e variabilidade morfológica entre levantamentos consecutivos (FCUL/APA, I.P., 2013).*

Entre julho de 2009 – maio de 2010 (inclui alimentação artificial de 2009 de 1 M m<sup>3</sup>)

A figura 14 incorpora os efeitos da alimentação artificial de 2009, evidenciando-se o estado de elevada robustez morfológica e volumétrica ao longo de grande parte da área da célula. Observa-se um reforço altimétrico muito significativo (i.e. acreção) na totalidade da praia submarina, sensivelmente dos -3m ZH para o largo, bem como acreção significativa na metade norte de São João da Caparica, e na grande maioria das praias limitadas por esporões.



*Figura 14 - Diferença de cotas e variabilidade morfológica entre levantamentos consecutivos (FCUL/APA, I.P., 2013).*

Neste período o balanço sedimentar na “célula de monitorização” é positivo, tendo sido ganhos cerca de + 700 000 m<sup>3</sup> de areia (INAG, 2010; Veloso Gomes & Silva, 2012; Pinto *et al*, 2012), excluindo o 1 000 000 m<sup>3</sup> na sequência do enchimento 2009.

### Entre maio de 2010 – junho de 2013

A figura 15 mostra as variações morfológicas ocorridas na “*célula de monitorização*” ao longo de cerca de 3 anos, período no qual não ocorreu nenhuma operação de alimentação artificial de praia.



*Figura 15 - Diferença de cotas e variabilidade morfológica entre levantamentos consecutivos (FCUL/APA, I.P., 2013).*

Neste período observa-se uma perda generalizada de sedimentos do domínio emerso e imerso da praia, materializada pelo rebaixamento generalizado das cotas, em particular na metade norte da praia emersa de São João, contrariamente ao observado no passado, e nas praias contidas entre os esporões EC4 e EC7. Constituem exceção uma área alongada na praia submarina, com direção sensivelmente NW-SE, junto ao EV1 (já observada em períodos anteriores), a metade sul de São João da Caparica (contrariamente ao observado no passado) e algumas frações da praia emersa junto à cabeça dos esporões EC3, EC4, EC5 e EC6.

Neste período o balanço sedimentar na “*célula de monitorização*” é negativo, tendo sido perdidos cerca de - 1 318 000 m<sup>3</sup> de areia.

### Entre junho de 2013 – julho de 2014

A figura 16 mostra que neste período as alterações morfológicas no domínio emerso da praia são tendencialmente negativas no troço central e norte São João da Caparica e globalmente positivas na sua metade sul e ao longo de praticamente todas as praias contidas entre os esporões 7 e 1. Observa-se ainda de forma quase contínua, entre a metade sul de São João da Caparica e o limite sul da célula, um reforço altimétrico significativo dos fundos até sensivelmente aos -4 m Z H /-5 m Z H. Desta profundidade para o largo verifica-se um rebaixamento generalizado dos fundos, mas com magnitude relativamente moderada (1m a 2m).

Neste período o balanço sedimentar na “*célula de monitorização*” é positivo, tendo sido ganhos cerca de + 680 000 m<sup>3</sup> de areia.

Entre julho de 2014 – agosto de 2014 (inclui a alimentação artificial de 2014 de 1 M m<sup>3</sup>)

A figura 17 mostra os efeitos da alimentação artificial na porção emersa da praia, materializada pelo seu elevado robustecimento altimétrico e volumétrico, sendo visível o aumento significativo da largura da praia emersa ao longo da totalidade do troço.



*Figura 16 - Diferença de cotas e variabilidade morfológica entre levantamentos consecutivos (FCUL/APA, I.P., 2013).*



*Figura 17 - Diferença de cotas e variabilidade morfológica entre levantamentos consecutivos (FCUL/APA, I.P., 2013).*

## 6. Síntese e conclusões

Os resultados da monitorização efetuada entre 2007 e 2014 através da comparação de levantamentos topo-hidrográficos na “*célula de monitorização*”, complementada com a informação topográfica da praia emersa (i.e. perfis de praia) recolhida em igual período e inúmeras observações de campo (e.g. APA, I.P., 2014; FCUL, 2014), permitem sustentar as seguintes conclusões:

- a) As alimentações artificiais de praia efetuadas atenuaram, de um modo geral, os efeitos negativos causados pelos temporais sobre a linha de costa e estruturas aí implantadas (e.g. estruturas de proteção defesa/costeira, em particular se comparados com o nível de danos que teriam resultado se tais intervenções não tivessem sido concretizadas;
- b) O grau de sucesso, performance e longevidade das intervenções realizadas continua a ser difícil de prever, maioritariamente devido à incerteza e imprevisibilidade associada à frequência de eventos extremos de agitação marítima e ao conhecimento de base ainda incipiente relacionado com os processos de transporte/circulação sedimentar, e respetiva magnitude, entre este troço costeiro e a célula do estuário exterior do Tejo e região adjacente (cf. Taborda & Andrade, 2014);
- c) Parece existir uma incapacidade sistemática na manutenção de uma largura de praia com características adequadas à prática balnear na metade sul de São João da Caparica (área adjacente aos parques de campismo) e nas praias contidas entre os esporões 7 e 4 (i.e. praia do Norte, Santo António e CDS);
- d) A situação suprarreferida deve-se à elevada magnitude das trocas transversais (*cross-shore*), responsáveis pela interação entre a praia emersa e imersa. Este fenómeno, intrínseco à dinâmica natural dos ambientes de praia, induz a subtração de importantes quantidades de sedimentos da praia emersa para os fundos adjacentes (i.e. praia imersa), promovendo, consequentemente, uma redução na largura e volumetria da praia emersa/visível;
- e) O processo suprarreferido gera por outro lado efeitos positivos, dado que tende a robustecer altimétrica e volumetricamente os fundos submarinos adjacentes. Esta importante acumulação, sob a forma de um banco submerso, tende a promover uma maior dissipação da energia da agitação marítima e favorece a rebentação mais ao largo, induzindo em termos potenciais uma menor concentração de energia junto às estruturas de proteção e defesa costeira;
- f) As perdas iniciais observadas imediatamente após a execução das intervenções de alimentação artificial enquadram-se na resposta morfológica típica das praias sujeitas a enchimento, à semelhança do verificado em outras intervenções desta natureza no panorama internacional. As perdas de curto prazo observadas estão associadas aos fenómenos de reajuste do perfil com as condições morfodinâmicas locais e respetivas condições de forçamento oceanográfico (i.e. ondas, marés e correntes), a que se junta o fenómeno de compactação da areia após deposição;

g) Tal como referido em b), é virtualmente impossível prever e quantificar o grau de recuperação das praias alimentadas após a ocorrência de temporais. No entanto, os resultados da monitorização mostram que, em alguns períodos de tempo, mesmo após a ocorrência de valores de altura de onda elevados (i.e. em situação de temporal), algumas das praias conseguiram repor parcial ou quase totalmente os volumes inicialmente perdidos, o que atesta a existência de capacidade de recuperação morfológica deste sistema. Constitui exemplo o balanço sedimentar positivo (+ 680 000 m<sup>3</sup>) ocorrido entre junho de 2013 e julho de 2014 (Figura 16) na “*célula de monitorização*”, mesmo após a ocorrência dos temporais de janeiro e fevereiro de 2014 (com valores de agitação ao largo máximos da ordem dos 15m);

h) Os resultados da monitorização mostram que a areia subtraída da praia emersa para os fundos adjacentes não deve ser dada como “perdida” dado que permanece na “*célula de monitorização*”, a qual integra a grande célula de circulação sedimentar do estuário exterior do Tejo, no qual se incluem as formas aluvionares submersas do Cachopo Norte e Banco do Bugio/Cachopo Sul. Neste contexto morfossedimentar de larga escala, as “perdas” sedimentares atualmente verificadas nas praias da Costa da Caparica, embora com efeitos localizados aparentemente negativos (i.e. diminuição da largura da praia emersa), contribuem para a estabilidade global de célula de circulação sedimentar do estuário exterior do Tejo e, concomitantemente, para o equilíbrio potencial do troço costeiro da Costa da Caparica;

i) Entre 2007 e 2014 observaram-se diferentes fases de evolução morfológica na “*célula de monitorização*”, caracterizadas por períodos de balanço sedimentar positivo (ganhos) ou negativo (perdas), com magnitudes da ordem dos 10<sup>4</sup> a 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>. Para além dos ganhos provenientes das alimentações artificiais (i.e. de natureza antrópica), ocorreram ganhos externos à “*célula de monitorização*” (e.g. entre julho 2009/maio 2010; junho 2013/julho 2014) cuja origem é, à data, difícil de identificar. Como hipótese, e tal como avançado por Pinto *et al* (2012) e Pinto (2013), afigura-se plausível assumir que os ganhos verificados tenham tido origem na remobilização sedimentar ocorrida sobre o Cachopo Sul/Banco do Bugio, no sentido poente-nascente, em direção ao domínio imerso das praias da Costa da Caparica, dado que a intensidade das fontes sedimentares a sul (i.e. erosão das arribas entre Lagoa de Albufeira e a praia das Bicas) é manifestamente insuficiente para geral tal volume de sedimentos em apenas um ano. A coincidência de o Cachopo Sul/Banco do Bugio ter apresentado balanço sedimentar negativo, da ordem dos - 900 000 m<sup>3</sup>, entre setembro de 2009 e setembro de 2010 parece reforçar a hipótese de existência de trocas sedimentares de grande magnitude entre esta forma aluvionar submersa e o domínio imerso (i.e. perfil de praia ativo) das praias da Costa da Caparica, o que se afigura verosímil no contexto morfossedimentar de larga escala relacionado com os processos de circulação sedimentar no estuário exterior do Tejo e região adjacente.

j) Os pressupostos conceptuais anteriores poderão igualmente ser válidos para explicar as perdas ocorridas na “*célula de monitorização*”, com magnitude da ordem dos 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, mas numa lógica inversa, ou seja, de robustecimento do Cachopo Sul/Banco do Bugio. No entanto esta eventual relação não é possível de confirmar à data, dada a inexistência de levantamentos hidrográficos daquela forma submersa no período requerido;

k) O Gráfico 1 mostra o balanço sedimentar entre 2007 e 2014 na “*célula de monitorização*”, com os ganhos e perdas sedimentares ocorridas entre levantamentos, incluindo os ganhos resultantes das alimentações artificiais de praia. O ponto imediatamente após uma alimentação artificial (barras cinza) inclui o respetivo volume de enchimento.

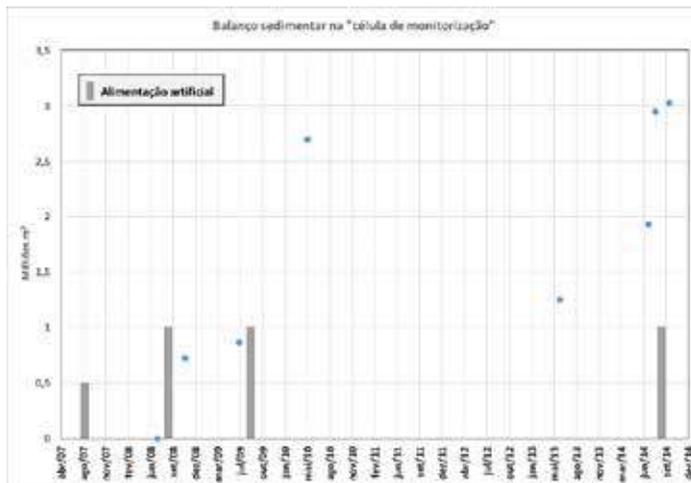


Gráfico 1 - Balanço sedimentar na “*célula de monitorização*” entre 2007 e 2014 (FCUL/APA, I.P., 2014).

l) A análise do gráfico permite concluir que a “*célula de monitorização*” mantém atualmente 3 000 000 m<sup>3</sup> de areia em relação ao ano de 2008<sup>45</sup>, valor este notavelmente coincidente com o somatório do volume das alimentações artificiais efetuadas em 2008, 2009 e 2014. Do ponto de vista físico, como se afigura razoavelmente óbvio, a areia atualmente residente na “*célula de monitorização*” representa o balanço final entre os ganhos provenientes de fontes externas, intrínsecas ao próprio sistema (i.e. processos de circulação sedimentar no estuário exterior do Tejo e região adjacente) e de origem antrópica (i.e. adição de sedimentos por via das alimentações artificiais) e as perdas para o exterior;

m) Os resultados obtidos sugerem uma aparente capacidade da célula do estuário exterior do Tejo (na qual se inclui o troço costeiro da Costa da Caparica) em gerir as perdas e os ganhos através trocas sedimentares de grande magnitude entre as formas aluvionares submersas (i.e. Cachopo Sul/Banco do Bugio) e o domínio imerso das praias da Costa da Caparica, desde que acompanhado pela adição de sedimentos ao sistema (i.e. alimentação artificial de praias);

45 A alimentação artificial de 2007 considera-se incluída no volume de julho de 2008 (Volume 0), dado que a área do enchimento foi substancialmente menor, e por isso não passível de comparação direta com os levantamentos subsequentes.

O exposto nas alíneas anteriores reforça a decisão estratégica tomada pela Tutela em alimentar as praias da Costa da Caparica, conforme previsto no Projeto de Execução desenvolvido pela FEUP em 2001 para o então Instituto da Água, e tal como posteriormente consagrado no POOC Sintra – Sado (RCM n.º 86/2003, de 25 de junho).

A prossecução e reforço dos trabalhos de monitorização no domínio emerso e imerso do troço costeiro da Costa da Caparica, e desejavelmente extensível à totalidade da célula do estuário exterior do Tejo, é fundamental para a tomada de decisão relacionada com futuras necessidades de recarga, as quais se afiguram previsivelmente necessárias caso se pretendam alcançar os objetivos finais de estabilização e equilíbrio deste sistema costeiro.

## Figuras 4, 12-17

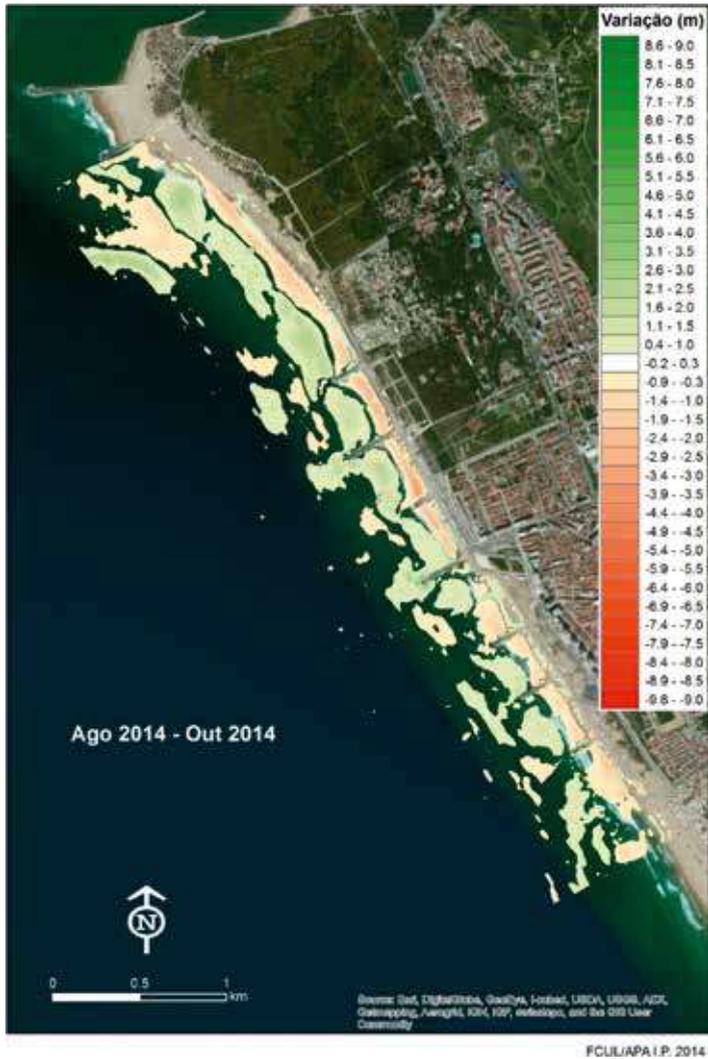


Figura 4 - Diferença de cotas e variabilidade morfológica entre levantamentos consecutivos (FCUL/APA, I.P., 2014) na "célula de monitorização" (Nota: nos locais onde se verificaram variações altimétricas inferiores a 30cm as mesmas não estão representadas (sem cor)).

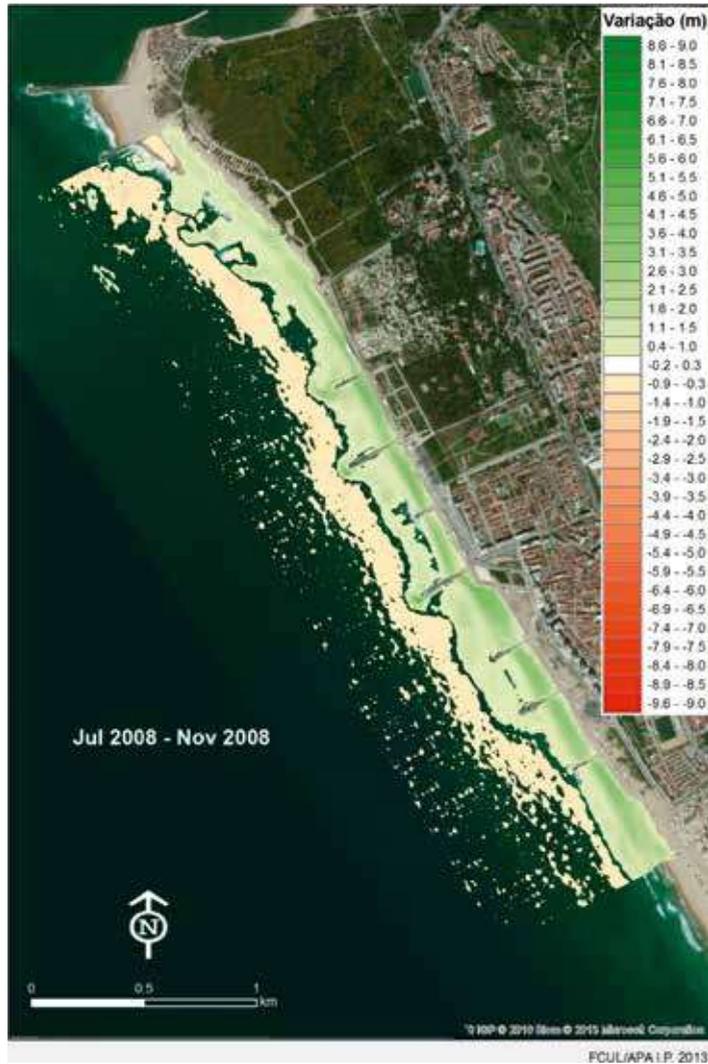


Figura 12 - Diferença de cotas e variabilidade morfológica entre levantamentos consecutivos (FCUL/APA, I.P., 2013).



Figura 13 - Diferença de cotas e variabilidade morfológica entre levantamentos consecutivos (FCUL/APA, I.P., 2013).



Figura 14 - Diferença de cotas e variabilidade morfológica entre levantamentos consecutivos (FCUL/APA, I.P., 2013).



Figura 15 - Diferença de cotas e variabilidade morfológica entre levantamentos consecutivos (FCUL/APA, I.P., 2013).



Figura 16 - Diferença de cotas e variabilidade morfológica entre levantamentos consecutivos (FCUL/APA, I.P., 2013).

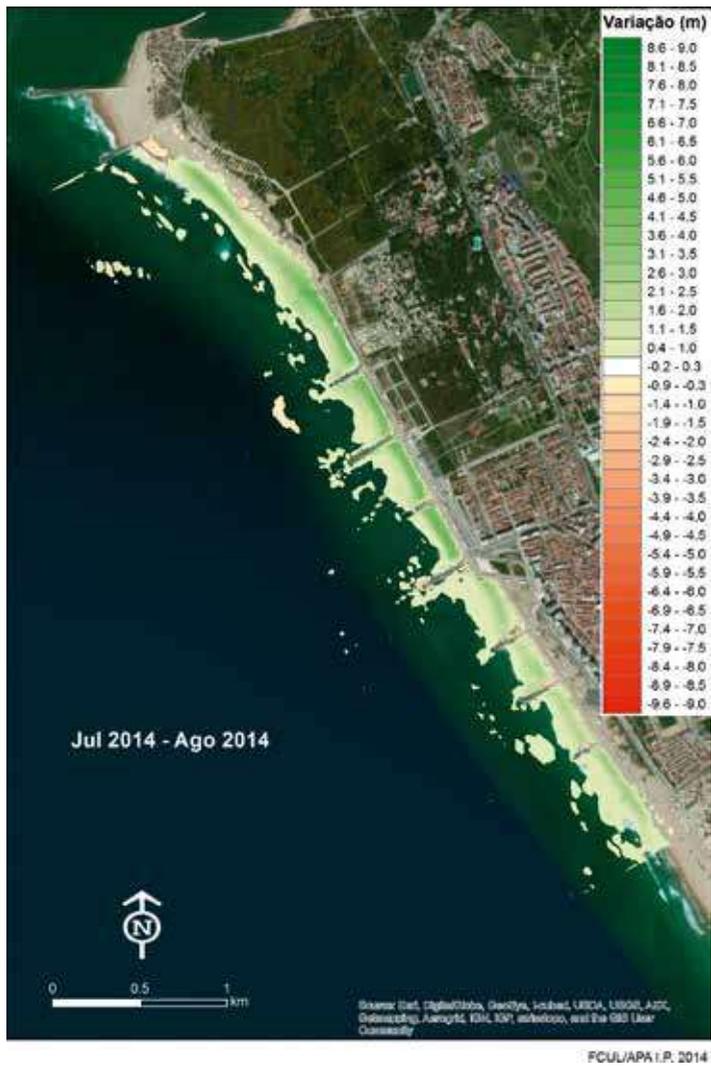


Figura 17 - Diferença de cotas e variabilidade morfológica entre levantamentos consecutivos (FCUL/APA, I.P., 2013).

## Referências bibliográficas

- › **APA, I.P.**, (2014) – Registo das ocorrências no litoral. Temporal de 3 a 7 de janeiro de 2014. Relatório Técnico. Agência Portuguesa do Ambiente. 116p.
- › **Copobianco, M., Hanson, H, Larson, M., Steetzel, H., stive, M., Chatelus, Y., Aarninkhof, S. & Karambas, T.** (2002) – Nourishment design and evaluation.: applicability of model concepts. Coastal Engineering 47. Elsevier. pp.113-135.
- › **CUR** (1987) – Manual on Artificial Nourishment. In: Pilarczyk, K. W. & Overeem, J. (Eds.). Centre for Civil Engineering Research. Codes and Specifications. Delft Hydraulics. 195p.
- › **Dean, R. G.** (2002) – Beach Nourishment. Theory and Practice. World Scientific Publishing Co. 399p.
- › **FCUL** (2014) – Impacto da tempestade Christina nas praias da APA, I.P/ARH Tejo. Relatório (Versão de trabalho). FCUL. 78p (inédito).
- › **Gravens, M., Ebersole, B., Walton, T. & Wise, R.** (2006) – Beach Fill Design. In: Ward, D. (editor). Coastal Engineering Manual. Part V. Coastal Project Planning and Design. Chapter IV. Engineer Manual 1110-2-1100 U.S. Army Corps of Engineers. Washington, DC.
- › **INAG** (2008) – Alimentação artificial das praias da Costa da Caparica e de São João da Caparica 2008. Reunião da Comissão de Acompanhamento das intervenções na Costa da Caparica.
- › **INAG** (2009) – Alimentação artificial das praias da Costa da Caparica e de São João da Caparica – 2009. Reunião da Comissão de Acompanhamento das intervenções na Costa da Caparica. 21.07.2009
- › **INAG** (2010) – Alimentação artificial das praias da Costa da Caparica e de São João da Caparica – 2010. Reunião da Comissão de Acompanhamento das intervenções na Costa da Caparica. 24.05.2010
- › **Pinto, C. A., Silveira, T., Taborda, R., Andrade, C & Freitas, M.C.** (2012). Morfodinâmica e evolução recente de praias alimentadas artificialmente. O exemplo da Costa da Caparica – Portugal. Atas do VII Simpósio da Margem Ibérica Atlântica. p36. 16-20 dezembro. FCUL. Lisboa.
- › **Pinto, C.A.** (2013) – Síntese preliminar e atualização dos resultados de monitorização das alimentações artificiais de praia na Costa da Caparica – Morfodinâmica e evolução recente (2007-2013). Relatório Técnico DLPC 1/2013. Departamento do Litoral e Proteção Costeira. Agência Portuguesa do Ambiente. 33p (inédito).
- › **Pinto, C. A.** (2014) – Monitorização da alimentação artificial das praias da Costa da Caparica

(2014). Relatório de Progresso 1. Relatório Técnico DLPC 2/2014. Departamento do Litoral e Proteção Costeira. Agência Portuguesa do Ambiente. 16p (inédito).

› **Taborda, R. & Andrade, C.** (2014) - Morfodinâmica do Estuário Exterior do Tejo e Intervenção na Região da Caparica – v1. Grupo de Trabalho do Litoral (Doc.de trabalho). 21p.

› **Veloso-Gomes, F., Costa, J., Rodrigues, A., Taveira-Pinto, F., Pais-Barbosa, J. & Neves, L.** (2009) – Costa da Caparica Artificial Sand Nourishment and Costal Dynamics. *Journal of Coastal Research*. SI 56. 678-682. Lisbon. Portugal.

› **Veloso-Gomes, F. & Silva, R.** (2012) – Morphological behaviour of Costa da Caparica beaches monitored during nourishment operations. FEUP. 28p.

› **Verhagen, H.J.** (1996) – Analysis of Beach Nourishment Schemes. *Journal of Coastal Research*. 11 (1). pp. 179-185. Fort Lauderdale. Florida.











