

EROSÃO E GALGAMENTOS NA COSTA PORTUGUESA

HUGO FILIPE DA SILVA ROCHA DE ALMEIDA

Provas destinadas à obtenção do grau de Mestre em Riscos e Proteção
Civil

Junho de 2019

ISEC LISBOA | INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS
Escola de Tecnologias e Engenharia

Provas para a obtenção do grau de Mestre em Riscos e Proteção Civil

EROSÃO e GALGAMENTOS na COSTA PORTUGUESA

Autor: Hugo Filipe da Silva Rocha de Almeida

Orientadora: Doutora Ana Paula Oliveira

Junho de 2019

Agradecimentos

Fruto de muito trabalho, finalizo uma etapa importante da minha vida agradecendo a todos que me apoiaram nesta jornada e contribuíram para a realização desta dissertação.

À minha orientadora Doutora Ana Oliveira pela disponibilidade, interesse e apoio, quer durante a elaboração desta tese, como em todo o período em que decorreu a 4ª edição do Mestrado em Riscos e Proteção Civil.

Ao Instituto Superior de Educação e Ciências (ISEC Lisboa) pela oportunidade de desenvolver os meus estudos numa instituição de ensino superior de reconhecido.

O desenvolvimento desta dissertação de mestrado revelou-se um desafio interessante, muitas vezes solitário e, por vezes, desanimador. No entanto, descobri no apoio da família e amigos, a base de sustentação, que me motivou a percorrer este caminho e a nunca desistir. Esta jornada é dedicada a vocês e a mim, por este objetivo concretizado.

À Vera Mateus, por todo o amor, força e compreensão durante todos os momentos mais desanimadores, sendo assim, uma vez mais, o meu principal pilar que me manteve o rumo para seguir e concluir esta jornada.

Aos meus pais, pelo apoio, paciência e insistência no sentido que este processo não ficasse inacabado orientando-me assim uma vez mais para os meus objetivos e medição de valores.

Resumo

Neste trabalho avaliaram-se os resultados da implementação dos instrumentos de gestão territorial na ocupação do espaço costeiro em Portugal, bem como a eficácia das medidas propostas e suas implementações ao longo dos últimos anos, nas alterações à exposição do risco de erosão e galgamentos costeiros.

A opção de escolha deste estudo deveu-se, fundamentalmente, à importância na identificação, resolução e mitigação dos problemas da zona costeira portuguesa, nomeadamente no facto de esta assumir uma importante estratégia no que diz respeito à política de desenvolvimento sustentável do nosso país, e ao seu enquadramento numa gestão integrada e coordenada destas áreas.

O trabalho consistiu, essencialmente, na avaliação do atual estado da arte no que diz respeito ao que tem vindo a ser feito, analisando a mais valia dos investimentos nas medidas implementadas nas últimas décadas, com especial incidência em dois casos de estudo, considerados dos mais representativos da atual realidade da nossa costa. Os estudos focados evidenciam essas fragilidades, associadas a um excesso de confiança nas defesas costeiras adotadas, bem como a vulnerabilidade a que as comunidades estão sujeitas.

Torna-se, pois, urgente garantir a segurança de toda a costa de forma a mitigar o avanço do mar em direção a terra sendo, para isso, importante analisar e encontrar soluções que permitam alcançar um equilíbrio na dinâmica sedimentar. Assim, entende-se como prioritária a criação de um depósito maior de inertes nas zonas junto à costa permitindo, desta forma, o efeito de perda de energia das ondas na sua rebentação, resultando na redução do seu espraiamento pela costa.

Através da utilização de novas técnicas entretanto desenvolvidas, em detrimento das técnicas de ripagem classicamente usadas, as quais consistem na utilização de um processo mecânico de Bypass – solução nunca testada em Portugal – usando sistemas de bombagem permanente, seria possível transportar areias submersas de locais de maior acumulação, para as zonas mais carenciadas, permitindo assim a sua reposição nas zonas costeiras que se encontram com um forte défice sedimentar.

Palavras-chave: Erosão Costeira, Galgamentos, Impactes, Mitigação.

Abstract

This work evaluated the results on the implementation of territorial management instruments in the occupation of coastal space in Portugal, as well as the effectiveness of the proposed measures and their implementations over the past few years, on changes in exposure to erosion risk and coastal gaps.

The choice of this study was fundamentally due to the importance on identifying, solving and mitigating the problems of the Portuguese coastal zone, in particular the fact that it assumed an important strategy regarding our country's sustainable development policy, and its integrated and coordinated management of these areas.

The work consisted mainly on evaluating the current state of the art on what has been already done, analysing the added value of investments in the measures implemented during the last decades, with a special focus on two case studies considered to be the most representative of the current reality of our coast. The focused studies highlighted these weaknesses, associated with overconfidence in the coastal defences adopted, as well as the vulnerability to which communities are subject.

Therefore, it is urgent to ensure the safety of the whole coast in order to mitigate the sea progress towards the land and, for this reason, it is important to analyse and find solutions that allow a balance in the sedimentary dynamics. Thus, it is understood as a priority to create a larger deposit of aggregates in the areas near the coast, allowing the effect of energy loss of the waves in their surfacing, resulting in the reduction of their spreading by the coast.

Through the use of new techniques recently developed, instead of those classical ripping techniques from the past, which consist of the use of a mechanical Bypass – a solution not yet tested in Portugal – using permanent pumping systems, it would be possible to transport submerged sands from greater accumulation, to the most deprived areas, thus allowing them to be replenished on the coastal zones that have a strong sedimentary deficit.

Keywords: Coastal Erosion, Gouges, Impacts, Mitigation.

Índice

1.	Introdução Geral	1
1.1.	Âmbito.....	1
1.2.	Motivação.....	1
1.3.	Problemática	3
1.4.	Objetivos	5
1.5.	Metodologia	7
1.6.	Estrutura.....	8
2.	Zona Costeira.....	11
2.1.	Definição	11
2.2.	Caracterização da zona costeira.....	13
2.3.	Dinâmicas e evolução da linha da costa	15
2.4.	A zona costeira e as alterações climáticas	18
2.4.1.	Resposta às alterações climáticas	20
2.5.	Legislação sobre a gestão da zona costeira	22
3.	Erosão Costeira	27
3.1.	Introdução	27
3.2.	Conceito	28
3.3.	Fatores indutores da erosão costeira	29
3.3.1.	Diminuição da quantidade de sedimentos fornecidos ao litoral	29
3.3.2.	Influência antropogénica	31
3.3.3.	Nível médio do mar	33
3.4.	Impactes	35
3.4.1.	Impactes na Europa e resto do Mundo.....	35
3.4.2.	A nível nacional	38

3.4.2.1. Caso de Estudo – Figueira da Foz.....	41
3.4.2.2. Caso de Estudo – Costa da Caparica	46
3.5. Mitigação.....	52
4. Galgamentos Costeiros	59
4.1. Conceito	59
4.2. Impactes	64
4.2.1. A nível nacional	64
4.2.1.1. Caso de Estudo – Figueira da Foz.....	64
4.2.1.2. Caso de Estudo – Costa da Caparica	68
4.3. Mitigação.....	76
5. Medidas tomadas.....	81
5.1. O que tem vindo a ser feito.....	81
5.2. Balanço de Investimentos	83
5.3. Bypass.....	88
6. Programas da Orla Costeira	91
6.1. Definição da área de Intervenção do POC	93
7. Considerações finais.....	95
8. Referências bibliográficas	99
9. Anexo I.....	116
10. Anexo II.....	119

Índice de Figuras

Figura 1: Mapa da proposta de limite da plataforma continental, assinalada pela linha amarela. Fonte: Firmino (2014)	4
Figura 2: Conceito de zona costeira e limites conexos. Fonte: ENGIZC (2009) ..	14
Figura 3: Evolução do nível médio do mar (NMM), na plataforma continental portuguesa, nos últimos 18 000 anos. Fonte: Dias (2004)	16
Figura 4: Média anual e global da alteração do nível do mar em relação à média, durante o período de 1986 a 2005 no conjunto de dados de mais longa duração. Fonte: IPCC (2015)	19
Figura 5: As diferentes estratégias de adaptação: proteção, acomodação e realocização. Fonte: Van Rijn (2011), Pinto et al. (2015)	22
Figura 6: Recuo da linha da costa - Praia da Barra 2010. Fonte: Revista Arcádia Outubro 2011 in: http://blogarcadia.blogspot.com/2011/10/lenta-agonia-da-praia-da-barra-em.html	28
Figura 7: Hipotética variação da linha de costa, numa situação de erosão generalizada, sem implantação de estruturas de defesa costeira. Fonte: Veloso-Gomes (2007).....	32
Figura 8: Hipotética variação da linha de costa, numa situação de erosão generalizada, com implantação de estruturas de defesa costeira. Fonte: Veloso-Gomes (2007).....	32
Figura 9: Hipotética variação da linha de costa, numa situação de erosão generalizada, com implantação de estruturas de defesa costeira. Fonte: Veloso-Gomes (2007).....	33
Figura 10: Hotspots de erosão e acreção de praia; os círculos vermelhos (verdes) indicam zonas de erosão (acrécimo) dinâmicas da linha costeira relevantes. A barra à direita e na parte inferior apresenta a ocorrência relativa de linhas costeiras arenosas (acre) por grau de latitude e longitude, respetivamente. Os números apresentados na parcela principal representam a taxa de variação média para todas as linhas costeiras arenosas por continente. Mapa criado com o Python 2.7.12. Fonte: Luijendijk (2018)	37

Figura 11: Diferentes tipos de Morfologia Costeira e sua capacidade adaptativa e estratégia face à erosão costeira e gestão do risco em cenário de alterações climáticas com as respetivas percentagens presentes na costa portuguesa. Fonte: Pinto (2018).....	39
Figura 12: Taxas de erosão e acreção no litoral continental entre 1958 2014. Fonte: Santos et al. (2014).....	40
Figura 13: Barra da Figueira da Foz. Fonte: www.bomdia.eu 12/11/2015.....	41
Figura 14: Figueira da Foz – Forte de Santa Catarina, foz do Mondego (1951). Fonte: Coleção Particular de Jorge Dias	42
Figura 15: Figueira da Foz – Forte de Santa Catarina, foz do Mondego (1951). Fonte: Coleção Particular de Jorge Dias	43
Figura 16: Fotografia aérea da foz do rio Mondego em 1974. Fonte: Porto da Figueira da Foz, março de 1979.....	44
Figura 17: Figueira da Foz – foz do Mondego (27 de agosto de 1995, às 16 horas). Fonte: Coleção particular de Jorge Dias.....	44
Figura 18: Praia da Figueira da Foz 2011, com apresentação de modelo de bypass. Fonte: SOS Cabedelo 2012	45
Figura 19: Figueira da Foz – foz do Mondego (23 de Outubro de 2003). Fonte: Coleção particular de Jorge Dias	46
Figura 20: Tempestade Hércules, Costa da Caparica, janeiro 2014. Fonte: CM jornal 2014.....	47
Figura 21: Evolução da linha de costa e área urbana. Fonte: Veloso-Gomes et al. (2006).....	48
Figura 22: Campo de Esporões da Costa de Caparica e Cova do Vapor. Fonte: http://www.google.com/earth/).....	49
Figura 23: Alimentação Artificial de Praias na Costa de Caparica, julho de 2014. Fonte: SOS Cabedelo Blogspot	51
Figura 24: Esquema do fenómeno do galgamento. Fonte: Brito (2007).....	59
Figura 25: Representação esquemática dos fenómenos de espraiamento e de galgamento sobre uma obra longitudinal aderente. Fonte: Pombo (2016)	60
Figura 26: Ilustração das diversas formas de ocorrência do galgamento. Fonte: Pombo (2016)	61

Figura 27: Ocorrência de galgamentos por “green water”, Póvoa de Varzim 2006. Fonte: Brito (2007)	61
Figura 28: A Cova tem o mar à porta e cada vez menos praia, efeitos do inverno de 2013-2014. Fonte: Jornal eletrónico: O Público (2018)	65
Figura 29: A Cova tem o mar à porta e cada vez menos praia, efeitos do inverno de 2013-2014. Fonte: Jornal eletrónico: O Público (2018)	65
Figura 30: Efeitos da erosão costeira e galgamento costeiro a sul da Figueira da Foz, inverno de 2013-2014. Fonte: Jornal eletrónico: O Público (2018).....	66
Figura 31: Esporões e obra aderente da frente urbana da Costa da Caparica após a Empreitada de reperfilamento (Fonte: F. Gomes, F.Pinto, J. Barbosa, J. Costa e E. Rodrigues 2008).....	68
Figura 32: Situação na zona do parque de campismo, antes e após as intervenções (reperfilamento da obra aderente e alimentação artificial com areia). (FERNANDO VELOSO-GOMES 2009).....	68
Figura 33: Situação na zona do parque de campismo, antes e após as intervenções (reperfilamento da obra aderente e alimentação artificial com areia). Fonte: Veloso-Gomes (2009)	69
Figura 34: Frente urbana da Costa da Caparica e praia de S. João (em último plano) antes da alimentação artificial. Fonte: Veloso-Gomes (2009)	69
Figura 35: Frente urbana da Costa da Caparica e praia de S. João (em último plano) após a alimentação artificial. Fonte: Veloso-Gomes (2009)	69
Figura 36: O mar não tem dado descanso aos moradores na Caparica neste Inverno. (Fonte: ENRIC VIVES-RUBIO 2014)	72
Figura 37: Paredão tem vindo a recuar ao longo dos anos PEDRO CUNHA/ARQUIVO. Fonte: Publico (2014)	73
Figura 38: Efeitos sentidos pelo temporal de fevereiro de 2014. Fonte: http://ospescas.blogspot.com	73
Figura 39: Paredão norte da Costa da Caparica interdito ao público. Fonte: cmJornal.pt (2017).....	74
Figura 40: Estimativa de inundações e galgamentos na região da Costa da Caparica para o ano 2100 (caso estudo - pior cenário em equação). Fonte: Celso Pinto (2018).....	75

Figura 41: Galgamento Costa da Caparica 2014. Fonte: Celso Pinto (2017).....	75
Figura 42: Relatos de galgamentos em 1960's. Fonte: Almada (2014).....	76
Figura 43: Medidas de Adaptação reativa - Recuar/relocalizar, Zona Ilha da Fuzeta - Algarve, março 2010 Fonte: Celso Pinto (2017)	77
Figura 44: Medidas de Adaptação reativa - Recuo (planeado). Fonte: Celso Pinto (2017).....	77
Figura 45: Medidas de Adaptação reativa – Acomodação. Fonte: Celso Pinto (2017).....	78
Figura 46: Medidas de Adaptação reativa – Proteção. Fonte: Abecassis (2014)	78
Figura 47: Medidas de Adaptação – número de intervenções costeiras de 1970 a 2017. Fonte: Celso Pinto (2018)	79
Figura 48: Medidas de Adaptação – alimentação artificial com areia, desde 1950 a 2017. Fonte: Celso Pinto (2018)	79
Figura 49: Investimentos em obras de defesa costeira por concelho, de 1995 a 2014. Fonte: APA, I.P., compilado por Seixas (2014)	84
Figura 50: Bypass de Tweed River, Fevereiro 2012. Fonte: SOS Cabedelo (2012)	88
Figura 51: Tweed River Sand Bypassing Project. Fonte: WRL (2019).....	89
Figura 52: Tweed River Sand Bypassing Project adaptado para Figueira da Foz. Fonte: SOS Cabedelo 2012	89
Figura 53. Cronograma de implementação do POC. Fonte: APA (2018).....	91
Figura 54: Cortegaça - Maceda Recuo ≈ 270 m. Fonte: Pinto (2018).....	116
Figura 55: Furadouro - Recuo ≈ 220 m. Fonte: Pinto (2018).....	116
Figura 56: Costa Nova - Recuo ≈ 300 m. Fonte: Pinto (2018).....	117
Figura 57: Costa da Caparica - Recuo ≈ 200 m. Fonte: Pinto (2018)	117
Figura 58: Vista do efeito do esporão na praia de Ofir, 2013. Fonte: http://lugar-pedrinhas.blogspot.com	118
Figura 59: Vista do efeito dos esporões entre Pedrinhas e Cedovém são dois Lugares à beira mar, situados entre Ofir e a Apúlia, no concelho de Esposende, 2012. Fonte: http://lugar-pedrinhas.blogspot.com	118
Figura 60: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010	119

Figura 61: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010	119
Figura 62: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010	120
Figura 63: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010	120
Figura 64. Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010	121
Figura 65: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010	121
Figura 66: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010	122
Figura 67: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010	122
Figura 68: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010	123
Figura 69: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010	123
Figura 70: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010	124
Figura 71: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010	124
Figura 72: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010	125
Figura 73: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010	125
Figura 74: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010	126
Figura 75: Praia do Cabedelo engolida pelo Mar. Fonte: Fotografia de Lobo, tirada a 13 de setembro de 2011	126

Índice de Tabelas

Tabela 1: Tabela das ocorrências e intervenções registradas na Costa da Caparica entre 2007 e 2016. Fonte: Pires (2017).....	70
--	----

Lista de Siglas e Acrónimos

- AML - Área Metropolitana de Lisboa
- AP - Antes do Presente
- APA - Agência Portuguesa do Ambiente
- APL - Administração do Porto de Lisboa
- ARH - Administrações de Região Hidrográfica
- CH4 - Metano
- CO2 - Dióxido de carbono
- CQNUAC - Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas
- DGP - Direção-Geral de Portos
- DGRN - Direção Geral de Recursos Naturais
- DPH - Domínio Público Hídrico
- DQA - Diretiva Quadro da Água
- ENGIZC - Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira
- ESAAC - Estratégia Setorial de Adaptação aos Impactos das Alterações Climáticas
- GEE - Gases Efeito Estufa
- GIZC - Gestão Integrada da Zona Costeira
- GTL – Grupo de Trabalho do Litoral
- ICN - Instituto da Conservação da Natureza
- ICNF - Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas
- INAF
- IPCC - Painel Intergovernamental das Nações Unidas para as Alterações Climáticas
- Climáticas
- IPTM - Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos
- ISDR - International Strategy for Disaster Reduction
- LA - Lei da Água
- LBPSOTU - Lei de Bases Gerais de Política Pública de Solos, de Ordenamento do território e de Urbanismo
- LMPMAVE - Linha Máxima de Preia-Mar de Águas Vivas Equinociais
- MAOTDR - Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional

N₂O - Óxido nitroso

NMA - Nível do Mar Absoluto

NMM - Nível Médio do Mar

NMR – Nível do Mar Relativo

NMR - Nível do Mar Relativo

ONU - Organização das Nações Unidas

PAPVL - Plano de Ação de Proteção e Valorização do Litoral (PAPVL)

PBH - Planos de Bacia Hidrográfica

PDM - Plano Diretor Municipal

PEOTs - Planos Especiais de Ordenamento do Território

PGRH - Planos de Gestão de Região Hidrográfica

PMAAC – Plano Metropolitano de Adaptação às Alterações Climáticas

PMOT - Planos Municipais de Ordenamento do Território.

PNPOT - Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território

POC - Programa da Orla Costeira (POC).

POOC - Planos de Ordenamento da Orla Costeira

POVT/QREN

PP - Planos de Pormenor

PROT - Planos Regionais de Ordenamento do Território

RAN - Reserva Agrícola Nacional (RAN)

REN - Reserva Ecológica Nacional

SIDS - Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS)

UE - União Europeia

UMG - Último Máximo Glaciário

ZEE - Zona Económica Exclusiva

ZMP - Zona Marítima de Proteção

ZTP - Zona Terrestre de Proteção

1. Introdução Geral

1.1. Âmbito

Portugal, o “melhor destino do mundo” (Awards 2018), é num entanto um dos países da Europa onde o processo de erosão costeira tem sido mais evidenciado, apresentando graves problemas em grande parte da sua extensão (UE 2006).

Segundo estudos recentes, e apresentados em discussões públicas nomeadamente a última apresentada por Vânia Correia no programa Pós e Contrás em novembro de 2018, cerca de 40% do litoral nacional está ameaçado pela erosão, onde o aquecimento global eleva o nível das águas do mar, e todos os anos o mar avança um pouco mais.

Esta situação levou a um estado tão crítico, que todos os anos tem havido a necessidade de proceder a obras que protejam as zonas costeiras, não obstante, de ano para ano, o mar volta sempre com força redobrada.

Portugal é um dos países da União Europeia (UE) em que mantém o seu edificado mais próximo do mar, levando a que a haja necessidade por parte do governo, de forma urgente, a debater e aprovar 6 planos para a orla costeira (Pós e Contrás, Episódio 33 2018).

O caminho a seguir, de forma a salvaguardar não só o património edificado, mas também a segurança das populações é regulamentar, monitorizar, proteger e ordenar o litoral desde Caminha até Vila Real de Santo António, valorizando assim a nossa costa e garantindo a segurança quer das populações quer das praias, que tão convidativas são a todo o turismo que Portugal atrai.

É neste âmbito que se desenvolve este trabalho, com o intuito de análise do que já foi feito e o que se planeia fazer face ao já identificado.

1.2. Motivação

Vindo de uma família com larga tradição de verões na praia, praticante desde criança da modalidade de competição nacional de remo, apaixonado pelo mar e por todos os desportos que nele se possam praticar, como o caso de *body-board*, *surf* ou

mesmo mergulho, só mesmo por uma fatalidade, é que a minha vida não estaria também ancorada no mar.

Assim, foi crescendo a minha paixão pelo mar e pela praia no seio de uma família que encontrou nele um estilo de vida familiar, tendo a Figueira da Foz como um dos palcos principais.

Entre inúmeras histórias e longas conversas que tive com os meus pais e avós, desenroladas num clima de saudade e certa mágoa sobre a cidade da Figueira da Foz e as gentes do seu tempo, surge a curiosidade de querer saber mais acerca do que será de Portugal. Será que em todas os lados se contam histórias, se relembram memórias como as que me fizeram conhecer numa Figueira resplandecente para a qual os habitantes de outros tempos deram o seu melhor contributo?

Como praticante de *body-board*, paixão que juntava um grupo de amigos, passei a adolescência a vaguear pelo litoral de Portugal, procurando sempre uma praia “deserta”, uma onda nunca vista, uma areia macia e uma paisagem deslumbrante. Mas, ano após ano, pude ver que as areias migram, as ondas quebram e a paisagem, essa, o Homem continua a destruir. Vi, ano após ano, notícias horríveis, barcos a virar na barra da Figueira da Foz, homens a morrer afogados deixando as suas famílias a aguardar o seu regresso do trabalho, e promessas de melhorias e de condolências de todos aqueles que dizem conhecer o mar.

Os anos passam, e todos os anos chegado o inverno as notícias são as mesmas, o “Mau tempo corta trânsito na Marginal devido às ondas” (tvi24, 2018), “Naufrágio na Figueira da Foz com um morto e quatro desaparecidos” (Jornal de Notícias, 2015). Notícia atrás de notícia, e é preciso fazer algo.

A escolha da área em que prosseguira o Mestrado deve-se muito às memórias, às saudades e à tristeza de não poder presenciar de tão belas paisagens que já obtivera oportunidade com um filho ou um neto, pois o mar não dará tréguas, o Homem mantém-se espetador e restam as memórias de uma infância em que simplesmente, tudo era diferente.

É com esta vontade de perceber como este País chegou ao marasmo em que se encontra que residem os meus anseios. Desejo, enquanto português e aluno do Mestrado em Riscos e Proteção Civil, poder contribuir para a construção de um caminho viável para o desenvolvimento deste Portugal a que tanto devo.

1.3. Problemática

Se é certo que em séculos passados um pequeno país, como Portugal, estabeleceu uma forte ligação com o mar, hoje sabemos que com o passar dos anos “Portugal tende a renegar o Mar que o fez” (Agostinho da Silva 1975) e só em momentos de crise, como os que enfrentamos nos dias de hoje, é que viramos costas à terra e nos preparamos para o reconquistar de novo.

“Cheguei a traçar o plano, para Sesimbra, de um Museu do Mar, mas afinal onde ele ficava bem era mesmo na Figueira. Só que vão mal os tempos para Museus, e atravessa Portugal a fase, talvez necessária e fatal, de renegar o Oceano que afinal o fez, tanto quanto ele ao Mar o Uno e o Sem Fim do Pessoa.”

(Carta de Agostinho da Silva a Raúl Traveira, 27 julho 1975)

Esta relação entre o povo português e o mar torna-se de uma certa forma, esquizofrénica (Pardal 1940). Se por um lado é o mar e foi o mar que ligou os Portugueses ao novo mundo, carreando enormes benefícios culturais, científicos e económicos de que toda a humanidade beneficiou, por outro lado também é verdade que este é o principal responsável pelo repúdio que lhe sentem as gentes que nele perderam desastrosamente os seus familiares e amigos.

O medo do Homem pelo mar é inato, as provas da sua força e insubmissão estão à vista de todos e muitas das tentativas de o afrontar têm sido maioritariamente em vão. Por isso, o melhor mesmo será respeitá-lo e tê-lo sempre como um aliado e nunca como um inimigo a combater, sabendo retirar dele, em qualquer circunstância, o melhor proveito nas inúmeras valências que o qualificam.

Portugal, aos olhos de muitos, continua a ser um simples retângulo europeu, periférico, distante do centro, em crise e sem perspectivas de futuro. No entanto, quando analisamos o seu território, constatamos que Portugal é um pequeno/grande território que controla uma vasta área de mar, o que poderá fazer dele uma grande potência marítima com capacidade para se tornar numa potência global (Figueira 2012). Segundo dados da UE, Portugal ocupa a 11ª posição na lista das maiores Zonas Económicas Exclusivas (ZEE) (combinadas com o mar territorial) do mundo. Poderá passar a ter uma área total cerca de 43 vezes a área de Portugal Continental, ou seja, falamos de uma área comparável ao território da Índia (o 7º maior país do mundo), o que fará desta ZEE

a 10ª maior do mundo. A ser aceite esta proposta de extensão da plataforma continental para além das 200 milhas marítimas (submetida a 11 de maio de 2009 à Organização das Nações Unidas - ONU), a área de influência marítima portuguesa passará de 2.100.000 km² para 4.000.000 km² (Figura 1), por comparação equivalente, ao território terrestre da UE.

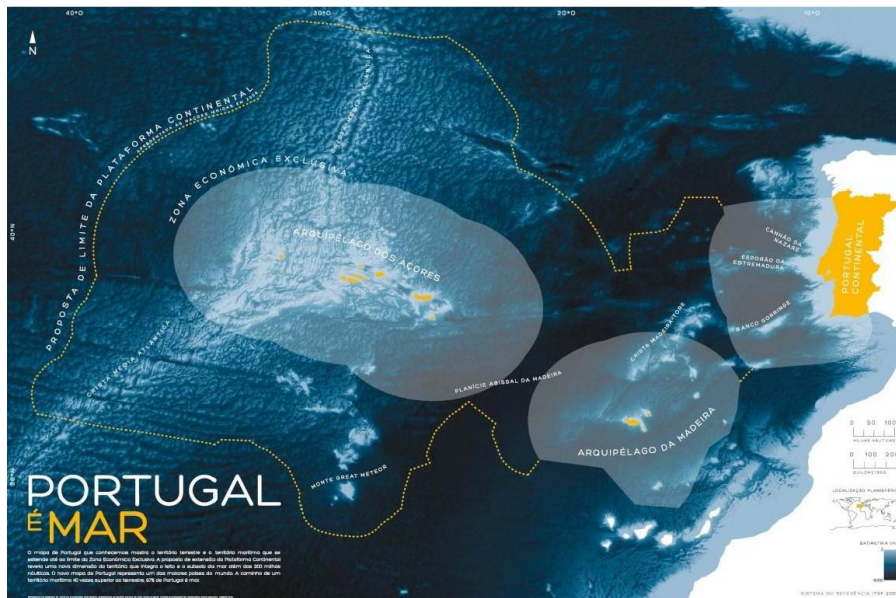


Figura 1: Mapa da proposta de limite da plataforma continental, assinalada pela linha amarela. Fonte: Firmino (2014)

É então hora de não virar as costas ao mar e finalmente encará-lo e receber dele os valores que nos tem a dar. Poderemos pensar que esta ação está longe de se tornar real. No entanto este forte vínculo que Portugal tem com o mar tem resistido ao longo dos séculos, tendo um enorme reflexo na construção do país, com as principais cidades, estruturas e infraestruturas junto à linha de costa. Segundo o arquiteto Miguel Figueira, esta realidade vai contra a teoria instalada da forte atração da Europa (M. Figueira 2017).

A zona costeira portuguesa está sujeita a um conjunto de riscos, entre eles, a desregulação do funcionamento natural dos ecossistemas costeiros, a perda de biodiversidade, a erosão costeira e, por conseguinte, os galgamentos costeiros (RCM n.º 82/2009).

Infelizmente, hoje em dia, são inúmeras as notícias e os relatos de incidentes ao longo de toda a zona costeira portuguesa, nomeadamente relativos a inundações,

destruição de infraestruturas, rotura e galgamento de dunas, erosão costeira, destruição de habitats e perda de biodiversidade quer ao nível da fauna como da flora (Ambiente 2018). Esta situação problemática não é exclusiva do século XXI, já foi identificada no passado e tem vindo a aumentar gradualmente com o passar dos anos (Barbosa 2003), sem que nada tenha andado a ser feito de forma a mitigar tais cenários. Diversos estudos têm sido desenvolvidos para a zona costeira portuguesa, sendo alguns deles relativamente à sua gestão (Velo-Gomes 2008; Ferreira 2008), à sua defesa (Velo-Gomes 2004; Taborda, 2005) ou à erosão costeira e à valorização dos ecossistemas (Alves 2009; Roebeling 2011). Por conseguinte, quando se tenta identificar a evolução da linha da costa portuguesa nas últimas duas décadas, a nível da ocupação e uso do solo ou dos ecossistemas, existem algumas lacunas pois verifica-se que os estudos existentes tratam apenas da erosão costeira e das perdas do uso do solo no passado e, por sua vez, os estudos projetivos apenas abordam a erosão costeira e/ou os custos ambientais no futuro.

1.4. Objetivos

O presente estudo tem como principal objetivo apreender os resultados da implementação dos instrumentos de gestão territorial na ocupação do espaço costeiro em Portugal e analisar a eficácia das medidas propostas e suas implementações ao longo dos últimos anos nas alterações, à exposição ao risco de erosão e galgamentos costeiros.

Nessa reflexão, a importância do desenvolvimento sustentável em cenários de alterações climáticas será sem dúvida um facto de que não nos podemos alhear.

Ao longo do trabalho, serão apresentados alguns acontecimentos que nos levam ao conhecimento sobre a dinâmica da faixa costeira de Portugal continental. Alguns casos são fruto de cenários de alterações climáticas, subida do nível médio das águas do mar, erosão costeira e por sua vez sedimentação, e galgamentos costeiros que alteram toda a dinâmica costeira afetando e deixando em risco as infraestruturas e populações.

Só poderá ser alcançada uma valorização da zona costeira através de uma gestão do território assente nos princípios da Gestão Integrada da Zona Costeira (GIZC). Este processo prende-se a uma dinâmica em que deverá, de forma ativa e contínua, harmonizar os valores ambientais, socioeconómicos e éticos. Neste sentido, qualquer

atuação nesta área deverá procurar um equilíbrio entre a valorização do território e a preservação dos valores ambientais sem que haja detrimento de um em prol do outro.

A zona costeira é uma área que se encontra em constante evolução, sendo que se enquadra numa área de transição entre dois domínios distintos, o continente e o oceano, dos quais emanam forças construtivas e destrutivas na procura de um equilíbrio dinâmico. Trata-se de uma zona que reúne importantes condições para alojar uma imensa biodiversidade, não só no que respeita à fauna e flora, mas a atividades que aí se podem desenvolver (económicas, lazer, entre outras). Estes fatores contribuem para a grande atratividade que aqui se pode concentrar, a qual foi de um grande mérito por parte do Homem e da sua capacidade de ocupar e transformar a paisagem.

A zona costeira tem sido constantemente submetida a imensas transformações económicas, sociais e culturais, em resultado da concentração de um grande número de atividades humanas, como o turismo, a indústria, a exploração marítima, entre outras, que contribuem para a riqueza socioeconómica e para o bem-estar, quer a nível local quer nacional. A estas transformações associam-se fortes e permanentes pressões antropogénicas e modificações no ambiente físico, as quais foram colocando em causa o equilíbrio natural das zonas costeiras, chegando, nalguns casos, a provocar perdas irreparáveis. Está então na hora de valorizar e recuperar as costas que foram sendo destruídas muito por culpa das iniciativas humanas.

A ocupação permanente dos espaços costeiros, tal como a implementação de diversas infraestruturas de estabilização da linha de costa, têm-se revelado incompatíveis com a dinâmica inerente a um espaço de interface entre os três subsistemas, levando o Homem a constantes tentativas, com insucesso, na estabilização destas estruturas e reposição de terras e areias nas zonas mais fustigadas. Deste modo, entende-se a razão do aumento da vulnerabilidade humana face a dinâmicas costeiras, em especial a erosão costeira, que se traduz no recuo da linha de costa e no “emagrecimento” das praias, os galgamentos costeiros, colocando as construções e populações num grau de exposição crescente.

Nas últimas décadas, a erosão costeira tem-se generalizado a nível mundial e, também, no litoral português, com tendência para se agravar junto das concentrações populacionais que, têm exigido melhores e mais soluções no sentido de reduzir as consequências e fomentar a mitigação de problemas futuros em vários sectores da

economia. São vários os fatores que têm contribuído para a erosão e conseqüente recuo da linha de costa: a elevação do nível do mar, a diminuição da quantidade de sedimentos fornecidos ao litoral, e mesmo quando fornecidos a capacidade de estes sobreporem as barreiras antrópicas construídas pelo homem, a degradação antropogénica das estruturas naturais, obras pesadas de engenharia costeira, nomeadamente as que são implantadas para proteção de pessoas e bens, e as alterações climáticas.

A identificação, resolução e mitigação dos problemas da zona costeira Portuguesa assume de facto uma grande e importante estratégia no âmbito de uma política de desenvolvimento sustentável do nosso país, sendo necessário ser enquadrada numa gestão integrada e coordenada destas áreas.

Nessa perspetiva a importância do desenvolvimento sustentável em cenários de alterações climáticas será sem dúvida um facto de que não podemos estar alheios.

Para uma melhor gestão da zona costeira, deve-se ter em linha de conta:

- A identificação das causas e efeitos/consequências da erosão marinha em alguns locais da costa Portuguesa, sendo que neste ponto deverá ser encontrada a causa raiz do problema para que seja possível mitigá-la na fonte, ou seja na origem, reduzindo assim as consequências;

- O equacionar as várias soluções adotadas e enquadrar as suas complexidades;

- O reconhecer quais as principais dificuldades que influenciam o desafio, ao qual se pretende dar resposta.

Assim, serão apresentados alguns acontecimentos que nos levam ao conhecimento acerca da dinâmica da zona costeira de Portugal continental, fruto de cenários de alterações climáticas, subida média das águas do mar, erosão costeira e por sua vez sedimentação e galgamentos costeiros que alteram toda a dinâmica costeira afetando e deixando em risco as populações e infraestruturas.

Iremos ainda, através de um caso de estudo, tentar identificar melhor o sucesso, ou insucesso, da implementação dos instrumentos de gestão da costa portuguesa.

1.5. Metodologia

Procurou-se que o campo de trabalho fosse suficientemente abrangente, pesquisando em diversos suportes de conhecimento, para além da bibliografia científica

específica, tais como, filmes, fotografias, mapas, revistas, jornais, visitas aos locais críticos e entrevistas informais com personalidades que viveram e acompanharam as diversas fases e alterações constantes. Estas entrevistas, tal como as diversas horas de pesquisa e visualização de filmes e imagens, foram fundamentais para a compreensão e estruturação do trabalho.

1.6. Estrutura

Este trabalho de tese está estruturado em 7 capítulos, incluído a introdução e as conclusões.

No primeiro capítulo, referente à Introdução, enquadra e justifica a relevância do tema, enuncia os objetivos e as questões de pesquisa, menciona de forma resumida a metodologia e apresenta a organização da tese

O segundo capítulo, “Zona Costeira”, foca-se num Portugal virado para o mar, para a costa. Aborda-se a proximidade das cidades e infraestruturas com o mar, a definição das várias faixas na zona costeira, fazendo, assim, uma caracterização da mesma. É neste capítulo que se procuram algumas causas raiz para os eventos abordados ao longo do estudo, as dinâmicas e evoluções da costa e o quanto as alterações climáticas e a zona costeira se encontram numa luta interminável.

Para a realização do capítulo, foram tidas conversas com o avô de um grande amigo de longa data, Raul Traveira, um figueirense de 91 anos, profundo conhecedor da história cultural e desportiva da cidade da Figueira da Foz, da qual fez parte. Várias discussões foram travadas à mesa com amigos, acabando sempre por dar por nós a ver vídeos, fotos, mapas e ouvir histórias de um Portugal virado para o mar.

O terceiro capítulo, “Erosão Costeira”, é apresentada a problemática e os impactes a nível mundial e nacional, sendo aqui onde se apresenta quais as soluções de mitigação que foram apresentadas, quais as que foram postas em prática e quais as que nunca sequer tiveram propósito de ser apresentadas ou se limitaram a não sair da gaveta.

No quarto capítulo, descreve o fenómeno do galgamento costeiro; sobre a facilidade com que o mar invade a costa, a facilidade com que destrói o que lhe aparece

pela frente e as consequências que advêm destes incidentes no presente, no passado e num futuro próximo.

No quinto capítulo, aborda-se o estado atual no que diz respeito ao que tem vindo a ser feito, apresentando um balanço dos investimentos resultado das medidas implementadas que têm vindo a ser prática nas últimas décadas. Ainda neste capítulo é apresentada uma solução que deveria ser alvo de uma análise mais profunda nomeadamente pelos elementos com poder de tomada de decisão neste âmbito.

O sexto capítulo é onde se pode ver uma breve análise do que é o Programa da Orla Costeira assim como a sua área de intervenção.

Por último, no sétimo capítulo, são apresentadas algumas considerações finais relativamente a toda esta dissertação.

2. Zona Costeira

2.1. Definição

Não existe uma definição precisa e única do que se entende por “zona costeira”. Alguns autores negam a hipótese da existência de uma só definição universal, defendem assim que existem diferentes definições de acordo e consoante os interesses e os objetivos do autor. A definição de zona costeira, pode referir-se a áreas de bacias hidrográficas que drenam diretamente para o mar ou à parte aquática contígua à plataforma continental. É mais comum considerar que as zonas costeiras são faixas, relativamente estreitas, que integram porções terrestres e marinhas ao longo da linha de costa (The World Bank 1994).

O documento publicado pelo Grupo de Trabalho das Bases relativamente a Gestão Integrada da Zona Costeira Nacional (MAOTDR 2006), refere como previsível o uso indiferenciado destas designações, chegando mesmo a sugerir que a sua justificação, reside, não só no objetivo que se considera, mas também porque a realidade física é muito variável em termos espaciais. Como tal, entende-se a zona costeira como sendo uma parcela de território influenciada direta ou indiretamente em termos biofísicos pelo mar (ondas, marés, ventos ou salinidade) em que pode ter, no sentido do lado da terra, largura na ordem dos quilómetros, estendendo-se igualmente, para o lado do mar, até ao limite da plataforma continental.

Diversas são as definições associadas a estes termos sem que seja encontrado uma definição única e unanime para todos, se por um lado, há algum consenso no que diz respeito à complexidade da zona costeira, o dinamismo, importância económica e ecológica, a ocorrência de conflitos entre utilização e equilíbrio natural, a pressão aí exercida, a necessidade de promover e aproveitar o seu uso sustentável, já o mesmo não ocorre em relação ao estabelecimento dos seus limites físicos, sendo estes muito variáveis nos diversos conceitos e documentos legais existentes.

Esta variedade e multiplicidade de opiniões, tem vindo a conduzir a alguma confusão terminológica, relativamente ao uso dos termos Costa, Zona Costeira, Litoral e Orla Costeira, vindo a demonstrar claramente a complexidade dos sistemas e a extrema dificuldade em definir os seus limites.

Os parâmetros que validam a definição dos limites, nem sempre são claros e objetivos, estando sujeitos a várias interpretações. Fazendo esta análise pelo lado da terra, exprimem-se por distâncias na horizontal, no entanto, do lado do mar utilizam como base de cálculo a profundidade ou a distância horizontal a um determinado limite (ex. limite da linha máxima de preia-mar de águas vivas – LMPMAV – ou a linha de base interior de águas territoriais) (Regional 2007).

No âmbito dos estudos do Quadro de Referência Ambiental do Programa Regional de Ordenamento do Território Centro (PROT 2007), discutem-se cinco cenários de delimitação da zona costeira em estudos de índole regional. O primeiro cenário considera o limite terrestre da cartografia da Corine Land Cover 2000 como linha de costa (EEA 2006). A zona costeira é delimitada por uma faixa cujos limites distam da linha de costa 10 km para o lado terrestre e 10 km para o lado marinho. O segundo cenário assume a perspectiva da homogeneidade espacial do território desenvolvendo-se em terrenos da orla onde as cotas raramente ultrapassam os 100 m. Entende-se como zona costeira toda a vasta planície de areias marinhas e dunares que acompanham a linha de costa até à cota dos 100 m. Os elementos de suporte para a delimitação do terceiro cenário baseiam-se nas dinâmicas territoriais de ordenamento e gestão municipal. Baseia-se no princípio em que as políticas de ordenamento à escala municipal têm influência no desenvolvimento da zona costeira. Assim, o seu limite é flexível variando com os limites territoriais dos concelhos. As características biofísicas do território são fundamentais no ordenamento e desenvolvimento da zona costeira e na sua definição. O quarto cenário propõe uma delimitação da zona costeira assente na presença de ecossistemas característicos destas áreas: dunas e areias eólicas, estuários e zonas húmidas ou matas litorais que se estendem para o interior do território numa faixa cuja largura poderá variar entre os 2 e os 10 km. Por último, o quinto cenário integra a perspectiva dos já desenvolvidos Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC), em que a zona costeira aparece definida por uma faixa ao longo do litoral, designada por “zona terrestre de proteção”, onde a fronteira é imposta por uma linha que dista 500 m do limite da margem das águas do mar e pela batimétrica dos 30 m, pelo lado terrestre e marítimo respetivamente (Pinto 2008).

2.2. Caracterização da zona costeira

Para o lado de terra, a abordagem espacial é facilitada por uma divisão hierarquizada, considerando (EEA 2004):

- Área / Região litoral / Região costeira ou simplesmente Litoral – termo geral que descreve porções do território que são influenciadas direta e indiretamente pela proximidade do mar;
- Zona litoral / Zona costeira – porção de território influenciada direta e indiretamente em termos biofísicos pelo mar (ondas, mares, brisas, biota ou salinidade) e que pode ter para o lado de terra largura tipicamente de ordem quilométrica;
- Faixa / Orla litoral / Orla costeira – porção do território onde o mar exerce diretamente a sua ação, coadjuvado pela ação eólica, e que tipicamente se estende para o lado de terra por centenas de metros;
- Linha de costa – fronteira entre a terra e o mar; pode ser materializada pela interceção do nível médio do mar com a zona terrestre.

Segundo as definições propostas na Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira (ENGIZC) (RCM n.º 82/2009, de 8 de setembro) (Figura 2):

- Zona costeira – 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 km 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).

A Zona Costeira pode ser definida como a região onde os processos marinhos e terrestres interagem. Esta definição é compatível com uma região que apresenta naturalmente limites, com uma elevada variabilidade espacial e temporal (Iddri 2010).

A Zona Costeira consiste então, em várias zonas (Figura 2), localizadas entre os limites das águas na maré baixa e o limite superior da ação das ondas. Engloba então a encosta, exposta à maré baixa e submersa na maré alta, e toda a encosta superior inundada excepcionalmente por marés altas ou por grandes ondas durante tempestades. O litoral da zona costeira é o limiar da água, migrando para a frente e para trás durante as mudanças das marés (Bird 2008).

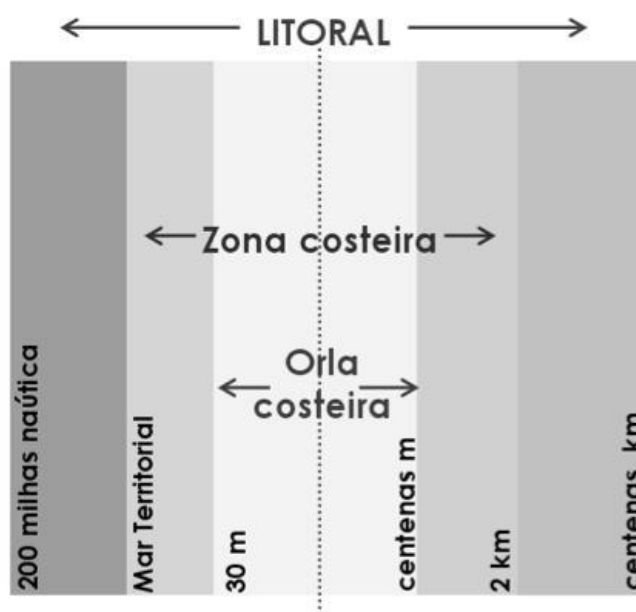


Figura 2: Conceito de zona costeira e limites conexos. Fonte: ENGIZC (2009)

A Zona Costeira é designada por zona litoral e existe desde o período em que os oceanos se formaram pela primeira vez, na superfície de uma terra arrefecida há cerca de 4.000 milhões de anos atrás, no entanto, é difícil encontrar o início da zona costeira pois a maioria das evidências que poderiam provar os seus limites foram removidas por erosão ou encontram-se escondidas por deposição com o passar dos anos.

Relativamente ao litoral de Portugal Continental, o mesmo apresenta um valor económico, natural e cultural cuja importância é fortemente reconhecida. No entanto, a diversidade das atividades que suporta leva, frequentemente, a conflitos de interesses levando a estratégias de intervenção contraditórias. Estes interesses e estratégias mal definidas, têm conduzido, desde há décadas, à degradação do sistema costeiro, muito devido aos problemas relacionados com a erosão costeira. Em alguns casos, esta degradação atinge níveis preocupantes e chega mesmo a comprometer extensos troços

costeiros. Controlar e inverter o problema atual não será uma tarefa fácil na medida em que a regeneração do litoral é um processo complexo e muito demorado, além do facto da inércia criada pelas populações. Esta recuperação deve ser encarada como uma prioridade nacional, e só poderá ser alcançada com uma gestão baseada no conhecimento, identificando as causas, reconhecendo a respetiva dinâmica e intervindo a favor da natureza e não contra ela. A solução terá que ser suportada por um consenso alargado que vise adotar uma estratégia de longo prazo em que ultrapasse a dimensão temporal característica dos ciclos políticos, comprometendo todos os intervenientes neste processo (GLT 2014).

2.3. Dinâmicas e evolução da linha da costa

É esta interação contínua e cada vez mais presente entre os agentes da geodinâmica interna/externa e a ação do Homem que torna a zona costeira extremamente dinâmica, mesmo quando considerada à escala da vida humana, podendo levar a grandes mudanças na sua configuração e disposição em poucos anos, devido à contínua pegada e interferência do Homem na Natureza.

Em Portugal continental, o continuo aumento de ocupação do litoral é, na maioria dos casos, incompatível, e muitas vezes limitador, com esta dinâmica natural, resultando em numerosas, e cada vez mais frequentes situações de conflito. Existe a perspectiva de que o conflito entre a dinâmica natural e ocupação do território costeiro é inevitável, levando a acreditar que o Homem está condenado a uma “guerra contra o mar”, no entanto, a ser correto, deve existir uma compreensão da dinâmica costeira de forma a poder-se fundamentar modelos de ordenamento mais sustentados. Assim, compreender a dinâmica do litoral português é muito importante e é fundamental para sustentar qualquer política de intervenção e de gestão do espaço e igualmente do risco na zona costeira (GTL 2014).

Tanto o traçado como a posição da linha de costa dependem de um conjunto de fatores interativos, dos quais se destacam as forças interligadas com o oceano (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”/impulsionador do transporte sedimentar relaciona-se com a agitação marítima incidente, o que quer dizer que, a evolução da posição da linha de costa pode ser explicada através da interação entre as ondas, o fornecimento sedimentar e as variações do nível médio relativo do mar. Uma análise a estas variáveis, facilita a identificação da evolução da linha da costa portuguesa a várias escalas temporais e espaciais, levando assim a compreender o passado, entender a configuração atual e perspetivar as tendências de evolução futura resultante desta dinâmica.

A evolução do litoral no último máximo glaciário (UMG), há cerca de 18 000 anos, revela 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 2004). No UMG, o nível do mar situar-se-ia a cerca de 120-140 m abaixo do nível em 2004 e a posição da linha de costa distava várias dezenas de quilómetros da atual (Figura 3).



Figura 3: Evolução do nível médio do mar (NMM), na plataforma continental portuguesa, nos últimos 18 000 anos. Fonte: Dias (2004)

Entre os 13 000 e 11 000 anos AP (antes do presente) foi possível verificar que houve uma rápida elevação do NMM, tendo esta sido originada pela fusão dos glaciares. Esta rápida evolução originou que os estuários não conseguissem alcançar o equilíbrio, funcionando principalmente como elementos de captura da deriva do litoral e não como fornecedores de sedimentos, tornando uma costa bastante rochosa, ou seja deixou de

existir alimentação de inertes no litoral. A partir dos 11 000 anos AP houve uma mutação com uma inversão climática muito rápida e o clima passou de interglacial quente para condições glaciais extremas. Assim, o NMM voltou a descer chegando a atingir os 100 metros de profundidade, por conseguinte, consentiu que os estuários voltassem a funcionar como agentes depositores de sedimentos no litoral e nos oceanos (Cardona 2015).

Assim, as zonas costeiras passaram a ter características desérticas caracterizado por um elevado transporte sedimentar fazendo com que fosse possível dessa forma a formação de grandes campos dunares (Dias 2004). Foi possível assistir a um generalizado assoreamento dos estuários, lagoas, golfos e rias, que deram o seu contributo, 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 passou a apresentar uma tendência regressiva (de recuo), cujos primeiros relatos são descritos por “invasões do mar”. Este comportamento do litoral está relacionado com a redução do fornecimento de sedimentos associado à atividade humana, nomeadamente induzido pela constante construção de barragens, extração de inertes nos cursos de água e albufeiras, práticas agrícolas que visam a conservação do solo e a construção de obras portuárias (Teixeira 2014).

Um dos fatores ao qual tem sido atribuída uma grande importância no que concerne ao tema da redução do fornecimento de sedimentos na costa é a construção de barragens, estimando-se que as barragens, atualmente, sejam responsáveis pela retenção de mais de 80% do volume de agregados e areias que eram transportados pelos rios antes das suas construções (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).

Outro fator que tem contribuído para um elevado défice de sedimentos no litoral é a própria extração de areias que tem sido levada a cabo com o passar dos anos pelo Homem. Segundo dados incluídos no Estudo do Mercado de Inertes de Portugal Continental, cerca de 1/3 das areias que são comercializadas para uso na construção

civil e obras públicas foram obtidas pela extração no domínio hídrico. Falamos então de valores entre 4% e 66% dos inertes extraídos nos portos, e a restante parte extraída nos rios de acordo com os elementos incluídos no Estudo (Santos 2017). Por exemplo, o conjunto das áreas portuárias sob jurisdição do IPTM - Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos (Portos do Norte, Centro e Sul e delegação do Douro), assim como o Porto de Aveiro foram em 2012, no seu conjunto, responsáveis pela comercialização anual de aproximadamente 2,5 milhões m³ de areias (Litoral 2014), demonstrando claramente a importância que esta atividade apresenta no balanço sedimentar costeiro de Portugal continental.

A resolução dos problemas associados à erosão costeira deve atender às causas raiz que a originam, e que se relacionam, fundamentalmente, com a existência de défices sedimentares (Litoral 2014). A gestão do balanço sedimentar deve por isso, assumir um papel importante nas estratégias de intervenção e mitigação do processo de erosão costeira (Litoral 2014).

2.4. A zona costeira e as alterações climáticas

As zonas costeiras constituem um sistema adaptativo complexo com duas componentes interativas sendo estas, o sistema humano e o sistema natural que interagem entre si (GTL 2014). No que se refere aos sistemas costeiros naturais, estes contemplam uma grande diversidade de formações geológicas e de ecossistemas, em que dentro destes se incluem as arribas, dunas, praias, rias, estuários, deltas, lagunas costeiras, zonas húmidas costeiras, recifes e ilhas barreira. Suportam uma grande variedade de serviços de natureza social, económica e cultural e são afetados por múltiplas atividades humanas. As zonas costeiras constituem, pois, sistemas ecológicos e socioeconómicos integrados cuja gestão deve ter em conta não só os fatores naturais como os fatores antropogénicos que afetam a sua dinâmica (Santos 2014).

De acordo com a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (CQNUAC), alteração climática é *“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”*. Uma das suas consequências diretas destas alterações, é a subida do

nível médio das águas, a uma escala global. Entre 1901 e 2010, o nível médio das águas do mar aumentou entre 0,17 e 0,21 m (Figura 4) e a extensão de gelo marítimo no Ártico diminuiu substancialmente entre os anos de 1979 e 2012 (IPCC 2014). Prevê-se que, entre o período temporal de 1990-2100, este suba até 1 m (IPCC 2014).

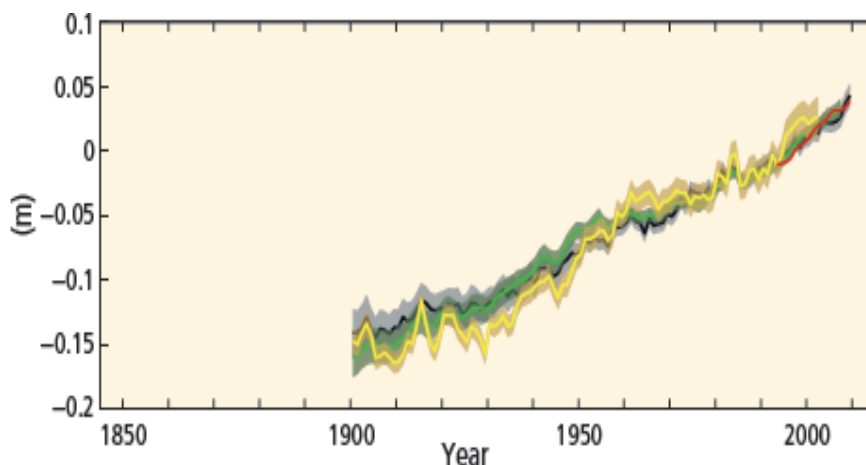


Figura 4: Média anual e global da alteração do nível do mar em relação à média, durante o período de 1986 a 2005 no conjunto de dados de mais longa duração. Fonte: IPCC (2015)

Consequentemente, prevê-se “(...) *destruição de estruturas costeiras, salinização de aquíferos, ampliação das intrusões salinas nos estuários, danos maiores e mais graves devido a tempestades marinhas, etc.*” (Dias e Taborda 1988). A subida do nível da água tem, portanto, consequências para o litoral (erosão, recuo da linha de costa, galgamentos e inundações) aumentando os riscos para as populações costeiras (Cardona 2015) devido à perda de território, à submersão ou afetação de infraestruturas e à intrusão salina, a qual afeta a qualidade das águas subterrâneas, a agricultura e os ecossistemas costeiros e estuarinos. Em alguns casos, receia-se mesmo a total submersão de países constituídos por pequenas ilhas baixas, sendo as Maldivas um caso paradigmático frequentemente referido (ESAAC-RH 2013).

Em Portugal, através dos dados das estações maregráficas de Lagos e Cascais, estimou-se uma elevação do mar de 1,3 mm/ano e 1,5 mm/ano, respetivamente (Dias e Taborda 1998). As causas desta situação prendem-se com a expansão térmica dos oceanos, ou seja, o aumento da temperatura atmosférica aumenta a temperatura das águas (Dias 1993). A subida do nível médio de água em Portugal traduz-se num recuo da

linha da costa médio de 0,3 m/ano, sendo que 90% desse recuo se deve à redução de sedimentos, resultado das ações humanas (Ferreira 2014).

Por conseguinte, *“o aumento do nível médio da água do mar aumenta a erosão costeira, o risco de inundação das zonas do litoral baixo e arenoso e das zonas estuarinas e o risco de intrusões salinas nos aquíferos costeiros, bem como nas zonas estuarinas”* (CNADS 2001). A capacidade de adaptação ao novo nível de base por parte dos estuários reduz a exportação de materiais. Assim, ao invés de fornecedores, estes transformam-se em locais de receção e deposição de sedimentos (Dias 1993).

Os impactes das alterações climáticas para o litoral continental português são: o aumento da frequência, duração e intensidade de eventos extremos (temporais) (Santos e Miranda 2006) que farão aumentar a erosão costeira, o recuo da linha de costa e o aumento do nível médio do mar, que irá também fazer recuar a linha de costa, o que poderá provocar a intrusão salina em terras de cultivo junto ao litoral e intensificação do assoreamento nos corpos estuarinos e lagunares (Dias 1993).

2.4.1. Resposta às alterações climáticas

Estará Portugal preparado para enfrentar as consequências a breve ou médio prazo das alterações climáticas? Segundo Santos (2017), *“Portugal tem, tal como todos os países com economias avançadas, uma capacidade de adaptação às alterações climáticas muito superior à capacidade de adaptação dos países mais pobres. Por outras palavras, estes últimos países são muito mais vulneráveis às alterações climáticas”*. No entanto, se analisarmos à escala da UE, Portugal continua a ser um dos países mais vulneráveis devido essencialmente a dois fatores:

- é um país do sul da Europa, da região mediterrânica, onde os impactes são mais graves (maior frequência e intensidade das secas, tendência de diminuição da precipitação anual e zonas costeiras baixas onde a erosão é já muito intensa);
- a capacidade de adaptação de Portugal é relativamente baixa comparada com os países do centro e norte da Europa com outras capacidades económicas, em média com valores mais elevados do PIB per capita.

Há essencialmente dois tipos de resposta que devem ser analisadas para fazer frente às alterações climáticas: a mitigação e a adaptação. A mitigação é uma intervenção humana de forma a conseguir reduzir as fontes e potenciar os sumidouros de gases com efeito de estufa. A adaptação é por outro lado um processo de ajustamento ao clima atual e futuro e aos seus efeitos nas pessoas e infraestruturas. A adaptação da zona costeira às alterações climáticas tende a reduzir significativamente a gravidade dos impactes da subida do nível das águas (Tol 2008).

A avaliação e escolha das opções de adaptação para um determinado país deve ter em conta prioritariamente as condições específicas socioeconómicas, institucionais, políticas, legislativas e culturais desse país e deve basear-se no conhecimento científico das dinâmicas costeiras locais. A escolha das medidas de adaptação é, essencialmente, um exercício sociopolítico e técnico que se deve apoiar na eficácia, sustentabilidade e custos das medidas.

As principais opções de adaptação nas zonas costeiras são (Figura 5): a proteção para reduzir o risco associado aos impactes das alterações climáticas, especialmente os que resultam da subida do nível médio do mar, a acomodação para aumentar a capacidade das populações lidarem com esses impactes e respetivos riscos, e o recuo para reduzir o risco dos eventos gravosos provocados pelas alterações climáticas limitando os seus efeitos potenciais (Santos 2014).

A estratégia de proteção consiste basicamente em manter ou mesmo avançar a linha de costa por via à 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.

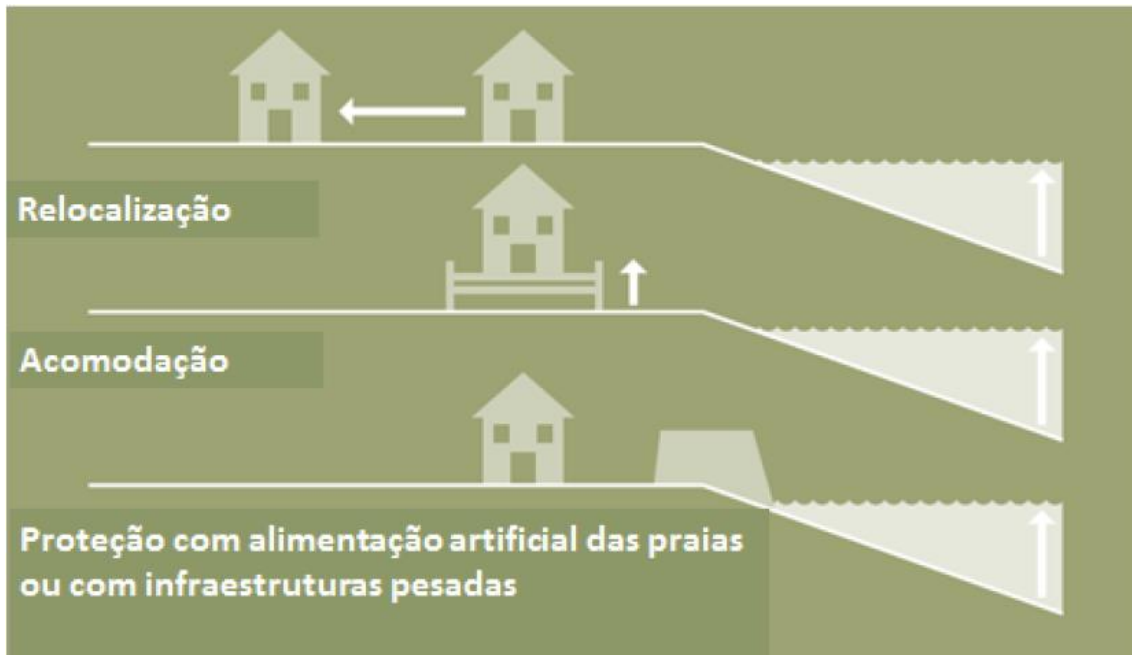


Figura 5: As diferentes estratégias de adaptação: proteção, acomodação e realocação. Fonte: Van Rijn (2011), Pinto et al. (2015)

A acomodação privilegia essencialmente a mudança das atividades humanas no litoral e a adaptação flexível das infraestruturas para reduzir o risco de inundação. Por último, o recuo planeado ou realocação, no que respeita aos sistemas humanos e especificamente à ocupação humana no litoral, é uma estratégia extrema e muito invasiva que geralmente só se põe em prática 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 (GTLRF 2015).

2.5. Legislação sobre a gestão da zona costeira

A excessiva ocupação da faixa costeira nacional provocou um grave desequilíbrio do litoral, o que, por influência da Carta Europeia do Litoral (aprovada em Creta em 1981), levou o Estado Português a legislar no sentido de harmonizar a necessidade de desenvolvimento económico com o imperativo de proteger a faixa costeira pela sua importância estratégica, estabelecendo assim os princípios disciplinadores da sua ocupação, do seu uso e da sua transformação.

A 31 de dezembro de 1864 começou a ser construído o edifício legal relativo ao domínio público hídrico (DPH), através do qual foram declarados como pertencentes ao domínio público os portos de mar e praias, os rios navegáveis e fluviáveis, 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 (RGTL 2014).

O Decreto-Lei n.º 468/71, de 5 de novembro, reviu, unificou e clarificou o regime aplicável aos terrenos do domínio hídrico que constituiu o diploma fundamental 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 (APA 2017).

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 (RGTL 2014).

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, 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 (RGTL 2014).

Nesse mesmo ano, a Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, designada Lei da Água, 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), das cinco ARH e do Instituto da Água. É a esta Agência que está cometida a jurisdição dos recursos hídricos (APA,2018).

Atualmente, de acordo com a Diretiva Quadro da Água (DQA) e da Lei da Água (LA), o planeamento da gestão das águas encontra-se estruturado em ciclos de 6 anos. Foi no âmbito deste quadro legal, que desde o final de 2015 foram elaborados os primeiros Planos de Gestão de Região Hidrográfica (PGRH) (APA 2018).

O Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT) foi aprovado pela Lei n.º 58/2007, de 4 de setembro, retificado pelas Declarações nº 80-A, de 7 de setembro de 2007, e nº 103-A/2007, de 2 de novembro. Trata-se de um instrumento de desenvolvimento territorial de natureza estratégica que estabelece as grandes opções para a organização do território nacional (APA 2018).

Os Planos de Gestão de Regiões Hidrográficas (PGRH) são instrumentos de planeamento das águas que têm por objetivo constituírem-se como a base de suporte à gestão, à proteção e à valorização ambiental, social e económica das águas (APA 2018).

São inúmeras as iniciativas legislativas nacionais e internacionais sobre a zona costeira. Em Portugal, a gestão da zona costeira possui um conjunto de instrumentos de ordenamento e gestão do território, que podem ser de natureza vinculativa ou possuir um carácter orientador. Alguns dos documentos legais considerados mais importantes para a gestão da zona costeira são (Gonçalves 2011):

- Decreto-Lei n.º 468/71, de 5 de novembro – *“Revê, Actualiza e unifica o regime jurídico dos terrenos do domínio público hídrico”*;
- Decreto-Lei n.º 302/90, de 26 de setembro – *“Estabelece os princípios a que deve obedecer a ocupação, uso e transformação da faixa costeira”*;
- Decreto-Lei nº 309/93, de 2 de setembro – *“Regula a elaboração e aprovação dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC)”*;
- Decreto-Lei n.º 45/94, de 22 de fevereiro – *“Regula o processo de planeamento de recursos hídricos e a elaboração e aprovação dos planos de recursos hídricos”*;

- Decreto-Lei n.º 151/95, de 24 de junho – *“Regula a elaboração dos Planos Especiais de Ordenamento do Território (PEOTs), onde se incluem os POOCs”*;
- RCM n.º 86/98, de 10 de julho – *“Aprova as linhas de orientação do Governo relativas à estratégia para a orla costeira portuguesa”*;
- Diretiva 2000/60/CE – *“Estabelece um enquadramento de acção comunitária no domínio da política da água”*;
- RCM n.º 152/2001, de 11 de outubro – *“Aprova a existência de uma estratégia nacional de conservação da natureza e da biodiversidade (ENCNB)”*;
- Recomendação n.º 2002/413/CE, de 30 de maio – *“Indica os princípios gerais e as opções para uma estratégia de gestão integrada de zonas costeiras na Europa”*;
- Lei n.º 58/2007, de 4 de setembro - Aprova o PN POT, que estabelece as grandes opções com relevância para a organização do território nacional”;
- RCM n.º 82/2009, de 8 de setembro – *“Aprova a estratégia nacional para a gestão integrada da zona costeira (ENGIZC)”*.

No âmbito da erosão costeira, o Plano de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) e o Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS) desempenham papéis fundamentais. O primeiro tem como principal objetivo orientar, melhorar e gerir o desenvolvimento de atividades específicas da orla costeira (Gamito 2006) . O segundo tem como finalidade avaliar e descrever a evolução da sustentabilidade do país, contribuindo assim para uma melhor gestão do desempenho ambiental, económico e institucional (APA 2019).

3. Erosão Costeira

3.1. Introdução

As zonas costeiras constituem ecossistemas únicos e impossíveis de reconstruir à escala humana, resultado de uma evolução de muitos milhões de anos. Deve-se assumir que as características do litoral foram e são impostas pela atuação dos processos de geodinâmica interna e externa ao longo do tempo geológico e das condições que lhes foram impostas. As complexidades sistémicas das zonas costeiras tornam-nas em sistemas altamente sensíveis e vulneráveis. Com frequência, uma pequena alteração num dos parâmetros pode provocar grandes modificações em todo o sistema. Acresce que são sistemas abertos, extremamente dependentes dos forçamentos que lhes chegam do exterior (Dias 2005).

Desde há mais de três mil anos atrás, ou seja, desde que o nível médio do mar atingiu aproximadamente a cota atual, o litoral português tem apresentado um comportamento predominantemente regressivo (a linha de costa apresenta tendência para migrar em direção ao oceano) (Figura 6), embora esta tendência regressiva geral tenha sido por vezes interrompida por alguns períodos transgressivos (em que a linha de costa apresentou tendência para migrar em direção ao continente) (Pereira 2010).

No final do século passado verificou-se transição climática atual mais quente, a qual tem vindo a ser progressivamente intensificada pela amplificação do chamado "efeito de estufa" como abordado no capítulo anterior. O nível médio do mar começou a elevar-se de forma gradual. O litoral Português respondeu a esta modificação invertendo o comportamento, que passou a ser fortemente transgressivo, onde a subida do nível médio das águas do mar pode colocar em risco a zona costeira do país. Segundo dados divulgados pela norte-americana Agência Oceânica em 2017, consideram um aumento entre 2 a 2,7 m até 2100, em casos extremos de emissões de gases com efeitos de estufa (GEE) (Santos 2017).

O conhecimento das taxas de erosão costeira é importante pois possibilita o estabelecimento de zonas de interdição e de zonas tampão, permitindo quantificar o tempo de rentabilização de investimentos, por exemplo na área do lazer ou do turismo. Noutros casos, o conhecimento destas taxas pode levar à deslocalização de pessoas e

bens ou ainda à construção de defesas longitudinais aderentes ou destacadas, de esporões ou ao enchimento artificial de praias.



Figura 6: Recuo da linha da costa - Praia da Barra 2010. Fonte: Revista Arcádia Outubro 2011 in: <http://blogarcadia.blogspot.com/2011/10/lenta-agonia-da-praia-da-barra-em.html>

Existe, pois, a necessidade de quantificar a erosão costeira e de a cartografar. Apesar de esta cartografia não excluir a necessidade pontual de estudos detalhados, constitui uma ferramenta prática e poderosa no ordenamento, na gestão e no planeamento ambiental de zonas costeiras, sem os quais dificilmente o desenvolvimento será sustentado (Borges 2009).

3.2. Conceito

Na análise desta problemática deve-se ter sempre presente que "*só há graves problemas de erosão costeira quando existe intensa ocupação humana*" (Dias 1994). Quando um troço costeiro não está ocupado intensamente, o recuo da linha de costa induzido pela erosão costeira não afeta significativamente núcleos urbanos que eventualmente existam na região (desde que não estejam implantados excessivamente

próximo do litoral), nem provoca destruições importantes no património construído (por este ser inexistente ou raro). Mesmo que, num cenário destes, algum monumento ou algumas casas possam estar a ser ameaçadas, é sempre possível considerar a sua transferência para um local mais seguro, o que, na prática, não é possível ser exequível quando se trata da transferência de cidades inteiras (Dias 1994).

Visto isto, os problemas de erosão costeira num determinado troço costeiro devem ser analisados em função das taxas de recuo da linha de costa que aí se fazem sentir, do tipo e intensidade de ocupação do litoral, e das causas próximas e remotas da erosão e da necessidade real de intervenção humana limitando desta forma um excesso de intervenção antropogénica. Sublinhe-se que Portugal Continental, situado no flanco sudoeste da massa continental peninsular ibérica, ocupa uma estreita faixa de 250 km de largura, tendo uma zona costeira com cerca de 950 km de extensão.

3.3. Fatores indutores da erosão costeira

São diversos os fatores indutores de erosão costeira. Embora alguns desses fatores sejam, ou possam ser considerados, naturais, a maior parte é consequência direta ou indireta de atividades antropogénicas (Pedrosa 2012).

Os principais fatores responsáveis pela erosão costeira e consequente recuo da linha de costa são:

- Elevação do nível do mar;
- Ocupação do Litoral;
- Diminuição da quantidade de sedimentos fornecidos ao litoral;
- Degradação antropogénica das estruturas naturais;
- Obras pesadas de engenharia costeira, nomeadamente as que são implantadas para defender o litoral.

3.3.1. Diminuição da quantidade de sedimentos fornecidos ao litoral

Tanto os estuários como as lagunas costeiras desde sempre foram objeto de uma intensa ocupação humana. Nos litorais arenosos oceânicos essa ocupação apenas se aumentou significativamente a partir de meados do século XIX, e com maior intensidade na segunda metade do século XX. Este aumento da intensidade da utilização destas

zonas costeiras deu-se em simultâneo com outras várias intervenções no litoral com impactes que regra geral, criaram uma diminuição do abastecimento sedimentar e consequente erosão costeira (Dias 2005).

O fenómeno da erosão costeira afeta profundamente toda a costa portuguesa. O sistema praia-oceano não se pode considerar em situação de equilíbrio morfodinâmico porque as praias não se qualificam como sistemas fechados, sendo a areia constantemente transportada naquele sistema. A diminuição da quantidade de sedimentos pode ser explicada pelas muitas atividades humanas em zonas ribeirinhas ou no interior, das quais se destacam as barragens, as dragagens e a extração de inertes. À medida que a capacidade tecnológica do Homem para intervir no ambiente vai aumentando, vai diminuindo, simultaneamente, a quantidade de areias que, por via fluvial, alimentam a deriva litoral. Desta forma, constata-se que a diminuição do fornecimento sedimentar ao litoral tem atingido uma amplitude exponencial de crescimento ao longo deste século (Mendes e Pinho 2008).

Quer a nível das descargas como a quantidade de sedimentos que são transportados pelos rios para os estuários e para a plataforma continental adjacente têm sido drasticamente modificados (Araújo 2010). Esta redução do volume de agregados transportado deve-se a diversos fatores, como por exemplo situações como os relacionados com os aproveitamentos hidráulicos, com a artificialização das bacias hidrográficas e das margens dos rios e a canalização dos cursos de água (Coelho 2005).

Um dos elementos que mais impacta o transporte fluvial de areias é constituído pelos aproveitamentos hidroelétricos e hidroagrícolas, resumindo, os agregados ao longo dos caminhos fluviais, vão ficando retidos nas barragens existentes. Durante a fase de construção em que, existe a movimentação de elevados volumes de inertes e efetuadas escavações importantes, a quantidade de sedimentos em trânsito no curso fluvial a jusante das obras aumenta de forma significativa. No entanto, quando se dá o início da fase de exploração, o fluxo fluvial perde a sua capacidade de transporte ao atingir o sector montante da albufeira, aí dá-se o depósito das frações mais grosseiras dos sedimentos (nomeadamente as areias que, mais cedo ou mais tarde, iriam abastecer o litoral). Portanto, verifica-se que as barragens servem de "filtros" de elevada eficácia que inibe quase por completo a passagem de areias e agregados para o troço fluvial a jusante. A construção de barragens não só reduz a velocidade da corrente do rio, como

interrompe o transporte de sedimentos para jusante, que poderá estar associado (Bordalo e Sá 2014):

- a maior acumulação de sedimentos;
- a diminuição do transporte de sedimentos pelos rios, reduzindo drasticamente o fornecimento de sedimentos para a orla costeira, pois o maior transporte de sedimentos ocorre nos períodos de cheia que são reduzidos nos rios com regime artificial;
- a uma maior erosão a jusante das barragens.

Com o passar dos anos, a necessidade de aumentar as exigências no que se refere à estabilidade dos canais de navegação e das bacias de manobra, bem como à sua profundidade devido ao constante aumento progressivo do calado dos navios, associando as constantes dragagens para que esses canais fossem abertos, feita a manutenção ou mesmo necessidade de os aprofundar fizeram com que fosse alcançada uma maior amplitude (Dias 2005).

As zonas onde são efetuadas as dragagens, ficam em desequilíbrio dinâmico, levando a que haja uma necessidade de ser assoreadas de novo a curto ou médio prazo, o que obriga a novas e constantes operações de dragagem. Resumindo, quando as zonas que são dragadas se localizam na parte externa do estuário, mais facilmente são repostas com as areias provenientes da deriva litoral fazendo com que as dragagens além de diminuírem ou inibirem a transferência de areias para o litoral, retiram à deriva litoral parte dos volumes neles interessados (Dias 2007). Na zona de S. Jacinto (a Norte de Aveiro), só em 1980, extraíram-se, com a devida autorização, 4×10^5 m³ de areias, levando a que houvesse razões para se pensar que o total do somatório das extrações legais e ilegais poderiam atingir valores com volumes superiores a 1×10^6 m³/ano, nos últimos anos (Dias 2005). No troço inferior do rio Douro, incluindo a zona do estuário, no início da década de 1980, as dragagens de areias e cascalhos atingiam valores na ordem de $1,5 \times 10^6$ m³/ano (Dias 2005).

3.3.2. Influência antropogénica

A atividade humana é considerada como um fator externo que perturba e altera os sistemas naturais e em muitas situações, é óbvia a incompatibilidade dessas

alterações com os processos dinâmicos que caracterizam os sistemas costeiros. A descontrolada pressão urbana e turística na zona das praias e dunas e a degradação das formas litorais, pela abertura de novos acessos, construção de novos espaços e o crescimento desarticulado com a envolvente tem potenciado a erosão costeira (Boto 1997). Usando como um exemplo as estruturas portuárias, embora sejam necessárias para propiciar a entrada e saída segura de navios nos portos (gerando uma enorme fonte de receita económica) provocam a acumulação de sedimentos na zona a montante e erosão costeira a jusante da estrutura, sendo um dos principais causadores de grande parte da erosão costeira que se verifica em Portugal Continental. As figuras seguintes (Figura 7,8 e 9) procuram ilustrar de forma esquemática a evolução da configuração de um troço de linha de costa antes e depois da implantação das estruturas de defesa.

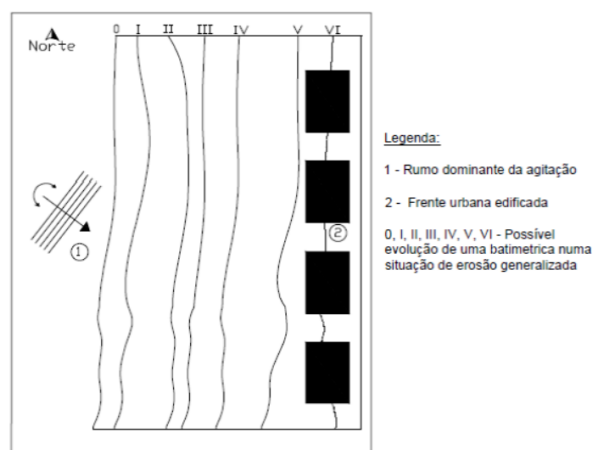


Figura 7: Hipotética variação da linha de costa, numa situação de erosão generalizada, sem implantação de estruturas de defesa costeira. Fonte: Veloso-Gomes (2007)

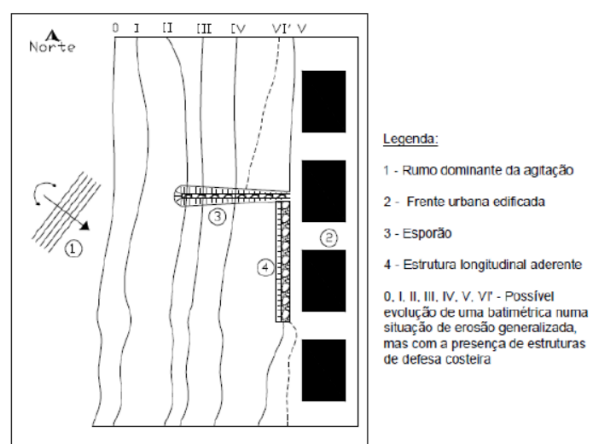


Figura 8: Hipotética variação da linha de costa, numa situação de erosão generalizada, com implantação de estruturas de defesa costeira. Fonte: Veloso-Gomes (2007)

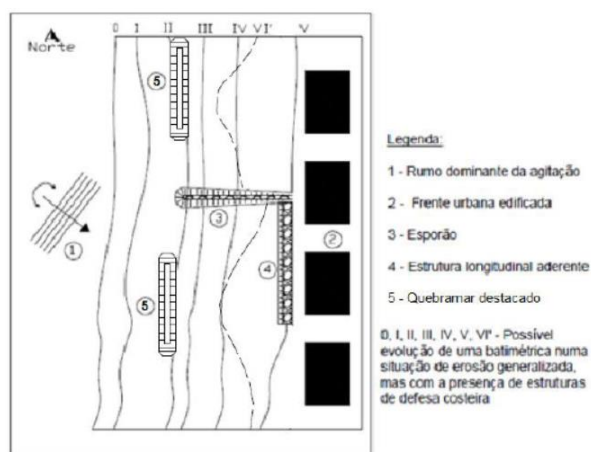


Figura 9: Hipotética variação da linha de costa, numa situação de erosão generalizada, com implantação de estruturas de defesa costeira. Fonte: Veloso-Gomes (2007)

Analisando as três situações (Figuras 7, 8 e 9), é possível concluir que apesar do aumento ou antecipação dos fenómenos erosivos a sul (sotamar) das estruturas, se não existissem as soluções de defesa costeira, a frente urbana teria sido destruída pela ação do mar.

Em Portugal, durante as décadas de 70 e 80, foram implantadas diversas estruturas, de forma a proteger diversos núcleos urbanos implantados em zonas próximas do mar (Veloso-Gomes 2007). Isto porque, em inúmeros casos, a retirada dos núcleos urbanos não é viável por motivos económico-sociais, pelo que a construção de estruturas de defesa costeira, é a única forma de assegurar a sua continuidade. Assim, retirar as estruturas existentes não pode ser uma opção sob pena do avanço do mar destruir o património edificado, pelo que as operações de reforço, reparação ou reabilitação destas são indispensáveis (Veloso-Gomes 2007).

Na zona costeira portuguesa, apesar da existência de grandes frentes edificadas, existe uma extensão maioritária com zonas florestais ou cordões dunares, que devem continuar a ser defendidos, na medida que são estes que vão funcionando como zona tampão. A variação da linha de costa deve evoluir de forma natural em zonas como estas.

3.3.3. Nível médio do mar

O nível médio do mar (NMM) é definido como a altura da superfície do mar em relação ao fundo do oceano (conhecido como nível do mar relativo, NMR), ou como a

altura da superfície do mar em relação ao elipsoide (conhecido como nível do mar absoluto, NMA) (Milne 2014). O NMM depende principalmente do volume total de água nas bacias oceânicas, da temperatura da água a diferentes profundidades e da forma das bacias oceânicas (Titus 1986). De acordo com Cazenave e Llovel (2010) o nível médio do mar é um parâmetro difícil de determinar por modelos climáticos, pois envolve interações de todos os sistemas climáticos com grandes escalas temporais e espaciais.

A taxa de subida do NMM desde os anos 90, não é vista como um ciclo natural, mas, como uma resposta direta das pressões quer a nível antrópico como natural. Adivinha-se que a subida do NMM irá continuar caso se continue a emitir GEE (Church 2013). No último século foi possível verificar uma elevada aceleração da subida do NMM, sendo assim um dos maiores fatores contributivos para um agravamento da erosão costeira (FitzGerald et al. 2008; Ferreira & Matias, 2013; Ó e Ferreira 2013; Anderson et al. 2015). A subida do NMM é, claramente, um importante pilar a considerar para a gestão e manutenção das áreas costeiras em todo o mundo (Sousa 2016).

A erosão costeira encontra-se diretamente interligada com a subida do nível do mar e os fenómenos de “storm surge” (sobreelevação do nível do mar) resultado da expansão térmica oceânica e do aquecimento global. Como consequência, existe um aumento dos processos erosivos, galgamentos oceânicos, maior duração das inundações ribeirinhas e, a necessidade de migração para o interior da zona costeira (RCM n.º 82/2009).

Não existem ainda estudos que comprovem, chegando mesmo o Professor Carlos Correia Antunes numa entrevista no Prós e Contras em 2018 a afirmar, segundo estudos não é ainda perceptível definir a diferença entre o NMM e o efeito de erosão causado pela agitação marítima, pois o défice sedimentar que temos tido na nossa zona costeira deve-se mais á falta de inertes a irem ter às zonas das praias associado às fortes tempestades que se têm vindo a sentir nos últimos anos que vêm a devastar as nossas praias, não sendo assim conclusivo o efeito do NMM neste âmbito.

3.4. Impactes

Para as Nações Unidas (2004), o conceito de vulnerabilidade foi inicialmente utilizado pelos engenheiros reportando-se aos níveis/ graus de resistência dos materiais de construção e resistência dos edifícios perante a possibilidade de ocorrência de um sismo ou terramoto, ação do vento e da água. No entanto, já na década de 80, este conceito começou a ser aplicado em relação ao impacte de fenómenos e eventos naturais e/ou antropogénicos.

O estudo relativo à vulnerabilidade das áreas costeiras e ao risco de erosão costeira, conseqüentes do receio das conseqüências de fenómenos como a subida do nível médio do mar, inundações marinhas e galgamentos costeiros, poluição ambiental e elevada pressão demográfica e económica, tem vindo a ter um valor significativo, sendo cada vez mais abordado, estudado e divulgado. O aumento da pressão demográfica, da atividade industrial e turística tem vindo a provocar profundas alterações no tipo de ocupação do solo e nos ecossistemas naturais, impossibilitando por vezes, uma resposta adaptativa e revelando um sério conflito entre os objetivos do Homem e o comportamento e a dinâmica natural destas áreas.

Segundo Velosos-Gomes e Santos (2002), cerca de 80% das zonas costeiras a nível mundial estão vulneráveis, encontrando-se atualmente em processo de erosão. O litoral português é um dos que apresenta uma situação mais gravosa, com exemplos de casos de norte a sul do país. Esta situação é potenciada pelo fato da costa portuguesa possuir poucas defesas naturais contra a erosão, principalmente a falta de areia sem capacidade de reposição da mesma. Estima-se que na costa portuguesa, à semelhança do que tem vindo a ocorrer nos restantes países do sul da Europa, o nível médio do mar sobe cerca de 1,7 mm/ano e no fim deste século estima-se que terá aumentado entre 20 cm a 1 m (IPCC 2014).

3.4.1. Impactes na Europa e resto do Mundo

A zona costeira mundial totaliza cerca de 500.000 km e é habitada por cerca de 80% da população mundial (Borges 2009). Deste modo, estão concentrados na zona costeira a maioria dos centros de decisão política, económica e técnica, bem como grande parte das indústrias e atividades económicas de muitos países (Borges 2009).

A erosão costeira é um problema transversal à orla costeira em todo o mundo, que afeta aproximadamente cerca de 70% das praias de solo arenoso em todo o mundo (Feagin 2005). Um pouco por todo o mundo o paradigma é semelhante e de ano para ano a erosão tem vindo a tomar maiores proporções até mesmo derivada aos eventos meteorológicos mais recentes que fustigaram diversas zonas costeiras.

Segundo os dados apresentados por Luijendijk (2018), 24% da linha da costa mundial (litoral arenoso) encontra-se atualmente em processo de erosão (Figura 10). Na Nigéria as taxas de recuo do terreno estão na ordem dos 30 m/ano (Nicholls 2007), ao mesmo tempo que a subida do nível do mar causou a perda de 14% de território costeiro em Tongatapu (no Tonga) e cerca de 80% nas ilhas Marshal, com consequências para todos os ecossistemas existentes. A zona do Mississípi e da costa do Texas têm-se vindo a degradar a uma velocidade média de 2,61 m/ano e 3,1 m/ano, respetivamente, desde 1970 (IPCC 2002).

Os impactes derivados dos processos de erosão costeira são evidenciados em todo o litoral europeu, cerca de 20%, com áreas perdidas ou seriamente afetadas, com valores estimados na ordem dos 15 km²/ano (IPCC 2002). No período de 1999 a 2002, sensivelmente entre 250 e 300 casas tiveram que ser abandonadas na Europa devido ao risco iminente de erosão, e outras 3.000 sofreram uma desvalorização de pelo menos 10% do seu valor patrimonial (Eurosion 2006). Estas perdas são, pouco significativas quando comparadas com os riscos de inundação associados ao colapso de dunas e obras longitudinais aderentes que ameaçam seriamente as populações. Esta ameaça tem um impacte potencial em vários quilómetros quadrados afetando milhares de pessoas (FitzGerald 2008), muitas das vezes as próprias não consciência do nível de risco eminente nos locais por onde passam, vivendo uma falsa segurança no seu dia a dia. Estima-se que o número anual de vítimas, com as atuais tendências de erosão e inundação, possa ascender as 158.00 em 2020, enquanto metade das zonas húmidas Europeias poderão desaparecer devido à subida das águas do mar e ficarem submersas (Gomes 2016).

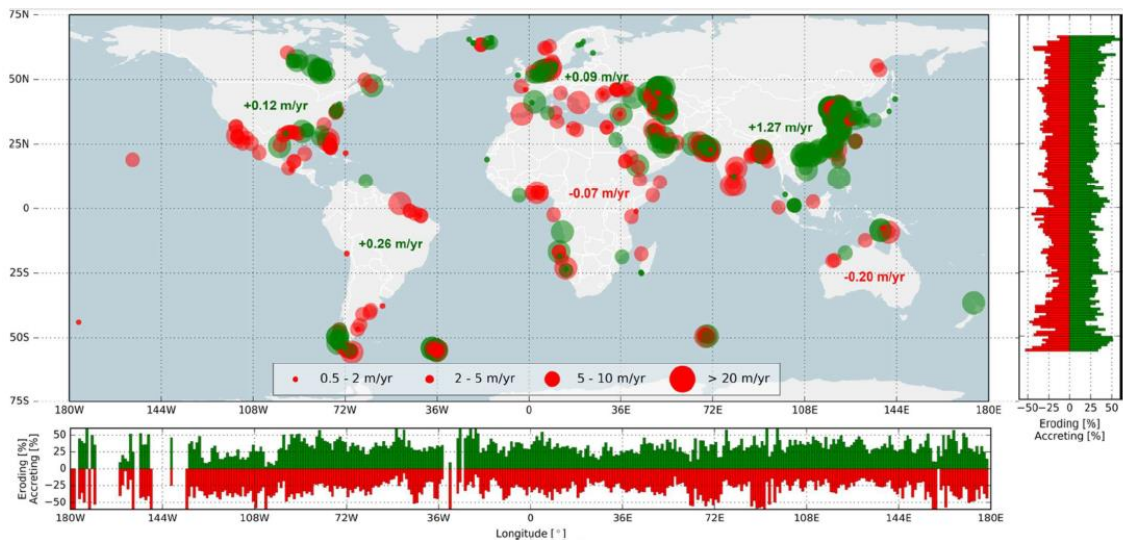


Figura 10: Hotspots de erosão e acreção de praia; os círculos vermelhos (verdes) indicam zonas de erosão (acrécimo) dinâmicas da linha costeira relevantes. A barra à direita e na parte inferior apresenta a ocorrência relativa de linhas costeiras arenosas (acre) por grau de latitude e longitude, respetivamente. Os números apresentados na parcela principal representam a taxa de variação média para todas as linhas costeiras arenosas por continente. Mapa criado com o Python 2.7.12. Fonte: Luijendijk (2018)

A extensão de novas intervenções de obras de engenharia costeira na Europa em frentes marítimas totalizou 934 km; destes, 875 km foram construídas em locais que em 1996 não apresentavam sinais de erosão, mas que em 2001 sim, 63% dos quais localizavam-se a menos de 30 km de frentes marítimas artificialmente estabilizadas (EuroSION 2006).

Em 2004 cerca de 20.000 km da linha de costa da Europa (11%) enfrentavam impactos significativos. A maior parte dos sectores afetados (15.100 km) recuaram ativamente, alguns, mesmo com obras de engenharia para defesa da costa (2.900 km) (União Europeia 2006). Segundo os resultados do projeto EuroSION (2006), 28,5% da costa portuguesa é afetada pela erosão, o que coloca Portugal nos seis primeiros lugares da lista dos países mais castigados pela erosão costeira em toda a UE. Portugal foi ultrapassado apenas pela Polónia, com 55% da costa afetada pela erosão, seguido pelo Chipre (37,9%), Letónia (32,8%), Eslovénia (30,4%) e Grécia (28,6%). A Finlândia é o país da UE cujo litoral apresenta uma menor problemática relativamente aos processos de erosão costeira (0,04%) (Gonçalves 2011).

3.4.2. A nível nacional

Portugal encontra-se entre os países europeus com maior vulnerabilidade aos impactes das alterações climáticas (IPCC 2014). Têm vindo a intensificar-se os fenómenos de seca, desertificação, degradação do solo, erosão costeira, ocorrência de cheias e inundações e incêndios florestais. Para as situações de risco contribuem fenómenos climáticos extremos, como ondas de calor, picos de precipitação e temporais com ventos fortes associados, que se prevê que continuem a afetar o território nacional, mas com maior frequência e intensidade (IPCC 2014). Outro dos impactes esperados é o aumento da irregularidade intra e interanual da precipitação, com impactos assinaláveis nos sistemas biofísicos e de infraestruturas, dada a transversalidade inerente à disponibilidade e qualidade da água (Portugal 2020 2014).

A costa oeste portuguesa é considerada uma das mais energéticas da Europa, consequência da sua exposição ao clima de agitação marítima do Atlântico Norte (Traveira 2015). As tempestades marítimas são aqui frequentes entre outubro e março. De acordo com Costa et al. (2001) o regime médio de agitação ao largo de Sines apresenta valores mais frequentes de altura significativa de onda na classe de 1 a 2 m (49% das ocorrências), representando os valores superiores a 3 m cerca de 10% das ocorrências. A agitação tem origem predominante dos octantes NW e W, com uma frequência que não excede os 3% de SW. No período compreendido entre 09/12/2013 e 08/01/2014 registaram-se vários episódios de agitação marítima ao largo, cuja altura significativa da onda excedeu 5 m, com particular expressão nos dias 4, 5 e 6 de janeiro de 2014, em que se registaram valores de altura significativa máxima (Hmax) de onda de 15 m e 13,5 m, respetivamente ao largo de Sines e de Leixões (Andrade 2013).

No entanto, apesar de costa NW de Portugal ser uma área onde os fatores naturais, implicam uma forte suscetibilidade à erosão costeira, o fenómeno em si e o consequente recuo da linha de costa resulta de um vasto conjunto de fatores indutores, que embora sendo na sua maioria naturais, são, muitas vezes, despoletados direta ou indiretamente pela atuação antrópica. A morfologia costeira, por exemplo, tem uma grande influência na erosão (Figura 12) e transporte de sedimentos e na sua capacidade de resistência à erosão.



Figura 11: Diferentes tipos de Morfologia Costeira e sua capacidade adaptativa e estratégia face à erosão costeira e gestão do risco em cenário de alterações climáticas com as respetivas percentagens presentes na costa portuguesa. Fonte: Pinto (2018)

O fenómeno da erosão costeira é responsável, juntamente com o défice sedimentar, pelo recuo da orla costeira. O balanço sedimentar é definido pela quantificação de entradas (fontes) e saídas (sumidouros) de sedimentos no sistema ou numa célula sedimentar. Se o fornecimento de sedimentos é superior aos sedimentos retirados, então a tendência da linha de costa é de acreção e o balanço sedimentar é positivo, mas se o balanço sedimentar for negativo, então a linha de costa tende a recuar. O fornecimento de sedimentos que alimentam as praias pode ser proveniente das bacias hidrográficas, da erosão das margens ou através da alimentação artificial. Na figura 12 pode-se observar as taxas de erosão e acreção no litoral continental entre 1958 e 2014.

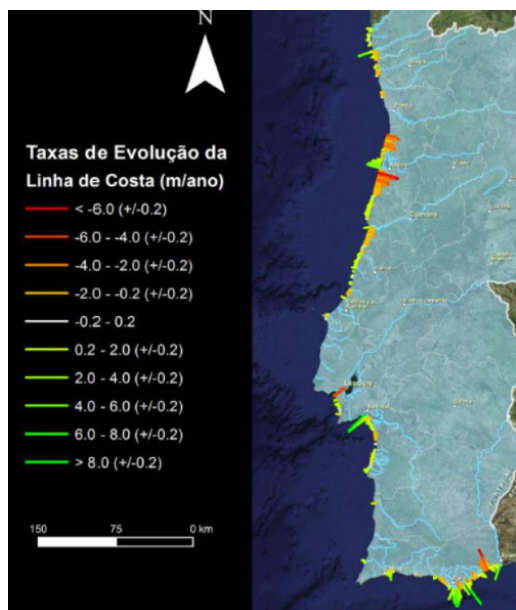


Figura 12: Taxas de erosão e acreção no litoral continental entre 1958-2014. Fonte: Santos et al. (2014)

O litoral de Portugal Continental estende-se ao longo de 950 km, concentra 75% da população nacional e é responsável por produzir 85% do produto interno bruto. Cerca de 25% da orla costeira continental é abalada por efeitos de erosão costeira. Verificam-se aproximadamente 232 km com tendência erosiva ou com erosão confirmada, tendo ainda que ser abordado o ponto mais nevrálgico que é a existência de um risco potencial de perda de território em 67% da orla costeira. Destaca-se que 14% da costa continental está protegida com obras de engenharia artificiais, quer devido à existência de infraestruturas portuárias, quer à necessidade de salvaguardar zonas urbanas, face à elevada taxa de erosão (Portugal 2020 2014).

Tal ação antropogénica tem vindo a acelerar os processos de erosão costeira, nomeadamente através de obras de engenharia costeira incluindo nestas as obras hidráulicas, na medida que têm, em vários casos, provocado um recuo da linha de costa, consequência potenciada pela redução de sedimentos pelas dragagens e/ou pela exploração de sedimentos em algumas estruturas limitando assim a passagem de montante para jusante alimentando outros pontos que se mantêm sob o efeito da erosão (RCM n.º 82/2009).

Em Portugal Continental, o quase desaparecimento de algumas praias deve-se aos rios transportarem cada vez menos areias para o mar à medida que neles vão sendo construídas mais barragens. A deriva litoral que, na costa ocidental portuguesa, é de

Norte para Sul em virtude do predomínio da ondulação de Noroeste (Traveira 2015), movimenta uma muito menor quantidade de areias, que se vão depositar a montante dos esporões de proteção das barras ou dos esporões construídos para defesa de pontos específicos do litoral. Por isso, e só para referir os casos mais espetaculares, a praia de São Jacinto (a norte da Barra de Aveiro) ou a praia da Figueira da Foz (a norte da Barra do Mondego) têm vindo a aumentar de dimensão. Mas a areia que lá se deposita, vai faltar para Sul, a jusante, falta na Costa Nova (a Sul da Barra), falta na Cova-Gala (a Sul da Figueira da Foz).

3.4.2.1. Caso de Estudo – Figueira da Foz

A Figueira da Foz, atualmente possui uma barra estabilizada com molhes longos, protuberantes para o mar (Figura 13), que interrompem a deriva litoral. Com efeito, verifica-se uma grande acumulação de areias a barlamar do molhe norte, e uma grande erosão com amplitude crescente na zona a sotamar, que coloca edificações em perigo e algumas chegando mesmo a ser destruídas, tendo levado já à implantação de obras pesadas de proteção costeira.



Figura 13: Barra da Figueira da Foz. Fonte: www.bomdia.eu 12/11/2015

A operacionalidade dentro do Porto da Figueira da Foz, no que respeita à movimentação de navios mercantes, tem estado constantemente condicionada devido aos constrangimentos existentes no acesso marítimo, devido ao assoreamento do canal

de acesso, com repercussões sobre as condições de navegação, e à intranquilidade dos navios quando atracados no porto de abrigo e aos cais comerciais, deve-se isto à forte agitação marítima que se faz sentir no porto interior. Verifica-se uma enorme erosão e sedimentação em ambos os lados Sul e Norte do molhe da Figueira da Foz. Os efeitos e repercussões da alteração do Molhe Norte da saída da barra – prolongamento do molhe – têm-se manifestado, também à saída da barra, com sérios incidentes alguns dos quais com consequência mortais derivadas de naufrágios de embarcações no local (Almeida 2015).

O caso da Figueira da Foz é particularmente didático. Muitos se recordam do tempo em que o mar batia no Forte de Santa Catarina, forte construído, exatamente, na foz do rio Mondego (Figura 14 e 15). Por meados dos anos 1960 ainda chegava a ser um espetáculo.



Figura 14: Figueira da Foz – Forte de Santa Catarina, foz do Mondego (1951). Fonte: Coleção Particular de Jorge Dias



Figura 15: Figueira da Foz – Forte de Santa Catarina, foz do Mondego (1951). Fonte: Coleção Particular de Jorge Dias

Com a construção dos esporões (em 1966) deu-se a deposição acelerada de areias e o forte acabou por ficar longe das águas do mar, o que permitiu o ajardinamento do seu exterior, a passagem de uma avenida, a construção de um grande parque de estacionamento e a utilização de uma grande extensão de praia. A deposição tem continuado a verificar-se. Por isso, num enorme contraste com o que se passa a Norte, a falta de areia a Sul da foz do rio torna-se nítida e muitas vezes perigosa (Figura 17 e 18). Com o final da construção da barra da Figueira da Foz (Figura 18) deu-se o fenómeno, este constitui um exemplo paradigmático, pois na sequência da forte acumulação sedimentar a norte e intensa erosão a sul, foi evidente nomeadamente na Praia da Claridade a acumulação de areias fazendo ainda hoje ser apelidada pelo Deserto da Figueira da Foz (Figura 16 e 17).

Mais tarde, houve necessidade de ser construído um prolongamento do molhe do porto da Figueira da Foz. A obra, há muito desejada pelos agentes económicos ligados à atividade comercial do porto da foz do Mondego, incluiu a dragagem de estabelecimento de um canal de navegação com início na nova cabeça do molhe, e a instalação de um farolim de sinalização na nova cabeça do molhe. Inseridas no conjunto de projetos destinados à melhoria das acessibilidades marítimas estão também as dragagens da entrada da barra, dos canais de navegação interiores e bacias de manobras do Porto da Figueira da Foz. Os sedimentos depositados ao largo do campo de esporões

da Cova/Gala, resultantes das dragagens no canal de navegação, na barra e no sector marinho adjacente ao rio Mondego, são insuficientes para mitigar a interrupção da deriva litoral que se verifica com o prolongamento do molhe norte da Figueira da Foz.



Figura 16: Fotografia aérea da foz do rio Mondego em 1974. Fonte: Porto da Figueira da Foz, março de 1979



Figura 17: Figueira da Foz – foz do Mondego (27 de agosto de 1995, às 16 horas). Fonte: Coleção particular de Jorge Dias

Na figura abaixo (Figura 18), pode-se verificar a diferença de sedimentação que se tem dado na praia da Figueira da Foz, indo de 150 m a 560 m de distância ao mar.



Figura 18: Praia da Figueira da Foz 2011, com apresentação de modelo de bypass. Fonte: SOS Cabedelo 2012

Na figura 19, no lado direito, é possível ver o estado da erosão na praia do Cabedelo e a acumulação de sedimentos na praia da Claridade na Figueira da Foz (na esquerda da figura). Esta situação veio a agravar com o prolongamento do molhe Norte que provocou de forma direta uma maior acumulação de sedimentos na praia da Claridade, comprometendo a rebentação das ondas e influenciando significativamente a vida da população local.



Figura 19: Figueira da Foz – foz do Mondego (23 de Outubro de 2003). Fonte: Coleção particular de Jorge Dias

3.4.2.2. Caso de Estudo – Costa da Caparica

Um dos municípios do litoral português afetado igualmente pela erosão costeira é o Município de Almada, mais propriamente o troço costeiro entre as praias de S. João (e Inatel) e as praias da Costa da Caparica. Este troço tem enfrentado graves problemas de avanço do mar nos últimos Invernos, especialmente desde 2006, chegando mesmo a ocorrer a destruição de bares de praia e a inundação de parques de campismo. Refira-se que a 9 de dezembro de 2006 as vagas fortes de preia-mar desfizeram mais de 10 m de dunas na zona norte da Costa da Caparica (Correio da Manhã 2013). Mais recentemente, em janeiro e fevereiro de 2014, a passagem pela costa ocidental portuguesa das tempestades, Hércules (Figura 20) e Stephanie, originaram valores muito elevados de ondulação marítima (na Costa da Caparica a altura das ondas situou-se entre os 7 e 9 m), forte precipitação e ventos intensos, com rajadas fortes, causando prejuízos difíceis de contabilizar em estruturas e equipamentos junto ao mar. Estas situações têm a implicação de intervenções por parte das instituições responsáveis, nomeadamente através do reforço dos esporões e de uma série de enchimentos artificiais de areia (Delicado 2012).



Figura 20: Tempestade Hércules, Costa da Caparica, janeiro 2014. Fonte: CM jornal 2014

As condicionantes naturais, como o vento, as tempestades, as correntes junto à costa e a subida do nível médio das águas do mar, são fortes indutores da erosão que se tem verificado na Costa da Caparica. Singulariza-se a questão das tempestades que têm ocorrido cada vez com mais frequência e com consequências mais graves, resultado das alterações climáticas (Oliveira et al. 2016).

De salientar também as consequências na Golada do Tejo, restinga entre a Cova do Vapor e o Bugio. Esta restinga esteve impenetrável, de forma natural, durante mais de 50 anos, desde finais do séc. XIX até meados do séc. XX. Entre 1929 e 1957 a língua de areia recuou cerca de 3 km, sendo que nos finais da década de 40 a Golada abriu, devido à extração de avultadas quantidades de areia (~14,5 milhões m³) para a realização de aterros na margem norte do Tejo, nomeadamente entre Belém e Algés (Abreu 2010). Em apenas 15 anos (de 1957 a 1972) o processo de erosão costeira evoluiu rapidamente, alterando completamente a linha da costa, em especial da restinga que se estendia até à zona do farol do Bugio (Figura 21). A presença desta língua de areia era crucial na proteção do areal da Costa da Caparica, considerando que servia de barreira ao transporte de sedimentos ao longo da costa (Oliveira et al. 2016).

Outra causa derivada da intervenção humana, e responsável pela erosão na zona das praias da Costa da Caparica, é a redução de caudal tanto a nível de líquidos como de partículas sólidas provenientes do rio Tejo, ficando as mesmas retidas nas várias barragens construídas a montante (Taborda et al., 2009), agravando-se com o conjunto de dragagens frequentes no estuário. Com a abertura da Golada, as areias voltaram a

passar para dentro do rio Tejo, assoreando ciclicamente a parte terminal da margem sul e acabando por sair com as sucessivas vazantes (Oliveira et al. 2016).



Figura 21: Evolução da linha de costa e área urbana. Fonte: Veloso-Gomes et al. (2006)

O assolamento da vegetação dunar é outro dos fatores que promove o combate à erosão, uma vez que o coberto vegetal previne o arrastamento das areias pelo vento e pela ação da rebentação nas praias, assim com o aumento da impermeabilização/artificialização do território, nomeadamente através da construção de edifícios, estradas e outras infraestruturas, a maior parte desta vegetação foi aniquilada das praias da Costa da Caparica (Ferreira e Laranjeira, 2000).

Outro fator condicionante, que veio a afetar a zona da costa da Caparica, é as constantes dragagens efetuadas. No Estuário do Rio Tejo, a Administração do Porto de Lisboa (APL) é a entidade responsável pela maioria das dragagens, dragando anualmente, em média, cerca de 800.000 a 1 Mm³ de areias (Cabral 2010).

Com os olhos postos na urgência perante a situação de recuo da linha de costa, surge em 1959 o primeiro esporão de defesa da Costa de Caparica, o esporão E1 (Figura

22) (Gomes e Pinto 2003). Nos anos seguintes, em 1962, é construído o esporão E2 e em 1963, o esporão E3 e a primeira defesa longitudinal aderente (paredão), entre os esporões E2 e E3 (Figura 22) (Barceló 1971). Com as investidas do mar em todos os Invernos, em 1969 foi alargado na sua extensão a obra longitudinal aderente para 2,5 km de comprimento e expandido o campo de esporões com sete estruturas com cerca de 180 m de comprimento cada um e afastados entre si cerca de 330 m, os esporões EC1 a EC7 (Figura 22) (Gomes e Pinto 2003).



Figura 22: Campo de Esporões da Costa de Caparica e Cova do Vapor. Fonte: <http://www.google.com/earth/>

No período 1999-2002 a linha de costa recuou em média cerca de 14,6 m e atingiu valores máximos na ordem dos 33 m no troço a norte, com uma taxa média anual de recuo de 4,9 m/ano. Já no período 2002-2007 a linha de costa recuou em média 12,2 m, atingindo por sua vez valores máximos na ordem dos 30,9 m no troço mais a sul, com uma taxa de recuo médio anual de 2,3 m/ano (Pinto et al. 2007). Assim, a Costa da Caparica passa desde há 40 anos, um contínuo e progressivo recuo da sua linha de costa, cujo final pode vir a ser a arriba fóssil (barreira natural com mais de 70 m), atualmente, está á mercê da execução de operações periódicas de proteção da orla costeira (Oliveira et al. 2016).

As obras pesadas de engenharia construídas ao longo da costa tiveram o efeito de continuar a promover a expansão urbana e aproveitamento turístico, como se a costa

fosse permanecer estável para sempre. Mais do que isso, apesar de serem vulgarmente designadas como “proteção costeira”, tais estruturas (esporões/pontões) alteram a dinâmica das correntes, interrompendo assim a dinâmica sedimentar ao longo da costa: as areias acumulam-se a norte, mas são totalmente removidas a sul, promovendo assim a manutenção de algumas praias e a destruição completa de outras (Nunes, 2013).

A frente urbana da Costa da Caparica, para além do paredão e das dunas artificiais construídas no âmbito do Programa POLIS, foi alvo de enchimentos artificiais pelo então INAG (Instituto da Água, atualmente integrado na APA – Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.), como forma de salvaguardar as áreas balneares, contrariar o desaparecimento das areias e evitar a perturbação das atividades humanas que aí se desenvolvem (CMA 2011). O Plano de Ação para o Litoral (2007-2013) previa uma sucessão de enchimentos artificiais (2,5 milhões m³ de areia com um custo de cerca de 22 milhões €), mas os últimos foram realizados no verão de 2009, estando suspensos desde então. Segundo o INAG, por haver suficiente “*areia no sistema*” e por se considerar que este estava a recuperar bem, pelo que se dispensava “*temporariamente*” uma terceira fase (Projeto CHANGE, 2013). No entanto, em 2011 já era visível que alguns concessionários da frente urbana ficaram sem areal, mas não foram implementadas quaisquer medidas relativas a reenchantos (Oliveira et al. 2016).

O programa Costa Polis deixou um rasto de obras inacabadas e toda uma população desiludida com o estado atual da sua cidade. O pouco que o Polis concluiu está atualmente a necessitar de obras de reparação urgentes, do que não concluiu ficaram os espaços vazios à espera de uma função. O programa Polis da Costa de Caparica foi durante um bom par de anos uma luz de esperança para população e autarcas, mas atualmente o que o Polis deixou foi um rasto de descaracterização e artificialização da cidade onde as raízes de aldeia de pescadores foram totalmente apagadas, sobejando agora as memórias vagas dos habitantes mais antigos (Oliveira 2015).

Tal como nos anos de 2007, 2008 e 2009, as praias da Costa de Caparica foram sujeitas novamente à alimentação artificial com o recurso a areias dragadas do canal de navegação do Porto de Lisboa. Em 2014 foi feita a alimentação artificial (com 1 Mm³ de areias) da Praia Nova/Praia da Saúde, da Praia de S. João, da Praia Nova e da Praia do Dragão Vermelho (Figura 23) (Diário da República, n.º 83, 30 de abril de 2014).



Figura 23: Alimentação Artificial de Praias na Costa de Caparica, julho de 2014. Fonte: SOS Cabedelo Blogspot

Existe para a população afeta, um sentimento de insegurança quanto aos riscos de erosão e de galgamento oceânico, derivados da diminuição do extenso areal previamente existente. A evolução da linha de costa coloca também o núcleo urbano da Costa da Caparica em risco de inundação, para já não falar das infraestruturas de restauração/bares que se localizam em zona de risco iminente, particularmente gravoso nas praias de S. João (exemplo dos bares “Pé Nu” e “Bicho d’Água”), bem como os parques de Campismo do Inatel (onde existem utentes residentes) (Veloso-Gomes et al. 2007).

A evolução passada do troço das praias urbanas da Costa de Caparica deve-se aos seguintes acontecimentos (Pinto et al. 2007):

- 1958: primeiros relatos de erosão na zona da Costa de Caparica;
- 1958 - 1963: erosão intensa na praia e dunas;
- 1968 - 1971: construção do campo de esporões da Costa de Caparica (sete esporões com 180 m de comprimento, afastados 330 m entre si e a estrutura longitudinal aderente com 2,5 km de comprimento);
- 1971 - 1974: primeira referência à alimentação artificial de praias na Costa de Caparica;
- 1971 - 1995: estabilização dos troços intervencionados;
- 1995 - 1996: erosão da praia e duna frontal com geração de escarpamento e galgamento nos principais acessos à praia;
- 2000 - 2001: erosão considerável das praias e dunas frontais, danos consideráveis nos esporões da Costa de Caparica;

- 2006: conclusão do reperfilamento do campo de esporões e estrutura longitudinal aderente;
- 2006 - 2007: erosão intensa causada pelo Inverno rigoroso;
- 2007 - 2009: início das obras do programa Costa Polis, nomeadamente a alimentação artificial de praias com 2,5 Mm³ de areias dragadas do canal de navegação do Porto de Lisboa;
- 2013 - 2014: inúmeros relatos de erosão intensa devido a galgamentos de mar violentos, destruição parcial dos apoios de praia na frente urbana da Costa de Caparica; alimentação artificial de praias com 1 Mm³ de areias dragadas no canal de navegação do Porto de Lisboa (início em julho de 2014).

A zona da Costa da Caparica é, pois, representativa dos problemas e conflitos resultantes da pressão antrópica sobre uma área litoral rica em valores naturais, sendo hoje uma das áreas com mais avultados investimentos (Oliveira et al. 2016). É caracterizada por uma zona de extrema sensibilidade ecológica que a partir dos anos 30/40 do século XX tem vindo a sofrer um grave desordenamento do território. As consequências estão à vista de todos, os problemas graves de erosão costeira, o acentuado recuo da linha de costa nos últimos anos, a edificação ilegal e maciça em áreas de extrema sensibilidade, a impermeabilização de solos de elevada qualidade, a desvalorização de importantes linhas de água, a marginalização de áreas protegidas e monumentos de interesse (Oliveira 2015).

3.5. Mitigação

Grande parte da costa noroeste de Portugal Continental contempla vastas e várias áreas em erosão acentuada, que tem vindo a contribuir para um agravamento da vulnerabilidade do território. Esta situação torna-se ainda mais problemática quando se verifica que a crescente ocupação e exploração das zonas costeiras, nas últimas décadas, têm-se desenvolvido numa base de nem sempre obedecer a princípios de sustentabilidade ambiental e económica. As zonas costeiras são áreas bastante sensíveis à ação antrópica, em especial à pressão urbanística, à implantação de infraestruturas relacionadas com o turismo e o lazer e à desestruturação funcional das comunidades costeiras.

Particularmente na década de 80 do século passado, motivados pela euforia das novas condições económicas que se desenvolveram no país, houve uma corrida para a zona do litoral e uma procura por estes espaços balneares que evidentemente são chamativos. Entretanto, como consequência colocou-se pressão sobre os sistemas dunares que se tinham formado e simultaneamente começou a ocorrer penúria sedimentar, falta de areia, por causa dos aproveitamentos hídricos que, entretanto, se criaram nos rios e por causa das barragens para fornecimento das populações. As barragens são uma das razões, mas também temos o acompanhamento do próprio nível da subida da água do mar. Na realidade a subida da água do mar é também uma razão da ressecção da capacidade dos rios de fornecer sedimentos ao litoral (Aguiar 2018).

Esta conjugação levou a que de facto fosse necessário construir obras de defesa da orla costeira para conter de fato os núcleos habitacionais mais importantes. Isso funcionou até certa altura enquanto houve sedimentos, foi muito importante, mas, embora localmente funcione muito bem, cria impactos em outras zonas da costa. E o que acontece, entramos então numa situação que se mantém até hoje e tem aumentado a escassez de sedimentos. É por esse motivo que temos de apresentar um plano que reduza a vulnerabilidade, é um plano para as pessoas e não contra as pessoas, é muito importante que isto seja dito e é também um plano que serve para conter um propósito importante que é que a subida da água do mar, não sendo possível limitar por decreto, de um senhor ministro no seu mandato (Santos 2018).

De facto, isso não é verdade nós temos de trabalhar com esta realidade e temos de criar um plano que reduza ao mesmo tempo a vulnerabilidade e também simultaneamente faça uma coisa muito importante. Dizia o professor Filipe Duarte Santos (Santos 2018), numa entrevista que deu num jornal, que *“a praia é a melhor defesa que existe, ora se nós em locais não tivermos praia não temos defesa e na realidade temos que garantir que não só diminuimos a vulnerabilidade em muitas zonas da costa como garantimos que haja uma praia. A areia e o trabalho de recompor a areia vai ter sempre que ser feito. Nós devemos replicar aquilo que a natureza nos ensina que deve estar em equilíbrio”*.

Como resultado da pressão de crescimento e consolidação de toda a construção a desenvolver no litoral, o paradigma de desenvolvimento socioeconómico dessa região premiou uma estratégia de manutenção e, em muitos casos, de densificação do

edificado nas frentes marítimas. Esta estratégia levou, por parte dos municípios com frente marítima, a construção de estruturas de engenharia pesadas, com o objetivo de proteger as construções contra as ações erosivas do mar. As implicações que estas políticas criam são desastrosas por diversas razões: i) em termos financeiros, visto que o capital aplicado na construção destas infraestruturas não pode ser considerado um investimento, mas sim um custo; ii) em termos ambientais, pois alteram radicalmente a dinâmica marítima natural, contribuindo para a destruição, cada vez mais rápida, das praias e dos sistemas dunares; III) em termos estéticos, já que possuem implicações visuais na paisagem litoral o que prejudica as atividades relacionados com o turismo (Pedrosa 2012).

O contínuo recurso à artificialização da costa, desacompanhado de qualquer monitorização dos seus efeitos, tem sido na prática o mecanismo de defesa e estabilização do litoral nas últimas décadas, no entanto a médio prazo, estas estruturas têm-se demonstrado não apenas vulneráveis a eventos marítimos mais energéticos, como também exigem ações recorrentes de reparação e manutenção bastante dispendiosas (Cardoso 2007). De fato, a intervenção humana no que respeita à problemática da erosão costeira tem sido feita na maioria das vezes de uma forma desorganizada no seu geral, muito localizada e focalizada em dar resposta a situações de emergência, sem uma abordagem alargada, própria de um sistema heterogéneo, aberto e fortemente dinâmico apontando para a prevenção futura.

Essencialmente, as obras de defesa costeira existentes são de três tipos: obras transversais (esporões), longitudinais aderentes (paredões), e destacadas (como alguns quebra-mares). Qualquer que seja a opção, todas elas trazem consequências para o troço litoral na zona onde são implantadas. Basicamente, o facto de num meio completamente dinâmico como é o litoral, se tratar de estruturas estáticas, estas causam perturbações profundas no meio em que estão. Acrescendo a isso, o facto de que estas estruturas estáticas, regra geral, servem como propósito tornar estáticas as zonas litorais mais importantes razões para o qual foram projetadas (Dias 1994).

Nem sempre é fácil encontrar o equilíbrio e até mesmo os estudiosos na matéria se encontram em constantes desconcordâncias com os métodos a adotar. No caso da construção dos esporões vai haver retenção sedimentar a montante e perda a jusante. Resolve-se uma situação para uma comunidade em específico e causamos um dano

agravado à outra comunidade. No Anexo I encontram-se alguns exemplos dos efeitos causados pelas obras de engenharia para proteção costeiras.

Aquilo que hoje para nós é uma tempestade extrema daqui a algumas décadas vai ser uma tempestade relativamente normal, causando as consequências para o edificado. Temos de começar a pensar para além da reposição das areias para além da manutenção de algumas estruturas que já temos no terreno, temos nós que evitar a ocupação da costa, que causamos nas últimas décadas para nos protegermos e continuarmos a utilizar a praia como bem social e económico.

A praia não é apenas uma zona de proteção, a praia e a sua manutenção e já vimos ali muitas imagens da substituição da praia por estruturas pesadas sem praia à frente como é o exemplo de Esmoriz como é o exemplo do furadouro e de outras povoações, a perda de praia reflete-se numa perda social e numa perda económica, para todas estas povoações. Por isso a proteção da praia a sua restituição, a sua função é extremamente importante não apenas para proteção para o interior, mas também do ponto de vista manutenção social económico (Ó e Matias 2013).

As estruturas são construídas para receber e dissipar a ação energética das ondas. No entanto, tornam a costa mais refletiva, fazendo com que as ondas tendem a atacar a costa com mais energia, desenvolvendo com frequência, correntes de retorno, com elevado poder desmobilizador. Assim, a praia vai adquirindo progressivamente um declive mais acentuado, o que, pode provocar o descalçamento da estrutura que a suporta e o seu conseqüente colapso.

Apenas na década de noventa surgem as primeiras tentativas de regulamentação e planeamento do litoral, com os Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC). Contudo, a gestão destes espaços litorais permanece, ainda, complexa e disseminada por vários agentes de atuação, que culmina numa dispersão e enfraquecimento de responsabilidades quando se trata de tomadas de decisão referentes ao ordenamento do território. Esta intervenção enquadra-se legalmente em vários instrumentos de planeamento, decretos-lei e programas da administração central, tais como:

- Planos de Pormenor (PP) - documento oficial que avaliza a construção de infraestruturas num município, definindo detalhadamente as regras de organização espacial do território de acordo com o Plano Diretor Municipal e com o Plano de Urbanização (Decreto-Lei n.º 380/99, de 22 de setembro, na

redação dada pelo Decreto-Lei n.º 310/2003, de 10 de dezembro e Despacho n.º 6600/2004, de 23 de fevereiro);

- Plano Diretor Municipal (PDM) - um instrumento de Ordenamento do Território de natureza regulamentar, em que a sua elaboração é obrigatória e da responsabilidade dos Municípios. O PDM tem como finalidade estabelecer o modelo de estrutura espacial, assente na classificação do solo, consubstanciando-se numa síntese da estratégia de desenvolvimento e de ordenamento local, integrando as opções e outros ditames de âmbito nacional e regional (Decreto de Lei n.º 380/99, de 22 de setembro);
- Planos Regionais de Ordenamento do Território (PROT) - instrumentos de carácter programático e normativo visando o correto ordenamento do território através do desenvolvimento harmonioso das suas diferentes parcelas pela otimização das implantações humanas e do uso do espaço e pelo aproveitamento racional dos seus recursos. Os PROT abrangem áreas pertencentes a mais de um município, definidas quer pela sua homogeneidade em termos económicos, ecológicos ou outros, quer por representarem interesses ou preocupações que, pela sua interdependência, necessitam de consideração integrada (Decreto-Lei n.º 338/83, de 20 de julho);
- Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) - planos setoriais que definem os condicionamentos, vocações e usos dominantes e a localização de infraestruturas de apoio a esses usos e orientam o desenvolvimento das atividades conexas. Definem regras, não só relativas à praia, mas a toda a orla costeira, abrangendo tanto o domínio público marítimo como uma faixa de proteção terrestre com a largura máxima de 500 m (Decreto-Lei n.º 309/93, de 2 de setembro);
- Programa FINISTERRA - Programa de Intervenção na Orla Costeira Continental que tem como objetivo coordenar todos os planos referidos anteriormente no espaço da orla costeira (Resolução do Conselho de Ministros n.º 22/2003, de ??);
- Reserva Agrícola Nacional (RAN) - visa defender e proteger as áreas de maior aptidão agrícola e garantir a sua afetação à agricultura, de forma a contribuir para o pleno desenvolvimento da agricultura portuguesa e para o correto ordenamento do território (Decreto-Lei n.º 196/89, de 14 de junho);

- Reserva Ecológica Nacional (REN) - tem contribuído para proteger os recursos naturais, especialmente água e solo, para salvaguardar processos indispensáveis a uma boa gestão do território e para favorecer a conservação da natureza e da biodiversidade, componentes essenciais do suporte biofísico do território português (Decreto-Lei n.º 321/83, de 5 de julho, modificado pelo Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 agosto);
- Planos de Bacia Hidrográfica (PBH) - com estes os planos pretende-se uma abordagem integrada das diversas matérias relacionadas como os recursos hídricos, incluindo, nomeadamente, as questões de natureza ambiental, e da observância do princípio da participação, envolvendo os diversos agentes interessados na gestão dos recursos hídricos (Decreto Lei n.º 45/94, de 22 de fevereiro).

Apesar da existência de todas estas figuras legislativas, a ação das entidades responsáveis pela gestão e ordenamento da faixa litoral é dificultada por diversas razões de que destacamos:

- i) Jurisdições indefinidas ou dúbias quanto às entidades responsáveis por decisões definitivas nesta área;
- ii) A não coordenação entre os organismos da administração central que tutelam estas entidades;
- iii) Problemas relacionados com a inadequação e desatualização da cartografia existentes para estas áreas.

Este tipo de regulamentação tem, contudo, sido um contributo para inverter o estado de degradação em que se encontravam muitos sistemas dunares, notando-se uma série de intervenções de reabilitação e proteção dos mesmos (Pedrosa 2012, 142).

4. Galgamentos Costeiros

4.1. Conceito

Quando a onda marítima, encontra um obstáculo físico, o seu comportamento passa por contorná-lo, galgá-lo, refletir-se ou dissipar-se contra ele, dependendo das características da própria onda e do obstáculo. Foi necessário implementar estruturas marítimas em locais mais expostos aos ataques da agitação marítima, visto que na maioria das vezes o obstáculo que se opõe à onda é a costa (Lourenço 2016).

O galgamento é definido como a quantidade de água que ultrapassa a altura de coroamento das obras de engenharia marítimas devido à ação das ondas. Este efeito está relacionado com o espraioamento, sendo que o galgamento ocorre quando o espraioamento ultrapassa o nível máximo do coroamento da estrutura sendo este, o espraioamento igualmente um fator de grande importância a ter em conta aquando das obras de mitigação e no dimensionamento da altura de coroamento das estruturas marítimas (J. M. Silva 2014).

Quando o talude não é muito extenso ou a cota de coroamento não é suficientemente elevada, esta transformação não é total e, conseqüentemente, o nível máximo de espraioamento (R), associado ao escoamento acima referido, é excedido, provocando transporte de massa de água sobre a cota de coroamento da estrutura (Figura 24) (Brito 2007). Verifica-se, assim, uma forte relação entre o espraioamento e o galgamento que se reflete, por exemplo, na modelação matemática dos dois fenómenos, ao partilhar os conceitos de base (Brito 2007).

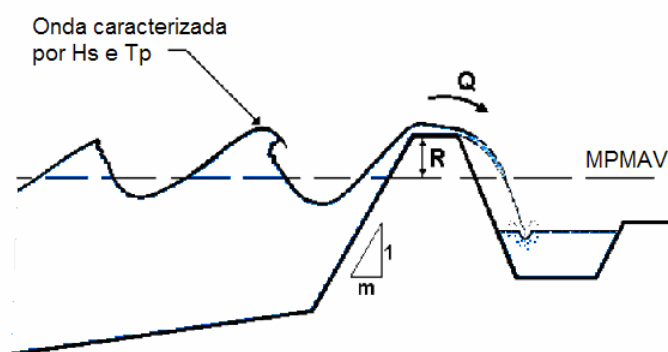


Figura 24: Esquema do fenómeno do galgamento. Fonte: Brito (2007)

A cota de máximo espraçamento, inequivocamente relacionada com o conceito de galgamento, depende, em cada ponto, das características da linha de costa e, em cada momento, da soma das seguintes componentes verticais: nível do mar, determinado pela maré astronómica, acrescido da sobrelevação meteorológica, e espraçamento (*runup*) que inclui o *setup*, entendido como a sobrelevação do nível do mar devido à ação da onda, e o *swash*, ou seja, o estender da onda pelo talude (Silva 2013). Em conclusão, pode dizer-se que o galgamento ocorre quando a cota de máximo espraçamento excede a cota de coroamento da estrutura costeira, como se ilustra na figura 25 (Pombo 2016).

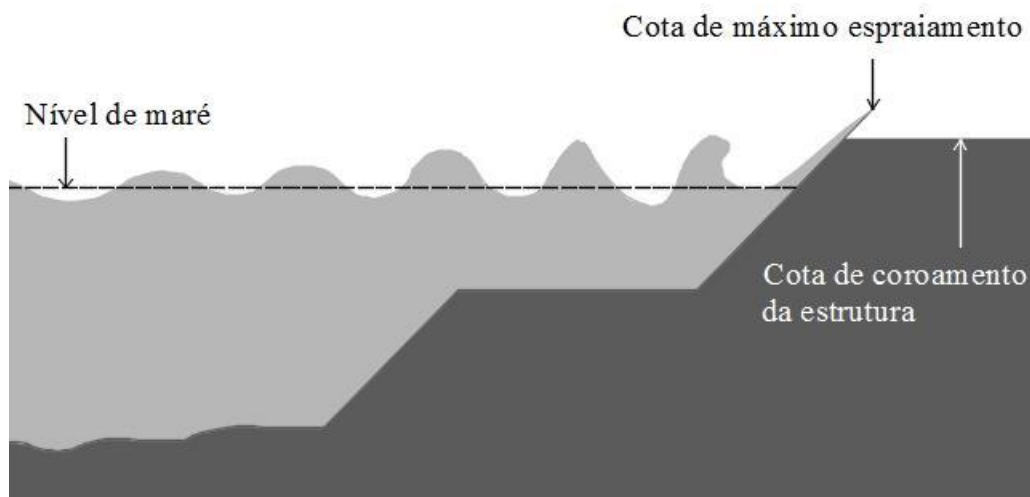


Figura 25: Representação esquemática dos fenômenos de espraçamento e de galgamento sobre uma obra longitudinal aderente. Fonte: Pombo (2016)

Os galgamentos podem ser classificados de acordo com a amplitude da massa de água ultrapassar a estrutura, sendo assim divididos consoante três tipos de galgamentos (Figura 26). O mais significativo é denominado como “*green water*” (Figura 27), sendo constituído por uma massa de água contínua que passa o coroamento da estrutura, normalmente devido a rebentação do tipo mergulhante e onde tem pouca influência o vento (De Waal 1996).

Existe outro tipo que é aquela que ocorre quando a onda rebenta sobre a parede exterior da obra e origina um grande volume de salpicos que passa sobre a estrutura (“*splash*”) (Figura 26). A passagem dos salpicos sobre a estrutura pode ser intensificada pela ação do vento. Este tipo de galgamento tem como principais problemas o

desconforto e a insegurança nas condições de circulação de pessoas e veículos (Allsop 2003).



a)

a) Galgamento *green water*; Santander, Espanha (El Tomavistas, 2014)



b)

b) Galgamento por *splash*; Calheta (Madeira), Portugal (Fénix do Atlântico, 2013)



c)

c) Galgamento por *spray*; Dorset, Inglaterra (Daily Mail, 2014)

Figura 26: Ilustração das diversas formas de ocorrência do galgamento. Fonte: Pombo (2016)

Faltando apenas salientar o terceiro tipo que se verifica apenas por ação do vento, podem ocorrer galgamentos sob a forma de borrifos (“*spray*”) (Figura 26). Apesar de apenas se sentir com o efeito do vento, este tipo não pode ser ignorado em regiões frias, na medida que os borrifos podem solidificar e provocar danos (Brito 2007) .



Figura 27: Ocorrência de galgamentos por “*green water*”, Póvoa de Varzim 2006. Fonte: Brito (2007)

Como definido anteriormente, o galgamento ocorre quando, por ação das ondas, a água consegue passar a cota de coroamento da estrutura de proteção marítima. De facto, durante esse processo não existe uma passagem constante de um caudal sobre essas estruturas durante o galgamento, tornando-o um processo aleatório no tempo e no espaço (J. M. Silva 2014).

Quando se dá a ocorrência de ondas maiores esta provoca a passagem de grandes volumes de água sobre o coroamento da estrutura num curto intervalo de tempo, por outro lado as ondas mais pequenas não causam galgamento. Apesar desta variabilidade, as descargas por galgamento são normalmente definidas como o caudal médio galgado por metro linear da estrutura, na medida que este caudal é uma grandeza de medição fácil e de classificação simples no que diz respeito a caudais críticos do ponto de vista estrutural e de utilização da zona protegida pela estrutura galgada (J. M. Silva 2014).

Outro fator que tem influência no galgamento, além da agitação marítima, é a profundidade junto às estruturas, que varia consoante o nível de maré. As marés são fenómenos provocados pela ação do campo gravítico da lua e do sol sobre as massas de água da terra. A preia-mar de águas vivas, que corresponde ao nível máximo de maré, juntamente com a ação do vento e em condições de tempestade, pode agravar ainda mais o galgamento (Gaspar 2016).

Considera-se que a maximização dos fenómenos de galgamento oceânico e inundação ocorridos em inúmeros locais da faixa costeira terá estado relacionada com a conjugação de dois fatores: a coincidência temporal de picos de altura da agitação marítima com a ocorrência de preia-mar de águas vivas; e a ocorrência de períodos de onda muito longos (APA 2014).

O galgamento oceânico é caracterizado como *overwash* quando em ambiente de praia e *wave overtopping* quando ocorre sobre estruturas de engenharia costeira. O galgamento oceânico, seja qual for o ambiente em que ocorre, tem impactes significativos a nível de danos materiais, alterações na paisagem, desequilíbrios sedimentares, atividades económicas (como a atividade portuária) e perda de vidas. A sua ocorrência tem tendência a dar-se, sobretudo, mas não exclusivamente, aquando da chegada ao litoral de ondas com elevada energia, sendo que o galgamento é mais

provável durante a preia-mar viva e em períodos de sobrelevação meteorológica do nível do mar (*storm surge*) (Garcia, et al. 2016).

Este facto leva demonstrar que o galgamento pode ocorrer em qualquer costa, incluindo as que, aparentemente, se encontram mais protegidas por obras de engenharia.

A precipitação não influencia diretamente os galgamentos costeiros, mas facto é que as ocorrências meteorológicas são uma das causas para a sobrelevação do nível da superfície do mar (*storm surge*) e para a intensidade da ondulação. Há também outras causas para as inundações costeiras, derivadas a ondas marítimas de origem sísmica (tsunamis). O levanta a questão sobre a interação entre os movimentos hidráulicos e os sísmicos (Rocha 2018).

Relativamente à classificação dos galgamentos, no que diz respeito à sua intensidade, podem ser divididos em três níveis (Geeraerts 2007):

- Galgamento ligeiro: não há efeitos de impulsão nem de dano estrutural direto em estruturas, mas antes um baixo nível de inundaçãõ;
- Galgamento moderado: não há efeito de impulsão e quase nenhum dano direto estrutural, mas a nível de inundaçãõ causa alguns danos;
- Galgamento forte: poderá não haver dano em estruturas bem dimensionadas, mas cuja inundaçãõ causa danos em estruturas menos robustas.

A consequência dos mesmos, no que toca aos danos provocados por eventos de galgamento, são divididos igualmente em três categorias (Geeraerts et al. 2007; Silva 2014):

- Danos diretos em pessoas que morem, trabalhem ou se desloquem junto à área protegida, em que poderá haver morte ou ferimentos;
- Danos em propriedade, a nível de operação e/ou infraestruturas junto à área protegida;
- Danos na própria estrutura de proteção.

No Reino Unido, há registo de que pelo menos 12 mortos devido ao galgamento de estruturas entre 1999-2002, e em Itália há registo de cerca de 60 mortes entre 1985-2005 (Geeraerts et al. 2007).

Considera-se que a maximização dos fenómenos de galgamento oceânico e inundação ocorridos em inúmeros locais da faixa costeira terá estado relacionada com a conjugação de dois fatores: a coincidência temporal de picos de altura da agitação marítima com a ocorrência de preia-mar de águas vivas; e a ocorrência de períodos de onda muito longos (APA 2014).

4.2. Impactes

4.2.1. A nível nacional

4.2.1.1. Caso de Estudo – Figueira da Foz

Conforme já amplamente referido e abordado no capítulo 3 do presente trabalho, a Figueira da Foz encontra-se numa situação bastante complexa. Desde o prolongamento do molhe norte (que teve início em junho de 2008 e com o seu final em agosto de 2010), a praia da Claridade tem vindo a crescer em média 40 m/ano (André 2014). Através da análise de perfis topográficos transversais à praia, André (2014) prevê ainda que o areal da Figueira atingirá uma distância máxima entre a marginal e o mar de aproximadamente 750 m, contra os atuais 650 m, concluindo que, anualmente, numa extensão de mil metros, entre o Molhe norte e Buarcos, o volume de areia que fica retido na praia da Figueira tem ascendido a 230 mil m³, *“(...) o que equivale a 230 mil camiões carregados de areia (que, em fila contínua, ocupariam mais de 300 quilómetros).”* Este efeito de acumulação de areias na zona da praia da Claridade tem, por conseguinte, o efeito de erosão na zona de Buarcos onde tem vindo a ser possível verificar a ocorrência de galgamentos oceânicos constantes com o decorrer dos anos.

Se a norte os figueirenses assistem ao aumento da sedimentação da praia da Claridade, a sul do Mondego as praias têm sofrido uma redução drástica do seu areal, colocando em perigo não só habitações como equipamentos fulcrais para a região como é o caso do Hospital Distrital, implantado junto à linha de costa. Segundo André (2014), *“as praias da Cova Gala e da Leirosa recuaram 15 metros num ano”*.

O inverno atípico de 2013-2014, veio demonstrar categoricamente a fragilidade da orla costeira a sul do rio (Figura 28, 29 e 30), com recuos alarmantes do sistema dunar. André (2014) considera *“muito preocupante”* a situação imediatamente a Sul da

povoação da Cova Gala, onde a duna “*praticamente desapareceu com os temporais dos últimos meses e o mar avançou floresta dentro. Foram erodidos cerca de 24 a 25 mm de duna em cinco meses. Há galgamentos oceânicos já para o interior que se prolongam por 200 mm*”. O mesmo autor referiu ainda que “*o braço Sul do Mondego está aqui a 700 m, se nada for feito, numa próxima maré meteorológica como aconteceu em dezembro, janeiro e fevereiro, não tenho dúvidas que o mar faz ligação com o braço Sul do Mondego*”.



Figura 28: A Cova tem o mar à porta e cada vez menos praia, efeitos do inverno de 2013-2014. Fonte: Jornal eletrónico: O Público (2018)



Figura 29: A Cova tem o mar à porta e cada vez menos praia, efeitos do inverno de 2013-2014. Fonte: Jornal eletrónico: O Público (2018)



Figura 30: Efeitos da erosão costeira e galgamento costeiro a sul da Figueira da Foz, inverno de 2013-2014. Fonte: Jornal eletrónico: O Público (2018)

Atualmente, na zona da praia da Cova Gala, anda-se pouco mais de dez metros desde a estrada até à praia, os passadiços estão caídos na barreira natural de areia, mais à frente, o mar já entrou pela zona de pinhal. Os habitantes temem que o resto da areia não tenha força para resistir e as primeiras casas da Cova, na freguesia de São Pedro (Figueira da Foz), fiquem em perigo devido à força e poder destrutivo do mar.

À conversa com Manuel Abade, de 72 anos, nascido e criado naquela zona, toda a vida ali trabalhou como pescador local, explica como o areal tem vindo a minguar, mas não sabe como se resolve, se com betão ou com areia. Os moradores garantem que ainda não há medo, só receio que o perigo possa mesmo chegar. *“Isto já está assim há uns poucos anos e ninguém põe mão nisto”* (Fernandes 2018).

Na procura das razões que levaram ao estado atual, a população do próprio município aponta para as medidas adotada até então, nomeadamente a medida adotada pela APA em 2015, quando levou a cabo a ripagem das areias, ou seja, foi feita uma retirada de sedimentos da zona de rebentação, levando a que houvesse uma redução da praia submersa, dando então uma maior força à investida do mar (Abade 2018). Face a tais indicações, a APA garante que se encontra a “acompanhar a situação da Praia da Cova da Gala com grande proximidade e frequência, juntamente com as autoridades locais, estando em condições para atuar na medida das necessidades”, no entanto, é uma constante a fuga a respostas como “qual a solução no futuro?” (M. Figueira 2018).

Segundo afirma Miguel Figueira, do movimento cívico SOS Cabedelo, *“isto resolve-se com a praia da Figueira. Lá temos o volume de areia que permite fazer a reposição”*, garante, defendendo uma solução que passe pelo *bypass*, ou seja, que permita que haja uma transposição de areia artificial, visto que o curso natural é impedido pela existência do porto – no caso desta zona, entre o norte da Figueira da Foz e o sul (Abade 2018).

Já no ano de 2014, publicado no relatório do GTL, de acordo com os dados do relatório, apesar da solução com recurso a obras de betão ser vista como a mais resistente para travar o galgamento do mar, analisando a longo prazo, a melhor solução passa pelas *“intervenções de alimentação artificial”*. Este sistema, apelidado de *bypass*, no caso da Figueira da Foz, permitiria que se compensasse o recuo na zona sul, visto que a zona norte está a crescer, sendo que os números andam entre 800 e 1000 m a mais, nos últimos anos, só na zona da Marginal da Figueira da Foz (Litoral 2014).

Ainda relativamente à costa da Figueira da Foz, a zona da Cova Gala não é a única a sofrer com este efeito da falta de sedimentação ao invés da praia da Claridade que vai suportando toda a sedimentação que seria presumível que houvesse distribuição. Também na zona de Buarcos e Cabo Mondego, este efeito da erosão faz-se sentir fazendo sentir as consequências que desta situação advém.

Tanto o efeito da erosão como das alterações climáticas, associado a fortes tempestades tem provocado um forte ataque frontal com frequentes galgamentos do mar na zona de Buarcos e próximo do Cabo Mondego. Esta situação já se faz sentir desde há muitos anos atrás, face a escassez de areia a norte do Forte, a norte da praia da Figueira da Foz, foram sendo instalados enrocamentos que receberam um forte acréscimo e consolidação já no ano de 1989 (Almeida, Nunes e Lourenço 2017). *“Em novembro de 1996 encontrava-se em escorregamento todo o enrocamento entre o Teimoso e o cemitério de Buarcos, caía o passeio da marginal junto a antiga fábrica de cimento e, mais para SE, a arriba erosiva “mordia” o enrocamento do estacionamento frente ao restaurante Tamargueira”* (Cunha e Dinis, 1998).

Este efeito tem vindo a ser sentido ano após ano, havendo sempre a intervenção antrópica na recuperação do que o mar vai destruindo. Em final de 2014 foram feitas obras de recuperação do enrocamento e muros da praia da Tamargueira, numa extensão de 130 m e com custos de 308.000 € (Almeida, Nunes e Lourenço 2017).

No Anexo II é possível verificar um registo fotográfico referente aos efeitos do mar aquando de condições climáticas mais desfavoráveis influenciando assim o estado e as condições do mar na zona Norte da Figueira da Foz, mais precisamente entre a zona do Forte de Buarcos e a zona do Cabo Mondego.

4.2.1.2. Caso de Estudo – Costa da Caparica

Em 2014 foi um ano em que foi possível verificar-se importantes tempestades que afetaram toda a costa portuguesa com alguma severidade. À semelhança da Figueira da Foz, outro dos exemplos que foi bastante fustigado foi a Costa da Caparica.

Em resultado disso, a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) fez várias intervenções nas praias da Costa da Caparica (Figura 31 a 35), nomeadamente, reabilitações dos esporões, alimentação artificial das praias e reabilitação da estrutura aderente na praia de São João da Caparica. Foram também instalados 700 m de tubagem e depositado 1 milhão de m³ de areia do canal da barra ao longo de 3,8 km de comprimento (B. Pires 2017).



Figura 31: Esporões e obra aderente da frente urbana da Costa da Caparica após a Empreitada de reperfilamento (Fonte: F. Gomes, F.Pinto, J. Barbosa, J. Costa e E. Rodrigues 2008)



Figura 32: Situação na zona do parque de campismo, antes e após as intervenções (reperfilamento da obra aderente e alimentação artificial com areia). (FERNANDO VELOSO-GOMES 2009)

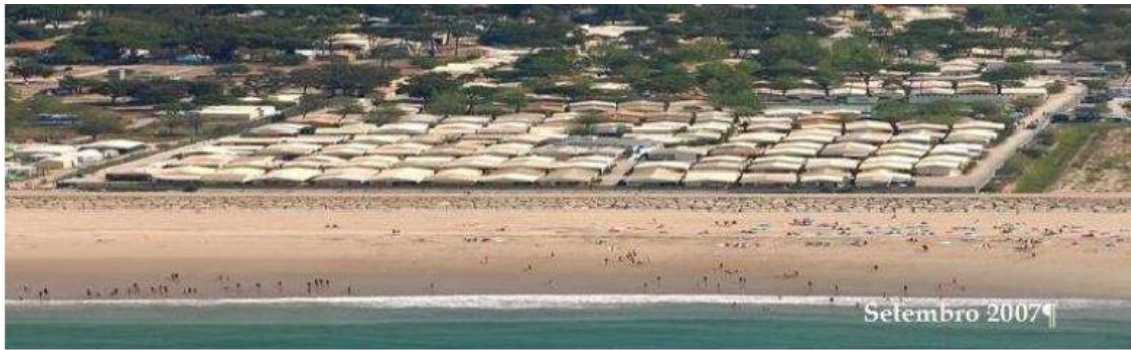


Figura 33: Situação na zona do parque de campismo, antes e após as intervenções (reperfilamento da obra aderente e alimentação artificial com areia). Fonte: Veloso-Gomes (2009)



Figura 34: Frente urbana da Costa da Caparica e praia de S. João (em último plano) antes da alimentação artificial. Fonte: Veloso-Gomes (2009)



Figura 35: Frente urbana da Costa da Caparica e praia de S. João (em último plano) após a alimentação artificial. Fonte: Veloso-Gomes (2009)

A APA (2014) afirma que parte da areia perdida está a ser transferida para os fundos adjacentes, formando um banco submerso, o qual constitui uma acumulação sedimentar relevante em termos volumétricos e altimétricos e que favorece a dissipação da energia da agitação marítima (fenómeno já observado após as intervenções de 2007, 2008 e 2009).

Na Tabela 1 estão compilados os principais eventos relativos às ocorrências e às intervenções na Costa da Caparica entre os anos de 2007 e 2016. No que diz respeito aos danos causados destaca-se a erosão das praias e do cordão dunar adjacente, os prejuízos em infraestruturas de proteção/defesa costeira, no passeio marginal, nos estacionamento, em equipamentos, apoios de praia, bares e restaurantes (Pires 2017).

Tabela 1: Tabela das ocorrências e intervenções registadas na Costa da Caparica entre 2007 e 2016.

Fonte: Pires (2017)

	Ocorrências	Intervenções
Janeiro 2007	No início do mês 16 m de cordão dunar destruídos pelas marés cheias e no fim do mês o Bar Búzio foi destruído parcialmente, na praia.	
Fevereiro 2007	Rotura parcial da estrutura de proteção na Praia de S. João da Caparica	
Março 2007	Galgamento com 50 m de extensão na zona frontal ao parque de campismo do C.L.L com rotura da estrutura de proteção	→ Reposição de areias nas praias do Inatel e S. João da Caparica → Reconstrução da estrutura de proteção danificada e desassoreamento da vala de escoamento de água
Julho 2007		Aplicação de 700 m ³ de areia
Janeiro 2008	Ondas a rondar os 7 m destruíram a fachada do bar na Praia do CDS	
Março 2008	Recuo de 15 m da linha da costa	
Verão 2008		Reposição de areia em várias praias
Julho 2009		Reposição de areia em várias praias
Dezembro 2010		Prolongamento da estrutura de proteção costeira cerca de 70 m e reforço dunar
Fevereiro 2011	Ondas a rondar os 10 m roubaram areia da Praia de S. João da Caparica e deixaram os alicerces do Bar Pé Nú à mostra	

Janeiro 2014	<p>→ Galgamentos do cordão dunar e da defesa aderente com inundação da vala no tardo (Parque de Campismo do CCL)</p> <p>→ Galgamento da defesa aderente/paredão localizada do estacionamento tardo com danos no pavimento do estacionamento e danos nos apoios de praia</p>	
Maio 2014		Reabilitação da estrutura aderente na praia S. João da Caparica
Junho 2014		Alimentação artificial de várias praias
Setembro 2014		Reabilitação do esporão 6 da Costa da Caparica
Fevereiro 2015		<p>→ Alimentação e Reabilitação da estrutura aderente na praia de S. João da Caparica</p> <p>→ Projeto ReDuna</p> <p>→ Reabilitação do esporão 4 da Costa da Caparica</p>

Foi desde o ano de 1996 que foi possível verificar um aumento do efeito de erosão na praia e duna de S. João da Caparica levando a que fossem causados danos preocupantes. Desde esse ano, foi possível de notar que os invernos são mais rigorosos levando a ocorrência de inúmeros galgamentos e destruições e progressivo emagrecimento do areal em S. João e Costa de Caparica (Pinto, Taborda e Andrade 2007). Nos anos que se seguiram, entre 1999 e 2002 estima-se que a linha de costa recuou em média cerca de 14,6 m (Pinto, Taborda e Andrade 2007). Entre 2002 e 2007 recuou cerca de 12,2 m.

Como medida de controlo do risco, deu-se então o início em 2007 à alimentação artificial das praias com cerca de 0,5 Mm³, em 2008 com 1 Mm³ e em 2009 com igualmente 1 Mm³ de areias. Só entre 2007 e 2010 foram gastos cerca de 2,5 Mm³ de areias provenientes de dragagens do porto de Lisboa e um ganho de cerca de 700.000 m³ de areias no sistema (PINTO et al. 2012). Em 2014, devido ao Inverno (2013/2014) ter sido muito rigoroso e violento, causando diversos galgamentos na zona da Costa de Caparica e o emagrecimento preocupante do areal, houve necessidade que fossem retomadas as obras de alimentação artificial de praias com 1 Mm³ de areias dragadas do canal de navegação do porto de Lisboa.

Este tipo de cenário tem vindo a repetir-se a cada Inverno, em que o mar “come” parte da areia. A forte agitação marítima causou milhões de prejuízos e emagreceu as praias. Por exemplo, só na praia de S. João da Caparica, em Almada, o cordão dunar recuou 20 m nalgumas zonas, desde o início do ano 2014. Seria necessário face a tal efeito que durante o resto do ano não houvesse a ocorrência de temporais levando dessa forma a que as praias conseguissem “engordar”.

Ainda em 2014, a situação na Costa de Caparica, voltou a piorar, com o mar a galgar o paredão junto à praia (Figura 36, 37 e 38), pelo que a zona foi interdita ao público. O que aconteceu foi que as ondas galgaram o paredão inundando os estabelecimentos comerciais da zona e arrastando areia e pedras para o paredão e parque de estacionamento (Publico 2014).



Figura 36: O mar não tem dado descanso aos moradores na Caparica neste Inverno. (Fonte: ENRIC VIVES-RUBIO 2014)



Figura 37: Paredão tem vindo a recuar ao longo dos anos PEDRO CUNHA/ARQUIVO. Fonte: Publico (2014)



Figura 38: Efeitos sentidos pelo temporal de fevereiro de 2014. Fonte: <http://ospescas.blogspot.com>

A situação tem vindo a manter-se inalterada no que diz respeito á mitigação dos riscos para as populações desta zona, as ocorrências mantêm-se como outros exemplos em fevereiro de 2017 em que o paredão norte da Costa da Caparica, foi interditado ao público ao final da tarde sendo vedado com suspeitas de ocorrência do que realmente se passou, o paredão voltou a ser galgado pelo mar, transportando consigo algumas pedras sem que grandes prejuízos fossem causados (Figura 39) (cmjornal, www.cmjornal.pt 2017).

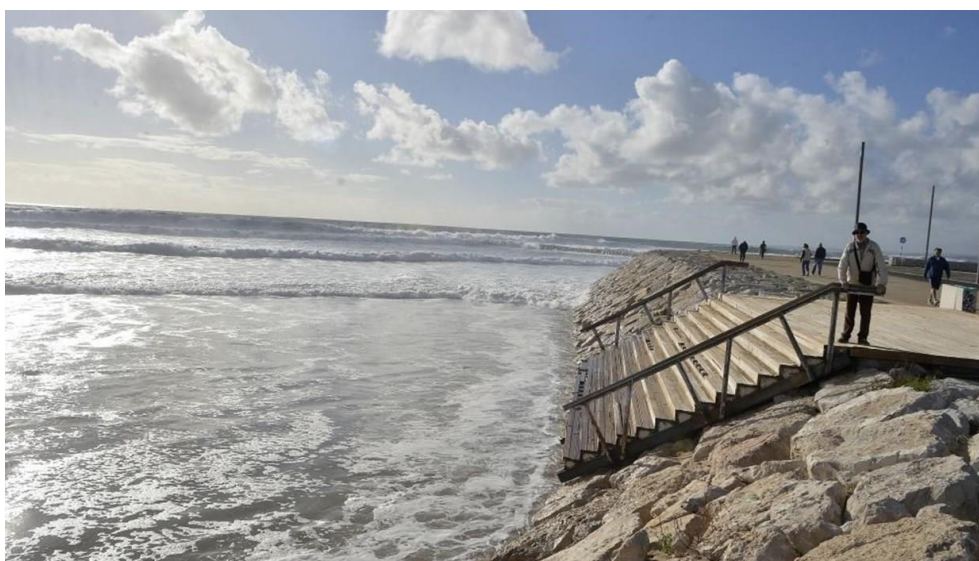


Figura 39: Paredão norte da Costa da Caparica interditado ao público. Fonte: cmJornal.pt (2017)

Em março de 2018, *“três casas do Bairro do Segundo Torrão, na Trafaria, concelho de Almada, ficaram esta quinta-feira inundadas e um carro foi arrastado pela ondulação forte, disse fonte da Autoridade Nacional de Proteção Civil”* (cmjornal 2018). Novamente, notícias de que o mar transpôs o molhe que protege as casas da Cova do Vapor, inundando quatro delas e cortando o acesso principal á aldeia da Trafaria. Segundo um dos moradores, *“há mais de 30 anos que a aldeia não era fustigada desta maneira. As forças do mar, juntamente com o vento, fizeram isto. Nem chovia muito na altura”*.

Já em maio de 2019, Sérgio Barroso, coordenador do PMAAC – Plano Metropolitano de Adaptação às Alterações Climáticas numa entrevista a um jornal nacional disse que *“o troço da Cova do Vapor à Fonte da Telha é brutalmente crítico, é muito crítico. Tenho muita preocupação com a comunidade da Cova do Vapor. Também*

se coloca o problema do bairro do Torrão, com populações vulneráveis que vivem em condições de grande precariedade, o que implica uma resposta a vários níveis", demonstrando assim o lado atento de quem pode tomar medidas.

Na figura 40, é possível ter uma estimativa no que diz respeito às inundações e galgamentos na região da Costa da Caparica para o ano 2100, no seguimento da subida do nível médio do mar em Portugal. Entra-se assim numa equação com os piores cenários possíveis, com o registo de ocorrência de eventos sistemáticos como os que se registam nas figuras 41 e 42. Isto vem a demonstrar que não podemos virar as costas ao mar, a situação que se está a criar e devem ser implementadas medidas o mais rapidamente possível com fim a controlar estes riscos para a população.

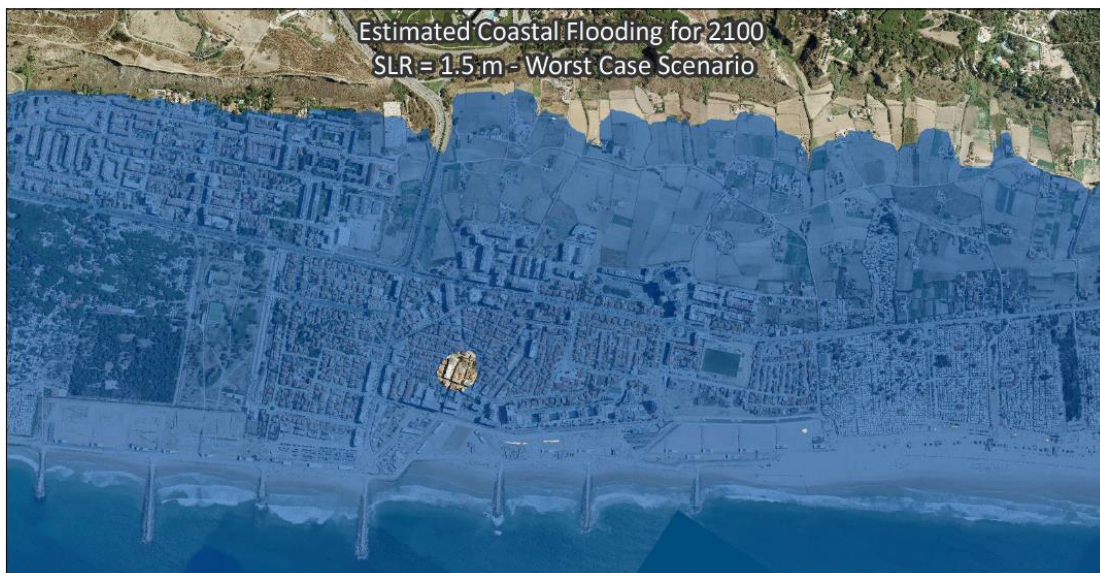


Figura 40: Estimativa de inundações e galgamentos na região da Costa da Caparica para o ano 2100 (caso estudo - pior cenário em equação). Fonte: Celso Pinto (2018)



Figura 41: Galgamento Costa da Caparica 2014. Fonte: Celso Pinto (2017)

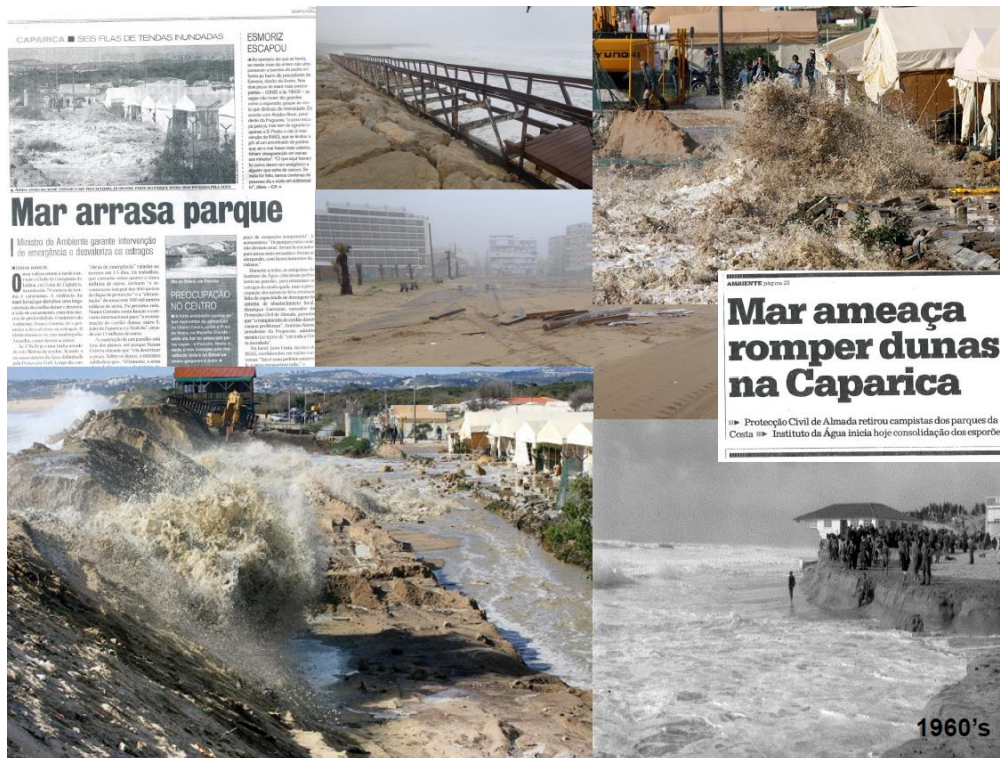


Figura 42: Relatos de galgamentos em 1960's. Fonte: Almada (2014)

4.3. Mitigação

Face ao panorama dos riscos inerentes ao galgamento costeiro, há necessidade que sejam adotadas medidas de adaptação para mitigar os galgamentos costeiros. Em Portugal, as medidas que têm vindo a ser adotadas são basicamente as mesmas já identificadas subcapítulo 2.4.1 do presente trabalho.

É possível identificar quatro soluções que têm vindo a ser usadas na proteção da costa:

- Do-nothing;
- Recuo (Planeado) /Relocalizar (Figura 43, 44);
- Acomodação (Figura 45);
- Proteção.

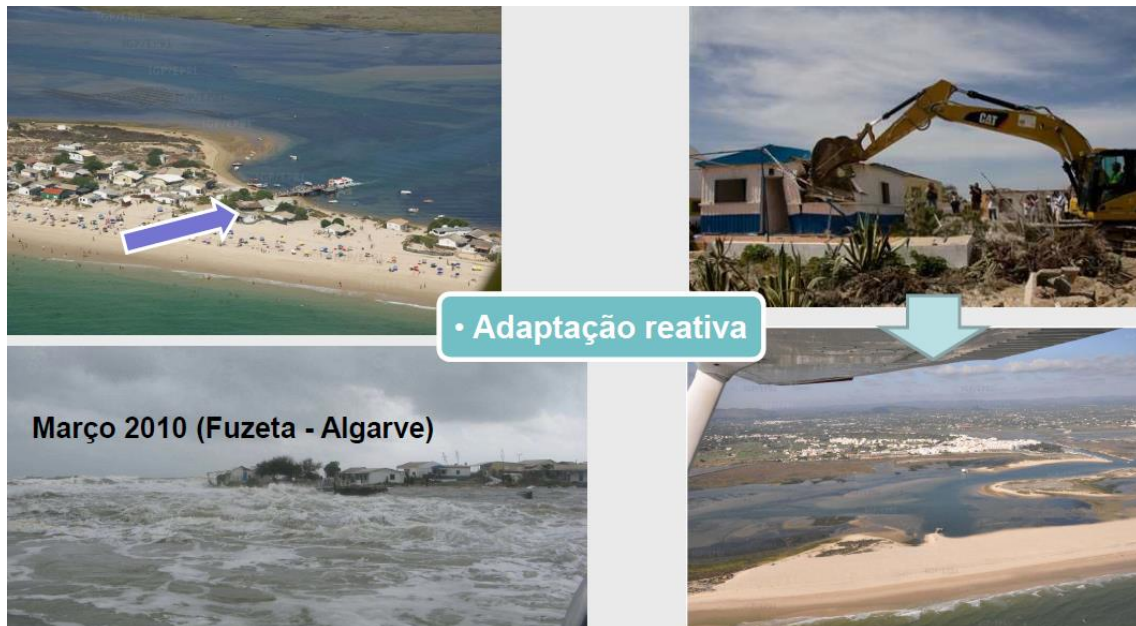


Figura 43: Medidas de Adaptação reativa - Recuar/relocalizar, Zona Ilha da Fuzeta - Algarve, março 2010
 Fonte: Celso Pinto (2017)

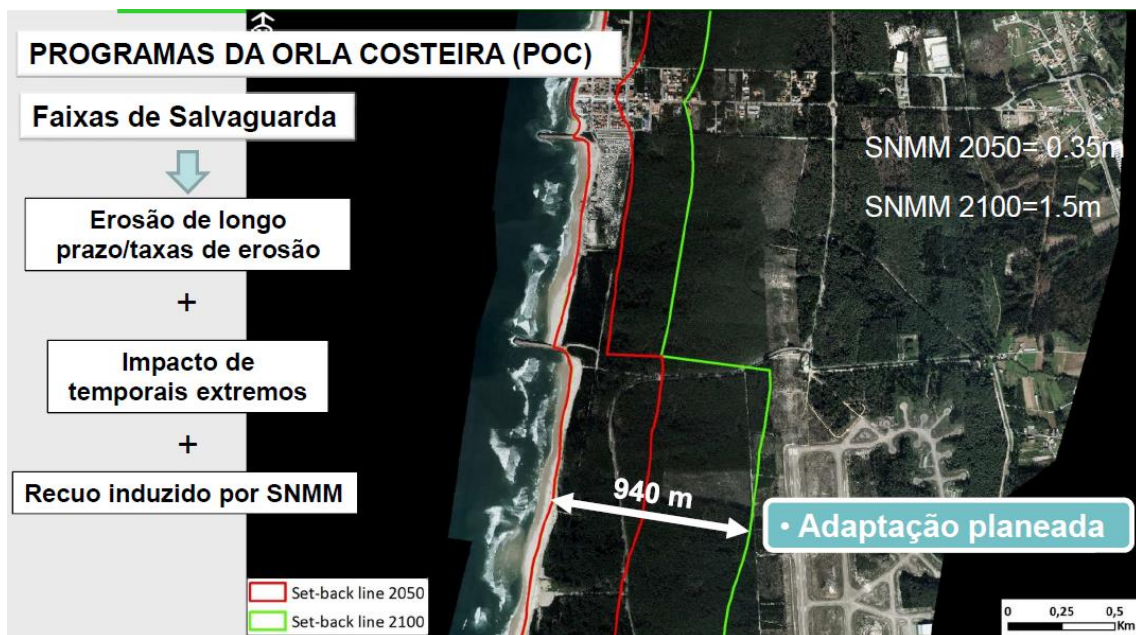


Figura 44: Medidas de Adaptação reativa - Recuo (planeado). Fonte: Celso Pinto (2017)



Figura 45: Medidas de Adaptação reativa – Acomodação. Fonte: Celso Pinto (2017)

Em 2014, existiam em Portugal 141 obras de engenharia de medidas adaptativas de proteção costeira (Figura 46), sendo que o grande exponencial deste tipo de obras havia tomado lugar já nos anos 80 (Figura 47).



Figura 46: Medidas de Adaptação reativa – Proteção. Fonte: Abecassis (2014)

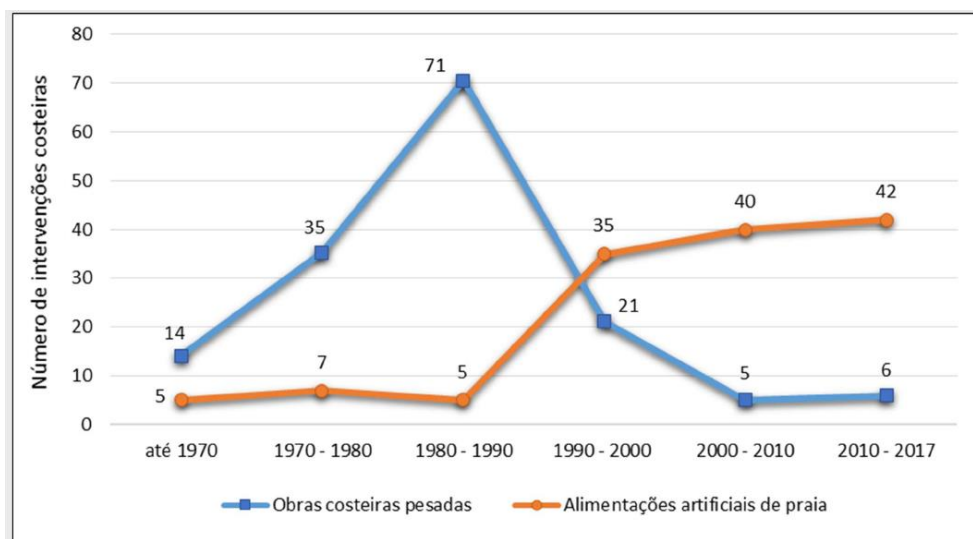


Figura 47: Medidas de Adaptação – número de intervenções costeiras de 1970 a 2017. Fonte: Celso Pinto (2018)

Segundo Veloso-Gomes (2012), “a erosão costeira afeta várias regiões da costa portuguesa, mas uma forma de lutar contra este fenómeno é a alimentação artificial das praias com areia”. Em Portugal, entre 1950 e 2017, realizaram-se 134 obras de alimentação artificial (Figura 48) com um volume aproximado de 33,7 milhões de m³ de areia depositada distribuídos em 67% desse volume na costa ocidental do país e os restantes 33% na costa do Algarve a sul do país.

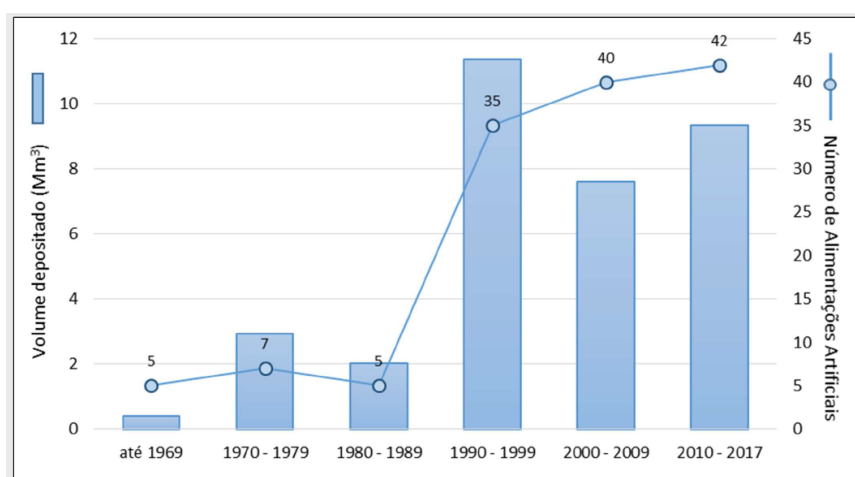


Figura 48: Medidas de Adaptação – alimentação artificial com areia, desde 1950 a 2017. Fonte: Celso Pinto (2018)

Surge a necessidade de garantir alguma segurança na costa para a mitigar o avanço do mar em direção a terra, sendo importante que outras soluções possam ser analisadas para que o seja atingido um equilíbrio da dinâmica sedimentar.

Para que fosse possível um menor impacto de erosão e conseqüentemente mitigar o galgamento costeiro, seria importante que houvesse um maior depósito de inertes nas zonas junto à costa, que possibilitassem o efeito de perda de energia das ondas na sua rebentação, reduzindo assim o seu espraiamento pela costa.

5. Medidas tomadas

5.1. O que tem vindo a ser feito

Em 2010, Portugal aprovou a sua estratégia nacional, cuja revisão se concluiu no final de 2015. Contudo, tal como outros Estados-membros, tem vindo a demorar na aplicação de medidas concretas.

Esta falta de capacidade de dar resposta, por sua vez vem a potenciar custos futuros avultados, em particular para as zonas e populações mais vulneráveis. Entre estas, destaquemos o caso das zonas costeiras como os exemplos dos casos de estudo que se tem vindo a falar na zona da Figueira da Foz e da Costa da Caparica já em recuo devido aos efeitos da erosão costeira, que lidam agora com a ameaça da subida do nível médio do mar e do aumento dos eventos climáticos extremos (Schmidt 2015, 1)

Como já tinha sido dito no âmbito desta dissertação, o caminho a seguir é regulamentar, monitorizar, proteger e ordenar o litoral. As condições naturais estão a alterar-se e há que perceber que é preciso tomar opções e a opção é no sentido de manter aquilo que está consolidado, demolir o que é ilegal e há que atuar racionalmente a médio prazo algumas das já detetadas situações anómalas que corram risco de erosão, inundações, ou fenómenos extremos por parte do mar.

Estão criadas as bases para que estes processos sejam negociados, para que se veja qual é a melhor solução, nalguns casos será melhorar a proteção desses bairros, bairros piscatórios, bairros consolidados, que têm escolas, têm um conjunto de equipamentos o custo da mudança seria enorme, noutros casos será o inverso, mais vale fazer a migração.

Segundo o Professor Carlos Correia Antunes, os dados que nós temos de registos da Costa identificados pelo marégrafo de Cascais são compatíveis com os modelos de dados globais por altimetria de satélite (Pós e Contrás, Episódio 33 2018). Estamos já a entrar numa fase em que o nível do mar está a subir entre 4 a 5 mm por ano sendo este efeito variável porque temos efeitos regionais que podem alterar (Pós e Contrás, Episódio 33 2018).

Os estudos indicam que é difícil e ainda não é perceptível a diferença entre o efeito da subida do nível do mar e da agitação marítima associada ao facto de termos um défice

da alimentação das praias, pois esse recuo tem mais a ver com a agitação marítima e a falta de areia que chega às praias do que propriamente com a subida da água do mar.

As formas que têm vindo a ser usadas de modo a combater esse efeito de erosão costeira têm vindo a ser repetidas de décadas para décadas, como é o caso da construção de esporões, que continua a provocar a retenção sedimentar a montante e perda a jusante, razão porque as areias acabam por se acumular a norte dos esporões e erodir a sul dos esporões, as incidências das ondas sobre a costa têm uma determinada inclinação, quando elas espraiam para a praia, transportam a areia numa direção, quando fazem o refluxo para o mar fazem noutra direção e a areia vai sendo transportada sucessivamente para sul, isto é o efeito erosivo das ondas que tem uma inclinação sobre a linha de costa (Ferreira 2018).

Outra solução amplamente usada é o recurso a dragagens, estas têm o paradigma do seu custo avultado no que se refere á reposição de areias e tem sido prática comum devido aos custos díspares entre uma opção e outra, têm vindo a ser transportadas para alto mar ao invés de serem depositadas as zonas costeiras nas zonas das nossas praias significa uma perda efetiva de tempo nesse transporte em vez de se utilizarem essas mesmas areias nas nossas praias conforme necessário (Pós e Contrás, Episódio 33 2018).

Por legislação todas as dragagens feitas na zona costeira têm de ser repostas na zona costeira, isto é legislação que tem de ser cumprida, só não é cumprida se a qualidade ambiental das areias assim não o permitir e assim tem de ser colocadas ao largo, porque a qualidade ambiental não o permite (Henriques 2018). Não há, no entanto, disponíveis análises dessas areias que têm vindo a ser dragadas e transportadas quase no seu imediato para o largo, ficando aqui a dúvida do cumprimento da legislação no seu todo. Este controlo depende do ministério do ambiente e do ministério do mar, estes ministérios têm de definitivamente que montar uma estratégia que passe ao lado, que não seja uma direção geral que arbitrariamente decide hoje de uma forma e decide depois de outra. Com as consequências que isto tem para todos, há que rapidamente criar um controlo para que não se venha depois a dizer que voltou a haver um recuo da costa devido à falta de reposição de inertes quando é o próprio estado a não tomar as devidas medidas de controlo do que promove.

Durante uma entrevista no programa Prós e Contras em 2018, o próprio senhor Ministro do ambiente, Dr. João Pedro Matos Fernandes, afirmou “as dragagens são mais caras quando a areia tem de ser depositada junto à costa do que quando a areia é depositada à batimétrica -30”. Esta afirmação, além de grave, revela um caso que merece ser mais aprofundado.

As medidas que têm vindo a ser tomadas, além de não haver uma monitorização para garantir a sua implementação, eficácia e melhoria contínua, apresentam atritos naturais como os custos altos de reposição, efeitos colaterais aquando das construções, entre outros. É assim que mais uma vez, se aponta a hipótese da construção de um Bypass fazendo com que fosse garantida essa transposição de inertes.

Um ano após a segunda audiência do movimento cívico SOS Cabedelo na Comissão Parlamentar do Ambiente, reiterando o alerta da tragédia eminente e denunciando os desvios à política de proteção costeira, assiste-se ao anúncio de investimentos milionários para a transposição com dragagens sem que a avaliação da ponderação sobre o sistema a adotar seja conhecido, bem como ao desvio do financiamento que deveria servir a "*reposição do equilíbrio na dinâmica sedimentar ao longo da costa*" (Figueira 2017).

Oito anos após a proposta do Movimento Cívico SOS Cabedelo para transposição sedimentar da barra (Movimento Milénio 2011), com a instalação de um sistema de transposição sedimentar contínuo – Bypass. Cinco anos após a recomendação do Grupo de Trabalho do Litoral para a implementação de uma estratégia baseada na reposição do ciclo sedimentar. Dois anos após a recomendação da Assembleia da República para que o Governo apresentasse "*um estudo que avalie a implementação do Bypass na entrada do porto da Figueira da Foz*" (Figueira 2017). Mais de um ano sobre a publicação do Programa da Orla Costeira, que prevê a execução do estudo e a reposição do ciclo sedimentar, continua-se a aguardar o que será que se vai fazer.

5.2. Balanço de Investimentos

Neste ponto, são abordados alguns investimentos relativos a obras costeiras que foram executadas pelo ex-INAF e pela APA, I.P., desde 1995 até 2014, abordando inclusive todas as obras de defesa costeira executadas no âmbito do programa 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 intervenções de proteção costeira no litoral continental num valor global de 196 M€, de acordo com os valores de 2014 apresentados no relatório do Grupo de Trabalho do Litoral (Santos, Lopes, et al. 2017).

Ao analisar-se a distribuição do investimento por concelho (Figura 49), verifica-se que os maiores investimentos foram realizados em Almada (18,8%), por via dos investimentos realizados na Costa da Caparica, deixando a Figueira da Foz apenas com 4,2% dos investimentos realizados.

Não obstante do valor tão baixo na zona da Figueira da foz, há que salientar que os investimentos em cada um dos concelhos a sul da barra da Ria de Aveiro estão repartidos por 4 concelhos (Ílhavo, Vagos, Mira e Figueira da Foz) que, se forem agrupados, representam uma percentagem de 18,4%, o que equivaleria ao segundo maior investimento em termos de ranking nacional (Santos, Lopes, et al. 2017).

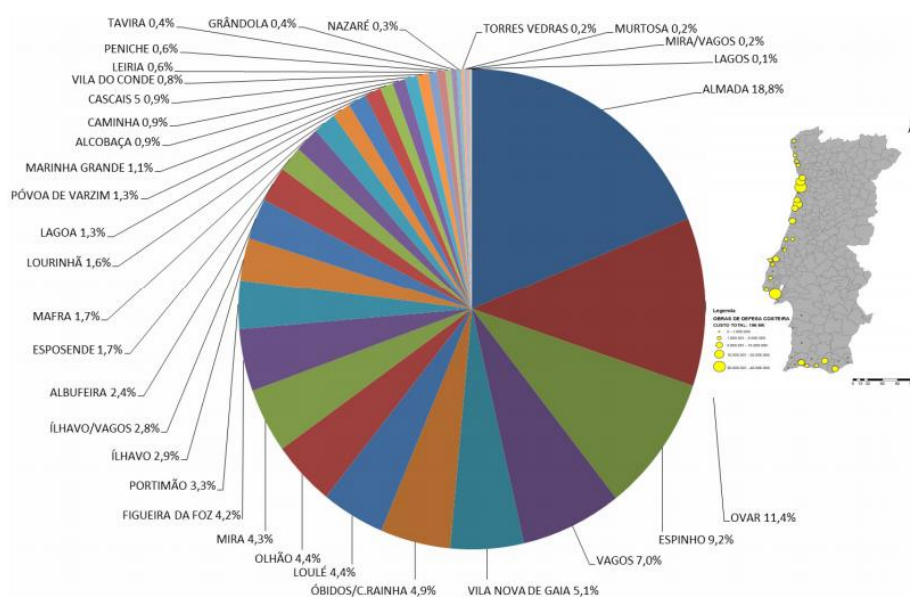


Figura 49: Investimentos em obras de defesa costeira por concelho, de 1995 a 2014. Fonte: APA, I.P., compilado por Seixas (2014)

Tem-se verificado a constante repetição de adoção de medidas de proteção sendo que 52% destas são constituídas por 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 (Santos, Lopes, et al. 2017).

Tais intervenções foram fruto de um investimento anual de 196M€, entre 1995 e 2014 (Santos, Lopes, et al., Grupo de Trabalho do Litoral: Gestão da Zona Costeira: O desafio da mudança 2017). Os prejuízos estimados na faixa costeira em todo o país em termos de danos ascendem a cerca de 5.860.000€, com 300.000€ na área da ARH Centro e 900.000€ na área da ARH do Tejo e Oeste (Santos, Lopes, et al. 2017).

Fazendo um balanço do relatório técnico da APA (Santos, Lopes, et al., Grupo de Trabalho do Litoral: Gestão da Zona Costeira: O desafio da mudança 2017) após as tempestades do ano 2014 e abordando apenas as zonas que têm vindo a ser abordadas no presente trabalho, Figueira da Foz e Costa da Caparica, verifica-se que os efeitos nessas zonas foram os seguintes:

- Na área de intervenção da Figueira da Foz, os efeitos traduziram-se no forte recuo do cordão dunar a sotamar dos esporões e defesas aderentes, com danos estruturais consideráveis no tardoz ou no coroamento das últimas, danos parciais/destruição de inúmeros passadiços de acesso à praia e danos numa série de equipamentos e apoios de praia;
- Na área de intervenção de Almada, nomeadamente a zona da Costa da Caparica, foi onde se registaram maiores danos ao nível das infraestruturas de proteção costeira e de acessos públicos (isto é, paredões, passeios marginais). De um modo geral as principais infraestruturas destruídas ou danificadas consistiram nos acessos às praias (passadiços de madeira sobrelevados), pavimentos e guardas de paredões/passeios marginais e equipamentos/apoios de praia.

Nas zonas mais afetadas da faixa costeira por este evento, o Plano de Ação de Proteção e Valorização do Litoral (PAPVL) 2012-2015 já tinha identificado um conjunto de ações com caráter prioritário face ao risco envolvido (classificadas com prioridade máxima e elevada), as quais com o respetivo financiamento assegurado e cujo montante a nível nacional ascendia a 10.576.415€ tendo este aumentado para um valor de 16 489 915€ devido a desvio de custos não previstos (APA 2014).

É face a estes valores de estragos que se vê a necessidade de que haja uma imposição como prioridade a aplicação do Plano de Ação de Proteção e Valorização do Litoral (PAPVL) 2012-2015.

Foi possível ainda, com recurso ao estudo publicado pelo Grupo do Litoral, uma projeção de custos para o curto e médio prazo, estabelecendo-se como curto prazo o

ano de 2020 e a médio prazo o ano de 2050 na medida que coincide com a data do término do programa financeiro pela União Europeia.

De forma a poder ser contabilizado a nível de custos associados a esta temática, como forma de cálculo, foi estimado o investimento médio anual efetuado nos últimos 20 anos, considerando os 196M€ referentes a intervenções de defesa costeira em que 167M€ desse investimento foi de intervenções efetuadas em zonas baixas arenosas, correspondendo sensivelmente a um investimento de 8,3 M€/ano (Santos, Penha-Lopes e Mota 2018).

Assim, segundo o mesmo estudo apresentado pelo Grupo de Trabalho do Litoral, considerou-se para o estudo 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. Com base nesses dados trabalhados estatisticamente, os montantes estimados para 2020 representam um valor na ordem dos 75M€ e em 2050 na ordem dos 450 M€ (Santos, Lopes, et al. 2017).

A nível das necessidades de reposição artificial do ciclo sedimentar nas zonas costeiras baixas, foi feita uma estimativa relativa aos volumes necessários para as reposições. Estas estimativas têm como propósito, um fornecimento sedimentar fluvial nulo, mas admitindo que no futuro, o fornecimento sedimentar possa vir a ser aumentado com a implementação de medidas que facilitam a articulação entre as entidades portuárias e a APA, I.P. no objetivo de valorizar a utilização de dragagens na alimentação de praias.

Na zona da Figueira da Foz, onde claramente existe um défice sedimentar que atualmente é possível observar, deve ser adotada uma política de sedimentos numa ótica do interesse costeiro. 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 na barra da Figueira da Foz. A implementação de qualquer um dos sistemas adotado deve ser acompanhada de uma análise detalhada das vantagens e desvantagens das soluções escolhidas, análises custo-benefício e de estudos de avaliação ambiental baseados na modelação da dinâmica local costeira.

No estudo referente ao estuário exterior do Tejo, onde está incluída a zona da Costa da Caparica, foi realizada uma análise detalhada no âmbito deste grupo de trabalho do Litoral (Taborda e Andrade, 2014) onde foi conclusivo que os problemas

erosivos no estuário exterior do Tejo estão relacionados com um déficit sedimentar resultante de extrações de grande volume de sedimentos realizadas a partir dos anos de 1940, aumentando o risco não só de erosão como de inundação derivado da ocupação urbana em zonas de cotas muito baixas.

Através de uma constante alimentação artificial com areias extraídas de zonas externas ao estuário do Tejo, reduzindo assim ou mesmo anulando o déficit sedimentar é possível conseguir-se uma inversão do comportamento erosivo desta zona. Esta intervenção é possível que permita que o sistema recupere o equilíbrio, com a consequente diminuição do risco de galgamento, inundação e erosão, conduzindo a uma situação de estabilidade.

Existem, portanto, dois tipos distintos de intervenção, sendo que uma é uma intervenção mais reativa e outra solução apontada é a de reposição da deriva. Comparando então ambos os investimentos, quer a opção mais reativa como a opção de reposição do ciclo sedimentar, com base nos dados qualitativos apresentados na figura 60, podemos identificar que para 2020, a solução reativa torna-se uma solução mais baixa do que a de reposição, havendo no entanto uma mudança desse paradigma quando falamos em espaços temporais mais alargados, nomeadamente a médio prazo em 2050 ou mesmo posterior a essa data, é possível validar que os custos referentes à reposição do ciclo sedimentar tornam-se assim mais baixos do que as soluções reativas anteriormente apresentadas como as mais vantajosas (Santos, Lopes, et al. 2017).

No mesmo estudo apresentado pelo GTL 2018, foi ainda apresentada uma estratégia mais ambiciosa com intuito de compensar mais rapidamente o desequilíbrio de décadas com déficit sedimentar, considerando para o efeito uma intervenção extra com via de intervenções pontuais (shots) por década com magnitude equivalente a 10 vezes a deriva costeira. Os custos estimados para 2020 são de 221M€ e para 2050 são de 734M€ (Santos, Lopes, et al., Grupo de Trabalho do Litoral: Gestão da Zona Costeira: O desafio da mudança 2017).

5.3. Bypass

O movimento cívico SOS Cabedelo tem vindo desde 2012 a travar uma luta para a implementação deste tipo de sistemas em vez da constante operação de dragagem, transporte de inertes e construção de obras de proteção costeira.

Trata-se de um sistema composto por um pipeline sob o Mondego (caso da Figueira da Foz) que transporta a areia com água por bombagem, do lado norte do Porto Comercial para as praias a sul.

O Bypass proposto para a reposição da deriva litoral poderá também extrair a areia que se deposita no rio junto ao molhe norte, diminuindo os custos da dragagem da barra. O valor da sua construção, estimado em 15,0M€, poderá não se refletir no custo efetivo considerando o proveito que pode advir da comercialização de parte da areia atualmente retida na praia da Figueira da Foz.

Para a sustentabilidade da solução há que articular a extração pelo Bypass com a dragagem e ainda contabilizar a poupança no custo das obras de defesa da costa atacada pela erosão não só localmente na zona da Figueira da Foz como em vários outros locais com necessidades semelhantes (Pós e Contrás, Episódio 33 2018).

Nas figuras 50, 51 e 52 apresenta-se uma solução que poderia ser adotada nos locais mais críticos na nossa costa.



Figura 50: Bypass de Tweed River, Fevereiro 2012. Fonte: SOS Cabedelo (2012)



Figura 51: Tweed River Sand Bypassing Project. Fonte: WRL (2019)

FIGUEIRA DA FOZ PORTUGAL



COLLANGATA AUSTRÁLIA



Figura 52: Tweed River Sand Bypassing Project adaptado para Figueira da Foz. Fonte: SOS Cabedelo 2012

6. Programas da Orla Costeira

O rápido crescimento populacional sentido no litoral Português nas últimas décadas, bastante associado a uma procura turística balnear com características muito sazonais, trouxe um célere crescimento urbano da zona costeira. Consequentemente, provocou a degradação dos sistemas costeiros e uma crescente exposição ao risco. Assim, importa que haja uma abordagem que tenha em consideração tal risco através dum adequado ordenamento territorial e que no Programa da Orla Costeira (POC).

Os programas da orla costeira (POC) (Figura 53) são os sucessores dos ainda vigentes planos de ordenamento da orla costeira (POOC) e que decorrem da aplicação da Lei de Bases Gerais de Política Pública de Solos, de Ordenamento do Território e de Urbanismo (LBPSOTU) – Lei n.º 31/2014, de 30 de maio, que reviu o sistema de gestão territorial nacional. Desta é de sublinhar a passagem dos planos especiais (POOC) da anterior legislação a programas especiais (POC), sendo que a principal alteração se prende com o facto dos primeiros vincularem diretamente privados enquanto os segundos tal vínculo só se verifica quando as disposições dos programas estiverem contidas nos respetivos planos municipais de ordenamento do território (PMOT).



Figura 53. Cronograma de implementação do POC. Fonte: APA (2018)

Estes programas surgem com o principal objetivo a minimização de riscos naturais associados às áreas urbanas e/ou urbanizáveis e a sua contenção da dispersão nas frentes litorais gerindo da melhor maneira os vários desafios e oportunidades atuais, estimulando o desenvolvimento sustentável das áreas costeiras (Morais, Rosmaninho e Raposo 2000). Foi então em 2014 com a publicação da Lei de Bases Gerais de Política Pública de Solos, de Ordenamento do território e de Urbanismo (LBPSOTU), segundo a

Lei n.º 31/2014, de 30 de maio, que foi alterado o sistema de gestão territorial em Portugal (APA 2018).

O agravamento da erosão costeira e o reconhecimento inequívoco do aumento da frequência e intensidade dos fenómenos climáticos extremos, resultantes das alterações climáticas, exigem novas respostas das políticas públicas, nomeadamente a adoção de medidas de adaptação (proteção, acomodação e recuo planeado, como referido na subcapítulo 4.3) que reduzam a exposição de indivíduos, atividades e infraestruturas aos riscos. Neste contexto, e como determina o Decreto-Lei n.º 159/2012, de 24 de julho, os POC estão obrigados a proceder à identificação de faixas de risco e a estabelecer os respetivos regimes de salvaguarda, face aos diversos usos e ocupações, numa perspetiva de médio e longo prazo (APA 2015).

A referida reforma legislativa veio introduzir uma mudança de paradigma nos agora designados POC, atribuindo-lhes um carácter estratégico, deixando assim de vincular direta e imediatamente os particulares através da definição de um regime de uso do solo, e passando a vincular unicamente as entidades públicas. De qualquer forma, o POC apresenta conteúdo normativo, relativo aos regimes de salvaguarda e gestão dos recursos e valores naturais, que deverá ser integrado nos planos territoriais. (APA 2018)

Ainda de acordo com o relatório da APA (2018), nos termos do Decreto-Lei n.º 159/2012, de 24 de julho, os POC concretizam o quadro global de objetivos estratégicos preconizados para a orla costeira, nomeadamente:

- Fruição pública em segurança do domínio hídrico;
- Proteção da integridade biofísica do espaço e conservação dos valores ambientais e paisagísticos;
- Valorização dos recursos existentes na orla costeira;
- Flexibilização das medidas de gestão;
- Integração das especificidades e identidades locais;
- Criação de condições para a manutenção, o desenvolvimento e a expansão de atividades relevantes para o país, tais como atividades portuárias e outras atividades socioeconómicas que se encontram dependentes do mar e da orla costeira, bem como de atividades emergentes que contribuam para o desenvolvimento local e para contrariar a sazonalidade.

6.1. Definição da área de Intervenção do POC

A área de intervenção do POC subdivide-se em dois espaços fundamentais (APA 2018):

- **Zona Terrestre de Proteção (ZTP)** – composta pela margem das águas do mar e por uma faixa, medida na horizontal, com uma largura de 500 metros, contados a partir da linha que limita a margem das águas do mar, podendo ser ajustada para uma largura máxima de 1000 metros quando se justifique acautelar a integração de sistemas biofísicos fundamentais no contexto territorial objeto do plano;
- **Zona Marítima de Proteção (ZMP)** – faixa compreendida entre a linha limite do leito das águas do mar e a batimétrica dos 30 metros referenciada ao zero hidrográfico.

Assim, a delimitação da área de intervenção definida do POC, no que respeita à Zona Terrestre de Proteção, difere da definida nos POOC anteriormente revistos, dado que nos termos do Decreto-Lei 309/93, de 2 de setembro, que enquadrou estes Planos, esta Zona era delimitada a partir da Linha da Máxima Preia-mar de Águas Vivas Equinociais. Desta forma, alargou-se a Zona Terrestre de Proteção nas seguintes situações:

- No troço costeiro entre o limite Norte da área de intervenção e o aglomerado urbano da Nazaré, nos concelhos de Alcobaça e Nazaré, com o objetivo de abranger o sistema dunar contínuo, nas situações em que existe continuidade deste sistema até à linha de costa;
- No troço costeiro a Sul da área Portuária da Nazaré, abrangendo a área envolvente ao troço final da foz do rio Alcoa;
- Nos troços costeiros entre a praia da Cova da Alfarroba e a praia do Baleal Sul, no concelho de Peniche, com objetivo de abranger o sistema dunar localizado a poente;
- No troço costeiro Guincho – Cascais, neste concelho, com o objetivo de abranger o complexo dunar Guincho – Oitavos;
- No troço costeiro norte de Almada, em São João da Caparica, com o objetivo de abranger o sistema dunar que se prolonga para poente até alcançar áreas artificializadas;

- No troço costeiro do concelho de Almada, entre a praia da Mata e a praia do Rei, abrangendo uma área de sistema dunar na base da arriba fóssil;
- No troço costeiro sul do concelho de Almada, com o objetivo de abranger o sistema dunar arborizado, parcialmente integrado na Mata Nacional dos Medos;
- No troço costeiro entre o limite Norte do concelho de Sesimbra e a praia da Foz, no concelho de Sesimbra, para abranger o sistema dunar;
- No sector costeiro, próximo do limite Sul da área de intervenção, no concelho de Sesimbra, com o objetivo de integrar a totalidade da arriba costeira e da área adjacente.

A definição destas ampliações, que procurou garantir a existência de continuidade/coerência na demarcação de áreas homogéneas em termos do regime de salvaguarda, proteção e valorização de recursos e valores naturais, resultou da análise de ortofotomapas, cartografia e de verificações locais (PARTICIPA 2018).

7. Considerações finais

De um modo geral, a revisão da literatura permite aferir de um fraco entendimento no que concerne ao risco face à atual exposição, em particular das comunidades locais. Estas parecem conformar-se com os mais diversos eventos climáticos que tendem a modificar a linha de costa. Estando estes, em seu entender, associados a fatores físicos de ordem natural. Tal é em parte justificado por uma cultura muito assente em obras pesadas de defesa costeira e que transmite uma sensação de segurança, expressa pela maioria dos locais mais desligados das atividades costeiras.

Por outro lado, a criação de movimentos cívicos espontâneos e as suas intervenções quer a nível de noticiários como perante a Assembleia da República, tem vindo a ganhar algum impacto social sem que, no entanto, sejam tomadas medidas efetivas de proteção das nossas costas. Um desses movimentos, o SOS Cabedelo, movimento ligado ao Surf que surgiu da urgência em salvar uma onda, mas não só a onda como outros pontos nevrálgicos com necessidade de receberem atenção, nomeadamente tendo em vista o pleno aproveitamento das potencialidades turísticas da cidade da Figueira da Foz, potenciando também a rentabilidade económica da obra em curso do Porto Comercial dada a sua importância estratégica para o desenvolvimento económico da região.

As zonas costeiras apresentam um conjunto de características e recursos que merecem especial atenção, dadas as suas potencialidades e fragilidades. Um dos grandes dilemas na gestão das zonas costeiras prende-se com o fenómeno de erosão e consequente degradação dos recursos da costa com efeitos prejudiciais para os recursos costeiros pondo em causa a sua atratividade, resiliência e sustentabilidade, com impactos no bem-estar da população metendo em risco todos os que perto da costa residem ou no mar têm o seu rendimento.

Portugal, ao usufruir de uma costa que, segundo a Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira (ENGIZC), assume importância estratégica em termos ambientais, económicos, sociais e culturais para o desenvolvimento nacional, não pode nem deve descuidar o controlo do processo erosivo. A garantia de segurança e preservação dos vários recursos costeiros tem merecido relevo na discussão de políticas públicas nacionais. Do conjunto dos vários planos e estratégias públicos nacionais

alusivos à gestão da zona costeira, onde o fenómeno da erosão costeira não é desconsiderado, ressaltam os Planos de Ordenamento da Orla Costeira (nesta fase decorre a elaboração e aprovação dos Programas da Orla Costeira, anteriormente designados de Programas Especiais, onde se inserem os POOC), a Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira e os Programas Polis Litoral. Estes instrumentos pretendem gerir o uso dos recursos costeiros, num contexto de conflitos de interesses e numa perspetiva de sustentabilidade (Oliveira 2017).

Os estudos aqui apresentados acabam por evidenciar as fraquezas associadas a um excesso de confiança nestas defesas costeiras e expor as vulnerabilidades a que estas comunidades estão sujeitas. Tanto a Costa de Caparica, como na Figueira da Foz, revelaram fragilidades para as populações decorrentes de situações de galgamento em áreas já sujeitas a defesas costeiras (Ferreira, et al. 2006) (Pires, Craveiro e Ó 2012).

O conhecimento destas fragilidades não é de hoje, na zona da Costa da Caparica, já em 2012 foi apresentado um estudo por Pires, Craveiro e Ó (2012), em que em uma primeira aproximação à análise das vulnerabilidades sociais e territoriais ensaiada à data, tendo em conta a escala dos casos de estudo até então, por área de costa existe risco identificado para um zonamento de cerca de 500 m para o interior.

A prevenção é sinónimo da redução do impacte das consequências de fenómenos como a erosão e os galgamentos costeiros. Neste sentido, uma abordagem em fase inicial, ou seja, na deteção de pontos suscetíveis ao acontecimento de fenómenos erosivos, previne e assegura que os impactes sejam de ordem inferior, esses pontos já foram amplamente identificados quer pelo Grupo de Trabalho do Litoral como por diversos autores identificados ao longo de todo o estudo.

Para ser garantida uma prevenção, devem ser acionados planos de observação e acompanhamento no decorrer da evolução dos pontos identificados. Como tal, os planos de prevenção são de extrema importância para assegurar que chegado a um limite de impacte, devem ser desencadeadas medidas de alteração e diminuição das consequências erosivas (Silva 2018).

A erosão costeira caracteriza-se por ser um risco gradual e progressivo, exigindo que se adotem medidas mitigadoras (o recuo das formas de ocupação humana é uma medida possível) e não apenas adaptativas, de reforço de estruturas pesadas de proteção ou de reparação dos danos. Aliás, crê-se que os custos reparadores serão

extremamente mais elevados, tendo em conta que a remediação dos danos é mais onerosa que o desenvolvimento de ações preventivas (B. Pires 2017). Assim, segundo Silva (2018), existe uma variável muito importante, diretamente relacionada com o custo da operação de intervenção, que é a variável tempo, o que nos leva a relacionar o tempo/custo. Dessa forma têm-se duas situações (Silva 2018):

- existir um custo inicial “elevado” e ao longo do tempo de acompanhamento são efetuadas intervenções, de modo a reduzir os impactes da erosão. A longo prazo, os custos da operação convergem para valores residuais;

- não existirem grandes custos iniciais, e ao longo do processo erosivo não são efetuadas intervenções, o que a longo prazo vai revelar-se num custo muito elevado.

Este estudo vem em concordância com a opção de soluções como a do Bypass, sendo esta uma opção a meu entender fortemente estruturada. Devemos manter claro que a proteção e prevenção depende da qualidade da praia submersa, para a dissipação da energia na rebentação das ondas a uma distância segura, logo, a primeira defesa da costa, como afirma o Engenheiro Figueira do SOS Cabedelo em inúmeras intervenções, faz-se na praia submersa. O uso das técnicas que têm vindo a ser usadas, como o caso das técnicas de ripagem, seriam assim alteradas por um processo mecânico com um Bypass. Esta uma solução nunca testada em Portugal, o seu funcionamento vem a repor as areias nas zonas costeiras que se encontram com forte défice sedimentar, através de sistemas de bombagem permanente transportando as areias submersas de locais onde haja maior acumulação, para zonas onde sejam necessárias.

De acordo com o POC, o Governo defende, como estratégia de proteção da nossa costa, que haja um reequilíbrio da dinâmica sedimentar. Assim sendo, uma vez mais as técnicas que têm vindo a ser usadas até aos dias de hoje demonstram-se ser antagónicas aos seus interesses. A utilização das areias que têm vindo a ser retiradas nas zonas de dragagens e que deveriam ser depositadas nas nossas praias, não andam a ser depositadas para que se consiga garantir um equilíbrio, prova disso é a confirmação do senhor Ministro do Ambiente recentemente no programa Pros e Contras, afirmando que *“as areias são depositadas ao largo pois por motivos económicos ficaria demasiado dispendioso transportar as mesmas para as nossas praias”* (Pós e Contras, Episódio 33 2018). Isto sim é o grande paradoxo que se vive, onde todos sabemos que é com areia

que se resolve o problema, mas que ainda não foi entendido que deve ser areia externa ao sistema e não areia que se encontra já dentro da sua dinâmica natural.

As mudanças na ocupação do solo na Figueira da Foz, como na Costa da Caparica, traduzidas num aumento das áreas construídas próximo da linha de costa, colocam ainda mais em foco as vulnerabilidades a que estes territórios estão sujeitos. Assim, importa implementar políticas que efetivem medidas preventivas e mitigadoras consideradas menos onerosas evitando situações que exijam a realização de medidas reativas (Craveiro 2012).

Independentemente dos vários entendimentos sobre o processo de erosão, as soluções ou as alternativas para o seu controlo devem ser apoiadas por análises que justifiquem investimentos realizados, garantindo assim a sustentabilidade e interesses das várias partes envolvidas. Além do papel crucial do entendimento técnico e científico na gestão do problema da erosão, o valor dos recursos costeiros para a população utilizadora da costa e a perceção social da gravidade do problema revelam-se igualmente pertinentes. Em face de património público nas zonas costeiras, da afetação do bem-estar da população e das suas atividades, decorrente do processo de erosão e da sua gestão, e da ressalva dos interesses da população e da cidade, as preferências dos indivíduos devem ser tidas em conta nas decisões de políticas públicas.

8. Referências bibliográficas

- A. Karali et al., M. Hatzaki, C. Giannakopoulos, A. Roussos, G. Xanthopoulos e V. Tenentes. "Sensitivity and evaluation of current fire risk and future projections due to climate change: the case study of Greece." *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 23 de Janeiro de 2014: 1.
- Abade, Manuel. "A Cova tem o mar à porta e cada vez menos praia." *O Público*, 2018.
- Abreu, F.V. "O Porto de Lisboa e Golada do Tejo. Revista de Marinha.
http://www.revistademarinha.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1434:golada-do-tejo&catid=102:portos-e-canais&Itemid=291." 2010.
- Aguiar, F.C., Bentz, J., Silva, J.M.N., Fonseca, A.L., Swart, R., Santos, F.D. & Penha-Lopes, G. *Adaptation to Climate Change at local level in Europe: an overview. Environmental Science and Policy*,. 2018.
- Allsop, N., Bruce, T., Pearson, J., Alderson, J., & Pullen, T. *Violent Wave Overtopping at the Coast, when are we safe? Proceedings of the International Conference on Coastal Management*. 2003.
- Almeida, A.C., A. Nunes, e L. Lourenço. *Risco de Erosão Litoral entre Cova/Gala e Esmoriz*. IV Congresso Internacional de Riscos, 2017.
- Ambiente, Agência Portuguesa do. *Diário de Notícias*. 08 de Abril de 2018.
<https://www.dn.pt/portugal/interior/reportagem-tempestades-expoem-necessidade-de-mais-planeamento-e-protecao>.
- Ana P. Oliveira, Elisabete Rodrigues, Paula Carvalho. "O risco da erosão costeira na Costa da Caparica." *Alameda, Revista de Educação, Artes e Ciências*, 2016: 10-23.
- André, J.N. *Molhe da Figueira da Foz trava movimentação de areias para as praias do sul*. Diário das Beiras. Coimbra:, 2014.

ANPC. *Avaliação Nacional de Risco*. Autoridade Nacional de Protecção Civil, 2014.

—. *Cheias- Autoridade Nacional de Protecção Civil*. s.d.

<http://www.prociv.pt/RiscosVulnerabilidades/RiscosNaturais/Cheias/Pages/Oq uee.aspx> (acedido em 30 de Abril de 2016).

ANPC. *Glossário de Protecção Civil*. Autoridade Nacional de Protecção Civil, 2009.

APA. *Relatório do Estado do Ambiente 2015*. Agência Portuguesa do Ambiente, 2015.

—. “A Cimeira do Rio e a UNFCCC.” *Website da Agência Portuguesa do Ambiente*. s.d.

<http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=119&sub3ref=494> (acedido em 23 de Maio de 2016).

—. “Acordo de Copenhaga.” *Website da Agência Portuguesa do Ambiente*. s.d.

<http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=119&sub3ref=502> (acedido em 23 de Maio de 2016).

—. “Adaptação às Alterações Climáticas.” *Website da Agência Portuguesa do Ambiente*. s.d.

<http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=118&sub3ref=392> (acedido em 25 de Maio de 2016).

—. *Agência Portuguesa do Ambiente*. 2018.

<https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=9&sub3ref=848> (acedido em 5 de 10 de 2018).

—. “COP21- Paris 2015.” *Website da Agência Portuguesa do Ambiente*. s.d.

<http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=1251> (acedido em 23 de Maio de 2016).

APA. *CumprirQuioto.pt. Avaliação do cumprimento do Protocolo de Quioto*. Amadora: Agência Portuguesa do Ambiente, 2012.

—. *Plano de ação litoral XXI*. APA - departamento do litoral e Protecção Costeira, 2017.

—. *PROGRAMA DA ORLA COSTEIRA CAMINHA-ESPINHO*. 2018.

- . “Protocolo de Quioto.” *Website da Agência Portuguesa do Ambiente*. s.d.
<http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=119&sub3ref=500> (acedido em 23 de Maio de 2016).
- APA. “Registo das ocorrências no litoral - Temporal de 3 a 7 de Janeiro de 2014.”
Relatório Técnico, 2014.
- . *Relatório Técnico 2014*. 2014.
- . *Relatório Técnico 2014*. 2014.
- . “Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS).” *Associação Portuguesa do Ambiente*. 2019. <http://www.apambiente.pt/Instrumentos/sids/Paginas/default.aspx> (acedido em 2019).
- Awards, World Travel. 2018.
- Barceló, J.P. *Experimental Study of the Hydraulic Behavior of Inclined Groyne Systems*. 1971.
- Bernardino, M e Espirito Santo, F. *Identificação de metodologias para a definição de cenários climáticos no contexto das alterações*. Lisboa: LNEC e IPMA . Projeto AdaPT AC:T, v0., 2015.
- Bordalo e Sá, Adriano Agostinho Donas-Bôto. “Iodine speciation in coastal and inland bathing waters and seaweeds extracts using a sequential injection standard addition flow-batch method.” 2014.
- Borges, P., Lameiras, G., Calado, H. *A erosão costeira como factor condicionante da sustentabilidade. Redes e Desenvolvimento Regional*. Cabo Verde, 2009.
- Brito, Sofia Ferreira de. *ESTUDO DO GALGAMENTO EM ESTRUTURAS MARÍTIMAS*. Lisboa, 2007.
- Brunn, P. “Worldwide impact of sea level rise on shore stability. The Dock & Harbour Authority.” 1987.

- Cabral, N. *“Navegabilidade do Estuário do Tejo”*. Administração do Porto de Lisboa,, 2010.
- Calado et al., Rui. Paulo Jorge Nogueira, Eleonora de Jesus Paixão, Jaime Botelho, Mário Carreira, José Marinho Falcão. *A onda de calor de Agosto de 2003 e os seus efeitos sobre a mortalidade da população portuguesa*. Revista Portuguesa de Saúde Pública VOL. 22, Nº 2, 2004.
- Cancela, J., Afonso, J.M., Rebolo, L., Barros-Gomes, H., Teles, M.,. “POOC Sintra-Sado. Seminário A Zona Costeira de Portugal, Os Planos de Ordenamento da Orla Costeira, 109-123.” Lisboa, Portugal.: Associação EUROCOAST-Portugal,, 2000.
- Cardona, Fábio Miguel dos Santos. *Avaliação do risco de erosão, galgamento e inundação costeira em áreas artificiais de Portugal continental Estratégias de adaptação face a diferentes cenários de risco (relocalização, acomodação e proteção)*. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa, 2015.
- Church, J., Clark, P., Cazenave, A., Gregory, J., Jevrejeva, S., Levermann, A., Merrifield, M., Milne, G., Nerem, R., Nunn, P., Payne, A., Pfeffer, W., Stammer, D. & Unnikrishnan, A. *Sea Level Change. Em: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Changes. Cambridge University Press.* 2013.
- CMA. “Estudos de Caracterização do Território Municipal, Revisão do Plano Diretor do município de Almada. Caderno 2: Sistema Ambiental, Caderno 4: Sistema Social e Económico e Caderno 5: Sistema Urbano. Câmara Municipal de Almada, Portugal.” 2011.
- cmjornal. *www.cmjornal.pt*. 2 de Fevereiro de 2017. <https://www.cmjornal.pt/cm-ao-minuto/detalhe/fechado-paredao-norte-da-costa-da-caparica>.
- . Março de 2018. <https://www.cmjornal.pt/cm-ao-minuto/detalhe/tres-casas-inundadas-e-um-carro-arrastado-pelo-mar-na-trafaria-em-almada>.

- Correio da Manhã. “Caparica está ameaçada pela fúria do temporal. Jornal diário de 9 de dezembro,
<http://www.cmjornal.xl.pt/detalhe/noticias/nacional/portugal/caparica-esta-ameacada-pela-furia-do-temporal> Correio da Manhã (2013). Portugal perde 100 metros de costa. Jornal.” *Jornal diário de 9 de outubro*, 2013: 24-25.
- Craveiro, J. L., Antunes, Ó., Freire, P., Oliveira, F., Almeida, I. D. de, & Sancho, F. *Comunidades urbanas na orla costeira: a metodologia multicritério AHP (Analytic Hierarchy Process) para a construção de um índice de vulnerabilidade social face à ação marítima*. ISEG, 2012.
- De Waal, J., & van der Meer, J. *Overtopping of Sea Defences*. International Conference on Coastal Engineering, 1996.
- Delicado, A., Schmidt, L., Guerreiro, S., & Gomes, C. 2012.
- DGS. *Plano de Contingência para Temperaturas Extremas Adversas - Módulo Calor 2014*. Direção de Serviços de Prevenção da Doença e Promoção da Saúde. Divisão de Saúde Ambiental e Ocupacional., 2014.
- Dias, A. *A história da evolução do litoral português nos últimos vinte milénios - Evolução Geohistórica do Litoral Português e Fenómenos Correlativos: Geologia, História, Arqueologia e Climatologia*. Lisboa, 2004.
- DIAS, J. M. “*Evolução da Zona Costeira Portuguesa: forçamentos antrópicos e naturais*”,. Universidade do Algarve, Departamento de Ciências do Mar e do Ambiente,, 2005.
- Diversity, Committee for the activities of the Council of Europe in The Field of Biological and Landscape. *European Code of Conduct for Coastal Zones*. Document established by the Secretariat General Direction of Environment and Local Authorities, 2000.
- Do Ó et al., Afonso. Miguel Bugalho. Luís Silva. *Incêndios Florestais e Alterações Climáticas*. Lisboa: WWF Mediterrâneo – Portugal, 2009.

Duarte, Velosos Gomes e Filipe, entrevista de Agência Lusa. *Erosão ameaça 80% da zona costeira em todo o mundo* (20 de Abril de 2002).

EEA. *Corine Land Cover 1990 (CLC1990) and Corine Land Cover Changes 1975-1990 in a 10 km Zone Around the Coast of Europe*. 2002.

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-landcover-1990-clc1990-and-corine-land-cover-changes-1975-1990-in-a-10-km-zone-around-the-coast-of-europe>.

EEA. *Impacts of Europe's changing climate. An indicator-based assessment*. EEA Report, Copenhagen: European Environment Agency, 2004.

—. *The Changing Faces of Europe's Coastal Areas*. Copenhagen: European Environment Agency (EEA), Report No. 6/2006. ISBN 92-9167-842-2. 2006.

EN AAC. *Adaptação das Florestas às Alterações Climáticas. Trabalho no âmbito da Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas*. estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas– Grupo de Trabalho Sectorial Florestas, Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, 2013b.

EN AAC. *Alterações Climáticas*. estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas– Grupo de Trabalho Sectorial Segurança de Pessoas e Bens, Ministério da Administração Interna, 2012.

EN AAC. *Alterações Climáticas e Saúde Humana. "Estado da Arte"*. Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas– Grupo de Trabalho Sectorial Saúde Humana, Ministério da Saúde, 2011.

EN AAC. *Estratégia de Adaptação da Agricultura e das Florestas às Alterações Climáticas*. estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas– Grupo de Trabalho Sectorial Agricultura e Florestas, Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, 2013a.

- EN AAC. “Estratégia Setorial de Adaptação aos Impactos das Alterações Climáticas relacionados com os Recursos Hídricos.” Grupo Setorial de Trabalho Recursos Hídricos., 2013.
- EuroNews. “EuroNews Notícias.” *Habitante de Kiribati pede refúgio climático na Nova Zelândia*. 17 de Outubro de 2013.
<http://pt.euronews.com/2013/10/17/habitante-de-kiribati-pede-refugio-climatico-na-nova-zelandia/> (acedido em 18 de Maio de 2016).
- Eurosion. *Viver Com a Erosão Costeira na Europa*. Instituto de Hidráulica e Recursos Hídricos da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2006.
- Feagin, R. A., Sherman, D. J., Grant, W. E. *Coastal erosion, global sea-level rise, and the loss of sand dune plant habitats. The Ecological Society of America. Front Ecol Environ* 2005. 2005.
- Fernandes, A. *A Cova tem o mar à porta e cada vez menos praia*. Jornal O Público, 2018.
- Fernandes, Paulo. “Entender porque arde tanto a floresta em Portugal.” Em *Árvores e Florestas de Portugal, Vol. 8 Proteger a Floresta - Incêndios, Pragas e Doenças.*, de J.S. Silva, 69-91. Lisboa: Público, Comunicação Social, SA, & Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento, 2007.
- FERNANDO VELOSO-GOMES, FRANCISCO TAVEIRA-PINTO, JOAQUIM PAIS-BARBOSA, JOÃO COSTA & ANTÓNIO RODRIGUES. *AS OBRAS DE DEFESA COSTEIRA NA COSTA DA CAPARICA. NA CRISTA DAS ONDAS DO MAR E DA COMUNICAÇÃO SOCIAL*. . FEUP, ISBN, 2009.
- Ferreira, Francisco. “Portugal bateu recorde de emissões de gases com efeito de estufa.” *Sol.sapo.pt*, 2019.
- Ferreira, Inês Gomes. *A Problemática da Erosão Costeira: O Caso Específico da Praia do Pedrógão*. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas - Universidade Nova de Lisboa, 2014.

- Ferreira, J.C., & Laranjeira, M.M. *Avaliação da vulnerabilidade e risco biofísico em áreas litorais sob pressão antrópica. Contributo metodológico para uma gestão ambiental*. Lisboa: GeolNova Revista do Departamento de Geografia e Planeamento Regional da Universidade Nova de Lisboa, 2000.
- Ferreira, O., T. Garcia, A. Matias, R. Taborda, e A.J. Dias. *An integrated method for the determination of set-back lines for coastal erosion hazards on sandy shores*. Continental Shelf Research, 2006.
- Ferreira, Óscar Manuel Fernandes Cerveira. *Effectiveness assessment of risk reduction measures at coastal areas using a decision support system: Findings from Emma storm*. 2018.
- Figueira, M. *SOS Cabedelo*. Maio de 2017. <http://soscabedelo.blogspot.com/>.
- Figueira, Miguel. *SOS Cabedelo*. SOS Cabedelo, 2018.
- Firmino, Teresa. *PUBLICO*. 2 de Abril de 2014. <https://www.publico.pt/2014/04/02/ciencia/noticia/mapa-que-mostra-que-97-de-portugal-e-mar-chega-as-escolas-1630635>.
- FitzGerald, D., Fenster, M., Argow, B. & Buynevich, I. *Coastal impacts due to sea-level rise*. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 2008.
- Gamito, T. M. *O Planeamento na Gestão da faixa costeira. O interface mar/terra e o desenvolvimento sustentável*. Jornadas AORN, 2006.
- Garcia, T., et al. "PREVISÃO E VALIDAÇÃO DE GALGAMENTOS OCEÂNICOS NO SISTEMA HIDRALERTA." *13º Congresso da Água*, 2016.
- Gaspar, José de Jesus Joaquim. *Estudo do galgamento em estruturas marítimas verticais utilizando o modelo numérico AMAZON*. Lisboa, 2016.
- Geeraerts, J., Troch, P., De Rouck, J., Verhaeghe, H., & Bouma, J. *Wave Overtopping at Coastal Structures: Prediction Tools and Related Hazard Analysis*. *Journal of Cleaner Production*, 2007.

- GOMES et al., F.V., PINTO, T., BARBOSA, P., COSTA, J., RODRIGUES, A. “*Estudo das Intervenções da Costa de Caparica*”, *1as Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente*, . FEUP, 2006.
- Gomes, Artur. *Mitigação de Riscos e Ordenamento do Território*. Dissertação de Mestrado em Gestão do Território, especialização em Planeamento e Ordenamento do Território, Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas. Universidade de Lisboa, 2013.
- Gomes, F.V., e F.T. Pinto. “*Erosion Case Study “Cova do Vapor, Costa de Caparica (Portugal)*”. 2003.
- Gomes, Fernando Veloso. *Engenharia num minuto*. FEUP, 2012.
- Gomes, Nuno Miguel Velosa Teixeira. *AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E A PROTEÇÃO CIVIL*. Instituto Superior de Educação e Ciências, 2016.
- Gonçalves, Marina Lima. *PERDAS NOS VALORES DOS ECOSISTEMAS DEVIDO À EROSÃO COSTEIRA*. Universidade de Aveiro, 2011.
- Hidrográfico, Instituto. *Instituto Hidrográfico*. 2018. <http://www.hidrografico.pt/>.
- INE. “Censos 2011 Resultados Definitivos.” Região Lisboa, 2012.
- INSA. “ÍCARO.” *Website do Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge*. s.d. <http://www.insa.pt/sites/INSA/Portugues/AreasCientificas/Epidemiologia/Unidades/UnInstrObser/Paginas/ICARO.aspx> (acedido em 25 de Maio de 2016).
- IPCC. *Climate change 2001: impacts, adaptation and vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001 b.
- IPCC. *Climate Change 2014 Synthesis Report*. Synthesis Report, Geneva: The Intergovernmental Panel on Climate Change. The Core Writing Team, Rajendra K. Pachauri e Leo Meyer, 2015.
- . *Climate change and biodiversity. IPCC Technical Paper V. Intergovernmental Panel on Climate Change*. 2002.

IPCC. *Mudança do Clima 2007: A Base das Ciências Físicas. Contribuição do Grupo de Trabalho I ao Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima*. Sumário para os Formuladores de Políticas, Genebra: Secretariado do IPCC, aos cuidados da OMM., 2007.

IPCC. *Third Assessment Report of the Working Group I: The Science of Climate Change*. Cambridge University Press, 2001.

—. “Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts and Response Strategies. Technical Summary.” *IPCC Expert Meeting Report*. Noordwijkerhout, The Netherlands: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. 9.

IPMA. “Área educativa - Clima de Portugal Continental.” *Website do Instituto Português do Mar e da Atmosfera*. s.d.
<https://www.ipma.pt/pt/educativa/tempo.clima/> (acedido em 24 de Maio de 2016).

—. “Índice de Risco de Incêndio (FWI).” *Website do Instituto Português do Mar e da Atmosfera*. s.d.
<http://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/otempo/risco.incendio/index.html?page=index.xml> (acedido em 24 de Maio de 2016).

IPMA, Instituto Português do Mar e da Atmosfera. *Expresso.pt*. Setembro de 2016.
<http://expresso.sapo.pt/sociedade/2016-09-03-O-agosto-mais-quente-desde-1931#gs.nujcQCs>.

João N. V. Mendes ; José L. S. Pinho. *Erosão Costeira – Metodologias para a sua Quantificação*. Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil, 2008.

Litoral, GTL - Grupo de Trabalho do. “Gestão da Zona Costeira - O Desafio da Mudança.” 2014.

- Lopes, António. “O sobreaquecimento das cidades - Causas e medidas para a mitigação da ilha de calor de Lisboa.” *RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança*, 2006: 39-52.
- Lourenço, Inês Ferreira. *Avaliação das consequências de galgamento sobre estruturas portuárias. Caso de estudo da Praia da Vitória, Açores*. INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA, 2016.
- M. Velasco et al., P. A. Versini, A. Cabello e A. Barrera-Escoda. “Assessment of flash floods taking into account climate change scenarios in the Llobregat River basin.” *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 6 de Dezembro de 2013.
- Marques, Jorge. Antunes, Sílvia. Nunes, Baltazar.Silva, Susana das Neves Pereira da. Antunes, Liliana. Dias, Carlos. “Determinação dos ótimos térmicos em relação à mortalidade anual: análise de Porto, Coimbra e Lisboa.” Em *Multidimensão e territórios de risco*, de Jorge. Antunes, Sílvia. Nunes, Baltazar.Silva, Susana das Neves Pereira da. Antunes, Liliana. Dias, Carlos Marques. Coimbra: RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, 2014.
- McGeehin et al., Maria Mirabelli e Michael A. *The Potential Impacts of Climate Variability and Change on Temperature-Related*. Atlanta, Georgia, USA: Division of Environmental Hazards and Health Effects, National Center for Environmental Health, U.S. Centers for Disease Control and Prevention, 2000.
- Miranda et al., M. António Valente, António R. Tomé, Ricardo Trigo, M. Fátima F.S. Coelho, Ana Aguiar, Eduardo B. Azevedo. “O clima de Portugal nos Séculos XX e XXI.” Em *Alterações Climáticas em Portugal. Cenários Impactos e Medidas de Adaptação. Projecto SIAM II*, de Filipe Duarte Santos e Pedro Miranda, 50. Lisboa: Gradiva, 2006.
- Morais, J. O., Pinheiro, L. S., Cavalcante, A., A., Paula, D., P., Silva, R. L. *Erosão costeira em praias adjacentes às desembocaduras fluviais: o caso de pontal de maceió, Ceará, Brasil*. Revista da Gestão Costeira Integrada 8, 2008.
- Morais, J.S., L. Rosmaninho, e N. Raposo. *Os Planos de Ordenamento da Orla Costeira*. Eurocoast, Portugal, 2000.

- Nicholls, R. J., Hoozemans, F. M. J. *The Mediterranean: vulnerability to coastal implications of climate change. Ocean & Coastal Management.* 1996.
- Nicholls, R.J., Wong, P. P., Burkett, V.R., Codignotto, J.O., Hay, J.E., Mclean, R.F., Ragoonaden, S., Woodroffe, C.D. *Coastal systems and low-lying areas. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof.* UK: Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007.
- Nogueira et al., Paulo Jorge. Ana Raquel Nunes, Baltazar Nunes, José Marinho Falcão, Paulo Ferrinho. “Internamentos hospitalares associados à onda de calor de Agosto de 2003: evidências de associação entre morbilidade e ocorrência de calor.” *Revista Portuguesa de Saúde Pública VOL. 22, Nº 2, 2004.*
- Ó, F., e A. Matias. *Coastal erosion and protection in Europe. Routledge.* 2013.
- Oliveira, Marta Neves Simões Correia de. *Evolução Natural e Antrópica Trafaria - Cova do Vapor - Costa de Caparica.* Universidade de Lisboa, 2015.
- Oliveira, Rodrigo Proença de. *Alterações climáticas: O fenómeno, os impactes e a resposta: mitigação e adaptação.* Universidade Técnico - Lisboa, 2017.
- Oliveira, S.P.S. *Contributo para a Valoração Ambiental da Zona Costeira Norte Portuguesa.* 2017.
- ONU. “Factos sobre a Cimeira de Joanesburgo. Progressos Conseguídos desde a Cimeira do Rio.” *Cimeira Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável.* Joanesburgo, Africa do Sul: Centro de Informação das Nações Unidas em Portugal, 2002. 1.
- Pardal, António. “Figueira da Foz - A Grande Praia Internacional: preferida por distintas famílias portuguesas e estrangeiras.” 1940: 22, 23.
- PARTICIPA. *www.participa.pt.* 2018. <http://participa.pt/consulta.jsp?loadP=1852>.

- Pereira et al., Mário G. Pereira Teresa J. Calado, Carlos C. Da Camara, Tomás Calheiros. "Effects of regional climate change on rural fires in Portugal." *Climate Research*, 8 de Outubro de 2013: Vol. 57: 187–200.
- Pereira, Carla Alexandra Santos. *Risco de Erosão para Diferentes Cenários de Evolução do Litoral de Aveiro*. Aveiro: Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil, 2010.
- Philips, M., Jones, A. *Erosion and Tourism Infrastructure in the Coastal Zone: Problems, Consequences and Management*. . Tourism Management, 2006.
- Piñol et al., Josep. Jaume Terradas e Francisco Lloret. "Climate Warming, Wildfire Hazard, and Wildfire Occurrence in Costal Eastern Spain." Em *Climatic Change* 38, de Kluwer Academic Publishers, 345-357. Netherlands, 1998.
- PINTO et al., C. A., SILVEIRA, T., TABORDA, R., ANDRADE, C., FREITAS, C. *Morfodinâmica e evolução recente das praias alimentadas artificialmente. O exemplo da Costa de Caparica – Portugal*. VII Simpósio da Margem Ibérica Atlântica, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2012.
- Pinto, C.A., R. Taborda, e C. Andrade. "Evolução Recente da Linha de Costa no Troço Cova do Vapor – S. João da Caparica", *5as Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária, Lisboa. 2007*.
- Pires, B.A. *VULNERABILIDADE E RISCO DE GALGAMENTO OCEÂNICO EM LITORAIS BAIXOS E ARENOSOS*. 2017.
- Pires, I.M., J.L. Craveiro, e A. Ó. *Artificialização do solo e Vulnerabilidade Humana em duas zonas sujeitas a processos de erosão costeira: casos de estudo da Costa da Caparica e Espinho (Portugal)*. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 2012.
- Pombo, Rita Novo. *INUNDAÇÕES COSTEIRAS: CAUDAIS DE GALGAMENTO E CONSEQUÊNCIAS ASSOCIADAS*. Universidade de Aveiro - Departamento de Engenharia Civil, 2016.
- Portugal 2020, Portugal. *ACORDO DE PARCERIA 2014-2020*. 2014.

Pós e Contrás, Episódio 33 (2018).

Publico. *Paredão da Costa da Caparica novamente interdito*. Público, 2014.

Ramos, Tiago Filipe Ferreira. *Casos de estudo do Mindelo, Norte do Furadouro e Torreira*. FEUP, 2011.

Regional, Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento. *GIZC Bases para a Estratégia de Gestão Integrada da Zona Costeira Nacional*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, 2007.

Republic of Kiribati. "About Kiribati." *Website: Kiribati Climate Change. Office of the President. Republic of Kiribati*. s.d. <http://www.climate.gov.ki/about-kiribati/> (acedido em 24 de Maio de 2016).

—. "Kiribati Adaptation Program." *Website: Kiribati Climate Change. Office of the President. Republic of Kiribati*. s.d. <http://www.climate.gov.ki/about-kiribati/> (acedido em 24 de Maio de 2016).

—. "Relocation." *Website: Kiribati Climate Change. Office of the President. Republic of Kiribati*. s.d. <http://www.climate.gov.ki/category/action/relocation/> (acedido em 24 de Maio de 2016).

Rocha, J.S. *O RISCO DAS INUNDAÇÕES E A SUA GESTÃO. UMA VISÃO NACIONAL E UMA VISÃO EUROPEIA*. LNEC, 2018.

Santos, F.D. *Adaptation to Climate Change at local level in Europe: an overview*. 2018.

Santos, F.D., A.M. Lopes, G. Moniz, L. Ramos, e R. Taborda. *Grupo de Trabalho do Litoral: Gestão da Zona Costeira: O desafio da mudança*. Lisboa, 2017.

—. *Grupo de Trabalho do Litoral: Gestão da Zona Costeira: O desafio da mudança*. Lisboa, 2017.

Santos, F.D., G. Penha-Lopes, e A. Mota. "Gestão da Zona Costeira, O Desafio da Mudança." *GTL - Grupo de Trabalho do Litoral - Gestão da Zona Costeira, O Desafio da Mudança*, 2018.

- Santos, Filipe Duarte. *Alterações climáticas: situação actual e cenários futuros*. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2012.
- . *Jornal Económico*. 2017. <https://jornaleconomico.sapo.pt/noticias/filipe-duarte-santos-a-nossa-interferencia-sobre-o-sistema-climatico-e-muito-profunda-358934>.
- Santos, Filipe Duarte. “Problemática das Alterações Climáticas no Início do Século XXI.” Em *Alterações Climáticas em Portugal. Cenários Impactos e Medidas de Adaptação. Projecto SIAM II*, de Filipe Duarte Santos e Pedro Miranda, 17. Lisboa: Gradiva, 2006.
- Santos, Professor Filipe Duarte. *RTP*. 25 de Janeiro de 2017. https://www.rtp.pt/noticias/pais/litoral-portugues-em-risco-com-a-subida-crescente-do-nivel-das-aguas-do-mar_n978444.
- Schmidt, L., e J. Mourato. *Políticas Públicas Costeiras e Adaptação às Alterações Climáticas: Que Limites de Implementação?* Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, 2015.
- SIAM. “Projecto SIAM - climate change in portugal: scenarios, impacts, and adaptation measures.” *Website do Projecto SIAM: Impacto da Alterações Climáticas em Portugal*. s.d. <http://siam.fc.ul.pt/index.php> (acedido em 24 de Maio de 2016).
- Silva, João Miguel Figueiredo e. *Análise do Galgamento Onda a Onda em Estruturas Marítimas*. Lisboa: Técnico Lisboa, 2014.
- Silva, N.F.R. *Estudo e Propostas de Intervenção em Solos Erosivos - Caso de Estudo Cabinda - Angola*. Instituto Politécnico de Tomar, 2018.
- SOS Cabedelo. 2018.
- Sousa, M. *Avaliação do impacto da subida do nível do mar nas praias encastradas da costa Sul do Algarve*. UNIVERSIDADE DO ALGARVE Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2016.

- Teixeira, S.B. *Demarcação do leito e da margem das águas do mar no litoral sul do Algarve*. Administração da Região Hidrográfica do Algarve. Faro, 2009.
- Traveira, Manuel Filipe Roque Esteves. *Figueira da Foz: Do cabaret ao deserto*. 2015.
- UN. “United Nations Framework Convention on Climate Change.” *United Nations Convention on Climate Change*. Rio de Janeiro, 1992. 7.
- UNESCO. “Implementar ações urgentes para adaptar ou mitigar a acidificação dos oceanos.” *Website da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura*. s.d. <http://www.unesco.org/new/pt/natural-sciences/ioc-oceans/priority-areas/rio-20-ocean/10-proposals-for-the-ocean/1a-ocean-acidification> (acedido em 24 de Maio de 2016).
- UNFCCC. “Find out more about COP 21.” *Website oficial da UNFCCC - COP 21 PARIS*. s.d. <http://www.cop21paris.org/about/cop21/> (acedido em 23 de Maio de 2016).
- . “Kyoto Protocol.” *Website da United Nations Framework Convention on Climate Change*. s.d. http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php (acedido em 23 de Maio de 2016).
- União Europeia. *Viver com a erosão costeira na Europa – sedimentos e espaço para a sustentabilidade. Resultados do estudo EuroSION*. União Europeia, 2006.
- UNISDR. *UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction*. Geneva: United Nations Strategy for Disaster Reduction (UNISDR), 2009.
- Veloso Gomes, F. *Algumas Reflexões sobre a Problemática das Obras de Protecção Costeira. Apontamentos da disciplina de Protecção Costeira*. FEUP, 2007.
- Veloso-Gomes, F., Taveira-Pinto, F., & Pais-Barbosa, J. 2005.
- Veloso-Gomes, F., Taveira-Pinto, F., Pais-Barbosa, J., Costa, J., & Rodrigues, A. “Estudo das intervenções na Costa da Caparica. 1^{as} Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente, FEUP, Porto, Portugal. Disponível em

http://paginas.fe.up.pt/~shrha/publicacoes/pdf/JHRHA_1as/RevistaHRHA5_EstudosEIntervencoes_VERFINAL.pdf." 2006.

WMO. "Emission Scenarios." *Website da World Meteorological Organization*. s.d.
https://www.wmo.int/pages/themes/climate/emission_scenarios.php (acedido em 24 de Maio de 2016).

9. Anexo I

Efeitos causados pelas obras de engenharia para proteção costeiras



Figura 54: Cortegaça - Maceda Recuo \approx 270 m. Fonte: Pinto (2018)



Figura 55: Furadouro - Recuo \approx 220 m. Fonte: Pinto (2018)



Figura 56: Costa Nova - Recuo \approx 300 m. Fonte: Pinto (2018)



Figura 57: Costa da Caparica - Recuo \approx 200 m. Fonte: Pinto (2018)



Figura 58: Vista do efeito do esporão na praia de Ofir, 2013. Fonte: <http://lugar-pedrinhas.blogspot.com>

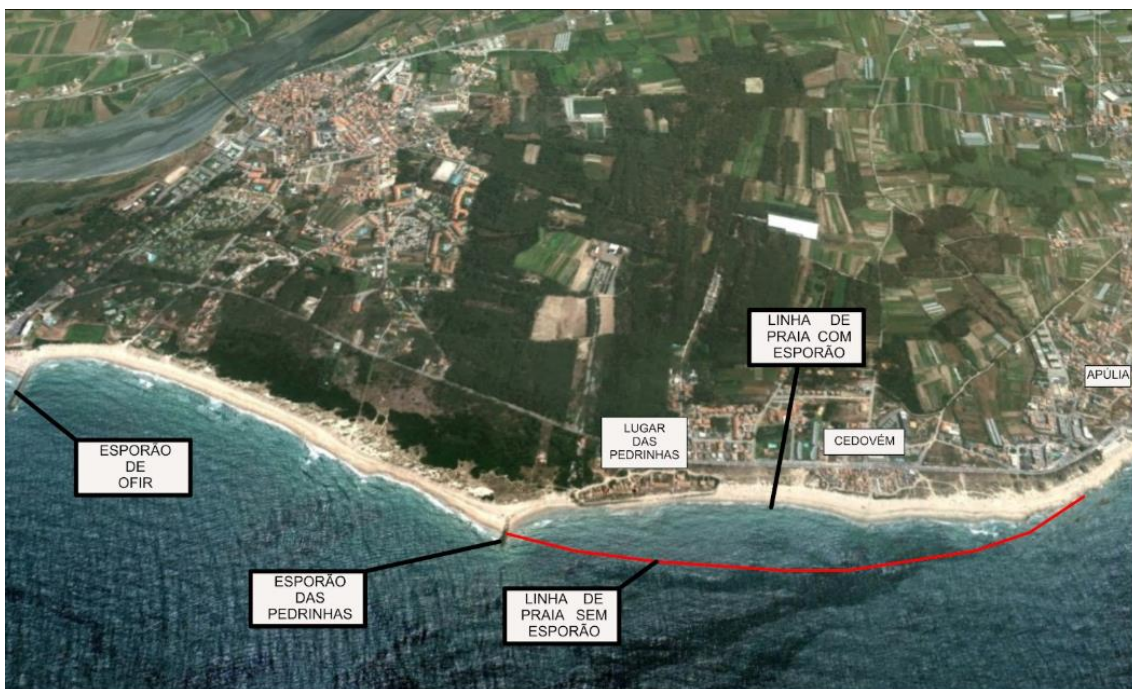


Figura 59: Vista do efeito dos esporões entre Pedrinhas e Cedovém são dois Lugares à beira mar, situados entre Ofir e a Apúlia, no concelho de Esposende, 2012. Fonte: <http://lugar-pedrinhas.blogspot.com>

10. Anexo II

Galgamentos costeiros na Figueira da Foz.



Figura 60: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010

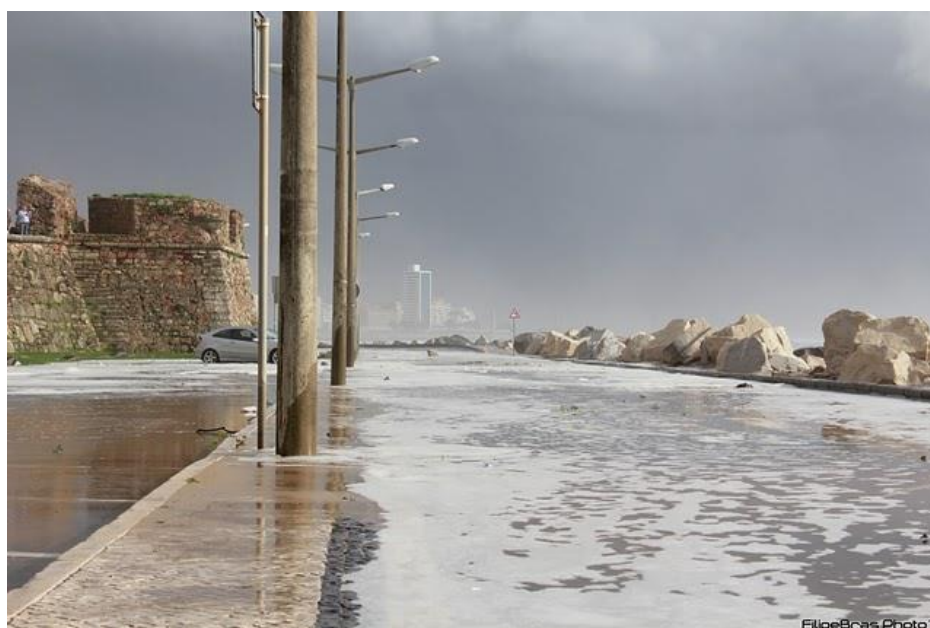


Figura 61: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010



Figura 62: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010



Figura 63: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010



Figura 64. Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010



Figura 65: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010



Figura 66: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010



Figura 67: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010



Figura 68: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010



Figura 69: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010



Figura 70: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010



Figura 71: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010



Figura 72: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010



Figura 73: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010



Figura 74: Imagem do efeito de galgamentos a norte do Forte de Buarcos. Fonte: Fotografia de Filipe Brás, tirada a 9 de outubro de 2010



Figura 75: Praia do Cabedelo engolida pelo Mar. Fonte: Fotografia de Lobo, tirada a 13 de setembro de 2011