



**UNIVERSIDADE DE COIMBRA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
**Departamento de Ciências da Terra**

**TERRITÓRIO DE INQUIETAÇÃO: A VULNERABILIDADE DA ZONA COSTEIRA  
DO CONCELHO DA MARINHA GRANDE**

Hugo Fernando Alves Fróis Areal

**MESTRADO EM DINÂMICAS SOCIAIS, RISCOS NATURAIS E TECNOLÓGICOS**

Julho, 2015





**UNIVERSIDADE DE COIMBRA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
**Departamento de Ciências da Terra**

**TERRITÓRIO DE INQUIETAÇÃO: A VULNERABILIDADE DA ZONA COSTEIRA  
DO CONCELHO DA MARINHA GRANDE**

Hugo Fernando Alves Fróis Areal

**MESTRADO EM DINÂMICAS SOCIAIS, RISCOS NATURAIS E TECNOLÓGICOS**

**Domínio Científico - CIÊNCIAS DO RISCO**

**Orientador científico**

Professor Doutor Alexandre Oliveira Tavares

Julho, 2015

## Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos os que de alguma forma acompanharam, incentivaram e contribuíram para a realização desta dissertação.

Ao Professor Doutor Alexandre Tavares, por ter aceitado a orientação científica desta investigação, pela sua total disponibilidade, mesmo ao fim de semana, e pela sua amizade.

Ao Dr. José Nunes André, pela disponibilização de fotografias aéreas, bibliografia e pelas trocas de ideias que tivemos.

Ao Professor Doutor Fernando Veloso Gomes (Universidade do Porto) e ao Professor Doutor Carlos Coelho (Universidade de Aveiro) pela simpatia com que me disponibilizaram bibliografia.

Ao Capitão-de-fragata Jorge Gorricha, Capitão do Porto da Nazaré, pela simpatia com que me recebeu e pelas informações que me prestou.

Ao Instituto Hidrográfico pela disponibilização de dados da boia oceânica MONICAN.

À Eunice Marques pelo constante apoio, incentivo e colaboração que me deu durante todo este percurso.

À Diana Gomes pela inestimável ajuda na georreferenciação das fotografias aéreas e pela ajuda com o GeoMedia.

Ao Mário Monteiro pela ajuda na construção das matrizes e com o ArcGIS.

Ao Diogo Ferreira, companheiro de inúmeras viagens a Coimbra. Viagens essas onde muitas vezes a vulnerabilidade das zonas costeiras e as inundações foram o tema de conversa.

À Dina Correia pelo apoio incondicional, pela paciência em toda esta etapa e que me aturou nos bons e nos maus momentos.

Aos meus pais pelo constante carinho, apoio e incentivo. Mãe, sei que onde estiveres estarás orgulhosa de mais esta etapa concluída... obrigado!

## Resumo

Esta dissertação aborda uma temática que costuma fazer manchetes na comunicação social em todos os invernos em Portugal, a vulnerabilidade da zona costeira, neste caso em particular, a do concelho da Marinha Grande. Corresponde a um troço da zona costeira com uma forte dinâmica natural, sujeito a muitas adversidades e que podem potenciar avultados prejuízos ambientais, sociais e económicos.

Após a caracterização da área de estudo, através de metodologias específicas para cada capítulo é analisado a evolução do uso e ocupação do solo e a evolução da linha de costa, através de métodos de fotointerpretação em seis conjuntos de fotografia aéreas de 1947 a 2012. Foi efetuado o histórico de eventos e de intervenções de proteção costeira e a análise da vulnerabilidade da área de estudo para se criar um referencial do estado da zona costeira do concelho da Marinha Grande.

O objetivo último do presente trabalho é a elaboração de propostas espaciais e temporais de intervenções que visem reduzir a vulnerabilidade deste território e da sua população.

**Palavras-chave:** Zona costeira; uso do solo; linha de costa; vulnerabilidade; Marinha Grande.

## Abstract

This dissertation addresses a topic that often make headlines in the media every winter in Portugal, the vulnerability of the coastal zone, in this particular case, the Marinha Grande area. Corresponds to a section of the coastal zone with a strong natural dynamics, subject to many adversities that can enhance substantial environmental damage, social and economic losses.

After the characterization of the study area through specific methodologies for each chapter is analyzed the evolution of land use and occupation and the evolution of the coastline, through photo-interpretation methods in six sets of aerial photography from 1947 to 2012. It was made the list of historical events and coastal protection interventions and the analysis of the vulnerability of the study area to reach a state of reference of the coastal area of Marinha Grande.

The ultimate goal of this work is to draw up spatial and temporal proposals for interventions aimed to reduce the vulnerability of this territory and its population.

**Keywords:** Coastal area; land use; coastline; vulnerability; Marinha Grande.

## Índice

1 - Introdução.....	1
1.1 - Objetivos .....	6
1.2 - Enquadramento do problema.....	7
1.3 - Dinâmica costeira.....	10
1.4 - Esquema geral de trabalho .....	15
2 - Metodologia.....	19
3 - Caracterização da área de estudo.....	29
3.1 - Morfologia.....	29
3.2 - Geologia .....	31
3.3 - Hidrologia.....	34
3.4 - Clima.....	37
3.5 - Socioeconomia .....	38
3.6 - Demografia.....	39
3.7 - Estrutura urbana .....	40
3.8 - Equipamentos e serviços.....	40
4 - Evolução do uso e ocupação do solo .....	43
5 - Evolução da linha de costa .....	51
6 - Histórico de eventos com perdas associados .....	57
7 - Intervenções de proteção costeira .....	67
8 - Vulnerabilidade .....	75
9 - Referencial do estado da zona costeira .....	81
10 - Propostas de intervenções.....	83
Conclusões .....	87
Bibliografia .....	89
Legislação .....	93
Anexo 1 - Parâmetro de vulnerabilidade: distância à linha de costa.....	95
Anexo 2 - Parâmetro de vulnerabilidade: cota altimétrica.....	96

## Índice de figuras

Figura 1 - Conceito de zona costeira (limites) .....	3
Figura 2 - Enquadramento geográfico do concelho .....	5
Figura 3 - Vista panorâmica da Mata Nacional de Leiria.....	5
Figura 4 - Delimitação da área de estudo .....	6
Figura 5 - Fotografia, do final da década de 70, do Penedo do Cabo .....	8
Figura 6 - Fotografia, do final da década de 70, da Praia Velha.....	8
Figura 7 - Extrato de notícia a demolição de barracas.....	9
Figura 8 - Edital n.º 20/84 da Capitania do Porto da Nazaré .....	9
Figura 9 - Evolução das áreas drenadas antes e após a construção de barragens .....	14
Figura 10 - Modelo teórico da investigação.....	16
Figura 11 - Evolução das áreas drenadas antes e após a construção de barragens .....	23
Figura 12 - Localização dos perfis para determinação da evolução da linha de costa .....	24
Figura 13 - Localização das zonas para análise da vulnerabilidade .....	28
Figura 14 - Fotografia tomada de avião do sistema praia/duna a norte da Praia Velha .....	29
Figura 15 - Fotografia tomada de avião das arribas entre S. Pedro de Moel e a Praia Velha.....	30
Figura 16 - Fotografia tomada de avião das arribas entre Água de Madeiros e S. Pedro.....	30
Figura 17 - Fotografia tomada de avião da foz do ribeiro de S. Pedro de Moel .....	31
Figura 18 - Sistema dunar longilitoral .....	31
Figura 19 - Extrato da folha 22-D .....	32
Figura 20 - Fotografia aérea da zona de S. Pedro de Moel .....	33
Figura 21 - Coluna litoestratigráfica de diferentes setores da Bacia Lusitânica .....	33
Figura 22 - Afloramento do Mesozóico no ribeiro de S. Pedro de Moel .....	34
Figura 23 - Principais linhas de água do concelho e regiões hidrográficas.....	35
Figura 24 - Troço distal do rio Lis (Praia da Vieira).....	36
Figura 25 - Fotografias aéreas com a foz do rio Lis em 1947 .....	36
Figura 26 - Fotografia aérea ilustrando a foz do rio Lis em 2010.....	37
Figura 27 - Praia da Vieira em 1958 .....	37
Figura 28 - Imagens classificadas com a nomenclatura CLCpt de 1947 e 1958 .....	43
Figura 29 - Imagens classificadas com a nomenclatura CLCpt de 1973 e 1991 .....	44
Figura 30 - Imagens classificadas com a nomenclatura CLCpt de 2002 e 2012 .....	45

Figura 31 - Delimitação do limite da base dos anos de 1947 e 1958.....	51
Figura 32 - Delimitação do limite da base dos anos de 1973 e 1991.....	52
Figura 33 - Delimitação do limite da base dos anos de 2002 e 2012.....	53
Figura 34 - Delimitação da base nos anos de 1947, 1958, 1973, 1991, 2002 e 2012 .....	54
Figura 35 - Distância e evolução entre a linha de referência e a base nos seis anos em análise55	
Figura 36 - Dados provocados pelo temporal de 1958 .....	57
Figura 37 - Galgamento oceânico ocorrido em fevereiro de 1978 .....	58
Figura 38 - Notícia sobre as consequências do temporal de 1979 .....	58
Figura 39 - Notícia sobre os prejuízos em S. Pedro de Moel.....	59
Figura 40 - Danos em escadaria de um apoio de praia .....	59
Figura 41 - O mar chegou ao parque de estacionamento da margem direita do rio Lis .....	60
Figura 42 - Exemplo dos danos em S. Pedro de Moel.....	60
Figura 43 - Notícia sobre os danos causados pela tempestade Hércules .....	61
Figura 44 - Notícia sobre os resíduos retirados das praias do concelho.....	62
Figura 41 - Distribuição espacial dos movimentos de massa em vertente.....	63
Figura 46 - Arriba com cicatrizes recentes .....	64
Figura 47 - Deposição de detritos na base da arriba.....	65
Figura 48 - Obra de reforço do paredão da Praia da Vieira (18DEZ2013).....	67
Figura 49 - Obra de reparação do molhe norte do rio Lis (14AGO2014) .....	68
Figura 50 - Edital sobre a construção de muralha em S. Pedro de Moel .....	69
Figura 51 - Fotografias de um movimento de massa em vertente na arriba a sul do farol.....	69
Figura 52 - Fotografia da interdição dos passadiços junto ao Bairro dos Naturais.....	70
Figura 53 - Fotografia da Av. Marginal.....	70
Figura 54 - Fotografias da intervenção em 2012 nas arribas de S. Pedro de Moel .....	72
Figura 55 - Fotografias da intervenção em 2014 na Praia Velha .....	72
Figura 56 - Localização das intervenções de proteção costeira.....	73
Figura 57 - Verificação do ângulo durante a execução da proteção aderente .....	82
Figura 58 - Obra de defesa aderente em setembro de 2012 e julho de 2015 .....	82
Figura 59 - Edifício com proteções nas portas e janelas.....	84

## Índice de tabelas

Tabela 1 - Características das fotografias aéreas.....	19
Tabela 2 - Corine Land Cover: versão portuguesa. ....	21
Tabela 3 - Classificação dos parâmetros de vulnerabilidade. ....	26
Tabela 4 - Peso de cada parâmetro na classificação global de vulnerabilidade, em função da distância à linha de costa. ....	26
Tabela 5 - Classificação dos parâmetros das consequências. ....	27
Tabela 6 - Nível de escolaridade. ....	39
Tabela 7 - Quantidade de edifícios por ano de construção. ....	40
Tabela 8 - Número de polígonos, áreas e percentagens de classes de uso e ocupação de solo.	46
Tabela 9 - Evolução do uso e ocupação de solo entre 1947 e 2012. ....	48
Tabela 10 - Diferencial entre dois conjuntos de fotografias para os anos de análise sucessivos.	55
Tabela 11 - Distribuição percentual da área de estudo a ocidente e a oriente da linha base....	56
Tabela 12 - Inventário de movimentos de massa em vertentes ocorridos em S. Pedro de Moel.	64

## Lista de siglas e acrónimos

**APA** - Agência Portuguesa do Ambiente

**ARH** - Administração da Região Hidrográfica

**CLCpt** - Corine Land Cover: versão portuguesa

**ENGIZC** - Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira

**ETRS89** - European Terrestrial Reference System 1989

**GE** - Grau de estabilidade

**IGeoE** - Instituto Geográfico do Exército

**IGP** - Instituto Geográfico Português

**IGT** - Instrumento de gestão do território

**LMPMAVE** - Linha de máxima preia-mar de águas vivas equinociais

**MNL** - Mata Nacional de Leiria

**NMM** - Nível médio do mar

**PAPVL** - Plano de Acção de Protecção e Valorização do Litoral 2012- 2015

**POOC** - Planos de Ordenamento da Orla Costeira

**SIG** - Sistemas de informação geográfica

## 1 - Introdução

Portugal, desde há muitos anos, sofre de uma grande assimetria na distribuição geográfica da população. Segundo Santos e Miranda (2006, p. 173), o litoral português, com os seus cerca de 950 km de linha de costa, alberga cerca de 75 % da população e estima-se que seja responsável por 85 % do Produto Interno Bruto nacional. Ainda segundo a mesma fonte, a densidade populacional no litoral (215 hab/Km<sup>2</sup>) é quase o dobro da média nacional (125 hab/Km<sup>2</sup>).

Havendo mais recursos, maior poder de compra e mais emprego, faz com que cada vez mais população migre do interior para o litoral. Este ciclo migratório teve início nos anos 60, do século passado, com a popularização de uma cultura recreativa balnear, levando a uma ocupação intensiva de muitas povoações costeiras (Schmidt *et al.*, 2012, p. 24), correspondendo este ao processo migratório de litoralização.

Durante algumas décadas a ocupação do litoral foi-se fazendo de forma desordenada, muitas vezes de forma ilegal e sem respeitar quaisquer princípios de ordenamento do território. Os Planos Diretores Municipais, um dos principais instrumentos de gestão territorial (IGT), e que deveriam ter imposto regras de ocupação, só surgiram em meados da década de 80, do século passado. Grande parte do problema já estava criado com o aparecimento e desenvolvimento de muitos aglomerados populacionais a ocupar dunas e arribas de norte a sul do país.

No ano 2000 foi aprovado o Plano de Ordenamento da Orla Costeira Ovar-Marinha Grande. Instrumento de natureza regulamentar, da competência da administração central, em que embora com objetivos essencialmente balneares também tem a incumbência de identificar e definir o afastamento das edificações da linha de costa (Schmidt *et al.*, 2012, p. 28).

A forte pressão urbanística tem beneficiado de uma grande desarticulação das múltiplas tutelas com responsabilidades nesta parte do território e uma grande ambiguidade de interesses do Estado em relação ao litoral, relativamente à ocupação e uso do solo e à intervenção sob a forma de medidas de conservação e de mitigação dos riscos.

Também muitos planos, estratégias, programas e estudos têm sido elaborados para o litoral, dos quais se podem destacar os Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC), o Programa Finisterra (2002-2004)<sup>1</sup>, o Plano de Acção para o Litoral 2007-2013<sup>2</sup> e a Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira (ENGIZC)<sup>3</sup>. O índice de concretização destes planos foi tão

---

<sup>1</sup> Aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 22/2003, de 18 de fevereiro.

<sup>2</sup> Aprovado a 9 de outubro de 2007 por despacho do Ministro do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

<sup>3</sup> Aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 82/2009, de 8 de setembro.

baixa que em 2012 foi lançado um novo plano - Plano de Ação de Proteção e Valorização do Litoral 2012-2015 (PAPVL)<sup>4</sup>, já sob as orientações da Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas<sup>5</sup> (Gomes, 2014, pp. 1-2).

Ainda que não se encontre aprovado, importa referir o Plano Regional do Ordenamento do Território do Centro (PROT-C), que no seu documento sobre os riscos naturais e tecnológicos (CCDRC, 2007, pp. 14-15) atribui a classificação de elevado a muito elevado à zona de arriba de S. Pedro de Moel e coloca os núcleos urbanos de S. Pedro de Moel e Praia da Vieira como zonas de risco elevado (CCDRC, 2011, p. 184)

A linha de costa é vulgarmente entendida como um limite físico, estático, quando na realidade não o é. Na realidade a linha de costa, principalmente as constituídas por cordões dunares longilitorais, como é o caso de grande parte da área em estudo, possuem uma variabilidade a diferentes escalas temporais. Os principais motores desse dinamismo são os ciclos mareais e o regime de ventos. Os movimentos cíclicos das marés e do regime de ventos originam a erosão e a acreção constantes nos sistemas dunares, que poderão ser maiores ou menores conforme a intensidade e duração dos fenómenos referidos.

A uma escala temporal mais alargada ganha especial enfoque a quantidade de sedimentos que chegam à costa bem como a subida do nível médio mar. Os materiais sólidos transportados pelos rios são a principal fonte de sedimentos que fornece o litoral e que alimentam as praias a sotamar, através da deriva litoral. Cortando ou diminuindo este fornecimento o seu efeito sentir-se-á nas praias a sotamar com a inevitável diminuição dos areais.

As alterações climáticas e a conseqüente subida do nível médio do mar (NMM), que segundo dados do marégrafo de Cascais subiu cerca de 15 cm no último século (Pereira, 2004, p. 4), além de enfatizarem os perigos existentes, criaram novos perigos. A relação existente entre Portugal e os riscos costeiros ganha dimensão em seguimento da extensa linha costeira existente no nosso país. Esta linha, caracterizada por zonas de arribas e dunas, tem sofrido nos últimos anos grandes transformações no traçado e sua morfologia. Estas transformações, com origem em processos erosivos naturais, ação antrópica e fenómenos meteorológicos extremos, conduzem a um recuo da linha costeira e a uma exposição cada vez mais acentuada das populações aos perigos. Cerca de 1/4 da extensão da costa portuguesa mostra tendência para erosão ou erosão

---

<sup>4</sup> Aprovado a 29 de maio de 2012, pela Ministra da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.

<sup>5</sup> Aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 24/2010, de 1 de abril.

confirmada, independentemente de se tratar de costa rochosa ou arenosa (Santos e Miranda, 2006, p. 174 e APA, 2012, p. 7).

Para estudar um território, é necessário conhecer os processos potenciadores e indutores das suas transformações, tanto naturais como antrópicos. Para conhecer a evolução do território que compõe a área de estudo pretende-se estudar e analisar o uso e ocupação do solo num período de tempo alargado, que será de 65 anos (1947-2012), bem como a evolução da linha de costa, analisando a sua erosão ou acreção.

Consideram-se no decurso desta dissertação os seguintes conceitos fundamentais, a que corresponde o entendimento seguinte:

A vulnerabilidade, no sentido mais estrito das engenharias e segundo Julião *et al.* (2009, p. 21) é o grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos expostos, em resultado da ocorrência de um processo (ou ação) natural, tecnológico ou misto de determinada severidade. Expressa numa escala de 0 (sem perda) a 1 (perda total). Numa visão das ciências sociais a vulnerabilidade é o potencial para a perda. A vulnerabilidade inclui quer elementos de exposição ao risco (as circunstâncias que colocam as pessoas e as localidades em risco perante um determinado perigo), quer de propensão, ou seja, as circunstâncias que aumentam ou reduzem a capacidade da população, da infraestrutura ou dos sistemas físicos para responder e recuperar de ameaças ambientais (Cutter, 1996; Turner *et al.*, 2003; Wisner *et al.*, 2004; Adger, 2006; Birkmann, 2006, *apud* Cutter, 2011, p. 60).

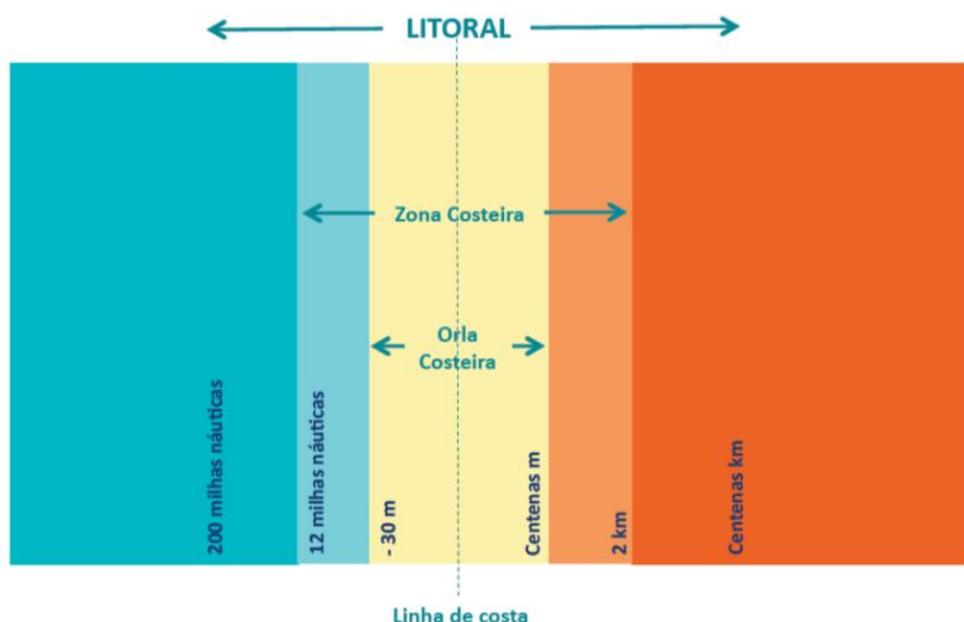


Figura 1 - Conceito de zona costeira (limites)  
Fonte: Ribeiro (2010, p. 28)

A faixa litoral é a 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 (Gomes *et al.*, 2007, p. 37).

Como zona costeira entende-se a porção de território influenciada direta e indiretamente em termos biofísicos pelo mar (ondas, marés, ventos, biota ou salinidade) e que pode ter para o lado de terra largura tipicamente de ordem quilométrica e se estende, do lado do mar, até ao limite da plataforma continental (Gomes *et al.*, 2007, p. 37), conforme se pode ver na figura 1.

Entende-se como intervenções de proteção costeira as ações cujo objetivo sejam a prevenção e mitigação do risco para os utentes das praias e a diminuição da suscetibilidade das infraestruturas e do território. Estas intervenções podem ser realizadas através da construção de obras de engenharia costeira pesada (obras transversais aderentes: molhes e esporões; obras longitudinais aderentes: enrocamentos e paredões; obras longitudinais destacadas: quebra-mares), através da alimentação artificial das praias, transposições e dragagens, através do ordenamento do território (deslocalizações, condicionalismo ou interdição de uso), entre outras.

O uso e a ocupação do solo são muitas vezes confundidos ou entendidos como semelhantes, embora sejam conceitos diferentes. Com base nos Decretos Regulamentares n.ºs 9 e 11/2009, de 29 de maio e em Pardal (2009, p. 1), o uso do solo corresponde à descrição funcional do espaço de acordo com o propósito socioeconómico deste (e.g. solo urbano e solo rural). A ocupação do solo corresponde àquilo que constitui a cobertura física do solo.

Como temporal entende-se ocorrência simultânea de agitação marítima elevada, marés vivas e sobre elevação do nível do mar de origem meteorológica - *storm surge* (Gomes, 2007, p. 85).

O concelho da Marinha Grande localiza-se no Distrito de Leiria, no centro do território nacional, na faixa litoral da região da Estremadura, marcando a transição da Estremadura para a Beira Litoral. Trata-se da área litoral da Região Centro, enquadrando-se na região NUTS II - Centro e NUTS III - Região Pinhal Litoral e mais especificamente na sub-região homogénea: Dunas Litorais e Baixo Mondego (CMMG, 2012, p. 230).

É constituído por três freguesias: Marinha Grande, Vieira de Leiria e Moita, sendo que a área em estudo só pertence às duas primeiras. Confronta a norte e a este com o concelho de Leiria, a sul com o concelho de Alcobaça e a oeste com o oceano Atlântico (figura 2).

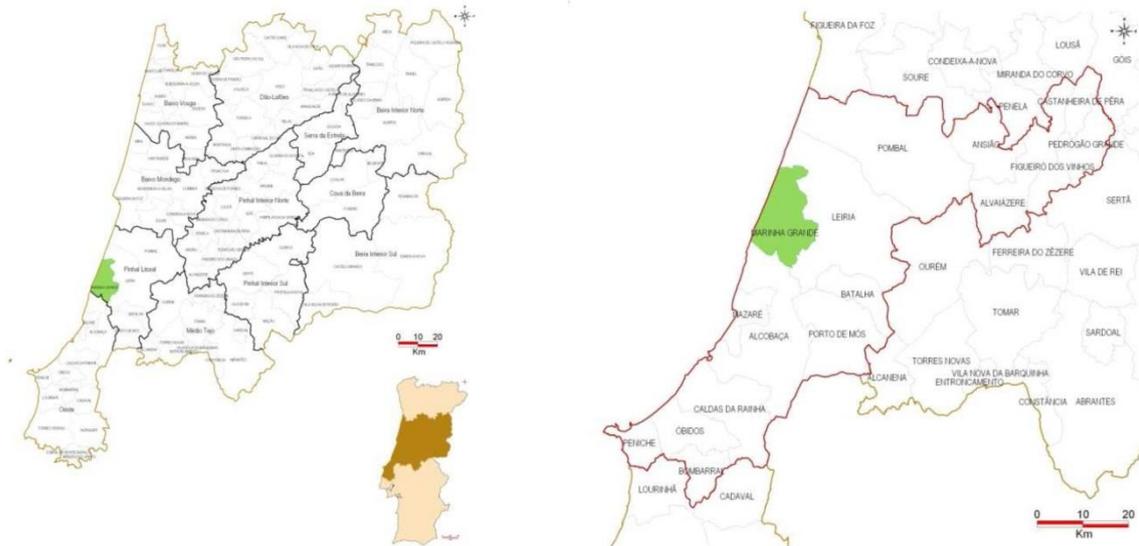


Figura 2 - Enquadramento geográfico do concelho  
Fonte: CMMG (2012, p. 277)

O concelho possui uma área de 187,2 Km<sup>2</sup>, sendo que, aproximadamente, dois terços são ocupados pela Mata Nacional de Leiria (figura 3).



Figura 3 - Vista panorâmica da Mata Nacional de Leiria

Este trabalho tem como área de estudo a zona costeira do concelho da Marinha Grande. A delimitação da área de estudo foi baseada na definição de zona costeira de Gomes *et al.* (2007) para o lado de terra, ou seja, 2 Km (figura 1) e 200 m para o mar, tendo como referência a Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP), na sua versão de 2014, disponível no sítio da Direção-Geral do Território ([www.dgterritorio.pt](http://www.dgterritorio.pt)), perfazendo 3977,69 hectares (39,77 Km<sup>2</sup>).

A zona costeira do concelho da Marinha Grande (figura 4) tem um comprimento aproximado de 18 km e inclui três aglomerados populacionais: Água de Madeiros; S. Pedro de Moel e a Praia da

Vieira, que se encontram encaixados entre a Mata Nacional de Leiria (MNL) e o oceano Atlântico.

A área de estudo pertence ao Plano de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) Ovar-Marinha Grande, que inclui as seguintes praias: Praias da Vieira, Praia do Samouco, Pedras Negras, Praia Velha, Praia da Concha, S. Pedro de Moel e Água de Madeiros (norte).

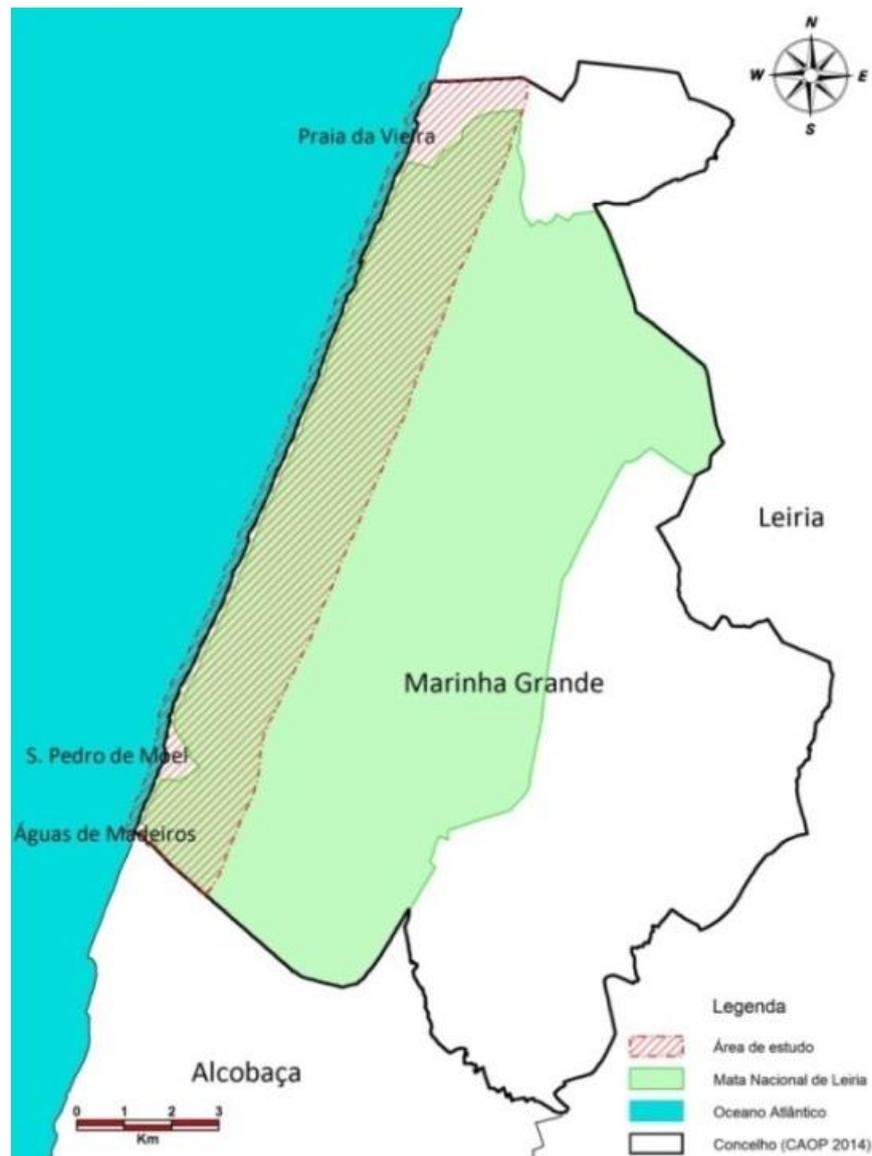


Figura 4 - Delimitação da área de estudo

### 1.1 - Objetivos

O autor sempre sentiu um grande fascínio pelos processos naturais da faixa litoral, processos esses que tornam o nosso litoral tão dinâmico e quase “mágico”. As praias estão constantemente em mudança pela ação das ondas, marés astronómicas e meteorológicas,

correntes marítimas, vento, tempestades, quer as ações antrópicas, propiciando diferentes paisagens nas mais variadas escalas de tempo (horas, dias, semanas, meses, anos, décadas...).

Durante o seu percurso académico, e sempre que possível, foi instintivamente direcionando os diversos trabalhos para o estudo dos riscos no litoral, tendo sempre como base de estudo o concelho da Marinha Grande, concelho onde reside, onde trabalha e onde desde há cerca de uma década vem registando fotograficamente a sua evolução, os galgamentos oceânicos e as obras de reparação das infraestruturas destruídas e de estabilização das arribas.

Com o objetivo de estudar, de uma forma sistemática e com metodologias adequadas a vulnerabilidade da zona costeira do concelho da Marinha Grande, pretende-se com o trabalho investigativo, dar resposta às seguintes questões:

- (i) Qual a evolução no uso e ocupação do solo na zona costeira do concelho da Marinha Grande, no período 1947-2012?
- (ii) Qual a evolução da linha de costa do concelho da Marinha Grande no período 1947-2012?
- (iii) Quais as medidas de estabilização ou de mitigação do risco implementadas na zona costeira do concelho da Marinha Grande, no período 1947-2012?
- (iv) Que medidas de gestão do risco à escala municipal devem ser implementadas para reduzir a vulnerabilidade na zona costeira do concelho da Marinha Grande?

## **1.2 - Enquadramento do problema**

Antes de terem essencialmente fins lúdicos, S. Pedro de Moel e a Praia da Vieira eram locais remotos, associados ao transporte de madeira e outros produtos do pinhal, à pesca, e ao transporte de mercadorias, quando o rio Lis era navegável até Leiria. Os trabalhadores destas atividades foram-se estabelecendo, surgiram vias de comunicação a ligar à Marinha Grande e a Vieira de Leiria e constituíram-se verdadeiros aglomerados.

Devido ao turismo balnear, foram surgindo cada vez mais casas, ocupadas essencialmente durante o verão, para práticas balneares. Nas décadas de 60 e 70, do século passado, surgiram algumas construções ilegais isoladas, essencialmente construídas por operários residentes na Marinha Grande e Vieira de Leiria.

Durante a década de 70 e 80, do século passado, surgiram diversos aglomerados de barracas em vários locais, nomeadamente em: Água de Madeiros, Valeiras, Penedo do Cabo (figura 5), Praia

Velha (figura 6), Pedras Negras, Samouco e Praia da Vieira, a norte do rio Lis. No início da década de 80 começaram a ser demolidas algumas das barracas ilegais (figura 7) situadas na zona costeira do concelho da Marinha Grande.



Figura 5 - Fotografia, do final da década de 70, do Penedo do Cabo  
Fonte: Grilo, 2001, p. 196



Figura 6 - Fotografia, do final da década de 70, da Praia Velha  
Fonte: Grilo, 2001, p. 196



Figura 7 - Extrato de notícia a demolição de barracas  
Fonte: Jornal da Marinha Grande, n.º 98, de 30 de dezembro de 1982

O processo de demolição foi complexo e controverso e longo. Das várias centenas de construções existentes havia construções legais, ilegais, em Domínio Público Marítimo e em terrenos do atual Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas.

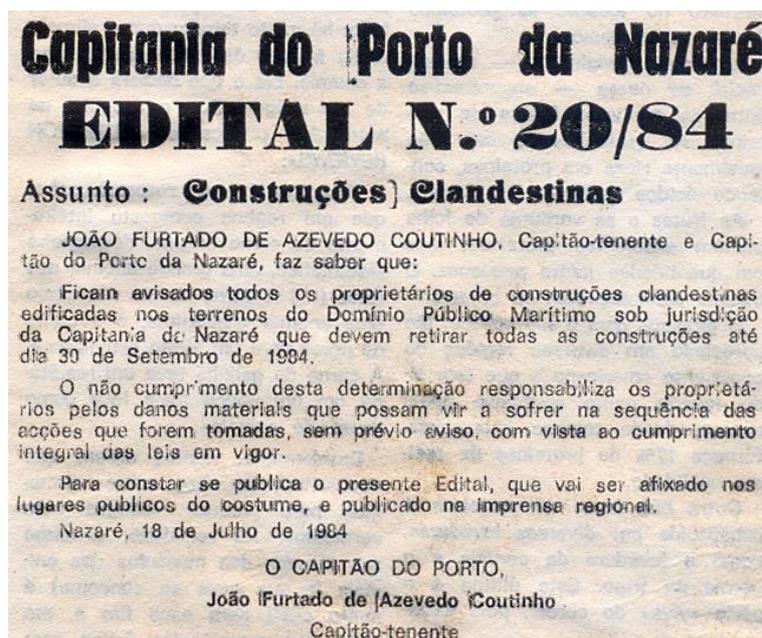


Figura 8 - Edital n.º 20/84 da Capitania do Porto da Nazaré  
Fonte: Jornal Região de Leiria, de 07 de setembro de 1984

Se a maioria era propriedade de operários e emigrantes, também as havia de figuras proeminentes da sociedade Marinhense, Leiriense bem como de altos cargos das Forças Armadas. Houve muitas pressões de ambos os lados, abaixo-assinados, moções, editais (figura 8), tentativas de legalização, em suma, de tudo foi tentado para travar as suas demolições.

O processo de demolição só ficou verdadeiramente concluído já no início da década de 2000 com a demolição do edifício do restaurante Pai dos Frangos na Praia Velha.

A construção de obras de engenharia pesada na costa, que se iniciaram em Espinho quando em 1911 foi construído o primeiro esporão em Portugal (Schmidt *et al.*, 2012, p. 27), tem provocado a interrupção da deriva litoral dos sedimentos, aumentando ainda mais o défice de sedimentos a sul. Segundo a APA, veiculado em diversos órgãos de comunicação social, foram gastos mais de 122 milhões de euros em infraestruturas de defesa do litoral nas últimas décadas.

A cada vez maior necessidade dos portos receberem mais e maiores embarcações tem originado a expansão das áreas portuárias, levando ao aumento das dragagens e ao aumento dos molhes das embocaduras dos portos. A zona costeira do concelho da Marinha Grande sofre as ações dos principais portos marítimos do país, nomeadamente: Porto de Viana de Castelo, Porto de Leixões, Porto de Aveiro e Porto da Figueira da Foz. As constantes dragagens realizadas para manter os portos navegáveis e a venda dos dragados para a construção civil, ao invés da sua deposição nas praias imediatamente a sul, também têm contribuído para aumentar o défice de sedimentos a sul dos respetivos portos (Gomes, 2007, p. 87 e Coelho *et al.*, 2007, p. 8).

A fragilização das dunas provocadas por ações antrópicas, nomeadamente por: terraplanagens, pisoteio, abertura de acessos a praias (tanto para fins lúdicos como para arte xávega), construção de parques de estacionamento, utilização lúdica de veículos motorizados são ações que aumentam a vulnerabilidade das zonas costeiras (Gomes, 2007, p. 85).

A zona costeira da Marinha Grande apresenta erosão confirmada, tendo algumas intervenções de defesa costeira inscritas no PAPVL 2012-2015 com prioridade máxima e foi inclusivamente alvo de duas obras recentes: estabilização das arribas de São Pedro de Moel (obra concluída em 2013 com um custo superior a 1,5 milhões de euros, cofinanciada pelo QREN-POVT) e o reforço do muro de suporte na Praia da Vieira (obra concluída em 2014 com um custo superior a 140 mil euros, cofinanciada pelo QREN-POVT).

### 1.3 - Dinâmica costeira

São muitas as ações atuantes naturais e as ações antrópicas que aumentam, cada vez mais, a vulnerabilidade das zonas costeiras.

Seguidamente far-se-á uma pequena abordagem aos principais mecanismos, naturais e antrópicos. O peso destes mecanismos na dinâmica costeira não é igual, muitos deles não podem ser analisados em separado, bem como alguns são potenciadores uns dos outros.

As correntes marítimas da costa ocidental portuguesa, onde se inclui a área em estudo, a ondulação possui uma orientação essencialmente de noroeste e as correntes de deriva litoral desenvolvem-se paralelas à linha de costa, no sentido norte-sul (Leal, 2005, p. 19).

Quando o caudal sólido que chega às praias diminui (e.g. com a construção de barragens ou a construção de obras de proteção costeira destacadas) gera-se um desequilíbrio negativo entre a quantidade de sedimentos que chegam a um determinado local e a quantidade de sedimentos que daí são movidos para sotamar, iniciando-se assim um processo erosivo. Esse processo erosivo não é mais do que a tentativa da natureza em estabelecer um novo equilíbrio em resultado do atual fluxo de sedimentos (Leal, 2005, p. 20).

São principalmente dois os fenómenos meteorológicos extremos que provocam os maiores danos na costa: os temporais e a sobrelevação do mar ou *storm surge*. Os temporais afetam a costa portuguesa, de maneira direta e de maneira indireta. De maneira indireta, sublinham-se as tempestades ou temporais que têm lugar ao largo da costa portuguesa, que fazem aumentar o nível das ondas e o seu potencial energético. Por norma, as ondas que atingem a costa ocidental portuguesa têm, em média, entre 2 m a 3 m e um período de 8 s a 12 s. Exposta como está aos temporais que se formam no Atlântico norte, a costa ocidental portuguesa pode sofrer o impacto de ondas que ultrapassam os 8 m durante vários dias (Costa *et al.*, 2001, *apud* Coelho *et al.*, 2009, p. 1498). A conjugar com estas alturas, temos o elevado potencial energético das ondas, que é característico da costa ocidental portuguesa (Cruz, 2008, *apud* Coelho *et al.*, 2009, p. 1498). De maneira direta, os temporais com as suas características extremas, como a precipitação intensa e ventos fortes que lhes estão associados, quando localizados diretamente na costa, intensificam o poder erosivo destes elementos tanto em zonas arenosas como em zonas rochosas, como os ocorridos na zona em estudo em janeiro de 2014, durante vários dias.

As *storm surge*, processo que produz uma sobrelevação do mar, devido principalmente a depressões sobre o oceano, são um fator de agravamento quando conjugado com outros extremos meteorológicos. A perigosidade deste fenómeno está associada à conjugação com outros fenómenos extremos, sejam eles de origem meteorológica ou quando coincidem com marés vivas equinociais.

Existem marés astronómicas e meteorológicas. As marés astronómicas resultam da interação gravitacional exercida pela lua e é responsável pela elevação das massas de água. No caso da costa noroeste portuguesa as marés classificam-se como mesomareais, ou seja, com uma amplitude entre os dois e os quatro metros, do tipo semidiurno, com uma desigualdade ligeira entre as duas marés diárias (Cunha, 1999, p. 5). As marés meteorológicas são as que originam os *storm surge*, ou seja, a sobrelevação do mar provocado pela variação da pressão atmosférica. A conjugação da preia-mar de marés vivas equinociais com um *storm surge*, constitui o pior cenário de agitação marítima pela energia contida nas ondas.

As ondas são formadas pela ação dos ventos atuantes em alto mar, através de um processo de transferência de energia atmosférica para a massa de água. As ondas dirigem-se para a costa e devido às alterações do fundo do mar iniciam o processo de rebentamento que culmina com o seu embate nas praias, dunas ou arribas, para os quais transferem todo o seu potencial energético. A quantidade de energia das ondas está diretamente relacionado com a sua altura e período (Leal, 2005, p. 19).

O vento não é mais do que a circulação do ar causado por um diferencial de pressões, origina as ondas, que podem ser formadas ao largo ou localmente. O vento é também responsável pelo transporte de areia de praia e dunas, bem como é o principal responsável pela própria formação das dunas costeiras.

Nas zonas litorais, o regime de ventos é determinado pela sobreposição à circulação atmosférica de larga escala do efeito das brisas marítimas locais, com periodicidade diurna, geradas pelo desigual aquecimento e arrefecimento da terra e do oceano. A costa noroeste portuguesa é, normalmente, varrida por ventos que apresentam um regime típico das regiões costeiras das latitudes médias situadas nas margens oceânicas orientais. A ocorrência de ventos com grandes intensidades nas regiões costeiras de Portugal está, frequentemente, associada a depressões frontais localizadas sobre o norte da Península Ibérica, acompanhadas de sistemas frontais em Portugal (Coelho, 2005, p. 61).

Os sistemas dunares são uma importante reserva de sedimentos que as praias dispõem, funcionando também como uma barreira física natural contra os galgamentos oceânicos. Essa reserva de sedimentos é particularmente importante após a ocorrência de episódios de forte agitação marítima, servindo como reserva para reequilibrar o défice de sedimentos, permitindo assim que as praias atinjam um novo equilíbrio. Os sistemas coesivos das arribas e da plataforma são sujeitos a erosão provocada pela ação direta da energia das ondas, desencadeando situações de instabilidade, sob a forma de movimentos de massa, ou de

evolução regressiva.

Ao longo do século passado foram realizadas operações em zonas costeiras que visaram a expansão dos territórios terrestres. Estas operações tornaram-se relativamente frequentes nas zonas estuarinas devido às operações portuárias. A transformação em zona terrestre desses locais, provoca uma redução do prisma de maré que por sua vez desencadeia mudanças nas correntes por si desencadeadas, responsáveis pelo mecanismo de transporte do caudal sólido nessas zonas. Como consequência da alteração do regime de transporte de sedimentos, aumentou a vulnerabilidade à erosão destes territórios.

O déficit de sedimentos verificado teve como principais causas as construções de barragens e as construções de obras transversais à costa - esporões - que provocaram uma redução muito significativa no fluxo de sedimentos transportados pela deriva litoral. Relativamente à área em estudo esta foi fortemente influenciada pela regularização da bacia hidrográfica do rio Douro e Mondego, pela construção dos molhos no porto da Figueira da Foz e pela construção do campo de esporões da Cova-Gala (Gomes *et al.*, 2006, p. 99 e seg.). Também importa referir que até 1985, em toda a costa portuguesa, se procedia à extração de inertes na costa arenosa de onde foram retirados muitos milhões de metros cúbicos de areias. A construção de molhes na foz do rio Lis na década de 50 do século passado, inicialmente com 150 m e posteriormente reduzidos em 80 m também foram responsáveis pelo déficit de sedimentos verificado nas praias do concelho.

Segundo Coelho *et al.* (2009) as principais fontes de sedimentos de Ovar à Marinha Grande são o rio Douro e a erosão costeira. No seu regime natural, antes da regularização continuada da sua bacia hidrográfica, o rio Douro fornecia aproximadamente  $1,8 \times 10^6 \text{ m}^3$  /ano, tendo decrescido para aproximadamente  $0,25 \times 10^6 \text{ m}^3$  /ano, após esta regularização.

Na figura 9 pode-se verificar a enorme diferença das áreas que drenavam diretamente para o mar antes da construção de barragens e comparar com as atuais áreas que contribuem com o seu caudal sólido para alimentar as praias a sotamar.

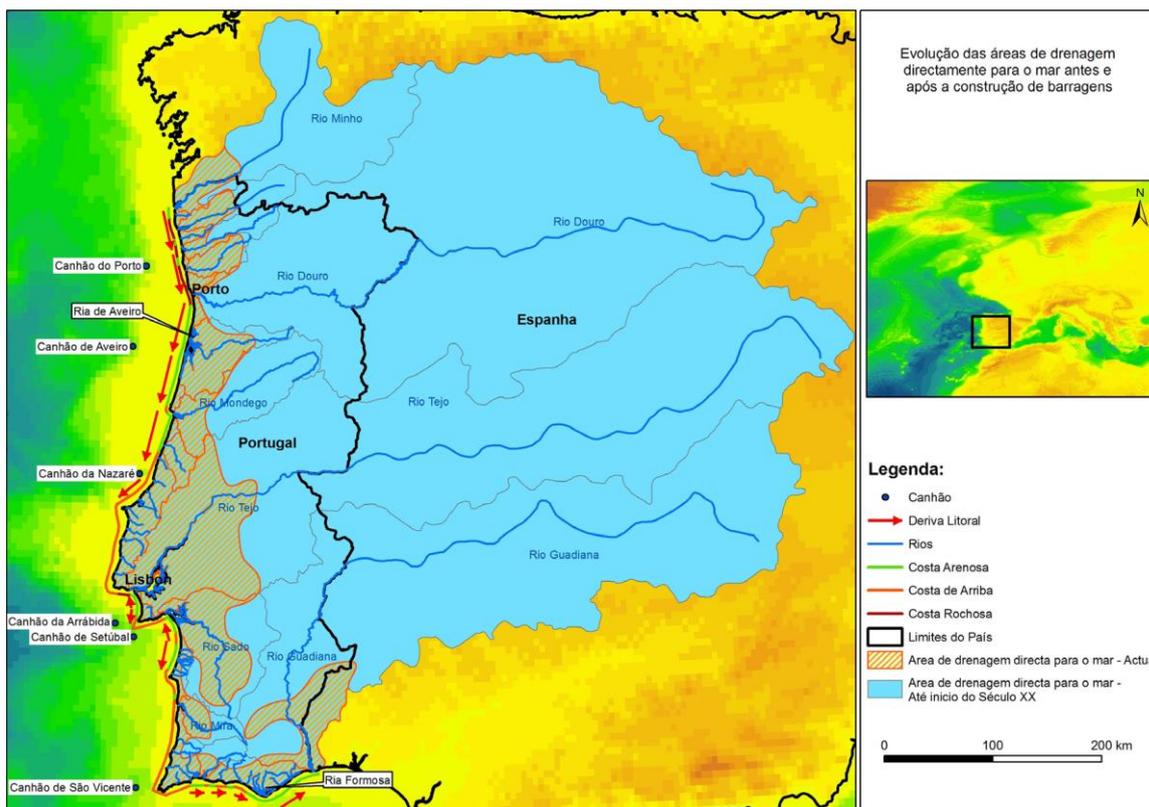


Figura 9 - Evolução das áreas drenadas antes e após a construção de barragens  
Fonte: Gomes *et al.*, 2006, p. 100

As mudanças climáticas, que contribuem para o aumento da vulnerabilidade das zonas costeiras pelo aumento volumétrico das massas de água oceânicas, são bastante controversas, originando discordâncias na comunidade científica sobre a sua intensidade, origens e consequências. Segundo Ribeiro (2010, p. 12) normalmente o enfoque das dinâmicas evolutivas está centrado nas variações históricas do nível das águas do mar e na projeção de futuras subidas, mais ou menos acentuadas, na ordem dos milímetros a centímetros numa escala temporal de 50 a 100 anos.

O uso e ocupação do solo, bem como a própria morfologia urbana influenciam de forma crucial a vulnerabilidade de um território. A morfologia de um aglomerado urbano influencia a vulnerabilidade da faixa costeira, existindo ainda fatores como a disposição do edificado, o tipo de edificado, a distância à linha de costa, entre outros, que podem aumentar ou diminuir a exposição ao perigo.

Os modelos de ordenamento de território deverão ter estes fatores bem presentes durante as revisões dos planos diretores municipais e outros instrumentos de gestão territorial, uma vez que influencia de forma decisiva o futuro e a segurança das populações.

Os portos marítimos são estruturas importantíssimas para a economia portuguesa, uma vez que são interfaces fundamentais nas trocas comerciais, tanto nacionais como internacionais.

Para garantir a sua operacionalidade têm sido construídos e ampliados estruturas de proteção costeira para a proteção contra as ondulações predominantes e garantir e mesmo ampliar a profundidade dos portos para permitir a operações de embarcações cada vez maiores. Para isso cada vez são construídos quebra-mares maiores e efetuadas mais operações de dragagem e mais profundas.

Este tipo de ações tem provocado alterações no transporte de sedimentos por deriva litoral, cuja influência se faz sentir a grandes distâncias a sotamar.

#### **1.4 - Esquema geral de trabalho**

O presente trabalho de investigação pretende testar as seguintes hipóteses:

- (i) O uso e ocupação do solo têm relação com evolução da linha de costa no concelho da Marinha Grande;
- (ii) As medidas de estabilização ou de mitigação do risco implementadas têm influenciado a evolução da linha de costa na zona costeira do concelho da Marinha Grande;
- (iii) Propostas de intervenção municipal para a gestão do risco permitem reduzir a vulnerabilidade.

Para a validação das hipóteses referidas foi desenvolvido o modelo teórico (figura 10) que pretende nortear o desenvolvimento da investigação de uma forma coerente e sistemática.

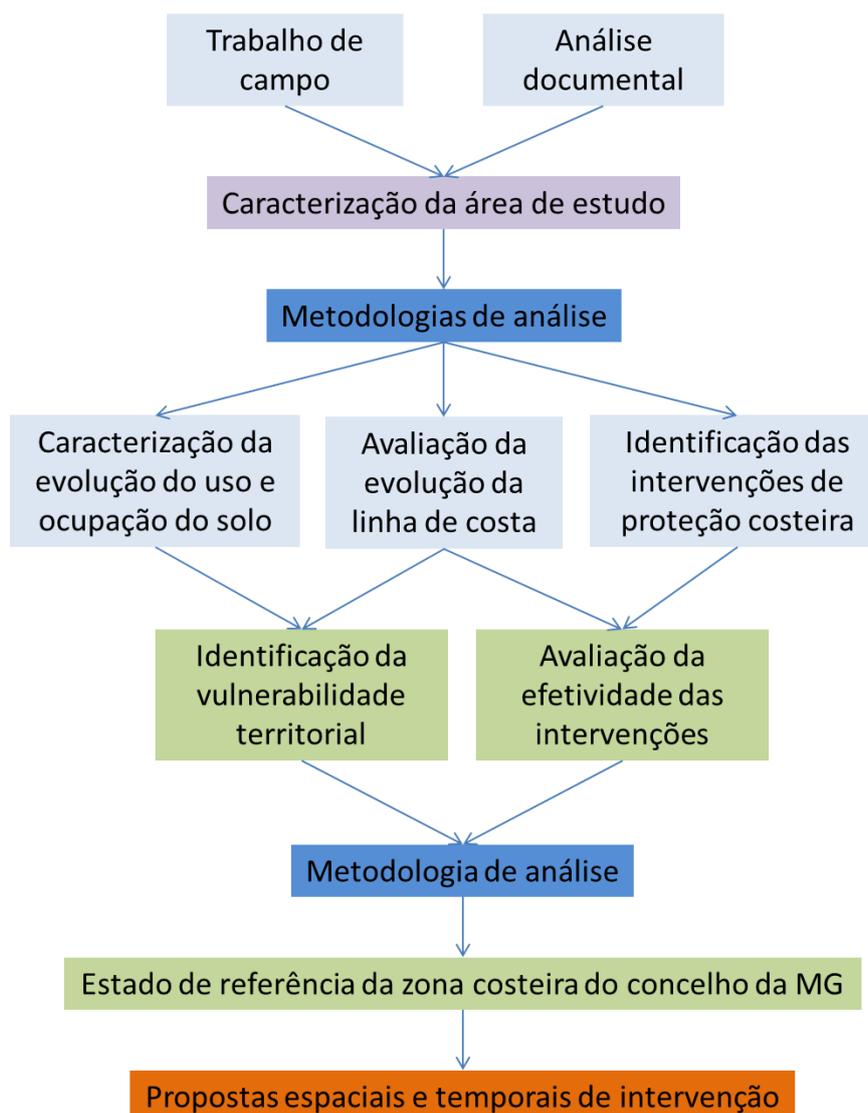


Figura 10 - Modelo teórico da investigação

O modelo teórico da investigação divide-se em quatro partes distintas:

(i) A primeira parte pretende caracterizar a evolução do uso e ocupação do solo da área de estudo nos últimos 67 anos (1947-2014). Para concretizar este objetivo propõe-se a análise da evolução do uso e ocupação do solo, a avaliação da evolução da linha de costa e a identificação das intervenções de proteção costeiras na área de estudo para o período referido;

(ii) Com a análise da caracterização do ponto (i), pretende-se identificar a vulnerabilidade e a eficácia das intervenções realizadas na área de estudo no período considerado;

(iii) Descrição do atual estado da zona costeira do concelho da Marinha Grande;

(iv) Por último pretendem-se elaborar propostas de medidas de gestão do risco, à escala municipal, que devem ser implementadas para reduzir a vulnerabilidade na área de estudo e quem as deve tutelar.

Em suma, esta investigação pretende analisar o passado para melhor compreender o presente e planejar o futuro, da zona costeira da Marinha Grande.

Nas ciências do risco o estudo do histórico é imprescindível. No caso de estudo, a análise do histórico do uso e ocupação do solo, da evolução da linha de costa e a identificação das obras de defesa costeira construídas, vai permitir identificar os locais onde a erosão tem sido maior, qual a efetividade das obras de defesa (pela análise da erosão ocorrida antes e depois da sua construção) e perceber também como as ações antrópicas têm influenciado a zona costeira da Marinha Grande.



## 2 - Metodologia

Na presente dissertação foram utilizadas metodologias específicas nas diversas etapas que a compõe e que se explanam seguidamente, de acordo com o modelo teórico de investigação apresentado (figura 10).

A **revisão bibliográfica**, que embora não possua um capítulo formal, encontra-se explanado nos diferentes capítulos que a compõem, e procura o conhecimento aprofundado da área de estudo, bem como conhecer as melhores metodologias para dar resposta às diferentes tarefas. Trata-se de uma tarefa longa dada a bibliografia disponível das diversas áreas do conhecimento que esta investigação pretende abarcar, como é o interface terra/mar.

O **trabalho de campo** também é uma tarefa transversal a toda a investigação e permitiu conhecer melhor a área de estudo, bem como permitiu a confirmação e validação no terreno do trabalho de laboratório efetuado, a recolha fotográfica e apoiou a seleção dos locais para a realização dos perfis de evolução da linha de costa.

A **caracterização da área de estudo**, efetuada com recurso a fontes bibliográficas que abarcam as suas características gerais (e.g. localização, NUT), características físicas (e.g. geomorfologia, clima, hidrografia), socioeconómicas (e.g. demografia, atividades económicas), infraestruturas (e.g. viárias, edificado) (ANPC, 2009, pp. 8-9).

Para se proceder à **caracterização da evolução do uso e ocupação do solo** foi efetuada a fotointerpretação de fotografias aéreas verticais (Abrantes *et al.*, 2004; Monteiro *et al.*, 2014 e Tavares *et al.*, 2014), utilizando um conjunto de seis mosaicos fotográficos, de diferentes períodos, entre 1947 e 2012, conforme tabela 1.

Tabela 1 - Características das fotografias aéreas.

Ano	Formato	Tipo de imagem	Escala	Fonte
1947	Analógico	Preto e branco	1/33.000	IGeoE
1958	Analógico	Preto e branco	1/26.000	IGeoE
1973	Digital	Preto e branco	-	IGeoE
1991	Analógico	Cor	1/8.850	IGeoE
2002	Digital	Cor	1/5.000	IGP
2012	Digital	Cor	1/5.000	IGP

As fotografias analógicas (1947, 1958 e 1991) foram digitalizadas e posteriormente georreferenciadas para o sistema de coordenadas ETRS89 (European Terrestrial Reference

System 1989), por se tratar do sistema atual e global de referência recomendado pela EUREF (European Reference Frame, subcomissão da IAG - Associação Internacional de Geodesia). Para executar esta tarefa foi utilizado o *software* GeoMedia® Profissional 6.1. Os conjuntos de 2002 e 2012 já foram obtidos georreferenciados em ETRS89 e o conjunto de 1973 embora sendo digital, não se encontrava georreferenciado, pelo que também foi sujeito a esse procedimento.

Para proceder à caracterização do uso e ocupação do solo foi utilizada a nomenclatura Corine Land Cover: versão portuguesa comentada (Néry, 2007), à frente designada abreviadamente por CLCpt. A nomenclatura CLCpt é constituída por 44 classes agrupadas numa hierarquia de três níveis (tabela 2). A área mínima cartográfica considerada foi de um hectare (Néry, 2007, p. 10 e Monteiro *et al.*, 2014, p. 7). Com o auxílio dos sistemas de informação geográfica (SIG), mais especificamente do GeoMedia® Profissional 6.1, foram digitalizados os polígonos dos diferentes usos e ocupações do solo para os seis conjuntos de mosaicos fotográficos e cada um deles classificado de acordo com a nomenclatura CLCpt.

Foi necessário realizar três adaptações à CLCpt, para uma melhor adequação à área de estudo. Foi efetuada a digitalização do Farol do Penedo da Saudade, que embora não possua a área mínima cartográfica, trata-se de uma infraestrutura importante por um lado, e por outro lado encontra-se erigido sobre as arribas de S. Pedro de Moel. A rede rodoviária principal da área de estudo que embora tenha sido digitalizada na classe 122 - Rede rodoviária ou ferroviária e zonas associadas, esta não possui a largura mínima de 100 m para ser incluída nesta classe. Também o rio Lis, que foi digitalizado na classe 511 - Cursos de água, não cumpre com os 100 m de largura mínima preconizados na CLCpt.

Para manter os critérios de execução desta tarefa coerentes para todos os mosaicos fotográficos, todo o trabalho de digitalização foi efetuado por um único operador - o autor da presente dissertação, bem como baseada numa escala de visualização constante - 1/2.000 (Tavares *et al.*, 2012, p. 434 e Monteiro *et al.*, 2014, p. 7).

Tabela 2 - Corine Land Cover: versão portuguesa.

Nível	CLCpt			
1 - Zonas artificializadas	11 - Tecido urbano	<b>111 - Tecido urbano contínuo</b> <b>112 - Tecido urbano descontínuo</b>		
	12 - Zonas industriais, comerciais ou de transportes	<b>121 - Unidades industriais ou comerciais</b> <b>122 - Rede rodoviária ou ferroviária e zonas associadas</b>		
		123 - Zonas portuárias 124 - Aeroportos		
	13 - Minas, depósitos de resíduos ou zonas de construção	131 - Zonas de extração mineira <b>132 - Zonas de depósito de resíduos industriais ou urbanos</b>		
		133 - Zonas de construção		
	14 - Zonas artificializadas não agrícolas com vegetação	141 - Zonas verdes urbanas <b>142 - Equipamentos de desporto ou lazer</b>		
		<b>211 - Terras aráveis não irrigadas</b>		
	2 - Zonas agrícolas	21 - Terras aráveis	212 - Terras permanentemente irrigadas 213 - Arrozaís	
		22 - Culturas permanentes	221 - Vinhas 222 - Pomares de árvores de fruto ou de baga	
			223 - Olivais	
23 - Pastagens		231 - Pastagens		
24 - Zonas agrícolas heterogéneas		241 - Culturas anuais associadas a culturas permanentes <b>242 - Sistemas culturais e parcelares complexos</b>		
		243 - Zonas principalmente agrícolas com zonas naturais importantes		
		244 - Zonas agroflorestais		
3 - Zonas florestais e seminaturais		31 - Florestas	<b>311 - Florestas de folhosas</b> <b>312 - Florestas de coníferas</b> 313 - Florestas mistas de folhosas e coníferas	
			321 - Prados naturais	
			32 - Zonas com vegetação arbustiva e/ou herbácea	<b>322 - Charnecas ou matos</b> 323 - Vegetação esclerofila <b>324 - Floresta ou vegetação arbustiva de transição</b>
	331 - Praias, dunas ou areais			
	33 - Zonas sem vegetação ou com vegetação esparsa	<b>332 - Rocha nua</b> 333 - Zonas de vegetação esparsa 334 - Zonas áridas 335 - Glaciares ou neves perpétuas		
		41 - Zonas húmidas interiores	411 - Pântanos ou pauis 412 - Turfeiras	
			42 - Zonas húmidas costeiras	<b>421 - Sapais</b> 422 - Salinas 423 - Zonas intermareais
				51 - Águas interiores
		52 - Águas costeiras	521 - Lagoas costeiras 522 - Estuários	
			<b>523 - Mar ou oceano</b>	

Nota: A **negrito** encontram-se as classes utilizadas na presente dissertação.

Para quantificar a evolução do uso e ocupação do solo entre 1947 e 2012, foi produzida uma pós-classificação (comparação entre mapas), envolvendo os dois anos referidos, através de referências cruzadas com o intuito de calcular as transições de uso e ocupação de solo e o grau de estabilidade (GE) em cada período de tempo, para tal foram elaboradas tabelas de forma matricial, onde foram registadas as alterações para todas as classes de uso e ocupação de solo utilizadas. Para realizar a pós-classificação referida foi utilizada a ferramenta *union* do ArcGIS® 10.2 com as *shapes* do uso e ocupação do solo dos anos de 1947 e 2012.

Com a matriz produzida, para além de se calcular o GE para o período em estudo, foi possível obter outros dados importantes, como: a atualidade de ocupação com o passado; o grau de modificação relativamente ao passado; a atualidade de ocupação com o futuro e o grau de modificação relativamente ao futuro (Castanheira e Aranha, 2004, p. 7). Por outras palavras, esta matriz permite ver as relações e as alterações entre duas séries de dados, neste caso entre o uso e ocupação de solo de 1947 e 2012, possibilitando compreender quais as classes que mais se alteraram no intervalo de tempo analisado.

As transformações de uso e ocupação de solo da área de estudo foram lentas e pouco significativas, motivo pelo qual se optou por só se calcular entre a totalidade do período do estudo (1947-2012).

O GE expressa a percentagem da área do território que não sofreu alterações de uso e ocupação do solo entre dois períodos de tempo. Assim, o GE pode ser representado pela seguinte expressão (1):

$$GE = [(C_{ix}A_{2...7} - C_{ix}A_1) / TA] \times 100 \quad (1)$$

em que: GE é o grau de estabilidade para o tipo de uso e ocupação do solo, ou seja, é o indicador da consistência ou a estabilidade global das classes de cobertura do solo no ano  $A_1$  para o ano  $A_{2...7}$ ;  $C_{ix}A_{2...7}$  é a soma das áreas das diferentes classes (ix) no ponto de tempo posterior;  $C_{ix}A_1$  é a soma das áreas das diferentes classes (ix) no ponto de tempo 1; TA é a área total estudada em hectares (Castanheira e Aranha, 2004, p. 7; Tavares *et al.*, 2012, p. 435 e Monteiro *et al.*, 2014, p. 7).

A **avaliação da evolução da linha de costa** será analisada pela sua posição histórica, através da fotointerpretação de fotografias aéreas verticais (Moore, 2000, p. 113 e Boak e Turner, 2005, p. 698). A forma mais utilizada na literatura para determinar a evolução da linha de costa (Crowell *et al.*, 1991, p. 840 e Boak e Turner, 2005, p. 690) é pela comparação da linha de máxima preia-mar de águas vivas equinociais (LMPMAVE). No caso em estudo foi considerado como referência

a base das arribas (figura 11) ou a base de soleira de escavação dos sistemas dunares, à frente designado por limite da base, que foi digitalizada sobre as fotografias aéreas verticais em ambiente SIG, com a utilização do GeoMedia® Profissional 6.1.

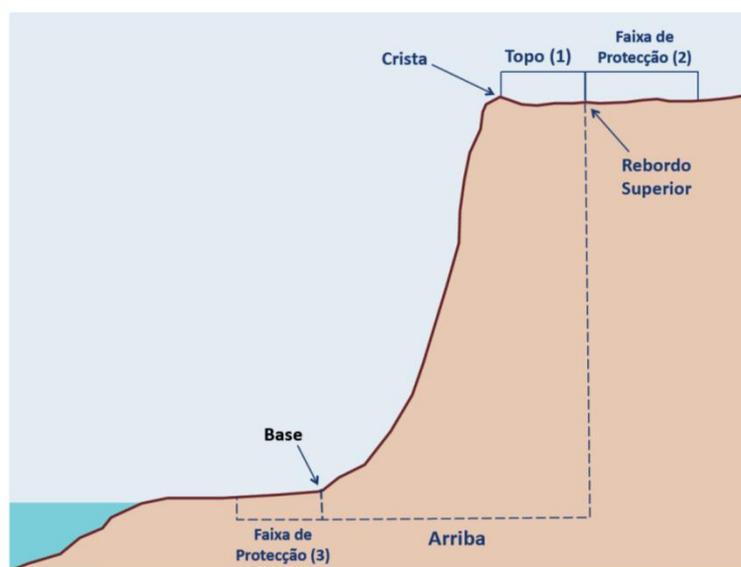


Figura 11 - Evolução das áreas drenadas antes e após a construção de barragens  
Fonte: Ribeiro (2010, p. 39)

Para determinar a evolução da linha de costa, após a digitalização do limite da base nos seis mosaicos fotográficos foram definidos 10 perfis (figura 12) ao longo da área de estudo, que foram medidos tendo como referência uma linha fixa e comum aos seis anos estudados. Essa linha fixa foi a linha do limite esquerdo (oeste) da área de estudo.

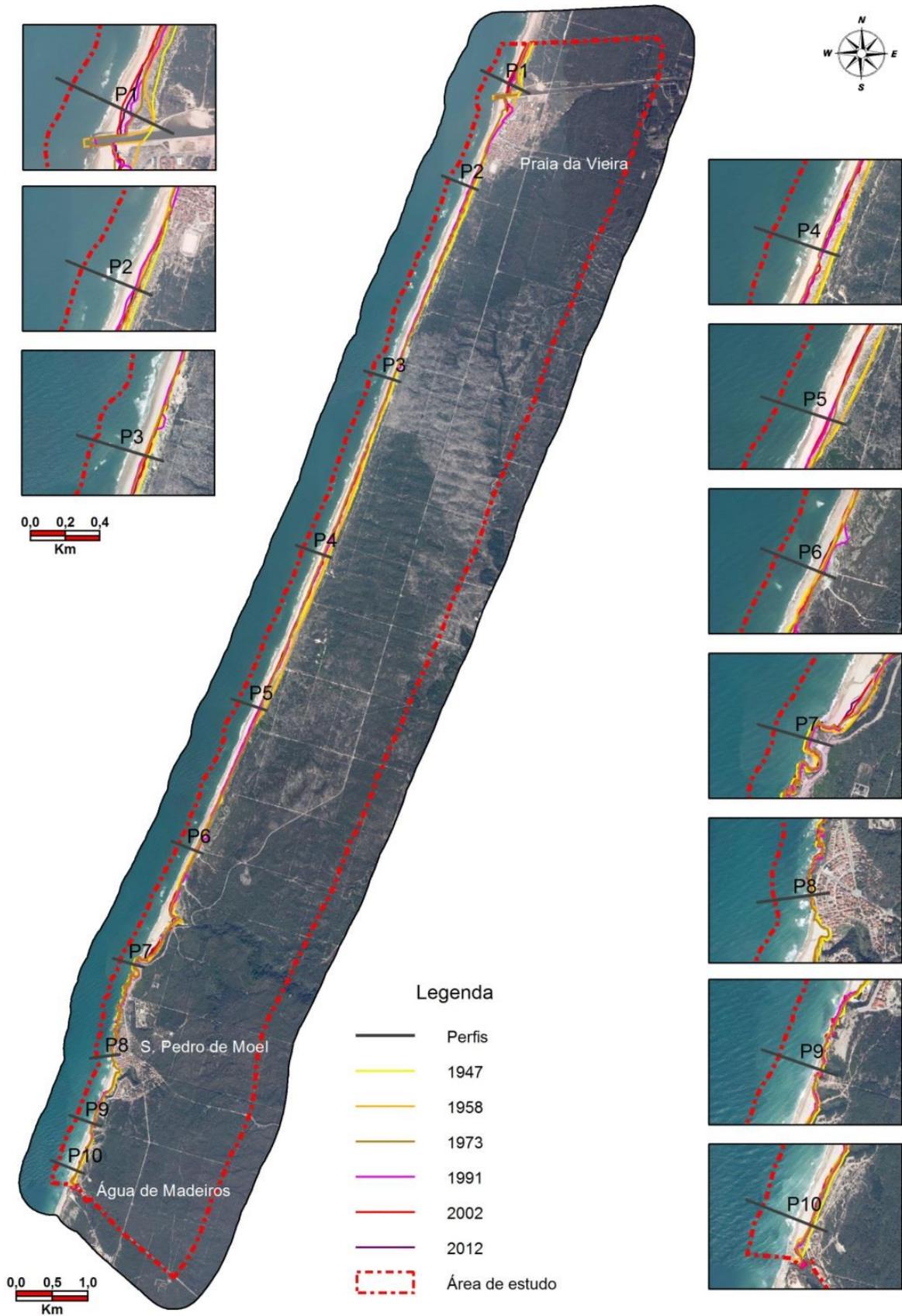


Figura 12 - Localização dos perfis para determinação da evolução da linha de costa

Para a **identificação das intervenções de proteção costeira** foram utilizadas fontes bibliográficas (e.g. André e Cordeiro, 2002, diversos documentos produzidos por entidades públicas, tais como ARH, APA, entre outros), fontes hemerográficas (e.g. Jornal da Marinha Grande) e a consulta de entidades responsáveis pela execução de obras de proteção costeira (e.g. APA). Após a execução de uma listagem com as intervenções, as mesmas foram georreferenciadas em ambiente SIG para o sistema de coordenadas ETRS89.

Após a identificação das intervenções de proteção costeira é necessário avaliar como a zona costeira reagiu a essas alterações e se houve alterações na vulnerabilidade do território.

Com o intuito de **identificar a vulnerabilidade do território** foram definidos 10 perfis de forma a representarem as diferentes morfologias da área de estudo e nas proximidades, a barlamar e a sotamar, das intervenções mais relevantes identificadas na etapa anterior. Em cada perfil foi analisada a evolução da linha de costa, verificando se existiu défice ou acreção de areia no cordão dunar longitudinal e sinais de erosão nas arribas rochosas. Esta análise permitirá também **avaliar a efetividade das intervenções**, comparando a linha de costa antes e depois das intervenções, a barlamar e sotamar das mesmas. Para a análise da vulnerabilidade propõe-se a aplicação do método apresentado por Coelho e Gomes (2005), revisto em Coelho *et al.* (2007) e Coelho e Arede (2009). Após a aplicação do método referido, realizou-se a normalização dos valores, para que estes fiquem definidos entre 0 e 1, de acordo com a definição de vulnerabilidade adotada (Julião *et al.*, 2009, p. 21).

De acordo com a metodologia referida será necessário analisar parâmetros como a distância à linha de costa, as cotas topográficas, a geologia, a geomorfologia, o revestimento do solo, as ações antrópicas, a máxima altura de onda significativa, a máxima amplitude de maré e as taxas médias de erosão/acreção. Cada parâmetro será classificado numa escala de 1 (muito baixo) a 5 (muito alto), de acordo com a tabela 3 (Coelho *et al.*, 2007, p. 6).

Tabela 3 - Classificação dos parâmetros de vulnerabilidade.

Vulnerabilidade	Muito baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito alta
	1	2	3	4	5
<b>Distância à linha de costa (m)</b>	> 1000	> 200 ≤ 1000	> 50 ≤ 200	> 20 ≤ 50	≤ 20
<b>Cota topográfica (m)</b>	> 30	> 20 ≤ 30	> 10 ≤ 20	> 5 ≤ 10	≤ 5
<b>Geologia</b>	Rochas magmáticas (granito, gabro, basalto, etc.)	Rochas metamórficas (xisto, gneisse, mármore, etc.)	Rochas sedimentares (calcário, arenito, argilito, etc.)	Sedimentos não consolidados de grandes dimensões, litologia variada	Sedimentos não consolidados de pequenas dimensões (areias, argilas e siltes)
<b>Geomorfologia</b>	Montanhas	Arribas rochosas	Arribas erodíveis, praias abrigadas, zonas interiores de relevo pouco acentuado	Praias expostas, planícies	Dunas, restingas, estuários, aluviões, lagunas
<b>Revestimento do solo</b>	Floresta	Vegetação rasteira, solo cultivado e jardins	Solo não revestido	Urbanizado rural	Urbanizado ou industrial
<b>Ações antrópicas</b>	Intervenções com estruturas de manutenção da posição da linha de costa	Intervenções sem estruturas, mas sem evidência de redução nas fontes sedimentares	Intervenções com estruturas, mas com evidência de redução nas fontes sedimentares	Sem intervenções e sem evidência de redução nas fontes sedimentares	Sem intervenções e com evidência de redução nas fontes sedimentares
<b>Máxima altura de onda significativa (m)</b>	< 3,0	≥ 3,0 < 5,0	≥ 5,0 < 6,0	≥ 6,0 < 6,9	≥ 6,9
<b>Máxima amplitude de maré (m)</b>	< 1,0	≥ 1,0 < 2,0	≥ 2,0 ≤ 4,0	> 4,0 ≤ 6,0	> 6,0
<b>Taxas médias de erosão/acrecção (m/ano)</b>	> 0,0 Acreção	> -1,0 ≤ 0,0	> -3,0 ≤ -1,0	> -5,0 ≤ -3,0	≤ -5,0 Erosão

Fonte: Coelho *et al.*, 2007, p. 6

Segundo esta metodologia, os parâmetros não possuem todos a mesma importância, bem como se admite que após 100 m de distância da linha de costa o peso dos parâmetros se altere, ganhando peso o parâmetro da distância à linha de costa em detrimento dos restantes, conforme tabela 4 (Coelho *et al.*, 2007, p. 11).

Tabela 4 - Peso de cada parâmetro na classificação global de vulnerabilidade, em função da distância à linha de costa.

Parâmetros da Vulnerabilidade	Distância à linha de costa (d)	
	< 100 m	> 100 m
Distância à linha de costa	$\frac{6}{28}$	$\frac{6}{28} + \frac{0,665(d-100)}{4900}$
Cota topográfica	$\frac{6}{28}$	$\frac{6}{28} - \frac{0,665(d-100)}{4900} - \frac{6}{22}$
Geologia		
Geomorfologia		
Revestimento do solo	$\frac{2}{28}$	$\frac{2}{28} - \frac{0,665(d-100)}{4900} - \frac{2}{22}$
Máxima altura de onda significativa	$\frac{2}{28}$	$\frac{2}{28} - \frac{0,665(d-100)}{4900} - \frac{2}{22}$
Taxa média de erosão/acrecção		
Máxima amplitude de maré	$\frac{1}{28}$	$\frac{1}{28} - \frac{0,665(d-100)}{4900} - \frac{1}{22}$
Ações antropogénicas		

Fonte: Coelho *et al.*, 2007, p. 11

Segundo Coelho e Arede (2009, p. 5) o estudo da vulnerabilidade deve considerar diferentes consequências da ação do mar dependente de parâmetros como a densidade populacional, as atividades económicas, o património construído e a ecologia da zona em estudo. Cada parâmetro será classificado numa escala de 1 (muito baixo) a 5 (muito alto), de acordo com a tabela 5 (Coelho e Arede, 2009, p. 5).

Tabela 5 - Classificação dos parâmetros das consequências.

Vulnerabilidade	Muito baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito alta
	1	2	3	4	5
<b>Densidade populacional (Hab. / Km<sup>2</sup>)</b>	< 500	≥ 500 < 1000	≥ 1000 < 2000	≥ 2000 < 4000	≥ 4000
<b>Atividades económicas</b>	0	1 a 10	11 a 30	30 a 50	> 50
<b>Ecologia</b>	Zona sem ecologia relevante	Reserva Agrícola Nacional	Reserva Ecológica Nacional	Zona Ecológica de Proteção	Reserva Natural
<b>Património construído</b>	Não existe património a preservar	Existe algumas construções não típicas	Construções e atividades com relevo local	Construções com relevo regional	Monumentos nacionais

Fonte: Coelho e Arede, 2009, p. 5

Dadas as características morfológicas da área de estudo, que se podem resumir esquematicamente pela existência de um núcleo urbano em sistema dunar (Praia da Vieira), zona de dunas com pinhal, núcleo urbano com arribas rochosas (S. Pedro de Moel) seguido de uma zona de arriba até ao limite sul da área de estudo a análise da vulnerabilidade irá ser efetuada de forma isolada para cada uma dessas quatro áreas amostra consideradas (figura 13).



Figura 13 - Localização das zonas para análise da vulnerabilidade

A análise holística dos vários *outputs* construídos, com especial enfoque na análise da vulnerabilidade, permitirá criar um **referencial do estado da zona costeira do concelho da Marinha Grande**.

O culminar da investigação é a elaboração de **propostas espaciais e temporais de intervenções** que visam reduzir a vulnerabilidade da zona costeira da Marinha Grande. Tais propostas têm como base a análise da evolução ocorrida nos últimos quase 70 anos no uso e ocupação do solo e da linha de costa, a avaliação da efetividade das intervenções efetuadas com o intuito de se apresentarem as melhores opções para reduzir a vulnerabilidade deste território e da sua população.

### 3 - Caracterização da área de estudo

#### 3.1 - Morfologia

A morfologia da área de estudo é formada por costa baixa arenosa (cordão dunar longilitoral formado por dunas eólicas) desde a Praia da Vieira (limite norte da área de estudo) até ao Penedo do Cabo (a sul da Praia Velha), local onde transita para costa alta rochosa (arribas calcárias) que se estendem até ao limite da área de estudo (Água de Madeiros). Segundo Tavares *et al.* (2010), o troço rochoso é caracterizado por dois compartimentos morfológicos distintos: arriba com elevada abrasão marinha (Penedo do Cabo até S. Pedro de Moel) e por um cordão longilitoral de praia limitado por arribas com altura e declives pronunciados (S. Pedro de Moel até Água de Madeiros).

Assim sendo podem ser identificadas as seguintes unidades morfológicas à escala da área da área de estudo:

Os sistemas costeiros longilitorais de praia/duna que se estendem entre a Praia Velha (a norte do Penedo do Cabo) até ao limite norte do concelho da Marinha Grande, interrompido pelo aglomerado urbano da Praia da Vieira, e que se caracterizam por uma morfologia dunar, com cristas bem delineadas, como evidenciado na figura 14.

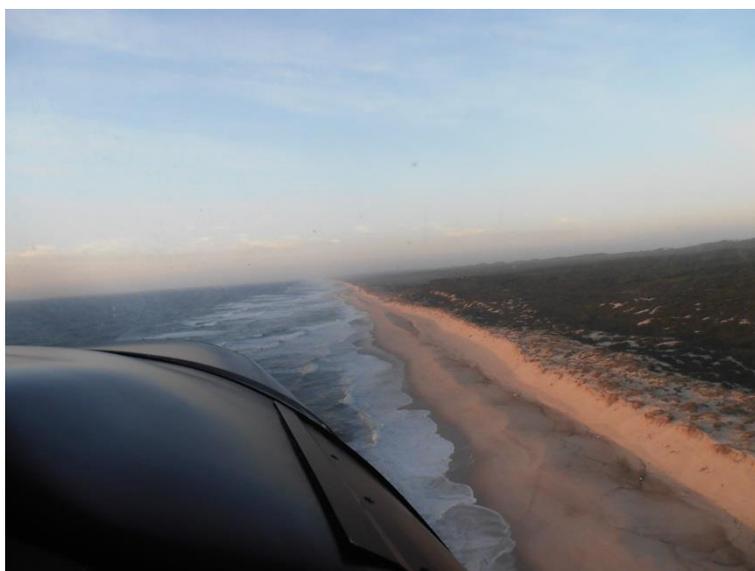


Figura 14 - Fotografia tomada de avião do sistema praia/duna a norte da Praia Velha  
Fonte: Fotografia de Rui Branco

Os sistemas costeiros de arribas coesivas de rochas carbonatadas, caracterizadas pela existência de margas-calcárias com um pendor bastante acentuado e visíveis por exemplo entre a Praia Velha e S. Pedro de Moel (figuras 15) e entre S. Pedro de Moel e Água de Madeiros, onde o pendor é menos acentuado (figura 16)



Figura 15 - Fotografia tomada de avião das arribas entre S. Pedro de Moel e a Praia Velha  
Fonte: Fotografia de Rui Branco



Figura 16 - Fotografia tomada de avião das arribas entre Água de Madeiros e S. Pedro  
Fonte: Fotografia de Rui Branco

Os sistemas dunares estabilizados formados por dunas eólicas e ocupados maioritariamente por floresta em talhões regulares, e onde a altimetria pode variar até aos 147 m, na zona do ponto de vigia do Facho, no limite sul do concelho (André *et al.*, 2001, p. 53).

As embocaduras das principais linhas de água em que se destaca o leito antropizado do rio Lis, com a local deposição de barras laterais com materiais fluviais ou de transporte eólico, o troço da ribeira de S. Pedro de Moel, a montante da Praia Velha, a incisão dos vales do ribeiro de S. Pedro (figuras 17) e de Água de Madeiros.



Figura 17 - Fotografia tomada de avião da foz do ribeiro de S. Pedro de Moel  
Fonte: Fotografia de Rui Branco

A Mata Nacional de Leiria é constituída maioritariamente por pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*) e possui cerca de 11.080 ha de área contínua, dos quais 3.154 ha são de zona costeira de proteção que tem como principal função a proteção das dunas artificiais, fixadas pela ação humana em finais do séc. XIX e início do séc. XX. Esta fixação das dunas permitiu plantar pinheiros até ao mar e segundo Guerra (2012, p. 6) proporcionou o surgimento de adaptações naturais no ecossistema florestal litoral, o que levou a que atualmente estejam identificadas 20 espécies RELAPE (Raras, Endémicas, Localizadas, Ameaçadas e em Perigo de Extinção) e oito habitats naturais/ seminaturais, de acordo com o anexo I da Diretiva Habitats 92/43/CEE.

### 3.2 - Geologia

A costa do concelho da Marinha Grande encontra-se coberta por formações dunares (figura 18), bem desenvolvidas, que se estendem desde a serra da Boa Viagem até à Nazaré, sendo interrompidas pelo antigo leito de cheia do rio Lis.



Figura 18 - Sistema dunar longilitoral

Encontra-se em terrenos da Orla Meso-Cenozóica Ocidental, predominando os depósitos do Quaternário Recente, dividindo-se em três conjuntos: aluviões (vale do rio Lis); areias de dunas eólicas e areias de praia (Dinis, 1996, pp. 8-12 e Cordeiro, 1999, p. 21).

Pela análise da Carta Geológica de Portugal, folhas 22-B e D (figura 19), verifica-se que a área em estudo se estende numa faixa de areias dunares holocénicas, apresentando uma granulometria fina e bem calibrada. A este estende-se por solos mais antigos, referenciados por Plio-Plistocénico.

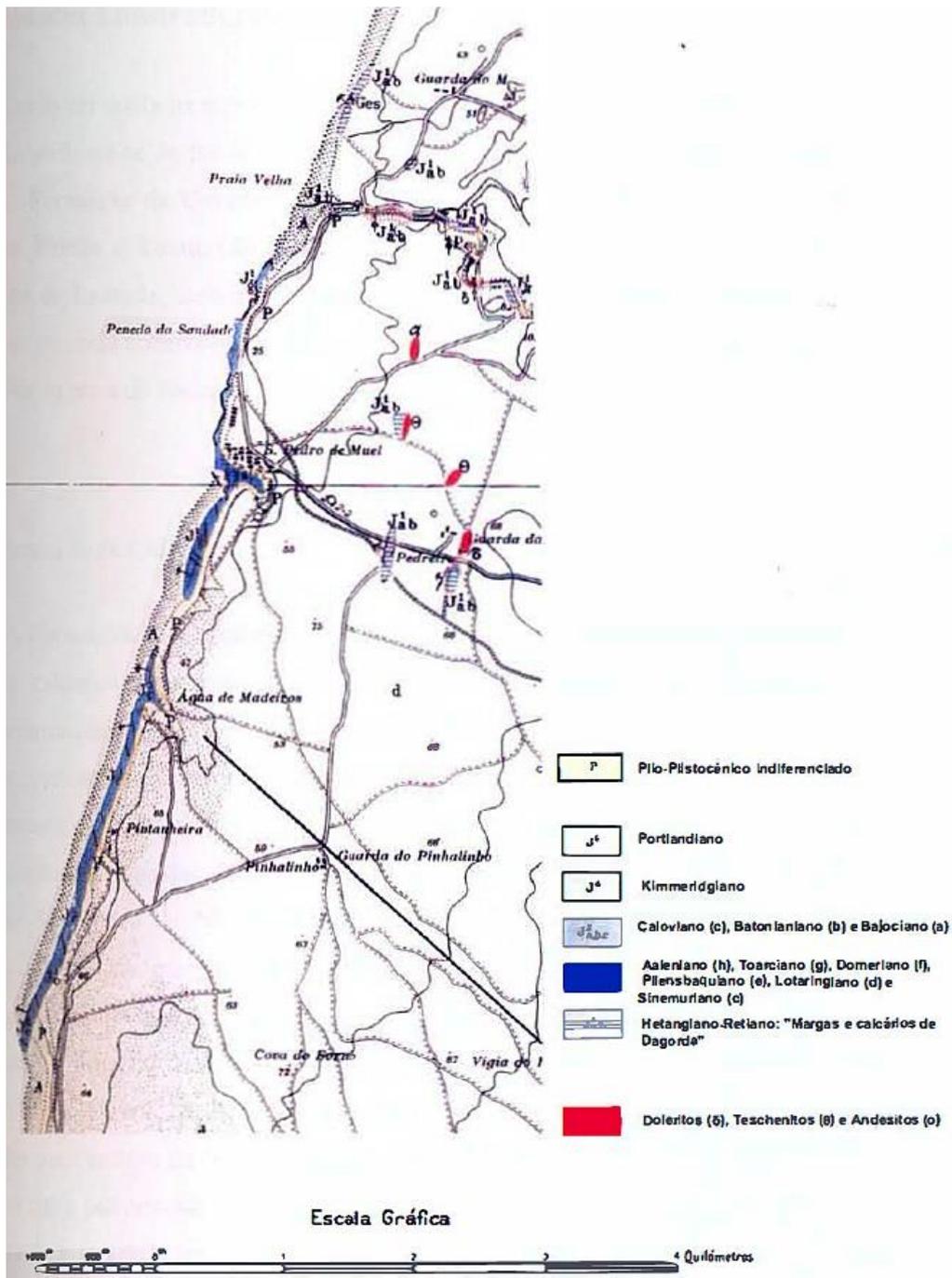


Figura 19 - Extrato da folha 22-D  
Fonte: Carta Geológica de Portugal à escala 1/50.000

A linha de costa compreendida entre o Penedo do Cabo e Água de Madeiros (figura 20) é caracterizada por unidades carbonatadas do Jurássico inferior da Bacia Lusitânica onde se podem ver de forma marcante as seguintes unidades litoestratigráficas: Formação de Coimbra, Formação de Água de Madeiros, Formação de Vale das Fontes e Formação de S. Gião (figura 21).



Figura 20 - Fotografia aérea da zona de S. Pedro de Moel  
 Fonte: Martinho Morouço (www.imagempositiva.com)

Cronostratigrafia		Generalidade da Bacia (Toldáira et al., 1979)		Coimbra (Soares et al., 1985)	Cantanhede (Barbosa et al., 1986)	Sector N da Bacia (Rocha et al., 1990; Soares & Duarte, 1997)	Porto de Mós (Manuppella et al., 2000)	Arrábida (Manuppella & Azerêdo, 1996)		
LIÁSICO	DOGGER	AALENIANO	J <sub>2</sub>	Calcários e Calcários margosos com <i>Leioceras</i>	Margas e calcários margosos de Pedrulha	Calcários margosos de Póvoa da Lomba	Calcários margosos de Póvoa da Lomba	Formação Calcários Margosos e Margas da Fôrnea	Eiras	
	TOARCIANO	Superior	J <sub>3</sub>	Calcários e margas com <i>Ptychella</i> , <i>Hannuoioceras</i> e <i>Brodieia</i>		Calcários margosos de Pedrulha	Calcários margosos de Póvoa da Lomba			Calcários margosos de Póvoa da Lomba
		Médio		Calcários margosos e margas com <i>Hildoceras</i>		Margas e calcários margosos de Adfênia	Margas calcárias de S. Gião			Margas calcárias de S. Gião
		Inferior	J <sub>4</sub>	Calcários e calcários margosos com <i>Hildoceras</i> , <i>Bouleiceras</i> e <i>Dactyloceras</i>	Margas e calcários margosos de Pedrulha	Margas calcárias de S. Gião	Margas calcárias de S. Gião			
	PIEENSAQUIANO	Domeriano	J <sub>4</sub>	Calc. com <i>Pleuroceras</i> e <i>Emaciatoceras</i> Calc., margas e xistos betuminosos com <i>Amaillites</i> e <i>Falcineras</i>	Calcários margos de Eiras	Calc. marg. Lemeço	Calcários de Lemeço	Margas dolomíticas e calcários dolomíticos com braquiópodes da Meia Velha		
		Carixiano	J <sub>4</sub>	Calcários, margas grumosas e xistos betuminosos com <i>Aegoceras</i> , <i>Dactyloceras</i> , <i>Uphonia</i> , <i>Metadoceras</i> , e <i>Phricodoceras</i>	Margas e calcários margosos de Eiras	Margas e calcários margosos de Vale das Fontes	Margas de Vale das Fontes			
	SINEMURIANO	Superior (Lotaringiano)	J <sub>4</sub>	Calc. em bancos espessos com <i>Derooceratídeos</i> Calcários e c. margosos com <i>Echidoceras</i> , <i>Asteroceras</i> , <i>T. ribetrol</i>	Camadas de Coimbra	Camadas de S. Miguel	Camadas de Coimbra s. s.	Camadas de Coimbra	Dolomitos em plaquetas	Dolomitos de Sesimbra
		Inferior	J <sub>4</sub>	Complexo carbonatado (dolomitos e calcários dolomíticos)		Camadas de Coimbra s. s.	Camadas de Coimbra s. s.	Camadas de Coimbra		

Figura 21 - Coluna litoestratigráfica de diferentes setores da Bacia Lusitânica  
 Fonte: Duarte e Soares (2002, p. 138)

Encontram-se também alguns afloramentos Mesozóicos, ao longo e nas imediações do ribeiro de S. Pedro de Moel (figura 22) e ainda nas Pedras Negras, a norte e a sul da praia de S. Pedro de Moel, aqui formando arribas. São ainda visíveis, a este e a noroeste de S. Pedro de Moel,

pequenos afloramentos de rochas eruptivas: andesitos; teschenitos e doleritos. No ribeiro de S. Pedro, a jusante da Ponte Nova, existe um pequeno afloramento de doleritos. (Morais, 1936, *apud* Cordeiro, 1999, p. 21).



Figura 22 - Afloramento do Mesozóico no ribeiro de S. Pedro de Moel

A disposição destes afloramentos evidencia a importância de tectónica que alteraram a disposição normal dos estratos, com o levantamento de substratos mais antigos, o que pode ser demonstrado pelo facto do ribeiro de S. Pedro apresentar erosão. Ainda de acordo com Duarte (2007, p. 35) são reconhecidas na área diversos sistemas de fracturação, originando o rejecto entre corpos líticos e o genérico basculamento de estratos para oeste. A principal orientação é NW-SE, sendo esta última responsável pelo enquadramento da erosão regressiva das arribas coesiva calcárias, por exemplo a norte de S. Pedro de Moel.

### 3.3 - Hidrologia

A área em estudo possui uma rede hidrográfica muito reduzida (figura 23), pois o seu solo arenoso apresenta uma grande permeabilidade. No entanto, no interior da mata existem alguns pequenos cursos de água e várias nascentes, sendo o ribeiro de S. Pedro de Moel o mais importante. O ribeiro de S. Pedro de Moel surge na zona do Tremelgo, na confluência de diversas linhas de água e desagua na Praia Velha.





Figura 24 - Troço distal do rio Lis (Praia da Vieira)

A bacia hidrográfica do Lis apresenta uma topografia pouco acidentada, com dois terços da área abaixo dos 200 m de altitude, sendo que a altitude máxima da bacia é de 562 m e possui uma área de 831 km<sup>2</sup> (Dinis, 1996, p. 2 e p. 12)

O rio Lis nasce nas Fontes, na terminação do Maciço Calcário Estremenho, a 400 m de altitude e percorre 39,5 Km até chegar à Praia da Vieira, junto à qual desagua no oceano Atlântico.

A sua foz, ao longo dos anos, sofreu sucessivas alterações, principalmente pela acumulação de material arenoso transportado e depositado pelo mar e pelo vento, provocando uma grande mobilidade da sua foz (figura 25), umas vezes para norte, outras para sul (Almeida *et al.*, 1998, p. 18).



Figura 25 - Fotografias aéreas com a foz do rio Lis em 1947



Figura 26 - Fotografia aérea ilustrando a foz do rio Lis em 2010

Segundo Cordeiro (2005, p. 29), só com a construção dos dois molhes em enrocamento, inicialmente com 150 m de comprimento, é que a localização da foz é a atual (figura 26). Estas obras decorreram desde os inícios da década de 50, do século passado, e ficaram concluídas em 1957. Em 1978, com o objetivo de repor o trânsito normal da deriva litoral, os molhes do rio Lis foram cortados cerca de 80 m, em resultado de uma tempestade em fevereiro desse ano que provocou a erosão do sistema dunar longitudinal tendo ameaçado edificações, conforme se pode ver na figura 27.



Figura 27 - Praia da Vieira em 1958  
Fonte: Grilo (2001)

### 3.4 - Clima

Para proceder à caracterização e classificação climática foi utilizado o relatório “Clima, caracterização” elaborado no âmbito do Plano Regional de Ordenamento do território do Centro Litoral (CCDRC, 1992), o Atlas da Marinha Grande (Saraiva, 2006, p. 33 e seg.) e o Relatório

Fundamentado de Avaliação da Execução do PDM da Marinha Grande (CMMG, 2012, p. 298 e seg.), cujas análises se basearam nas Normais Climatológicas de três estações meteorológicas: Marinha Grande, S. Pedro e Monte Real, nos períodos 1964-1980, 1951-1973 e 1960-1980, respetivamente.

O concelho da Marinha Grande possui um clima mediterrâneo, com forte influência marítima.

É caracterizado por temperaturas não muito elevadas no verão, nem muito baixas no inverno, tendo uma média anual de 14 °C, sendo que as temperaturas mais elevadas se registam nos meses de julho a setembro.

Trata-se de uma zona com elevada humidade relativa, oscilando entre os 75 % e os 85 %. A insolação possui uma percentagem relativamente baixa, facto devido ao número elevado de dias com o céu encoberto e/ou com nevoeiro.

Relativamente à precipitação, esta ocorre com maior incidência nos meses de inverno e primavera, havendo episódios de chuva forte em curtos espaços de tempo no verão, podendo originar a ocorrência de cheias rápidas urbanas. A precipitação total anual é superior a 900 mm.

Os ventos predominantes são de norte e noroeste, havendo uma maior homogeneidade da direção do vento no inverno. É do quadrante norte que se registam as velocidades mais elevadas. Não havendo registos de queda de neve e poucos dias com granizo. É uma zona caracterizada pelo número elevado de dias com geada e orvalho.

Relativamente à classificação de Gaussen, possui três meses com deficit hídrico (junho, julho e agosto), apresentando os restantes meses de superavit hídrico.

### **3.5 - Socioeconomia**

O concelho da Marinha Grande é, fortemente, industrial. As indústrias dominantes, e por conseguinte as principais empregadoras, são: a indústria do vidro, moldes e plásticos, que empregam uma percentagem bastante elevada da mão-de-obra do concelho, segundo o relatório de sustentabilidade da CMMG (IPI, 2009, p. 24).

Relativamente à zona em estudo, Praia da Vieira, S. Pedro de Moel e Água de Madeiros, não existe indústria e são locais onde prevalece a segunda habitação de apoio a turismo balnear.

As atividades económicas existentes em S. Pedro de Moel e na Praia da Vieira estão maioritariamente ligadas ao turismo, existindo algumas unidades hoteleiras, de restauração,

parques de campismo e um parque aquático. Um número significativo das atividades de comércio e serviços funcionam de forma sazonal, sobretudo em S. Pedro de Moel.

Na Praia da Vieira, a arte xávega e a venda de pescado têm um peso significativo, tanto cultural como económico na população residente.

Uma vez que praticamente não existem ofertas de emprego, obriga a que grande parte da população ativa, bem como a estudantil, se desloque diariamente para Vieira de Leiria e Marinha Grande, no caso dos residentes em Praia da Vieira, e para a Marinha Grande no caso dos residentes em S. Pedro de Moel, seguindo-se o concelho de Leiria, em ambos os casos, como movimentos pendulares.

### 3.6 - Demografia

A população residente nos núcleos urbanos da área em estudo é de 729 habitantes na Praia da Vieira, 389 em S. Pedro de Moel e três habitantes em Água de Madeiros. A faixa etária predominante é claramente a dos 25 aos 64 anos seguindo-se a de mais de 65 anos (tabela 6).

Tabela 6 - Nível de escolaridade.

Concelho	Praia da Vieira		S. Pedro de Moel		Água de Madeiros		Portugal
	Absoluto	Relativo (%)	Absoluto	Relativo (%)	Absoluto	Relativo (%)	Relativo (%)
Residentes não sabe ler/escrever	55	<b>7,54 ↑</b>	13	<b>3,3 ↓</b>	0	-	<b>5,23</b>
1.º ciclo do ensino básico	210	<b>28,8 ↓</b>	86	<b>22,1 ↓</b>	0	-	<b>29,85</b>
2.º ciclo do ensino básico	79	<b>10,8 ↑</b>	27	<b>6,9 ↓</b>	0	-	<b>10,40</b>
3.º ciclo do ensino básico	118	<b>16,2 ↑</b>	72	<b>18,5 ↑</b>	0	-	<b>15,73</b>
Ensino secundário	97	<b>13,3 ↓</b>	58	<b>14,9 ↓</b>	1	<b>33,3 ↑</b>	<b>16,76</b>
Ensino pós-secundário	7	<b>1,0 ↑</b>	1	<b>0,3 ↓</b>	0	-	<b>0,88</b>
Ensino superior	59	<b>8,1 ↓</b>	97	<b>24,9 ↑</b>	2	<b>66,7 ↑</b>	<b>15,43</b>

Fonte: Censos 2011 (INE)

Os níveis de escolaridade são bastante heterogéneos. Para um melhor termo de comparação e facilidade de leitura, foram incluídas setas para indicar se os valores são superiores (↑) ou inferiores (↓) aos valores de Portugal.

Na Praia da Vieira sobressaem os residentes que não sabem ler nem escrever, perfazendo 7,5 % da população e que só 8 % da população é licenciada, valor bastante abaixo dos 15,43 % da média nacional.

Em S. Pedro de Moel destacam-se os quase 25 % da população que possui ensino superior, um valor bastante acima da média nacional (15,43 %).

Dado que a área em estudo é no litoral, a sazonalidade da época estival tem um peso preponderante na presente análise. Uma vez que não foi possível encontrar valores para a população flutuante, os mesmos tiveram que ser calculados. Para o cálculo da população flutuante foi utilizada a expressão (2).

$$\text{População Flutuante} = \text{dimensão média da família} \times \text{n.º de alojamentos} \quad (2)$$

A dimensão média das famílias no concelho da Marinha Grande, segundo o Pordata, com base nos dados dos Censos 2011, é de 2,5 pessoas. O n.º de alojamento foi obtido a partir dos dados dos Censos 2011. O cálculo da população flutuante pode ser visto na tabela seguinte:

Tabela 7 - Quantidade de edifícios por ano de construção.

Anos	Dimensão média da família	N.º de alojamentos	População flutuante
Praia da Vieira	2,5	1505	3762,5
S. Pedro de Moel	2,5	834	2085
Água de Madeiros	2,5	17	42,5

Fonte: Pordata/Censos 2011

### 3.7 - Estrutura urbana

A estrutura urbana da Praia da Vieira apresenta duas realidades bastante diferentes. A zona mais antiga do aglomerado é caracterizada por ruas estreitas e de direção irregular. Já a restante área, mais recente, é caracterizada por ruas retilíneas, com interceções maioritariamente ortogonais e com um perfil transversal largo, em especial nos arruamentos a norte da avenida dos Pescadores.

Grande parte de S. Pedro de Moel desenvolve-se segundo um modelo de traçado radiocêntrico, baseado no modelo anglo-saxónico de cidades-jardim, preconizado por Ebenezer Howard no final do século XIX. A grande maioria dos arruamentos é larga, permitindo boas acessibilidades.

Água de Madeiros só possui um arruamento, com um traçado irregular e com uma morfologia caracterizada por diferentes tipos de materiais que vão desde os pavimentos betuminosos à terra batida.

### 3.8 - Equipamentos e serviços

Existem transportes públicos regulares em S. Pedro de Moel e Praia da Vieira, mas a sua frequência é consideravelmente maior durante o verão.

Na Praia da Vieira existe um parque de campismo municipal, o Hotel Estrela do Mar, Hotel Ouro Verde e o Hotel Cristal. Em S. Pedro de Moel existem dois parques de campismo (Inatel e Orbitur), o Hotel Mar e Sol, Residencial Verde Pinho, a Residencial Pérola do Oceano e o hostel Home Moel. Em ambas as praias existem ainda bastantes casas e quartos para alugar.

Só a Praia da Vieira possui equipamento escolar, do 1.º ciclo do ensino básico e jardim de infância.

Na Praia da Vieira existe uma pequena biblioteca aberta durante todo o ano, um posto de turismo e um posto da Polícia Marítima que só funcionam durante o verão. Em S. Pedro de Moel existe um posto da GNR, o Farol do Penedo da Saudade que funcionam durante todo o ano e um posto de turismo que funciona durante o verão.

A Praia da Vieira e S. Pedro de Moel possuem uma taxa de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais domésticas de 100 %.

Na área em estudo não existe rede de distribuição de gás natural nem qualquer posto de abastecimento de combustíveis. Todas as habitações utilizam gás butano, à exceção da Colónia de Férias da PSP, na Praia da Vieira, que possui um reservatório de combustível no exterior.

Existe uma caixa multibando em S. Pedro de Moel e duas na Praia da Vieira. Existe uma igreja em cada um dos aglomerados. Na Praia da Vieira existe uma farmácia assim como em S. Pedro de Moel que só funcionam durante o verão.

Uma parte significativa da área em estudo pertence à Mata Nacional de Leiria. Por se tratar de uma área florestal, com os inerentes problemas dos incêndios, a mesma é vigiada por três postos de vigia fixos (Ponto do Facho, Ponto Novo e Ponto da Crastinha), a cargo da GNR, e que funcionam durante o verão. A MNL também está dotada de diversos postos de abastecimento de água, a meios terrestre e aéreos, sendo que um deles, o Samouco, se encontra dentro da área de estudo.



#### 4 - Evolução do uso e ocupação do solo

Para analisar a evolução do uso e ocupação do solo na área de estudo, no período compreendido entre 1947 e 2012, recorreu-se a fotografias aéreas, de seis períodos distintos (tabela 1), nas quais foi aplicada a classificação com base na CLCpt, conforme figuras 28, 29 e 30.



Figura 28 - Imagens classificadas com a nomenclatura CLCpt de 1947 e 1958



Figura 29 - Imagens classificadas com a nomenclatura CLCpt de 1973 e 1991

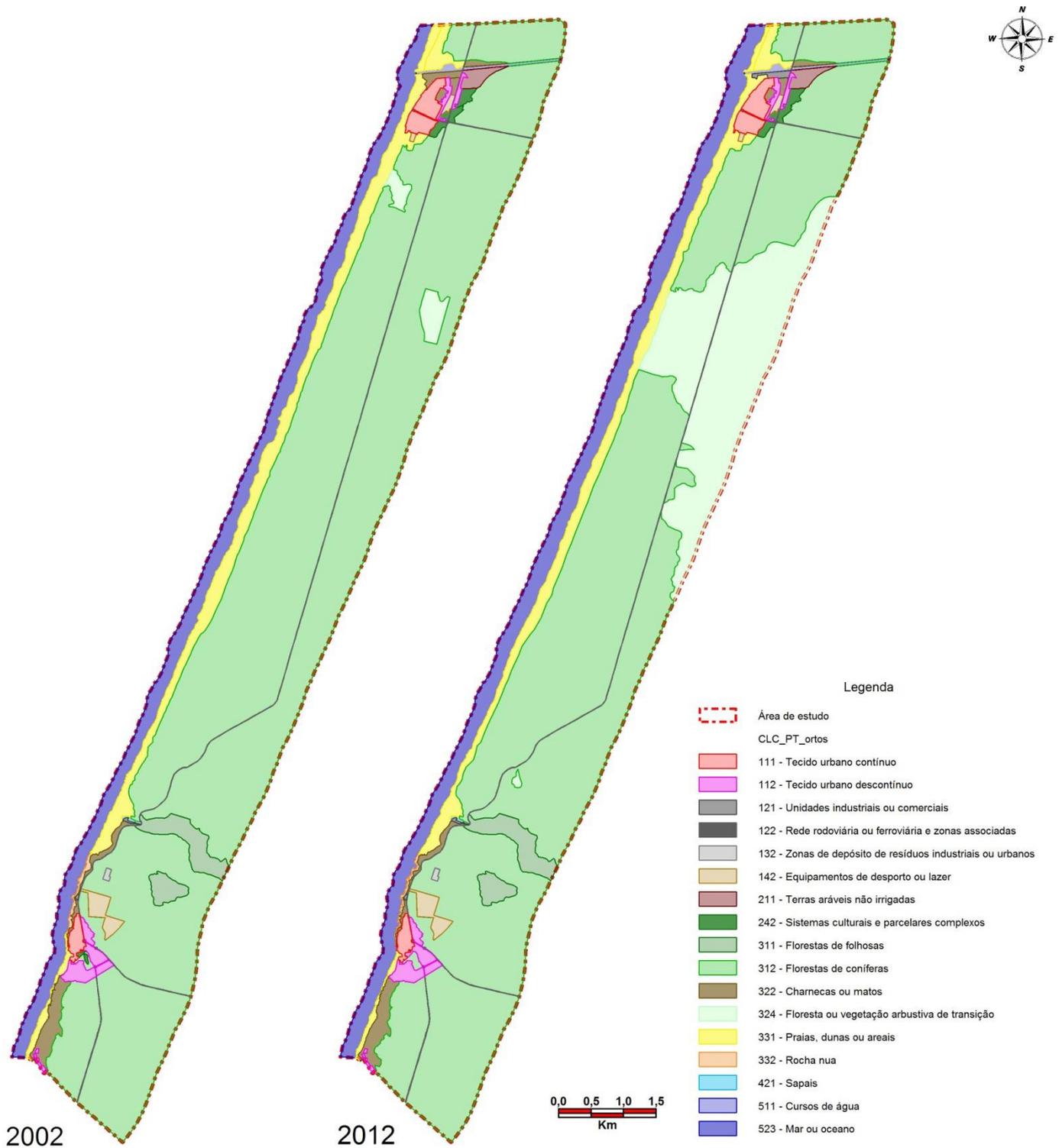


Figura 30 - Imagens classificadas com a nomenclatura CLCpt de 2002 e 2012

A tabela 8 apresenta, para as 17 classes de uso e ocupação de solo na área de estudo, e para cada um dos seis anos analisados, o número de polígonos em cada classe, a área ocupada em cada classe e a sua percentagem face ao total da área em estudo.

Tabela 8 - Número de polígonos, áreas e percentagens de classes de uso e ocupação de solo.

Classe CLCpt	N.º polígonos / ano					Área (ha) / ano					Percentagem / ano							
	1947	1958	1973	1991	2002	2012	1947	1958	1973	1991	2002	2012	1947	1958	1973	1991	2002	2012
111 - Tecido urbano contínuo	0	3	4	3	3	3	0,00	136,09	114,95	334,18	398,17	397,39	0,00	0,34	0,29	0,84	1,00	1,00
112 - Tecido urbano descontínuo	3	2	10	8	7	7	134,44	97,42	351,63	366,98	359,43	368,64	0,34	0,24	0,88	0,92	0,90	0,93
121 - Unidades industriais ou comerciais	1	1	1	1	2	3	3,10	3,10	3,10	3,10	10,38	55,51	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,14
122 - Rede rodoviária ou ferroviária e zonas associadas	1	1	1	1	1	1	115,29	117,12	146,97	153,31	153,31	153,31	0,29	0,29	0,37	0,39	0,39	0,39
132 - Zonas de depósito de resíduos industriais ou urbanos	0	0	0	0	1	1	0,00	0,00	0,00	0,00	15,92	15,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04
142 - Equipamentos de desporto ou lazer	0	0	0	3	3	3	0,00	0,00	0,00	221,91	221,94	221,91	0,00	0,00	0,00	0,56	0,56	0,56
211 - Terras aráveis não irrigadas	4	4	2	1	1	1	237,41	331,12	232,69	120,28	120,16	120,16	0,60	0,83	0,58	0,30	0,30	0,30
242 - Sistemas culturais e parcelares complexos	0	1	2	4	5	3	0,00	12,26	54,32	155,06	143,59	0,97	0,03	0,14	0,39	0,36	0,00	0,00
311 - Florestas de folhosas	2	2	2	2	2	2	611,21	569,25	569,25	661,01	479,50	679,54	1,54	1,43	1,43	1,66	1,21	1,71
312 - Florestas de coníferas	9	8	10	10	9	13	27.430,04	28.102,28	28.381,74	26.790,67	30.540,67	25.317,96	68,96	70,65	71,35	67,35	76,78	63,65
322 - Charnecas ou matos	2	5	8	8	7	6	222,59	928,71	558,37	458,89	572,21	1,93	0,56	2,33	1,40	1,15	1,44	0,00
324 - Floresta ou vegetação arbustiva de transição	5	11	9	5	2	3	3.698,69	2.640,31	2.676,59	3.745,79	395,42	6.002,05	9,30	6,64	6,73	9,42	0,99	15,09
331 - Praias, dunas ou areais	7	10	5	7	4	4	3.838,68	2.996,33	3.219,40	2.562,13	2.580,03	2.198,20	9,65	7,53	8,09	6,44	6,49	5,53
332 - Rocha nua	1	1	1	1	1	1	237,85	138,42	71,14	52,54	62,61	50,61	0,60	0,35	0,18	0,13	0,16	0,13
421 - Sapais	0	0	0	0	1	1	0,00	0,00	0,00	0,00	12,09	10,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
511 - Cursos de água	1	1	1	1	1	1	120,55	111,85	112,34	110,65	111,97	110,40	0,30	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
523 - Mar ou oceano	1	1	1	1	1	1	3.127,03	3.592,61	3.284,40	4.040,36	3.599,50	4.071,98	7,86	9,03	8,26	10,16	9,05	10,24
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>51</b>	<b>57</b>	<b>56</b>	<b>51</b>	<b>54</b>	<b>39.776,87</b>	<b>39.776,87</b>	<b>39.776,87</b>	<b>39.776,87</b>	<b>39.776,87</b>	<b>39.776,87</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Após a análise de cada ano isoladamente, percebeu-se que a evolução do uso e ocupação de solo entre cada período era muito pequena (figura 24, 25 e 26), motivo pelo qual se optou por se construir uma matriz para analisar a dinâmica do uso e ocupação de solo para a totalidade do período em análise, ou seja, entre 1947 e 2012 (tabela 6).

Os resultados mostram um aumento, ainda que pouco expressivo, do tecido urbano contínuo e descontínuo (classes 111 e 112), principalmente nos primeiros anos, sendo que depois de 1991 há uma quase estagnação, uma diminuição na área ocupada por terras de cultivo (classe 211), um aumento da aérea da classe 324, causada pelos incêndios florestais e pelos cortes de talhões de pinhal e um aumento da área ocupada por corpos de águas (classe 523).

A principal causa para um grau de estabilidade tão elevado prende-se com o facto de uma grande percentagem da área de estudo pertencer à Mata Nacional de Leiria, objeto de proteção específica sob a forma de área classificada de Reserva Ecológica Nacional, sendo que as povoações de Água de Madeiros, S. Pedro de Moel e Vieira de Leiria se encontrarem encravadas entre o oceano Atlântico e a Mata Nacional de Leiria.

Analisando a matriz seguinte (tabela 9) verificamos que 64,3 % do território mantém o mesmo uso e ocupação de solo decorridos os 65 anos em análise. Se as classes respeitantes à floresta fossem retiradas da análise (classes 311, 312 e 324), assim como o resultado dos incêndios florestais e dos cortes florestais, o grau de estabilidade seria de 75,5 %.

Quanto à dinâmica de uso e ocupação do solo é possível concluir que para além da área classificada como oceano a floresta de folhosas, a rede rodoviária e a floresta de coníferas, com 93,5 %, 76,9 % e 70,9 %, respetivamente, foram as classes que revelaram maior estabilidade. As classes de uso e ocupação do solo que sofreram uma maior alteração, foram o tecido urbano contínuo e descontínuo, as unidades comerciais ou industriais, as zonas de depósito de resíduos industriais ou urbanos, os equipamentos de desporto e lazer, os sistemas culturais e parcelares complexos e os sapais.

Analisando, tanto as representações cartográficas das figuras 28, 29 e 30 como as tabelas 5 e 6, verifica-se que o tecido urbano, classes 111 (tecido urbano contínuo) e 112 (tecido urbano descontínuo), são as que sofreram uma maior alteração e as que produziram uma maior alteração na paisagem.



As alterações das classes 331 e 523, ou seja, as praias, dunas ou areais e o mar ou oceano têm que ser analisados com algumas reservas uma vez que que fotografias tomadas em diferentes períodos do ano e/ou diferentes marés provocam alterações significativas. No entanto não se pode deixar de salientar o aumento significativo da área ocupada pelo oceano e a diminuição da parte continental emersa.



## 5 - Evolução da linha de costa

A avaliação da evolução da linha de costa foi efetuada através da comparação do limite da base para o conjunto de seis mosaicos fotográficos do período em análise (figura 31, 32 e 33). Como salientado anteriormente utilizou-se a base das arribas e a base de soleira de escavação dos sistemas dunares, por comparação com uma linha de referência localizada a oeste.



Figura 31 - Delimitação do limite da base dos anos de 1947 e 1958

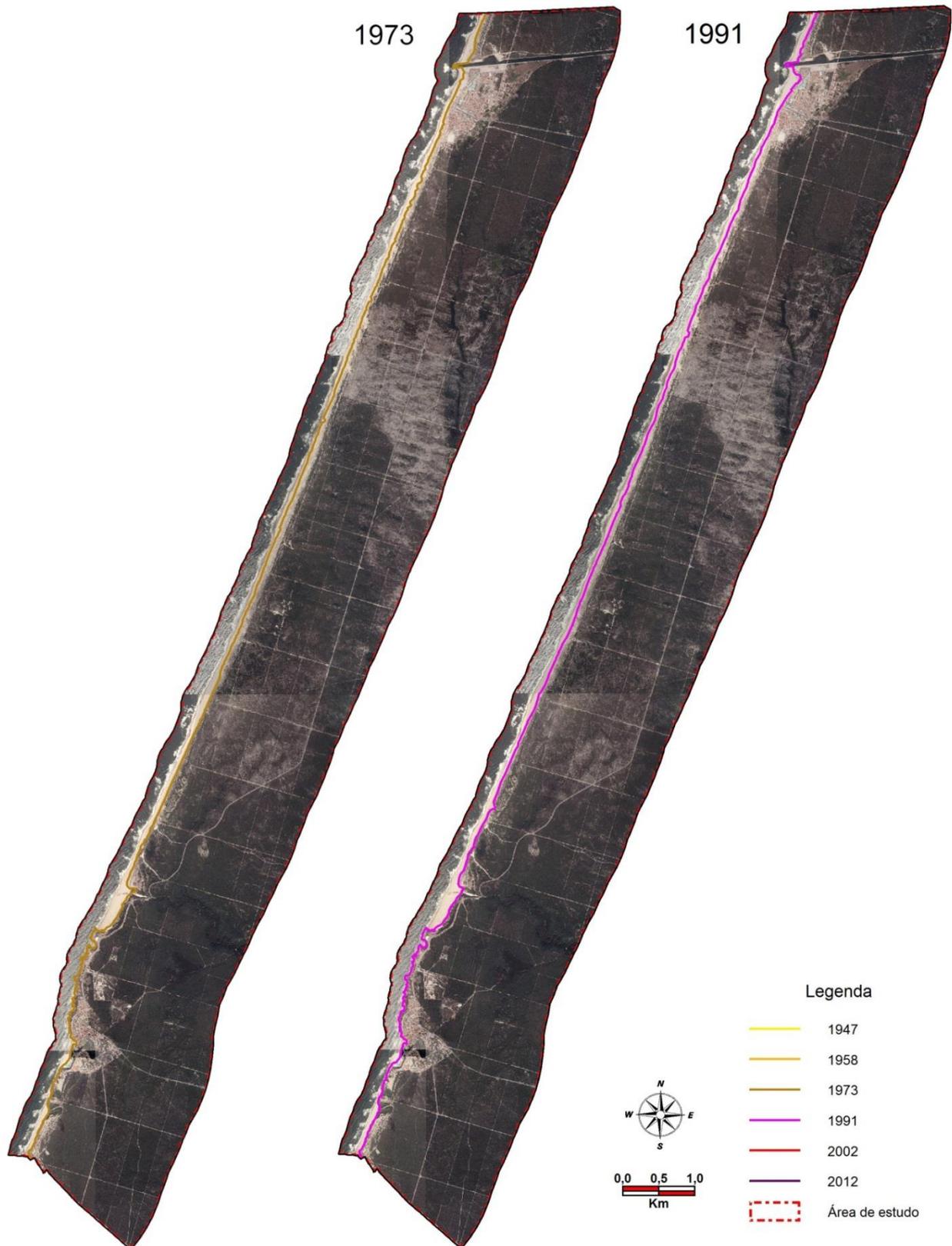


Figura 32 - Delimitação do limite da base dos anos de 1973 e 1991



Figura 33 - Delimitação do limite da base dos anos de 2002 e 2012

Após a delimitação do limite da base para cada ano em análise, foram definidos 10 perfis, ao longo da costa do concelho da Marinha Grande, com o intuito de estudar a evolução da linha de costa no período em análise (figura 34).

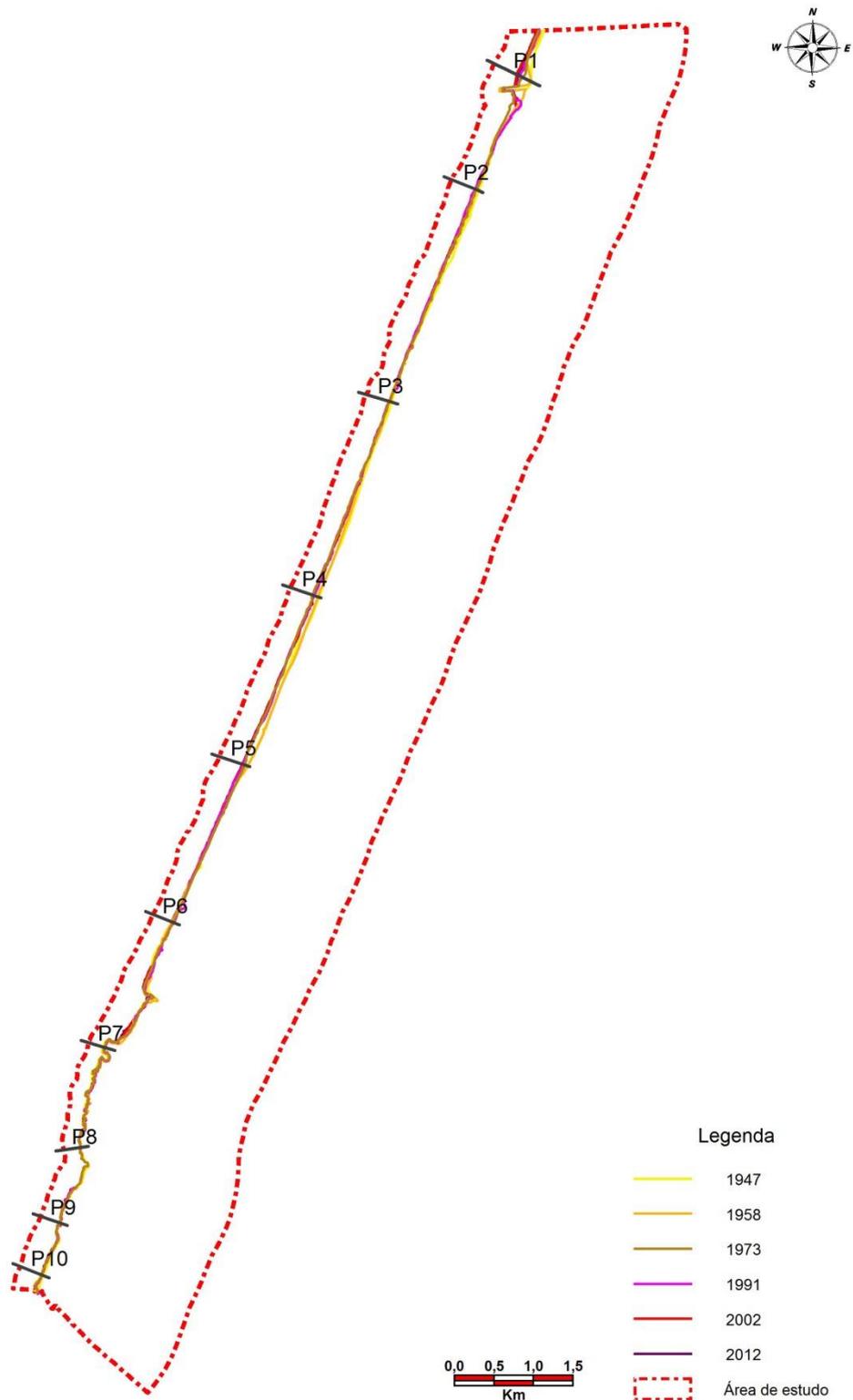


Figura 34 - Delimitação da base nos anos de 1947, 1958, 1973, 1991, 2002 e 2012

Em cada perfil foi analisado a distância entre um ponto determinado e os limites da base de cada ano analisado com o intuito de calcular a evolução da linha de costa entre 1947 e 2012. Os valores positivos encontrados representam um avanço do sistema dunar para oeste (acrecção) e os valores negativos representam erosão do sistema dunar. Na figura 31 aparece representado para cada perfil a largura real em metros entre a linha de referência a ocidente e a base das arribas ou com a soleira de escavação dunar.

Tabela 10 - Diferencial entre dois conjuntos de fotografias para os anos de análise sucessivos.

Anos	Diferencial entre dois conjuntos de fotografias (m)									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
2002 - 2012	-22,35	18,11	-0,46	3,98	0,88	9,49	-0,83	0,85	4,37	-0,02
1991 - 2002	58,57	-24,11	-8,29	0,64	8,67	12,26	9,03	0,24	-3,74	1,62
1973 - 1991	23,70	16,59	2,19	-16,15	20,41	-3,94	-8,88	1,98	-0,91	-0,56
1958 - 1973	113,83	-2,42	-4,91	68,08	37,88	-15,97	6,29	1,83	0,87	-3,09
1947 - 1958	6,86	34,73	29,81	14,90	6,84	15,02	-26,15	1,54	4,59	22,82
média/ano	2,524	0,707	0,341	1,090	1,031	0,429	-0,343	0,096	0,104	0,397

Analisando a tabela 10 e a figura 35 podemos verificar que estamos perante uma acreção do sistema dunar, ainda que pouco acentuada, em todos os perfis, com exceção do P1 em que a acreção é mais acentuada e do perfil P7 (zona de arriba alta rochosa) onde se verifica uma regressão. O perfil P1, como se pode ver na figura 4, é a norte da foz do rio Lis. Neste local, resultado da construção dos molhes de embocadura do rio Lis, houve uma progressão acentuada do cordão dunar longitudinal, de mais de 100 metros, de 1958 para 1973.

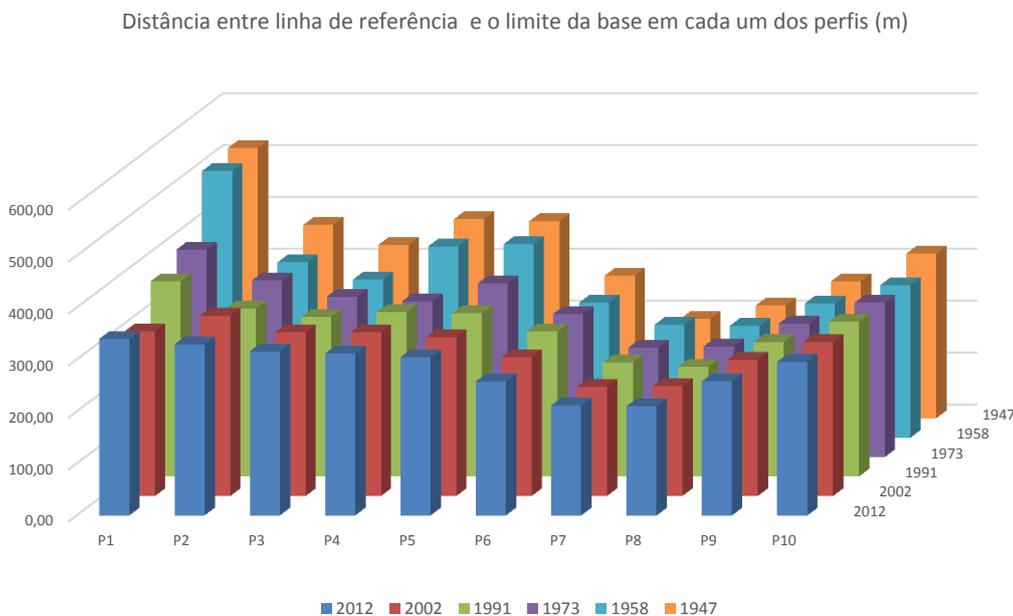


Figura 35 - Distância e evolução entre a linha de referência e a base nos seis anos em análise

Ainda que com as reservas já enunciadas, não se pode deixar de referir, ao analisar a tabela 11, que desde 1947 a 2012 a percentagem de área ocupada pelo corpo de água/oceano tem vindo a

aumentar. Se analisarmos este facto com a acreção generalizada do sistema dunar da área de estudo referido anteriormente, verifica-se que o areal longitudinal da praia entre a Praia da Vieira e a Praia Velha tem vindo a reduzir de largura causado pelos dois feitos referidos.

Tabela 11 - Distribuição percentual da área de estudo a ocidente e a oriente da linha base.

Ano	Ocidente		Oriente	
	Área	%	Área	%
<b>2012</b>	34.665.681,19	87,15	5.111.190,81	12,85
<b>2002</b>	34.651.349,33	87,11	5.125.522,67	12,89
<b>1991</b>	34.592.503,02	86,97	5.184.368,99	13,03
<b>1973</b>	34.589.846,21	86,96	5.187.025,79	13,04
<b>1958</b>	34.304.584,23	86,24	5.472.287,77	13,76
<b>1947</b>	34.107.516,76	85,75	5.669.355,24	14,25

Esta evolução faz salientar os seguintes três aspetos principais na evolução da linha de costa:

- 1 - A maior alteração verificada na linha de costa deveu-se a ações antrópicas, com a construção dos molhes na embocadura do rio Lis, nomeadamente no período 1958-1973, no perfil P1;
- 2 - Tem ocorrido acreção do sistema dunar longitudinal no período analisado, sendo mais visível nos perfis P1, P4 e P5;
- 3 - A arriba rochosa, a norte de S. Pedro de Moel, encontra-se num contínuo processo de erosão, como visível no perfil 7.

## 6 - Histórico de eventos com perdas associados

As entidades que mais estão ligadas aos problemas do litoral, como a Agência Portuguesa do Ambiente, as ex-Administrações das Regiões Hidrográficas do Tejo e do Centro, a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro, o Instituto da Água ou a Câmara Municipal da Marinha Grande foram sempre mais reativas do que preventivas, motivo pelo qual nunca houve preocupação em fazer registos de eventos ocorridos no litoral.

Não existe um registo organizado e sistemático de eventos na zona costeira da Marinha Grande, elemento fundamental para o estudo da vulnerabilidade e dos riscos.

A compilação de eventos que se segue foi efetuada recorrendo a referências em bibliografia, registos hemerográficos e fundamentalmente a registos fotográficos do Serviço Municipal de Proteção Civil da Marinha Grande e outras referências coligidas pelo do autor.

De acordo com Barosa (1993, p. 118), em 1904 o mar destruiu alguns edifícios, incluindo o do Dr. Afonso Lopes Vieira, assim como também destruiu um antigo paredão de proteção que “... punha ao abrigo alguns prédios...”.

Segundo André e Cordeiro (2002, pp. 58-59) e Grilo (2001, pp. 189-190), a constante alteração na localização da foz do rio Lis, antes da construção dos molhes na sua embocadura e do paredão na marginal, e a ocorrência de temporais originaram por diversas vezes a destruição de construções na Praia da Vieira. Exemplo disso foram os temporais de 1958 (de 13 a 19 de novembro) e de 1959 (16 de dezembro), que destruíram vários edifícios existentes na ante praia, incluindo o Posto da Guarda Fiscal, escavando a praia cerca de 10 m (figura 36).



Figura 36 - Dados provocados pelo temporal de 1958  
Fonte: Grilo (2001, p. 190)

Segundo Grilo (2001, p. 191), em fevereiro de 1978 “...o mar se enfureceu e galgou a terra em S. Pedro de Moel, provocando estragos consideráveis...”, conforme comprova a figura seguinte.



Figura 37 - Galgamento oceânico ocorrido em fevereiro de 1978  
Fonte: Grilo (2001, p. 191)

Em finais de 1978 e inícios de 1979 o mar provocou danos em diversas infraestruturas em S. Pedro de Moel causados pelos galgamentos oceânicos que ocorreram, conforme relatado num periódico local (figura 38).

**S. Pedro de Muel**

● Continuação da página 1

do portas, janelas, montras e mais coisas que o mar encontrou pelo caminho. Nos fatídicos dias 13 e 14 tudo piorou e os estragos avolumaram-se assustadoramente. As palavras não conseguirão exprimir todo o aspecto desolador dos prejuízos havidos. A título de exemplo diremos que para além do fontanário que foi arrancado do seu lugar também vários gradeamentos e uma garagem foram arremessados para longe, como não se recordam os mais velhos dos moradores de S. Pedro.

Agora que o mau tempo passou há que reparar os estragos, muitos deles da alçada da Câmara Municipal. Um golpe mais no debilitado orçamento camarário, havendo que dar início aos trabalhos de restauro o mais depressa possível, pois a época balnear já não vem longe. Oxalá que o mau tempo tenha terminado pelo menos por este ano!

**As Consequências do Temporal**

Tal como aconteceu em todo o litoral português, também S. Pedro de Muel foi vítima da sanha furiosa das marés de Dezembro e Janeiro. Já em Dezembro os estragos haviam sido consideráveis tanto nas zonas

mais próximas do mar — balneários, escadarias de acesso à praia e esplanada — como noutras mais distantes onde haviam desapareci-

● Continua na página 2

Figura 38 - Notícia sobre as consequências do temporal de 1979  
Fonte: Jornal da Marinha Grande, n.º 782, de 08MAR1979

Ainda em 1979, em outubro, o mar voltou a chegar à Praça Afonso Lopes Vieira, em S. Pedro de Moel, arrastando consigo os estrados de madeira que ainda se encontravam no local desde o final do verão (figura 39).



Figura 39 - Notícia sobre os prejuízos em S. Pedro de Moel  
Fonte: Jornal da Marinha Grande, n.º 813, de 11OUT1979

Em 19 de março de 2007, devido à forte agitação marítima, na Praia da Vieira o mar escavou o areal, deixando alguns apoios de praia em perigo, sendo mesmo necessário a contratação com urgência de máquina giratória para proteger um dos apoios de praia (figura 40), com a colocação de volume de areia.



Figura 40 - Danos em escadaria de um apoio de praia

A 9 de outubro de 2010, a força do mar fez romper a duna existente entre um apoio de praia - Foz Bar - e o rio Lis, ainda na Paria da Vieira. O mar entrou com força no estacionamento, e evoluindo sob o edifício do apoio de praia, mas provocando apenas pequenos danos (figura 41).



Figura 41 - O mar chegou ao parque de estacionamento da margem direita do rio Lis

Desde meados de dezembro de 2013 até fevereiro de 2014 a forte agitação marítima que se fez sentir na região provocou estragos em diversas infraestruturas na Praia da Vieira e em S. Pedro de Moel. Verificaram-se danos em apoios de praia, descalçamento de escadarias de acesso à praia e no paredão da Praia da Vieira. Já em S. Pedro de Moel os estragos foram em infraestruturas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais domésticas, rampa de acesso a pessoas com mobilidade condicionada, gradeamentos, na foz do ribeiro que desagua na praia, nas escadas de acesso, entre outros (figura 42).



Figura 42 - Exemplo dos danos em S. Pedro de Moel

Em finais de 2013 e início de 2014 ocorreu um outro episódio de forte agitação marítima (o maior de que há memória na região). A passagem da tempestade Hércules, entre os dias 5 e 7 de janeiro d 2014, provocou enormes danos em propriedade pública e privada e causou centenas de milhares de euros de prejuízos em toda a linha de costa do concelho conforme ilustra a figura 43 (Santos *et al.*, 2014).



Figura 43 - Notícia sobre os danos causados pela tempestade Hércules

Fonte: Jornal da Marinha Grande, n.º 2591, de 09JAN2014

Os danos passaram pelo desenraizamento do molhe norte do rio Lis, escavamento da base do cordão dunar longilitoral, destruição de passadiços, vedações e acessos às praias, em infraestruturas enterradas, iluminação pública, diverso mobiliário urbano, em instalações sanitárias públicas, pavimentos, etc. (figura 44).



Figura 44 - Notícia sobre os resíduos retirados das praias do concelho  
Fonte: Jornal da Marinha Grande, n.º 2598, de 27FEV2014

Em S. Pedro de Moel o galgamento oceânico também provocou danos consideráveis em vários edifícios habitacionais, em cafés e em restaurantes.

Para além da destruição, a tempestade Hércules também depositou muitos resíduos nas praias do concelho. A Câmara Municipal da Marinha Grande juntou, triou e transportou 279 toneladas de resíduos.

Outros eventos recorrentes na área de estudo, associados direta ou indiretamente com a ação marinha são os movimentos de massa, nomeadamente sob a forma de deslizamentos, tombamentos ou queda de blocos nas arribas coesivas carbonatadas. Pequenos movimentos de massa em vertente ocorrem todos os meses, todas as semanas e até mesmo todos os dias nas arribas de S. Pedro de Moel. Não causam vítimas, não causam danos diretos em propriedades e como tal não há registo.

Pequenos movimentos de massa em vertente ocorrem todos os meses, todas as semanas e até mesmo todos os dias nas arribas de S. Pedro de Moel. Não causam vítimas, não causam danos diretos em propriedades e como tal não há registo.

O departamento de geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa realizou um levantamento de movimentos de massa em vertentes ocorridos em vários trechos de costa com arriba sob jurisdição da ARH do Tejo (Soares, 2013, p. 41 e seg.).

Não sendo um levantamento exaustivo e mesmo não contendo os constantes pequenos movimentos de massa, permite ter uma noção dos locais onde estes têm ocorrido, conforme tabela 12 e a figura 45.

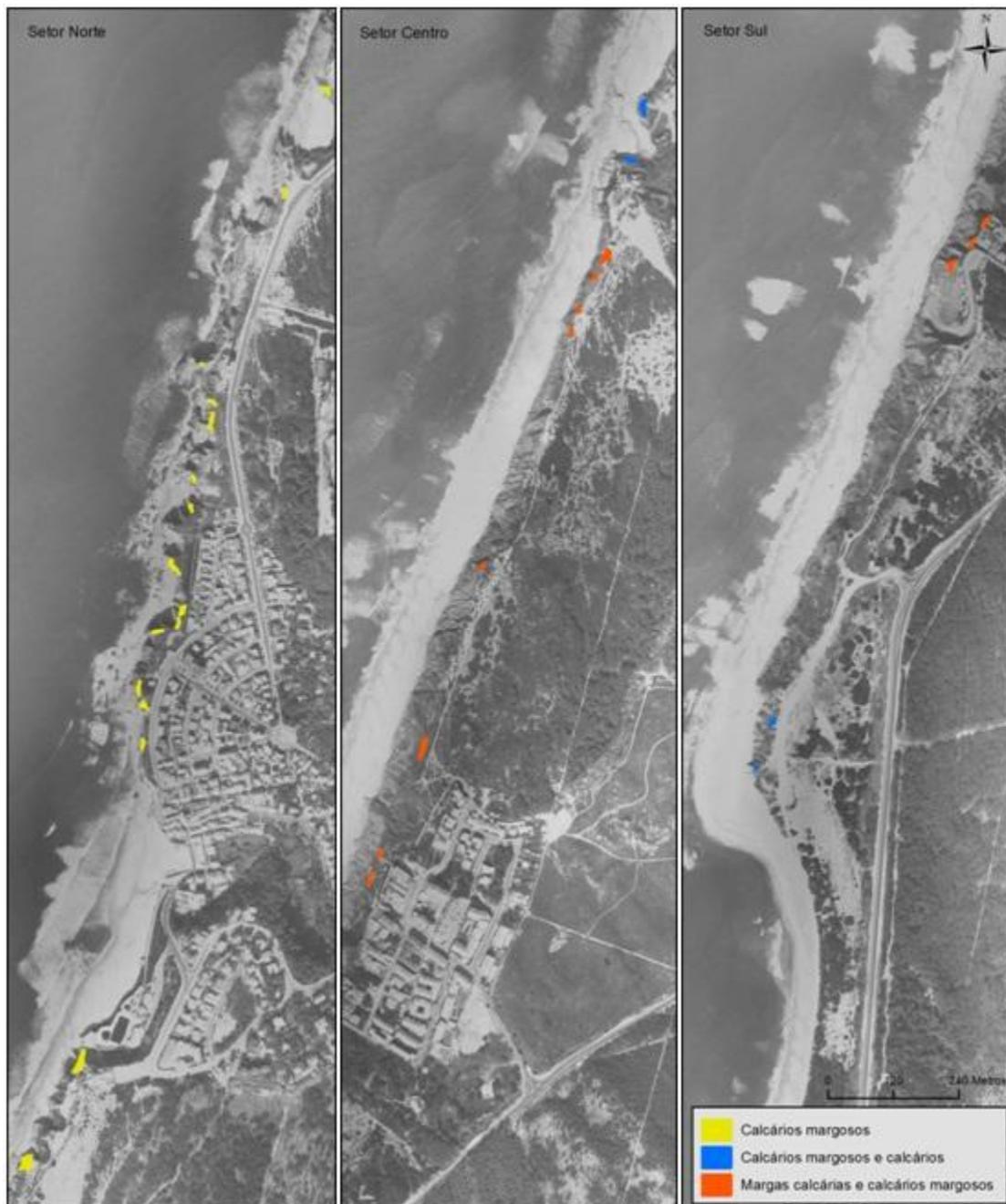


Figura 45 - Distribuição espacial dos movimentos de massa em vertente  
Fonte: Soares (2013, p. 42)

Tabela 12 - Inventário de movimentos de massa em vertentes ocorridos em S. Pedro de Moel.

Intervalo (anos)	Área total (m <sup>2</sup> )	Comprimento afetado (m)	Recuo máximo (m)	Recuo local (m)	Altura (m)	Litologia
1980-2010	45,6	20	5	2,3	16	Calcários margosos
1947-2010	48,0	26	3	1,8	20	Calcários margosos
1958-2010	11,1	9	2	1,2	18	Calcários margosos
1947-2010	16,3	13	2	1,3	16	Calcários margosos
1947-1958	25,7	13	4	2,0	19	Calcários margosos
1980-2010	89,3	20	7	4,5	24	Calcários margosos
1980-2010	99,0	30	6	3,3	23	Calcários margosos
1980-2010	26,8	19	2	1,4	25	Calcários margosos
1958-2010	25,3	19	2	1,3	25	Calcários margosos
1958-2010	34,5	27	4	1,3	18	Calcários margosos
1947-1980	59,1	17	9	3,5	19	Calcários margosos
1980-2010	29,9	19	2	1,6	14	Calcários margosos
1980-2010	325,6	33	15	9,9	13	Calcários margosos
1980-2010	29,7	15	3	2,0	19	Calcários margosos
1958-2010	6,0	5	2	1,2	24	Calcários margosos
1980-2010	21,7	16	2	1,4	24	Calcários margosos
1980-2010	249,7	46	9	5,4	17	Calcários margosos

Fonte: Adaptado de Soares, 2013, p. 443

As fotografias seguintes são exemplificativas de alguns movimentos de massa em vertentes ocorridos nos últimos anos nas arribas de S. Pedro de Moel, que podem ser constatados tanto pelas cicatrizes recentes (figura 46) como pela deposição de detritos junto da base da arriba (figura 47).



Figura 46 - Arriba com cicatrizes recentes



Figura 47 - Deposição de detritos na base da arriba



## 7 - Intervenções de proteção costeira

Ao longo das décadas em análise foram várias as intervenções efetuadas na área de estudo com o intuito de proteger o litoral, tendo em conta os processos de erosão e instabilidade das arribas, de erosão dos sistemas de praia/duna, quer os processos da colmatção sedimentar e evolução do troço final do rio Lis.

Na Praia da Vieira, segundo André e Cordeiro (2002, pp. 17-20), no início da década de 50 do século passado, foram construídos dois molhes em enrocamento com 150 m de comprimento, com as cabeças implantadas na batimetria de -2 m e as cristas à cota de 5,50 m (figura 56, #1). Com esta obra pretendeu-se fixar a foz do Lis, protegendo assim as construções existentes na Praia da Vieira. A obra de proteção que inicialmente deixou a população mais tranquila foi no entanto responsável pela alteração das correntes de deriva e pela consequente erosão a sotamar dos molhes. O conjugar da erosão com os temporais de 1958 e 1959 provocaram a destruição de diversos edifícios existentes na ante praia, o que levou à construção, em 1959, de um paredão com aproximadamente 100 m de comprimento (figura 56, #2) e à sua ampliação entre 1961/62 a toda a frente urbana (figura 56, #3), pela então Direcção Geral dos Serviços Hidráulicos. Mais tarde, já na década de 70 este paredão foi reforçado por um enrocamento (figura 56, #4). Com o intuito de repor a deriva sedimentar litoral, em 1978, foram cortados 80 m aos molhes do rio Lis, bem como proibida a extração de areia na praia.

Em finais de 2013 a Agência Portuguesa do Ambiente executou a empreitada intitulada “Reforço do muro de suporte da Praia da Vieira, incluindo recarga de areia” para proteger o paredão que se encontrava fragilizado na base (figura 48 e figura 56, #5).



Figura 48 - Obra de reforço do paredão da Praia da Vieira (18DEZ2013)

Em agosto de 2014, a Câmara Municipal da Marinha Grande inicia a empreitada intitulada “Reforço da base do esporão norte da Praia da Vieira” para reparar o desenraizamento do molhe norte do Lis, provocado pela forte agitação marítima de finais de 2013 e início de 2014 (figura 49 e figura 56, #6).



Figura 49 - Obra de reparação do molhe norte do rio Lis (14AGO2014)

No início da década de 2000, um pouco por toda a linha de costa do concelho da Marinha Grande foi efetuado o ordenamento dos acessos e proteção das dunas. Esta intervenção consistiu na construção de passadiços elevados e gradeamentos por forma a proteger tanto as dunas e arribas como a segurança de pessoas na circulação e posicionamento em locais perigosos.

Em S. Pedro de Moel a Câmara Municipal da Marinha Grande, em 1967, mandou executar a empreitada denominada “Construção de uma muralha de protecção à Avenida Marginal, em S. Pedro de Moel” para proteger a avenida marginal da ação do mar (figura 50). Este paredão encontra-se construído entre as traseiras do Café da Praia e o complexo de piscina (figura 56, #7).

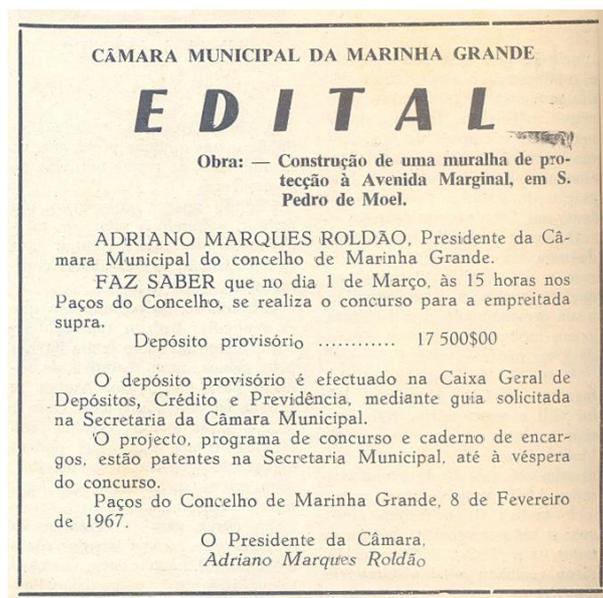


Figura 50 - Edital sobre a construção de muralha em S. Pedro de Moel  
Fonte: Jornal da Marinha Grande n.º 197, de 18FEV1967

Após um movimento de massa em vertente ocorrido em janeiro de 2003 (figura 51), os passadiços que ligavam o Bairro dos Naturais ao Farol do Penedo da Saudade foram interditados, posteriormente foram relocados na retaguarda e finalmente retirados (figura 56, #8).



Figura 51 - Fotografias de um movimento de massa em vertente na arribada a sul do farol  
Fonte: Arquivo fotográfico do Serviço Municipal de Protecção Civil da Marinha Grande

Em 2010, após um abatimento que deverá ter sido causado pela descompressão do substrato rochoso na arribada, junto ao Bairro dos Naturais, os passadiços aí existentes foram interditados (figura 52) em julho desse ano e completamente removidos em janeiro de 2011, pela ARH do Tejo (figura 56, #9).



Figura 52 - Fotografia da interdição dos passadiços junto ao Bairro dos Naturais

Dado o evoluir dos indícios de movimentos superficiais na Av. Marginal, em junho de 2011 o trânsito automóvel na referida via foi cortado e assim se manteve até fevereiro de 2013 (figura 53).



Figura 53 - Fotografia da Av. Marginal

Em meados de 2012 a APA iniciou a empreitada de estabilização das arribas de S. Pedro de Moel (figura 56, #10). Esta obra teve um custo de 1.572.641,10 €, cofinanciado pela União Europeia, através do Fundo de Coesão, e incluiu a construção de defesas aderentes na base da arriba na direção do Bairro dos Naturais e outra na vertente norte da Praia da Concha, construção de uma estrutura de contenção e reperfilamento do talude na Av. Marginal, colocação de rede de proteção na vertente norte da arriba da Praia da Concha, remoção de blocos instáveis,

preenchimento de cavidades, remoção de vegetação parasitária e colocação de vegetação autóctone, sinalização e monitorização (figura 54).



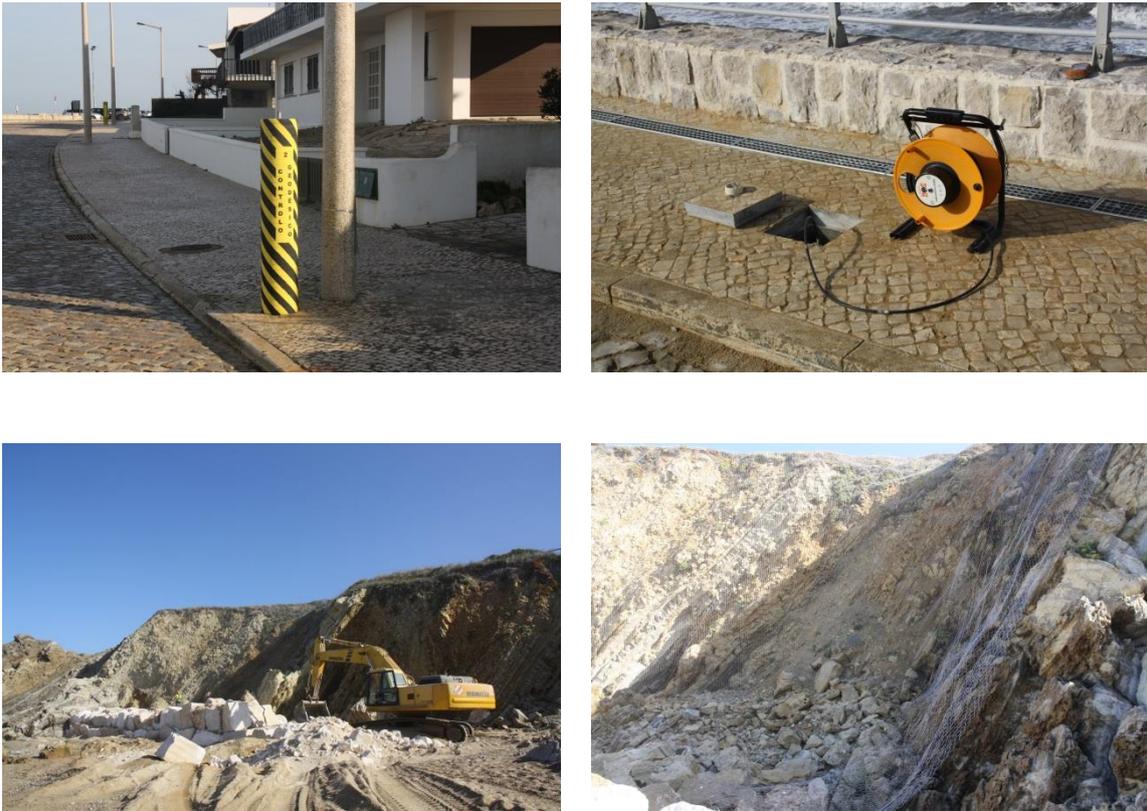


Figura 54 - Fotografias da intervenção em 2012 nas arribas de S. Pedro de Moel

Em setembro de 2014 a Câmara Municipal da Marinha Grande inicia a execução de um concurso público para reparação dos danos causados nas praias do concelho em resultado do período de forte agitação marítima que assolou o concelho em finais de 2013 e inícios de 2014 onde incluíram uma obra de defesa na Praia Velha, em frente ao restaurante Pai dos Frangos (figura 55), que consistiu na execução de um enrocamento sobre uma camada de geotêxtil (figura 56, #11).



Figura 55 - Fotografias da intervenção em 2014 na Praia Velha

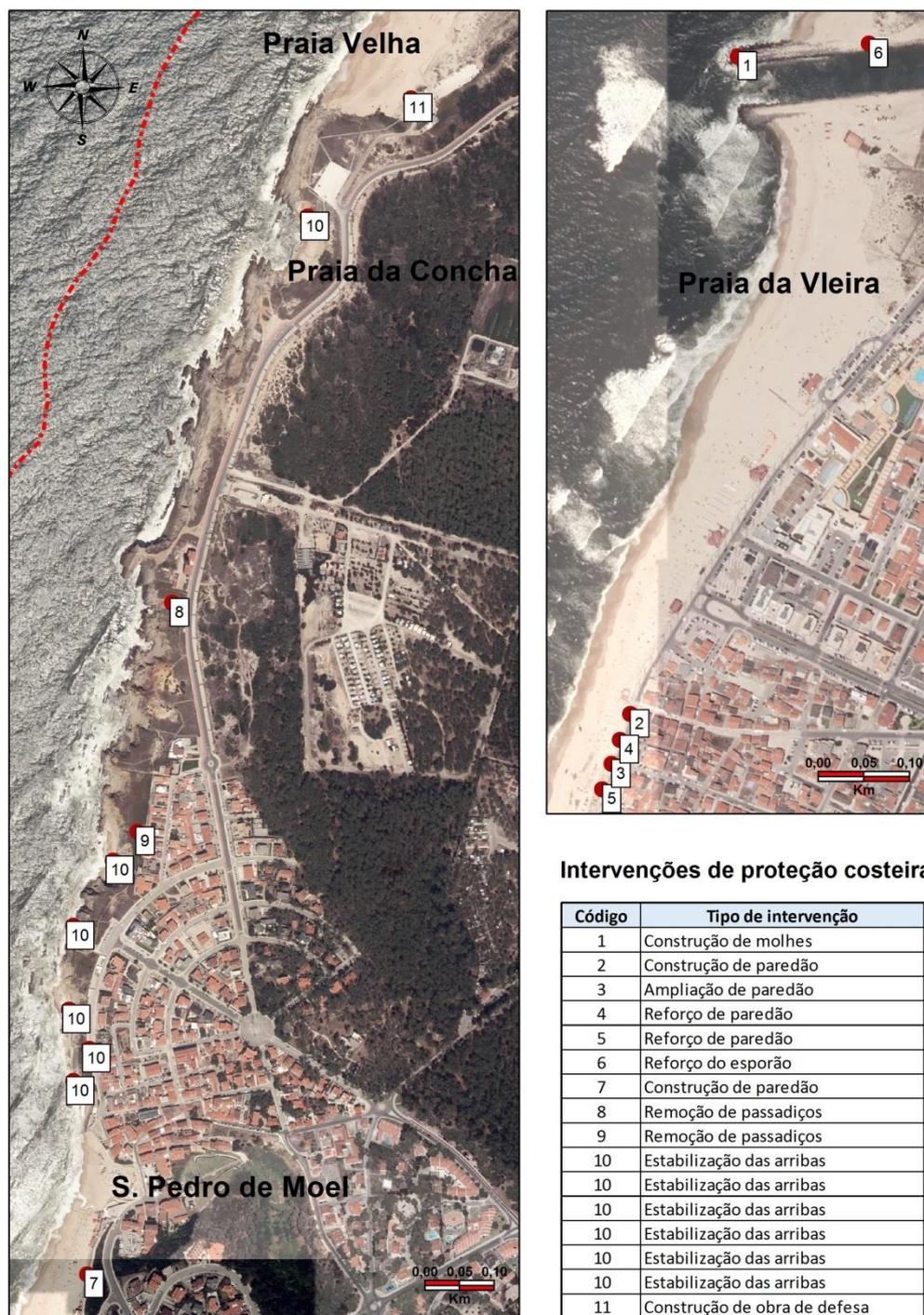


Figura 56 - Localização das intervenções de proteção costeira

Em suma, pode-se dizer que ao longo das últimas décadas a área de estudo tem apresentado três tipos principais de intervenções estruturais de mitigação do risco:

- 1 - Estabilização da foz do rio Lis que levou à diminuição da vulnerabilidade da Praia da Vieira, no início da década de 50 do século passado;
- 2 - Construção de passadiços e vedação para proteção das dunas e arribas do pisoteio a que se encontravam sujeitas, no início da década de 2000;
- 3 - Estabilização das arribas de S. Pedro de Moel em 2012.



## 8 - Vulnerabilidade

Os parâmetros e resultados obtidos para a vulnerabilidade das quatro zonas descritas na metodologia (figura 12), encontram-se sintetizados nas quatro fichas seguintes. Como salientado anteriormente a seleção destas áreas foi considerada pela diferenciação do contexto dos processos naturais, dos elementos expostos e do tipo de intervenção de proteção costeira.

Para a avaliação da vulnerabilidade recorreu-se a 10 parâmetros. No anexo I e II encontram-se os cartogramas para o parâmetro distância à linha de costa e de cota topográfica, para a totalidade da área de estudo.

Os restantes parâmetros da vulnerabilidade, nomeadamente: geologia, geomorfologia, revestimento do solo, ações antrópica, máxima altura de onda significativa, máxima amplitude de maré e taxas médias de erosão/acreção são apresentados na tabela seguinte para as quatro zonas referidas na metodologia, ou seja: núcleo urbano da Praia da Vieira, zona de dunas e pinhal, núcleo urbano de S. Pedro de Moel e zona de arriba a sul de S. Pedro de Moel até ao limite do concelho da Marinha Grande. As informações utilizadas nos parâmetros da vulnerabilidade encontram-se referidos no presente trabalho, com a exceção dos dados relativos à máxima altura de onda significativa e máxima amplitude de maré, que foram analisados a partir dos registos da boia oceânica MONICAN, situada ao largo da Nazaré, que foram disponibilizados pelo Instituto Hidrográfico.

Uma vez que a vulnerabilidade diminui com a distância à linha de costa, a Praça Afonso Lopes Vieira, em S. Pedro de Moel, e a Av. Marginal, na Praia da Vieira, são os locais onde este parâmetro possui os valores mais elevados e onde têm ocorrido mais eventos danosos, em especial na Praça Afonso Lopes Vieira.

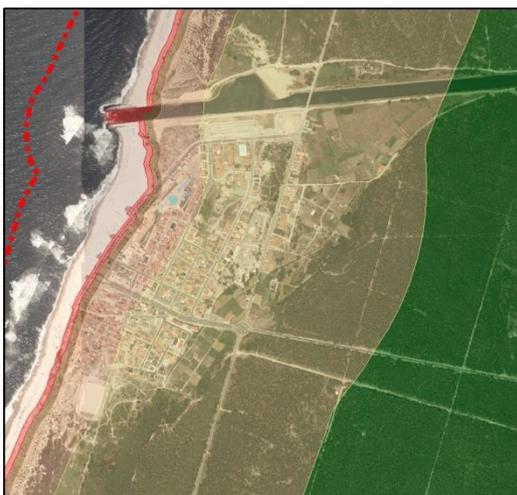
Nas fichas seguintes a classificação dos parâmetros da vulnerabilidade refletem a classificação atribuída às áreas mais desfavoráveis, ou seja, às áreas mais vulneráveis de cada zona.

## Ficha da zona A - Zona urbana (Praia da Vieira)

## Cota altimétrica



## Distância à linha de costa



## Parâmetros da vulnerabilidade

Parâmetro	Clas.
Distância à linha de costa (m)	5
Cota topográfica (m)	5
Geologia	5
Geomorfologia	4
Revestimento do solo	5
Ações antrópicas	2
Máxima altura de onda significativa (m)	5
Máxima amplitude de maré (m)	3
Taxas médias de erosão/acreção (m/ano)	1
Somatório	35
Somatório após ponderação (< 100 m)	4,5

Vulnerabilidade após normalização	0,88
-----------------------------------	------

## Parâmetros das consequências

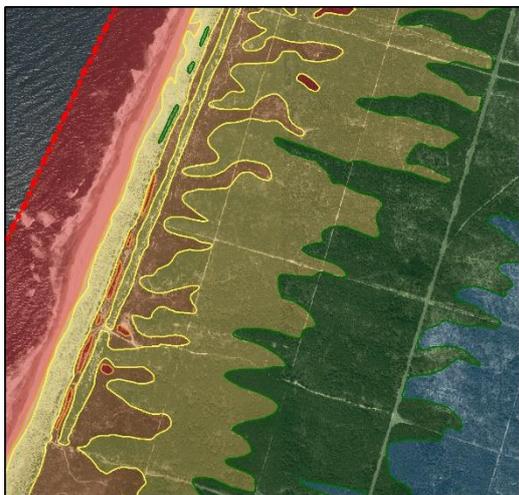
Parâmetro	Clas.
Densidade populacional (Hab./Km <sup>2</sup> )	1
Atividades económicas	5
Ecologia	3
Património construído	3

## Descrição

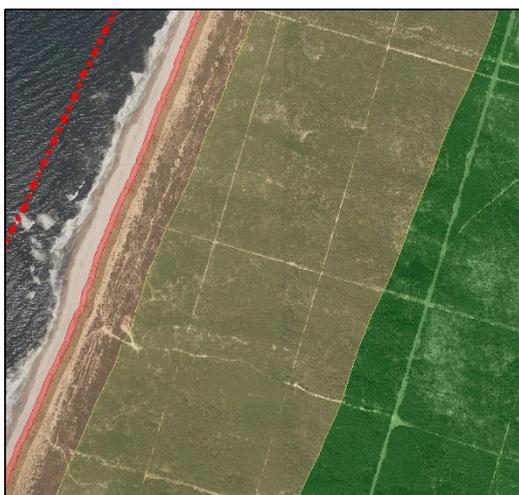
Relativamente ao parâmetro cota topográfica, a Praia da Vieira situa-se num local de cotas bastante baixas. Para além de toda a zona do rio Lis, que possui cotas topográficas inferiores a 5 m, grande parte do núcleo urbano situa-se entre os 5 m e os 10 m, o que se poderá revelar uma zona de risco elevado em cenários de tempestade violenta se conjugada com *storm surge*, principalmente se ocorrer em alturas de marés vivas.

## Ficha da zona B - Zona de dunas e pinhal (entre a Praia da Vieira e a Praia Velha)

## Cota altimétrica



## Distância à linha de costa



## Parâmetros da vulnerabilidade

Parâmetro	Clas.
Distância à linha de costa (m)	5
Cota topográfica (m)	5
Geologia	5
Geomorfologia	5
Revestimento do solo	2
Ações antrópicas	4
Máxima altura de onda significativa (m)	5
Máxima amplitude de maré (m)	3
Taxas médias de erosão/acreção (m/ano)	1
Somatório	35
Somatório após ponderação (< 100 m)	4,5

Vulnerabilidade após normalização	0,88
-----------------------------------	------

## Parâmetros das consequências

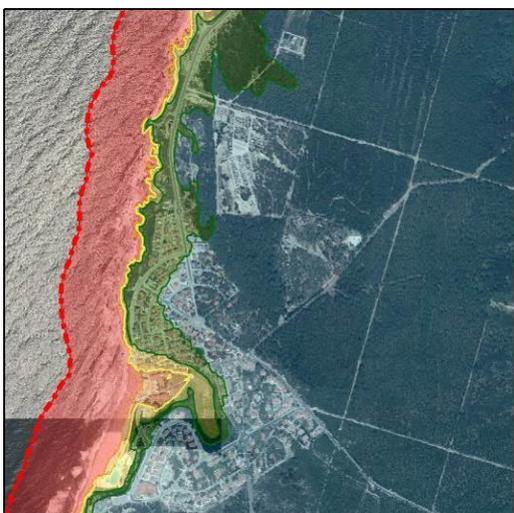
Parâmetro	Clas.
Densidade populacional (Hab./Km <sup>2</sup> )	1
Atividades económicas	1
Ecologia	4
Património construído	1

## Descrição

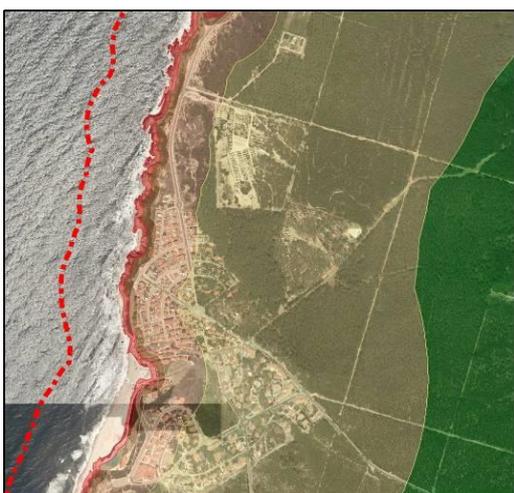
A existência de uma área classificada pelo “Projeto Corine - biótopos”, ou seja, uma área de elevado interesse para a conservação da natureza, eleva a preocupação a ter com esta zona, que poderá ser destruída com a ocorrência de um galgamento oceânico.

## Ficha da zona C - Zona urbana com arribas (S. Pedro de Moel)

## Cota altimétrica



## Distância à linha de costa



## Parâmetros da vulnerabilidade

Parâmetro	Clas.
Distância à linha de costa (m)	5
Cota topográfica (m)	5
Geologia	3
Geomorfologia	2
Revestimento do solo	5
Ações antrópicas	2
Máxima altura de onda significativa (m)	5
Máxima amplitude de maré (m)	3
Taxas médias de erosão/acreção (m/ano)	2
Somatório	32
Somatório após ponderação (< 100 m)	4,0

Vulnerabilidade após normalização	0,74
-----------------------------------	------

## Parâmetros das consequências

Parâmetro	Clas.
Densidade populacional (Hab./Km <sup>2</sup> )	1
Atividades económicas	3
Ecologia	3
Património construído	3

## Descrição

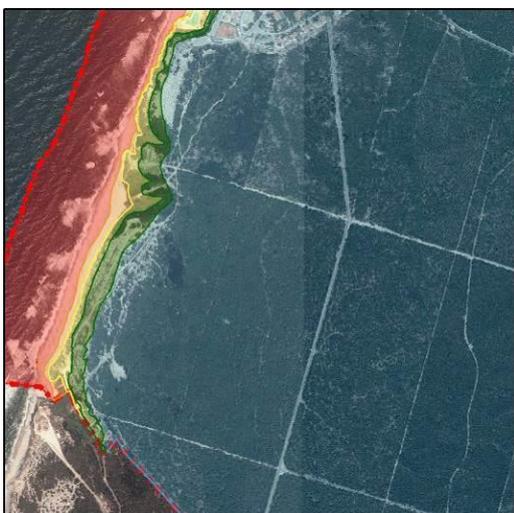
Em S. Pedro de Moel, a Praça Afonso Lopes Vieira, revela uma vulnerabilidade elevada, como se verificou recentemente, com a passagem da tempestade Hércules, em que a referida praça ficou bastante destruída.

As cotas topográficas abaixo de 5 m deixa-a muito exposta a galgamentos oceânicos.

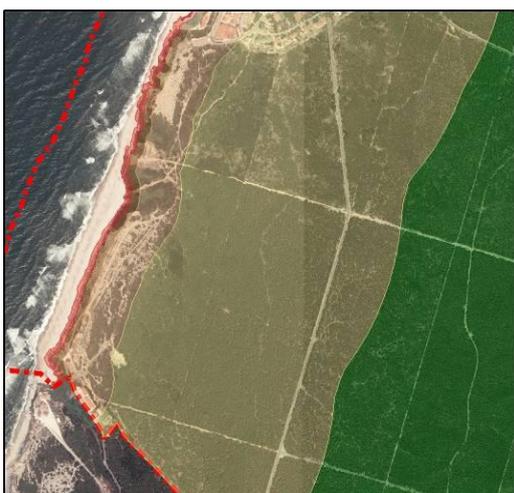
As arribas relevam suscetibilidade elevada à instabilidade, sob a forma de queda de blocos, tombamentos e deslizamentos planares, como referido por Duarte (2007) e Tavares *et al.* (2010). A vulnerabilidade é elevada dada a ocupação com aglomerado urbano contínuo, agravando-se em períodos de agitação marítima.

## Ficha da zona D - Zona de arriba (a sul de S. Pedro de Moel até ao limite do concelho)

## Cota altimétrica



## Distância à linha de costa



## Parâmetros da vulnerabilidade

Parâmetro	Clas.
Distância à linha de costa (m)	5
Cota topográfica (m)	5
Geologia	3
Geomorfologia	3
Revestimento do solo	2
Ações antrópicas	4
Máxima altura de onda significativa (m)	5
Máxima amplitude de maré (m)	3
Taxas médias de erosão/acreção (m/ano)	1
Somatório	31
Somatório após ponderação (< 100 m)	3,9

<b>Vulnerabilidade após normalização</b>	<b>0.73</b>
--	-------------

## Parâmetros das consequências

Parâmetro	Clas.
Densidade populacional (Hab./Km <sup>2</sup> )	1
Atividades económicas	1
Ecologia	3
Património construído	1

## Descrição

A vulnerabilidade da zona resulta essencialmente da erosão hídrica com formação de ravinamentos nas unidades Plio-Plistocénicas e das unidades margo-calcárias. Localmente observa-se instabilidade sob a forma de deslizamentos rotacionais, quando se verifica escavação na base da arriba.

Em suma, pode-se dizer que os valores mais elevados da vulnerabilidade verificaram-se na zona A e B, nomeadamente devido aos valores do revestimento do solo e da geomorfologia.

Os valores elevados na zona de S. Pedro de Moel resultam do revestimento do solo, ou seja, da ocupação antrópica.

## 9 - Referencial do estado da zona costeira

Toda a zona costeira do concelho da Marinha Grande apresenta uma vulnerabilidade bastante elevada. Tal facto está diretamente associado à localização próxima dos núcleos urbanos das dunas e arribas, numa zona em que o mar é muito enérgico e com elevado potencial de erosão e de galgamento em períodos de tempestade. As cotas altimétricas baixas existentes principalmente na metade norte da área de estudo e na Praça Afonso Lopes Vieira em S. Pedro de Moel também enfatizam a vulnerabilidade da região.

As intervenções que foram realizadas ao longo do tempo na região foram, de uma forma global, benéficas para a proteção da zona costeira e da população. Das intervenções efetuadas, que foi possível identificar, podem-se salientar a construção dos molhes em enrocamento na foz do rio Lis, e o seu posterior encurtamento, bem como a construção do paredão na marginal, que levaram à estabilização da praia, não havendo registos de destruição de edifícios desde então.

A demolição das barracas que haviam um pouco por toda a zona costeira do concelho, algumas das quais construídas na antepraia, retiraram pressão em estruturas tão frágeis como são as dunas. Embora grande parte das barracas existentes fossem segundas habitações, também havia muitas famílias a residir no local; local esse de risco muito elevado e que por diversas vezes provocou a destruição das barracas e a perda de bens pessoais dos residentes.

A construção de passadiços elevados e de vedações nos locais de maior veraneio contribuíram positivamente para a redução da pressão humana nas cristas das arribas e nos sistemas dunares. Desta forma o acesso das pessoas foi limitado a zonas de maior segurança para elas próprias e para o sistema natural. No entanto, tanto os passadiços como os gradeamentos encontram-se bastante degradados, necessitando de uma intervenção profunda para manterem a função.

A zona de arribas em S. Pedro de Moel sofreu uma intervenção recente. Demasiado recente para se poder analisar a sua eficácia. No entanto, pelo que nos tem sido possível verificar desde a sua construção, continuam a ocorrer pequenos movimentos de massa nas arribas na zona do Bairro dos Naturais, a arriba norte da Praia da Concha continua a desagregar-se e apareceram ravinamentos recentes provocados pelas escorrências das águas pluviais do Penedo do Cabo, acentuado pela existência de um parque de estacionamento neste local. A obra de defesa aderente construída com um ângulo que permitia a melhor dissipação da energia das ondas (figura 57), e que tanto tempo levou a construir por esse mesmo motivo, já se encontra com sinais evidentes de instabilidade e mobilização.



Figura 57 - Verificação do ângulo durante a execução da proteção aderente

Como se pode verificar na figura 58, passados cerca de dois anos e meios da conclusão da obra, a defesa aderente já se encontra danificada, diferente daquilo que foi projetado e executado.



Figura 58 - Obra de defesa aderente em setembro de 2012 e julho de 2015

## 10 - Propostas de intervenções

Propor medidas de gestão do risco e intervenções que visem reduzir a vulnerabilidade de uma zona costeira não é uma tarefa fácil. Não é fácil propor medidas de redução de vulnerabilidade para uma pequena parcela de território quando grande parte das causas dessa vulnerabilidade possuem uma escala muito maior. Não podemos propor a retirada dos esporões existentes a norte da área de estudo, bem como não podemos propor a eliminação das barragens existentes.

Sob um ponto de vista mais global, propomos que se deixem de construir obras de proteção destacada uma vez que estas não resolvem os problemas do litoral, simplesmente os transferem para sul. Em substituição somos de opinião que os urbanistas, planeadores e gestores do território, bem como a população e os decisores políticos têm que se adaptar às alterações do próprio território. Considera-se necessário garantir a eficiência e eficácia das obras de estabilização e em casos comprovados assegurar a deslocalização das infraestruturas para zonas menos vulneráveis.

Ao nível da área de estudo parece-nos crucial elaborar um plano de monitorização do volume de areia nas praias através da elaboração de perfis de praia, da evolução da linha de costa, tanto na zona do cordão dunar como nas arribas rochosas, incluindo medições rigorosas e registos fotográficos. Este plano deveria ser articulado entre a Câmara Municipal da Marinha Grande, através do seu Serviço Municipal de Proteção Civil, com a colaboração dos serviços topográficos e com a colaboração de técnicos da APA.

Deveriam ser criados mecanismos de resposta a situações de emergência originados por galgamentos oceânicos. Este mecanismo deveria dar uma resposta rápida de forma a minimizar os danos provocados e a evitar o efeito cumulativo de danos nas marés seguintes, como vimos acontecer nos últimos temporais que ocorreram na região. A autarquia e a APA deveriam assegurar recursos mecânicos pesados e meios financeiros capazes de intervenção em situação de crise. Isto, nomeadamente para recargas de areia de urgência, intervenções na foz do rio Lis ou nas arribas em S. Pedro de Moel.

Realizar uma campanha de sensibilização junto da população proprietária de edifícios em zonas mais vulneráveis, nomeadamente na Praça Afonso Lopes Vieira, para que estas adaptem os seus edifícios para se protegerem em caso de galgamento oceânico. Com a generalização de proteções nas portas e janelas, os danos provocados pelo temporal de 2014 teriam sido consideravelmente menores, como o verificado em alguns estabelecimentos de restauração.



Figura 59 - Edifício com proteções nas portas e janelas

As vedações e passadiços que se encontram partidos e deteriorados em muitos locais deveriam ser objeto de recuperação pelas entidades competentes, nomeadamente a Agência Portuguesa para o Ambiente. Uma ação de fiscalização proativa por parte da Guarda Nacional Republicana e pela Polícia Marítima para remover os infratores poderia garantir melhores condições de circulação e permanência na faixa costeira.

A zona de estacionamento existente no Penedo do Cabo deveria ser eliminado, uma vez que a impermeabilização do mesmo construiu para o aumento das escorrências superficiais aumentando a erosão das arribas. No local deveria ser construído uma vedação que só permitisse o acesso à Praia Velha, mantendo os passadiços existentes e removendo o *tout-venant* existente na zona do Estacionamento. Esta ação deveria ser levada a cabo pela APA a curto prazo para aliviar a pressão humana no penedo e reduzir a impermeabilização e consequentes escorrências das águas pluviais pela arriba.

A Câmara Municipal da Marinha Grande deve pensar na deslocalização das instalações sanitárias e do Café da Praia, de que é proprietária, para locais menos vulneráveis. Estas infraestruturas encontram-se na linha de costa tendo sofrido bastantes danos nos últimos anos. Também o mobiliário urbano, gradeamentos e pavimentos deveriam ser repensados para modelos para melhor comportamento perante os fenómenos meteorológicos adversos.

A interdição de forma efetiva o acesso à Praça Afonso Lopes Vieira, para pessoas e veículos, deveria ser prevista para situações de alerta. Nos últimos temporais foi possível assistir à circulação de pessoas e veículos em situação de risco, tendo no ano de 2014 pessoas foram tombadas e arrastadas alguns metros pelo mar.

Propõe-se a elaboração de um plano prévio de intervenção para fenómenos meteorológicos adversos na zona costeira, elaborado pelo Serviço Municipal de Proteção Civil, envolvendo os restantes agentes de proteção civil e entidades de apoio com competências nesta área. Desta forma era possível saber quem deve fazer o quê de uma forma integrada e coordenada.

Por último, uma proposta que extravasa os objetivos propostos na presente dissertação, uma vez que é de âmbito nacional. Durante a elaboração do presente trabalho foi possível verificar a diversidade de entidades com competências na zona costeira. Também foi possível verificar a falta de registos sistematizados de eventos, intervenções, projetos, entre outros. Assim, uma plataforma *online*, que servisse de repositório e forma de comunicação das inúmeras entidades com competências nas zonas costeiras. Nesta plataforma poderiam ser colocados relatórios, estudos, projetos, registos fotográficos, planos, etc. de forma organizada construindo assim um repositório hierarquizado e com níveis de acesso, sempre disponível às entidades que deles necessitem.



## Conclusões

Com este trabalho pretendeu-se identificar as principais vulnerabilidades às ações energéticas do mar na zona costeira do concelho da Marinha Grande. Pretendeu-se dar a conhecer os seus principais problemas de forma a contribuir para o processo de decisão e gestão.

Ao longo deste trabalho foi possível verificar que a evolução do uso e ocupação de solo foi pouco acentuada, causada pelo facto dos núcleos urbanos se encontrarem completamente rodeados pela Mata Nacional de Leiria.

Relativamente à evolução da linha de costa chegou-se à conclusão que, contrariamente ao que se previa, de uma forma genérica tem ocorrido acreção na zona do cordão dunar a norte de S. Pedro de Moel. Já as arribas de S. Pedro de Moel têm sofrido um processo erosivo bem evidente, com processos de instabilidade com a movimentação de grandes volumes de material e alterando a morfologia costeira.

Têm ocorrido diversos eventos que provocaram danos avultados em infraestruturas públicas e propriedades privadas, que embora se tenha vindo a tentar minimizar com intervenções de proteção costeira, as últimas ocorrências vieram provar que, principalmente a zona baixa de S. Pedro de Moel, se encontra vulnerável perante episódios de forte agitação marítima.

Toda a área de estudo possui uma vulnerabilidade relativamente elevada, sendo a Praia da Vieira, o sistema dunar longilitoral e a zona da Praça Afonso Lopes Vieira, em S. Pedro de Moel, os locais onde esta possui valores mais elevados. Os principais parâmetros que contribuem para os valores de vulnerabilidade elevados são as cotas topográficas baixas, associadas à pouca distância dos elementos expostos em relação à linha de costa, bem como as próprias características do mar.

Durante a elaboração deste trabalho foram várias as dificuldades sentidas, em especial na realização da fotointerpretação, onde a falta de definição nas fotografias aéreas mais antigas, os diferentes formatos e escalas se fizeram sentir na sua georreferenciação e posterior análise.

As medições nos 10 perfis definidos foram realizadas sobre a análise da fotointerpretação e deveriam ter sido complementadas com trabalho de campo de topografia para a validação dos resultados mais atuais.

A falta de registos históricos compilados sobre os eventos ocorridos e as intervenções de proteção costeira também condicionaram uma melhor análise. Esta falta de registos foi ainda

mais evidente com a total ausência de respostas às nossas inúmeras tentativas junto da APA em obter dados sobre os eventos e as intervenções efetuadas no concelho da Marinha Grande.

Num futuro trabalho de investigação sobre a vulnerabilidade da zona costeira sugeríamos o desenvolvimento da componente social e a auscultação das entidades com responsabilidade mais direta na gestão deste território (e.g. autarquia, Agência Portuguesa do Ambiente, capitania, entre outros), bem como dos principais operadores económicos, para possibilitar uma visão mais abrangente da vulnerabilidade e a perceção do risco. No entanto para uma investigação mais aprofundada, que necessitaria um maior período de tempo para a sua execução, sugeríamos a elaboração de perfis de praia e o levantamento topográfico das cristas das arribas e do sistema dunar em diversas etapas com um intervalo de tempo entre elas a decidir.

Este trabalho permite ter uma visão mais concreta e fundamentada da vulnerabilidade da zona costeira do concelho da Marinha Grande, possibilitando a sua integração em instrumentos de gestão territorial (e.g. Plano Diretor Municipal) e em instrumentos de gestão de emergência (e.g. Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil). Permite ainda melhorar a segurança da circulação de pessoas, contribui para uma maior sensibilização do uso público da zona costeira e apoiar os decisores políticos.

## Bibliografia

- Abrantes, Ana; Carvalho, Rui; Farinha, Nuno; Morgado, Paulo; Pereira, Hugo e Rocha, Jorge (2004). Cartografia de Uso/Ocupação do solo por fotointerpretação - Um exemplo de análise sobre o concelho de Oeiras. Atas do V Congresso da APG, Guimarães, 22 p.
- Almeida, A. Campar de; André, José Nunes e Cunha, Pedro Proença (1998). Visita de estudo à zona costeira entre o Cabo Mondego e S. Pedro de Moel. Seminário "Perspectivas de Gestão Integrada de Ambientes Costeiros", Associação Eurocoast-Portugal (Ed.), 19 p.
- André, J. Nunes; Rebelo, Fernando e Cunha, Pedro Proença (2001). Morfologia dunar e movimentação de areias entre a lagoa da Ervedeira e o limite sul da Mata Nacional de Leiria. Territorium. Editora Minerva, Coimbra, pp. 51-68.
- André, José Nunes e Cordeiro, Maria de Fátima Neves (2002). Evolução do troço terminal do rio Lis. Territorium - Revista de Geografia Física aplicada no Ordenamento do Território e Gestão de Riscos Naturais. Minerva. Coimbra, pp. 123 - 134.
- ANPC (2009). Guia para a Caracterização de Risco no Âmbito da Elaboração de Planos de Emergência de Protecção Civil. Caderno Técnico n.º 9. Autoridade Nacional de Protecção Civil, 28 p.
- APA (2012). Plano de Ação de Protecção e Valorização do Litoral 2012-2015. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território. Agência Portuguesa do Ambiente, 100 p.
- Barosa, Joaquim (1993). Memórias da Marinha Grande. Câmara Municipal da Marinha Grande, 3.ª edição, ampliada.
- Boak, Elizabeth H. e Turner, Ian L. (2005). Shoreline Definition and Detection: A Review. Journal of Coastal Research, 21(4). West Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208, pp. 688-703
- Castanheira, José M., e Aranha, José (2004). Estudo da alteração da cobertura do solo no Vale do Alto Tâmega. Estudo multi-temporal com imagens Landsat-5 TM e Landsat-7 ETM<sup>+</sup>. ESIG 2004, VIII Encontro de utilizadores de Sistemas de Informação Geográfica, Oeiras.
- CCDRC (1992). Plano Regional de Ordenamento do Território do Centro, Recursos Naturais do Centro Litoral - Clima, caracterização, 52 p.
- CCDRC (2007). Plano Regional de Ordenamento do Território do Centro, Riscos Naturais e Tecnológicos - Contributo para a Síntese de Diagnóstico e Visão Estratégica.
- CCDRC (2011). Plano Regional de Ordenamento do Território do Centro, Diagnóstico e Contributos para uma Visão Estratégica Territorializada da Região Centro - Volume I - Factores Estruturais e Dinâmicas de Evolução Tendencial do Modelo Territorial da Região Centro.
- CMMG (2012). Relatório Fundamentado de Avaliação da Execução do PDM da Marinha Grande. Câmara Municipal da Marinha Grande, 773 p.
- Coelho, Carlos e Gomes, Fernando Veloso (2005). Classificação de Vulnerabilidades e Riscos como Contributo no Planeamento das Zonas Costeiras. III Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras de Países de Expressão Portuguesa, Maputo, Moçambique, 15 p.

- Coelho, Carlos; Arede, Catarina (2009). Methodology to Classify Exposure Risk to Wave Actions in the Northwest Coast of Portugal. In: E. Özhan (ed.), Proceedings of 9th International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST, Middle East Technical University, Ankara, Turkey. ISBN: 978-605-88990-2-5, pp. 813-824.
- Coelho, Carlos; Granjo, Maria José e Segurado-Silva, Cristina (2007). Vulnerabilidades do Distrito de Aveiro às acções energéticas do mar. Revista da Associação Portuguesa de Recursos Hídricos, Vol. 28 #3, pp. 45-53.
- Coelho, Carlos; Silva, Raquel, Veloso-Gomes, Fernandes e Taveira-Pinto, Francisco (2009). Potential effects of climate change on northwest Portuguese coastal zones. ICES Journal of Marine Science, 66, pp. 1497-1507.
- Conselho Nacional do Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável (2001). Projecto de reflexão sobre o desenvolvimento sustentável da zona costeira, 46 p.
- Cordeiro, Maria de Fátima Neves (1999). Mata Nacional de Leiria - Exemplo histórico na fixação das areias eólicas e na prevenção de incêndios florestais. Dissertação de mestrado. Coimbra, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, 268 p.
- Crowell, Mark, Leatherman, Stephen P., Buckley, Michael K. (1991). Historical Shoreline Change: Error Analysis and Mapping Accuracy. Journal of Coastal Research, 7 (3). Ft. Lauderdale (Florida). ISSN 07 49-0208, pp. 839-852
- Cunha, Pedro Proença (1999). Erosão no troço costeiro Cabo Mondego-Figueira da Foz: controlos naturais/antrópicos e implicações na gestão do litoral e das adjacentes bacias hidrográficas. IV Simpósio de Hidráulica e recursos hídricos dos países de língua oficial portuguesa (Comunicações), Universidade de Coimbra, 22 p.
- Cutter, Susan (2011). A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. Revista Crítica de Ciências Sociais n.º 93, pp. 59-69.
- Dinis, Pedro (1996). Dinâmica sedimentar e evolução do estuário do Lis. Dissertação de Mestrado em Geociências, submetida à Universidade de Coimbra, 205 p.
- Duarte, Clara (2007). As arribas calcárias de S. Pedro de Moel. Importância da geologia na valorização do território. Dissertação de Mestrado em Geociências, submetida à Universidade de Coimbra, 170 p.
- Duarte, L. V. e Soares, A. F. (2002). Litostratigrafia das séries margo-calcárias do Jurássico inferior da Bacia Lusitânica (Portugal). Com. Instituto Geológico e Mineiro, 89, pp. 135-154.
- Gomes, Fernando Veloso; Pinto, Francisco Taveira; das Neves, Luciana, e Barbosa, Joaquim Pais (2006). EUrosion - A European Initiative for Sustainable Coastal Erosion. Pilot Site of River Douro - Cape Mondego and Case Studies of Estela, Aveiro, Caparica, Vale do Lobo and Azores. Porto, 317 p.
- Gomes, Carla Amado (2014). Os tempos estão a mudar - alterações climáticas, ordenamento do território e protecção da orla costeira, 24 p.
- Gomes, Fernando Veloso (2007). A Gestão da Zona Costeira Portuguesa. Revista da Gestão Costeira Integrada 7(2), pp. 83-95.
- Gomes, Fernando Veloso; Barroco, Ana; Pereira, Ana Ramos; Reis, Carlos Sousa; Calado, Helena; Ferreira, João Gomes; Freitas, Maria da Conceição e Biscoito, Manuel (2007). Bases para

- a Estratégia da Gestão Integrada das Zonas Costeiras. Ed. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. 1.ª edição. ISBN 978-989-8097-06-4, 112 p.
- Grilo, Patrícia Alexandra Balbino (2001). *Imagens do Século XX do Concelho da Marinha Grande*. Edição do Pelouro da Cultura da Câmara Municipal da Marinha Grande.
- Guerra, Sónia (2011). *Flora e habitats da zona costeira da mata nacional de Leiria*. Dissertação de mestrado. Aveiro, Universidade de Aveiro, 154 p.
- IPI (2009). *Câmara Municipal da Marinha Grande - Relatório de Sustentabilidade - setembro 2009*. Inovação, Projectos e Iniciativas, Lda., 152 p.
- Julião, Rui Pedro; Néry, Fernanda; Ribeiro, José Luís; Branco, Margarida Castelo; Zêzere, José Luís (2009) *Guia Metodológico para a Produção de Cartografia Municipal de Risco e para a Criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de Base Municipal*. Autoridade Nacional de Proteção Civil, Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano, Instituto Geográfico Português, 93 p.
- Leal, Carlos (2005). *Desenvolvimento urbano em zonas costeiras de alto risco - análise da problemática para uma intervenção estratégica*. Dissertação de Mestrado em Planeamento e Projecto do Ambiente Urbano, submetida à Universidade do Porto, 196 p.
- Monteiro, Mário; Tavares, Alexandre Oliveira e Serra, Rita (2014). *Dinâmica de transformação de uso e ocupação do solo em espaço rural a partir de fotointerpretação no período 1965-2010*, 17 p.
- Monteiro, Mário; Tavares, Alexandre Oliveira e Serra, Rita (2014). *Dinâmica de transformação de uso e ocupação do solo em espaço rural a partir de fotointerpretação no período 1965-2010*. CTIG 2014, I Jornadas Lusófonas de Ciências e Tecnologias de Informação Geográfica, 11 a 13 de setembro, Coimbra.
- Moore, Laura J. (2000). *Shoreline mapping techniques*. *Journal of Coastal Research*, 16(1). Royal Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208, pp. 111-124.
- Néry, Fernanda (2007) - *Nomenclatura CORINE Land Cover: versão portuguesa comentada*. Instituto Geográfico Português, Lisboa, 113 p.
- Pardal, Sidónio (2009). *Contributo para uma taxonomia dos usos do solo*, 27 p.
- Pereira, Ana Ramos (2004). *O espaço litoral e a sua vulnerabilidade*. *GeoINova (Ambiente e Mudanças Globais)*, n.º 9, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova, Lisboa. ISSN: 0874-6540, pp. 33-43.
- Ribeiro, José Luís (2010). *Riscos Costeiros - Estratégias de prevenção, mitigação e protecção, no âmbito do planeamento de emergência e do ordenamento do território*. Caderno Técnico n.º 15. Ed. Autoridade Nacional de Protecção Civil / Direcção Nacional de Planeamento de Emergência 1.ª edição. ISBN 978-989-8343-05-5, 156 p.
- Santos, Ângela; Mendes, Susana; Corte-Real, João (2014) - *Impacts of the Storm Hercules in Portugal*. *Finisterra*, XLIX, 98, pp. 197-220.
- Santos, F. D. e Miranda, P. - Eds. (2006). *Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação*. Projecto SIAM II. Gradiva. Lisboa. ISBN 989-616-081-3, 506 p.

- Saraiva, Sandra (2006). Atlas da Marinha Grande. Gabinete de Informação Geográfica, Câmara Municipal da Marinha Grande, 60 p.
- Schmidt, Luísa; Santos, Filipe Duarte; Prista, Pedro; Saraiva, Tiago; Gomes, Carla (2012). Alterações climáticas, sociais e políticas em Portugal: processos de governança num litoral em risco. *Ambiente & sociedade*, 15(1), 23-40. ISSN: 1809-4422, pp. 23-40.
- Soares, Raquel (2013). Análise de risco de instabilidade de arribas em São Pedro de Moel. Dissertação de Mestrado em Ciências do Mar, submetida à Universidade de Lisboa, 117 p.
- Tavares, Alexandre Oliveira; Duarte, Luis e Duarte, Clara (2010). Avaliação da susceptibilidade a movimentos de massa nas arribas costeiras entre S. Pedro de Moel e a Praia da Polvoeira. Atas do VIII Congresso Nacional de Geologia. e-Terra, Revista Eletrónica de Ciências da Terra: Sociedade Geológica de Portugal, Vol. 9, n.º 6, 4 p.
- Tavares, Alexandre Oliveira; Monteiro, Mário; Vargas, M.A.; Pato, R.L.; Serra, Rita (2014). Land use change and forest routing in a rural context: The relevance of the community-based management and planning framework. *Applied Geography*, n.º 52, pp. 153 - 171.
- Tavares, Alexandre Oliveira; Pato, Rosinda Leonor e Magalhães, Maria do Carmo (2012). Spatial and temporal land use change and occupation over the last half century in a peri-urban area. *Applied Geography*, n.º 34, pp. 432-444.

## Legislação

Decreto Regulamentar n.º 9/2009, de 29 de maio, Diário da República, 1.ª série - n.º 104. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional - Estabelece os conceitos técnicos nos domínios do ordenamento do território e do urbanismo.

Decreto Regulamentar n.º 11/2009, de 29 de maio, Diário da República, 1.ª série - n.º 104. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional - Estabelece os critérios de classificação e reclassificação do solo.

Decreto-Lei n.º 159/2012, de 24 de julho, Diário da República, 1.ª série - n.º 142. Ministério dos Negócios Estrangeiros - Regula a execução dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira.

Decreto-Lei n.º 221/1997, de 20 de agosto, Diário da República n.º 191/1997, Série I-A. Ministério do Ambiente - Cria o Conselho Nacional do Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 22/2003, de 18 de fevereiro, Diário da República n.º 41, I Série-B. Presidência do Conselho de Ministros - Aprova o Programa FINISTERRA, Programa de Intervenção na Orla Costeira Continental.

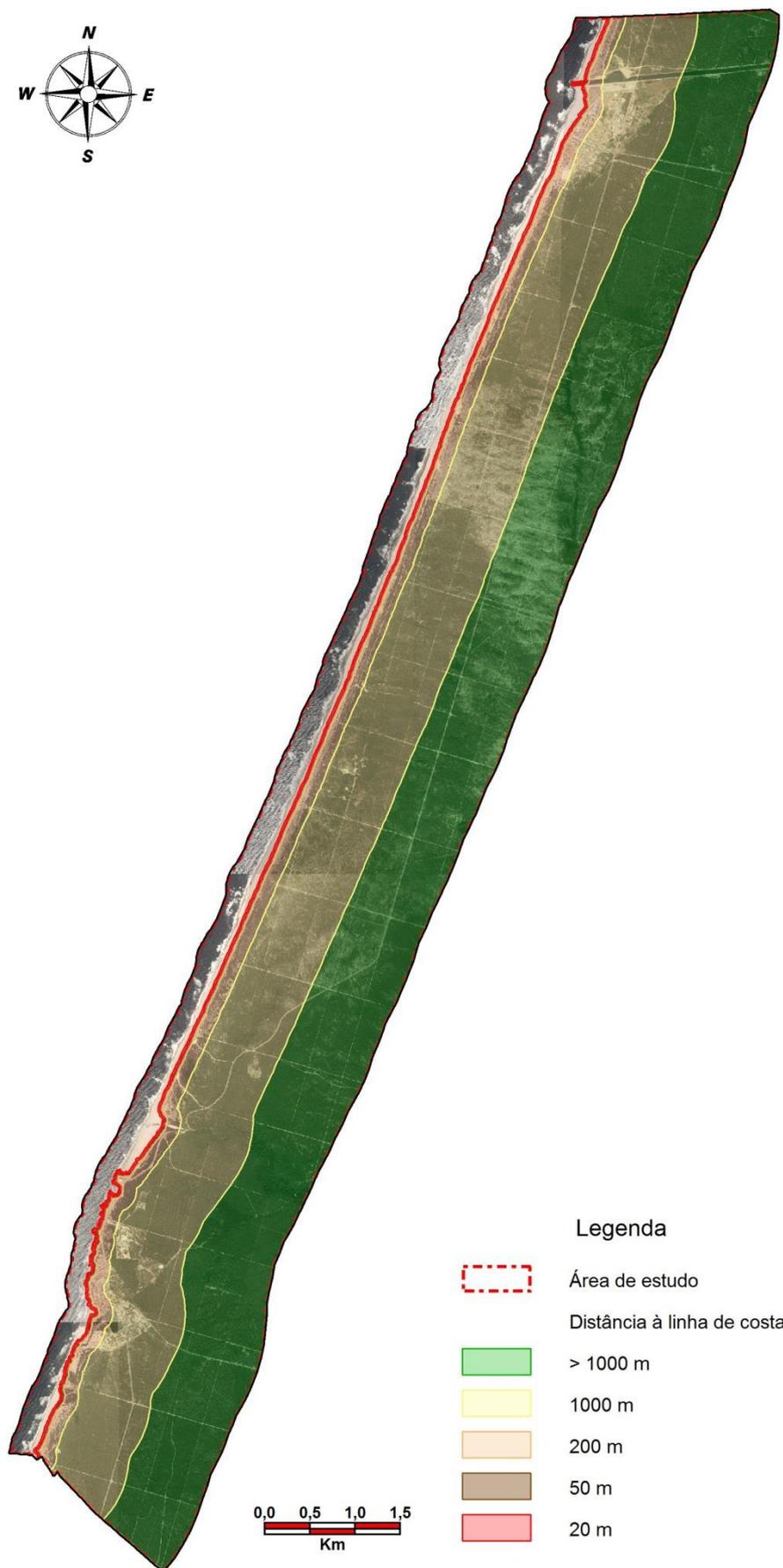
Resolução do Conselho de Ministros n.º 24/2010, de 1 de abril, Diário da República, 1.ª série - n.º 64. Presidência do Conselho de Ministros - Aprova a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 82/2009, de 8 de setembro, Diário da República, 1.ª série - n.º 174. Presidência do Conselho de Ministros - Aprova a Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 142/2000, de 20 de outubro, Diário da República n.º 243, I Série-B. Presidência do Conselho de Ministros - Aprova o POOC Ovar-Marinha Grande.



Anexo 1 - Parâmetro de vulnerabilidade: distância à linha de costa



Anexo 2 - Parâmetro de vulnerabilidade: cota altimétrica

