

**A Problemática da Erosão Costeira:  
O Caso Específico da Praia do Pedrógão**

**Inês Gomes Ferreira**

**Dissertação de Mestrado em Ordenamento do Território e Sistemas  
de Informação Geográfica**

**Setembro, 2014**

**A Problemática da Erosão Costeira:  
O Caso Específico da Praia do Pedrógão**

**Inês Gomes Ferreira**

**Dissertação de Mestrado em Ordenamento do Território e Sistemas  
de Informação Geográfica**

**Setembro, 2014**

Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em

Ordenamento do Território e Sistemas de Informação Geográfica, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Rui Pedro Julião e do Professor Doutor Carlos Pereira da Silva

## AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento de uma dissertação de mestrado, em regime *e-learning*, revelou-se um desafio interessante, muitas vezes solitário e por vezes desanimador. No entanto, descobri no apoio de familiares e de amigos, a base de sustentação, que me motivou a percorrer este caminho e a nunca desistir. Esta jornada é dedicada a vocês e a mim, por mais um objectivo concretizado!

Assim, em primeiro lugar, não poderia deixar de agradecer aos meus pais, que, muitas vezes sem saberem como ajudar, demonstravam sempre o seu apoio incondicional e incomparável e que sabiam sempre o que dizer, em momentos menos positivos; ao seu esforço para aguentarem as contínuas pressões, no trabalho, para eu poder concluir o meu caminho académico e continuar a acreditar que possuir um “canudo” ainda vale a pena.

Ao meu adorado irmão Leandro e à Daniela, por quem eu tenho o maior amor do Mundo e que, apesar de estarem longe e de eu sentir umas saudades infindáveis, estão sempre presentes.

Aos meus professores e orientadores desta dissertação, Rui Pedro Julião e Carlos Pereira da Silva, que sem a ajuda e conselhos de ambos, a concretização desta dissertação teria sido, certamente, mais difícil.

Ao meu Luis Carlos, que me acompanhou nestas longas jornadas académicas, desde Lisboa a Salamanca; soube demonstrar paciência, nos momentos que mais necessitei e apesar de perceber pouco desta área, procurava sempre compreendê-la, nas minhas infinitas explicações.

Aos meus amigos, que souberam aceitar a minha ausência, nos nossos míticos cafés e nas nossas saídas nocturnas; que faziam-me esquecer desta dissertação e do nervosismo com as melhores gargalhadas.

Por fim, a ti crise! Obrigaste-me a dar a volta por cima, quando mandaste para fora aqueles que mais amo e me ensinaste (de verdade!) a sentir a verdadeira “saudade”; a ti, que fizeste esconder a minha licenciatura para que pudesse sentir-me útil para a sociedade. Apesar de tudo, obrigada por me ensinares a “desenrascar”, nas mais diversas áreas, e a obter experiência nas mesmas.

Obrigada a tudo e a todos que ajudaram-me a ser aquilo que sou hoje, pois sozinha nada seria possível. Espero que este seja o primeiro passo de muitos e a concretização de muitos sonhos e objectivos que possuo.

# **[A PROBLEMÁTICA DA EROÇÃO COSTEIRA: O CASO ESPECÍFICO DA PRAIA DO PEDRÓGÃO]**

**[INÊS GOMES FERREIRA]**

## **[RESUMO]**

Ao longo das últimas décadas, tem-se verificado uma crescente ocupação populacional e urbanística, em paralelo com a concentração de diversas actividades económicas, ao longo das zonas costeiras. Neste sentido, torna-se fulcral o desenvolvimento de políticas de gestão integrada destes ecossistemas naturais, dada a sua grande vulnerabilidade, no que respeita aos usos e ocupação do solo.

Como resultado de acções naturais e do Homem (na sua grande maioria), a erosão estabelece-se como o principal problema que assola as zonas costeiras, em Portugal. Neste sentido, as Tecnologias de Informação Geográfica, em especial os Sistemas de Informação Geográfica, conferem-se como importantes ferramentas, tanto na monitorização do litoral, como no apoio aos processos de tomada de decisão.

A presente dissertação detém, como principal objectivo, demonstrar as mais-valias dos SIG no estudo das zonas costeiras, especialmente na área da prevenção. Tendo como área de estudo a praia do Pedrógão, em Leiria, considerando o período temporal 1947 – 2014 (1947-1983; 1983-2003; 2003-2007; 2007-2012; 2012-2014), propõe-se: estabelecer uma base cartográfica que analise, espacialmente, o comportamento da linha da costa face à gradual erosão; quantificar as taxas de erosão/acrecção e, por fim, proceder à delimitação de faixas de perigo, em paralelo com a análise dos resultados previamente conseguidos, assim como da topografia do local em análise.

Para o troço costeiro seleccionado, é de constatar que existe, efectivamente, um recuo da linha da costa, especialmente na praia Sul (Praia dos Campistas), onde se regista o maior recuo médio anual (-17.72m, entre 2012-2014). Na praia Norte, as

taxas anuais variam entre os -0.64m (1947-1983) e os -15.07m (2012-2014), tendo apresentado valores de acreção, com excepção para o intervalo de tempo mais recente. É certo que as recargas de areia, iniciadas em 2011, procuram minimizar os impactos da erosão, o que pode condicionar os resultados obtidos. Por outro lado, no que respeita às faixas de perigo, é certo que, com o recuar da costa, há uma tendência da frente urbana aproximar-se do nível de “perigo muito elevado”. Nesse sentido, a grande maioria do edificado situa-se na faixa de perigo moderado (211 edifícios), constatando-se que outra grande parte (193 edifícios) não se encontre ameaçado. De um total de 413 edifícios, apenas 1 encontra-se em perigo elevado.

Mantendo-se esta tendência de recuo da costa e tendo por base o trabalho de campo efectuado, estima-se que os valores apresentados venham a alterar-se, isto é, tanto a população local, como o edificado tendem a aproximar-se do perigo máximo/elevado.

PALAVRAS CHAVE: Zonas Costeiras, Erosão, GIZC, SIG, Faixas de Perigo, Pedrógão

***[THE PROBLEMATIC OF COASTAL EROSION: THE SPECIFIC CASE OF  
PEDRÓGÃO BEACH]***

***[ABSTRACT]***

Over the past decades, there has been a growing population and urban occupation in parallel with the concentration of various economic activities along coastal areas. Therefore it becomes crucial to develop policies for the integrated management of these natural ecosystems, given their extreme vulnerability, regarding the use and occupation of the land.

As a result of natural and human actions (mostly), erosion is established as the main problem that devastates the coastal areas in Portugal. In this sense Geographic Information Technologies, especially Geographic Information Systems, are important tools both in monitoring the coastline, as in supporting the processes of decision making.

This work has as main objective to demonstrate the added value of GIS in the study of coastal areas, especially in the area of prevention. Pedrogão beach in Leiria is going to be the study area, considering the time period 1947 - 2014 (1947-1983, 1983-2003, 2003-2007, 2007-2012, 2012-2014). So it is proposed to: establish a base map analyzing spatially the behavior of the coastline due to the gradual erosion; quantifying the rate of erosion / accretion and finally proceeding to definition of the hazard bands, in parallel with the previously obtained analysis results as well as the topography of the site in question.

For the coastal portion selected, noting that there is indeed a retreat from the coastline, especially in South Beach (Campistas beach), where there is the highest average annual decline (-17.72m between 2012-2014). In North Beach, the annual rates vary between 0.64m-(1947-1983) and the 15.07m (2012-2014), presenting values of accretion, except for the most recent time interval. The refills sand, initiated in 2011, seek to minimize the impacts of erosion which could influence results. On the other hand, with regard to hazard bands, it is certain that with the retreat of the coast there is a trend of urban front approaching the level of "maximum hazard". Accordingly, the vast majority of the building is located in the moderate risk range (211



buildings), noting that another large portion (193 buildings) is not under threat. From a total of 413 buildings, only one is in high danger.

Keeping this tendency to retreat from the coast and based on fieldwork carried out, it is estimated that the values will be altered, i.e., as population as built tend to approximate on high / high risk.

KEYWORDS: Coastal Areas, Erosion, ICZM, GIS, Hazard Bands, Pedrógão

# ÍNDICE

Agradecimentos .....	i
Resumo.....	iv
<i>Abstract</i> .....	vi
Lista de Abreviaturas .....	X
Introdução.....	1
<b>Capítulo I: Zonas e Erosão Costeira.....</b>	<b>5</b>
1. As Zonas Costeiras.....	6
1.2. Definição de Zona Costeira.....	7
1.3. Principais Problemas .....	10
1.3.1. População e Desenvolvimento Urbano .....	12
1.3.2. Turismo.....	13
1.3.3. Agricultura .....	16
1.3.4. Indústria e Energia.....	17
1.3.5. Transportes.....	17
2. A Erosão Costeira .....	19
2.1. Elevação do Nível do Mar.....	21
2.2. Diminuição de Sedimentos fornecidos ao Litoral.....	22
2.2.1. Influência das Barragens .....	23
2.2.2. Influência das Dragagens.....	25
2.2.3. Influências das Extracções de Inertes.....	26
2.3. Obras Pesadas de Protecção ao Litoral.....	26
3. A Importância da Gestão Integrada de Zonas Costeiras.....	29
3.1. A GIZC em Portugal.....	31
<b>Capítulo II: As Tecnologias de Informação Geográfica na Gestão das Zonas Costeiras .....</b>	<b>34</b>
1. As Tecnologias de Informação Geográfica .....	35
1.1. Aplicações na Gestão do Litoral .....	37
1.1.1. Estudo do recuo da linha da costa aplicando técnicas fotogramétricas e ambientes SIG – Área do Forte Novo-Garrão, Algarve .....	37
1.1.3. Vulnerabilidade do Património Classificado à Erosão Costeira (Contributo da Geografia Física) – Caso de estudo no NW de Portugal.....	40
1.2. Contributo Específico dos SIG .....	42

## Capítulo III: Modelo de Análise para Estudo da Erosão Costeira na Área de Estudo .....46

1.	A Gestão dos Riscos Costeiros .....	47
2.	Modelo de Análise para Estudo da Erosão.....	50
2.1.	Indicadores e Critérios na Delimitação da Linha da Costa .....	50
2.1.1.	Indicadores/Critérios.....	50
2.1.2.	Métodos.....	51
2.1.3.	Processo de Vectorização .....	52
2.1.4.	Levantamento de Campo.....	53
2.2.	Cálculo das Taxas de Erosão.....	53
2.3.	Definição das Zonas de Perigo .....	54

## Capítulo IV: Caso de Estudo da praia do Pedrógão.....56

1.	Caracterização da Área de Estudo .....	57
1.1.	Enquadramento Geográfico .....	57
1.2.	Sistema Biofísico .....	58
1.2.1.	Geomorfologia .....	58
1.2.2.	Recursos Naturais.....	59
1.3.	Dinâmica Populacional .....	60
1.4.	Evolução da Transformação do Uso e Ocupação do Solo .....	60
1.4.1.	Carta de Ocupação do Uso do Solo de 1990.....	62
1.4.1.	Carta de Ocupação do Uso do Solo de 2007.....	63
2.	Resultados .....	65
2.1.	Linhas de Costa .....	65
2.2.	Quantificação e Análise das Taxas de Erosão/Acreção .....	67
2.3.	Definição das Faixas de Perigo .....	68
	Conclusão .....	73
	Referências Bibliográficas.....	78
	Índice de Quadros .....	84
	Índice de Figuras .....	85
	Anexos.....	86

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>ANPC</b>	Autoridade Nacional de Protecção Civil
<b>APA</b>	Associação Portuguesa do Ambiente
<b>BDG</b>	Base de Dados Geográfica
<b>CAD</b>	<i>Computer Aided Design</i>
<b>CE</b>	Comissão Europeia
<b>CEE</b>	Comissão Económica Europeia
<b>CEHIDRO</b>	Centro de Estudos de Hidrossistemas do Instituto Superior Técnico
<b>CML</b>	Câmara Municipal de Leiria
<b>CNADS</b>	Conselho Nacional do Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável
<b>COS</b>	Carta de Ocupação do Solo
<b>CRL</b>	Carta de Risco do Litoral
<b>DGOTDU</b>	Direcção-Geral de Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano
<b>DGRM</b>	Direcção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos
<b>DL</b>	Decreto-Lei
<b>DPH</b>	Domínio Público Hídrico
<b>DQA</b>	Directiva Quadro da Água
<b>DR</b>	Detecção Remota
<b>DSAS</b>	<i>Digital Shoreline Analysis System</i>
<b>DSEC</b>	Desenvolvimento Sustentável da Zona Costeira
<b>EEA</b>	<i>European Environment Agency</i>
<b>EGIZCN</b>	Estratégia de Gestão Integrada da Zona Costeira Nacional
<b>EPR</b>	<i>End Point Rate</i>
<b>ESRI</b>	<i>Environmental Systems Research Institute</i>
<b>GIZC</b>	Gestão Integrada das Zonas Costeiras
<b>GNR</b>	Guarda Nacional Republicana
<b>GPS</b>	<i>Global Positioning System</i>
<b>HWL</b>	<i>High Water Line</i>
<b>ICN</b>	Instituto de Conservação da Natureza e da Biodiversidade
<b>ICZM</b>	<i>Integrated Coastal Zone Management</i>
<b>IDAD</b>	Instituto do Ambiente e Desenvolvimento
<b>IG</b>	Informação Geográfica
<b>IGP</b>	Instituto Geográfico Português
<b>IGT</b>	Instrumentos de Gestão Territorial
<b>IHRH</b>	Instituto de Hidráulica e dos Recursos Hídricos
<b>INAG</b>	Instituto da Água
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estatística
<b>IPCC</b>	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
<b>JKR</b>	<i>Jackknife Method</i>
<b>LIDAR</b>	<i>Light Detection and Ranging</i>
<b>LRR</b>	<i>Linear Regression Rate-of Change</i>
<b>MA</b>	Ministério do Ambiente
<b>MAOTDR</b>	Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e do Desenvolvimento
<b>MHWL</b>	<i>Mean High Water Line</i>

**NUT** Nomenclatura das Unidades Territoriais  
**OT** Ordenamento do Território  
**PAL** Plano de Acção para o Litoral  
**PIB** Produto Interno Bruto  
**PNPOT** Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território  
**POOC** Planos de Ordenamento da Orla Costeira  
**PROT** Plano Regional de Ordenamento do Território  
**QRA** Quadro Referência Ambiental  
**RCM** Resolução do Conselho de Ministros  
**RGP** Recenseamento Geral da População  
**RGUL** Regime de Gestão Urbanística do Litoral  
**SIG** Sistemas de Informação Geográfica  
**SPI** Sistemas de Processamento de Imagem  
**TBT** Tributal de Estanho  
**TIG** Tecnologias de Informação Geográfica  
**UA** Universidade de Aveiro  
**UNWTO** World Tourism Organization

## INTRODUÇÃO

As zonas costeiras, localizadas na interface entre a terra e o mar, revelam-se como ecossistemas únicos e poderosos, os quais reúnem importantes condições para alojar uma imensa biodiversidade, não só no que respeita à fauna e flora, mas a actividades que aí se podem desenvolver (económicas, lazer, entre outras). Estes factores contribuem para grande atractividade que aqui se pode concentrar, a qual foi meritória de atenção por parte do Homem e do seu poder de ocupar e transformar a paisagem. Não só pela capacidade de adoptar vários suportes biofísicos, mas também pelas oportunidades singulares para a ocupação de usos e actividades económicas, como já foi referido, foi-se assistindo a uma desenfreada ocupação populacional, não só a nível nacional, como também a nível mundial com o intuito de saciar necessidades habitacionais mas também turísticas. Daí decorreram sérias pressões a todo um espaço complexo e heterogéneo que comprometeram o desenvolvimento sustentável do mesmo.

As permanentes pressões antrópicas foram colocando em causa o equilíbrio natural das zonas costeiras o que traduziu-se, para além de outras consequências, numa forte erosão costeira e na respectiva alteração do comportamento da linha da costa. A este fenómeno estão associadas várias causas, algumas naturais, mas a grande maioria como resultado das acções do Homem, desde a subida do nível médio das águas, motivadas pelas alterações climáticas; o insuficiente balanço sedimentar que põe em causa a deriva litoral, através das construções de barragens, a exploração de inertes fluviais ou as dragagens portuárias e, por fim, as obras de defesa do litoral (desenvolvidas para proteger a população e bens), as quais se constituem como estruturas rígidas e se responsabilizam pela aceleração do recuo da linha da costa (Dias, J., 1990).

Por suposto, a monitorização da dinâmica das áreas costeiras foi assumindo particular atenção, revelando-se as Tecnologias de Informação Geográfica (TIG) fulcrais instrumentos na gestão do litoral. As mesmas possibilitam, no âmbito desta temática, o tratamento da informação geográfica, através de todo um manancial de ferramentas, o que facilita o processo de tomada de decisão, a definição de cenários e, conseqüentemente, a minimização dos impactes territoriais. Neste sentido, destaca-se

o papel dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na medida em que facultam a estrutura base para o processamento e análise de dados geográficos, através da aquisição, integração e visualização da informação geográfica. Desta feita, podem realizar-se diversas aplicações, no que se refere à gestão integrada das zonas costeiras, uma vez que é possível a integração de dados multi-disciplinares.

A selecção da praia do Pedrógão, como área de estudo, teve que ver com o facto de ter vindo a sofrer, progressivamente, com as consequências inerentes às obras de defesa costeira, nomeadamente o molhe da Figueira da Foz. Posto isto, reuniram-se as condições para estudar o fenómeno da erosão costeira, na única estância balnear do município de Leiria, com o intuito de analisar e classificar a situação em que área de estudo se encontra. Em paralelo, há que frisar que a escolha também se prendeu pela praia do Pedrógão localizar-se no município de residência e pelo facto de querer fazer algo por este.

## **OBJECTIVOS**

De acordo com o que já fora exposto, a presente dissertação assenta em dois grandes objectivos gerais: por um lado, procura-se reflectir, acima de tudo, sobre as potencialidades inerentes a um correcto planeamento e ordenamento do território e as consequências que as gerações futuras podem acarretar quando tal não acontece; por outro lado, passa por demonstrar as mais-valias dos recursos tecnológicos, nomeadamente das TIG, no que respeita à gestão do litoral. A junção destes dois grandes objectivos procura esclarecer de que forma o planeamento e ordenamento do território em conjunto com as TIG podem caminhar no sentido da minimização dos efeitos da erosão costeira.

A concretização de ambos passa por todo um processo faseado e de análise de informação, surgindo objectivos mais específicos a realizar (os quais desenvolvem-se sob a alçada de três temas essenciais: zonas costeiras, erosão costeira e as TIG na gestão do litoral):

1. Perceber que o estudo do comportamento da linha da costa e o cálculo das respectivas taxas de recuo/acreção funcionam como base de qualquer

investigação acerca da erosão costeira. Nesta linha, torna-se possível entender de que forma os SIG, especificamente neste caso, podem contribuir nessa matéria;

2. Apreender a importância de quantificar e analisar, especialmente, os elementos expostos que integram as zonas de perigosidade muito elevada/elevada, no que toca ao desenvolvimento de políticas de mitigação;

3. Compreender, por fim, a relevância da monitorização das zonas costeiras e da implementação de uma correcta gestão integrada destas. Desta forma, há que assimilar o papel que os agentes locais podem também deter, nas investigações relativas a esta temática, e, conseqüentemente, a pertinência da educação ambiental.

## **ESTRUTURA**

Conforme os objectivos traçados, a presente dissertação assenta em quatro capítulos:

Capítulo I – Zonas e Erosão Costeira

Capítulo II - As Tecnologias de Informação Geográfica na Gestão das Zonas Costeiras

Capítulo III – Modelo de Análise para Estudo da Erosão Costeira na Área de Estudo

Capítulo IV – Caso de Estudo da Praia do Pedrógão

O desenvolvimento de cada um destes não apresenta o mesmo grau de profundidade, pelo que procurou-se, por sua vez, estabelecer um elo de ligação entre os mesmos. Assim, os três primeiros capítulos, de carácter mais teórico, analisam e reflectem sobre os pontos-chave da dissertação, que estabelecem a base da mesma. O terceiro e último capítulo definem, respectivamente, a concepção e aplicação do modelo de análise com os respectivos resultados.

Desta forma, o primeiro capítulo introduz dois dos pontos-chave da dissertação: as zonas e a erosão costeira. Este irá justificar, por um lado, a complexidade que caracteriza as zonas costeiras, assim como o facto de se constituírem importantes ecossistemas naturais, bem como locais de elevada atractividade. Nesta sequência, assistiu-se a um crescente conflito na ocupação do solo por parte das diversas actividades económicas, motivado pela crescente ocupação populacional e habitacional. Dentro das principais pressões que se fazem sentir nas



zonas costeiras, crê-se que a erosão é o fenómeno que mais assola estes locais, estando na sua origem três principais causas: subida do nível médio das águas, diminuição dos sedimentos fornecidos ao litoral e as obras (pesadas) de defesa costeira. Surge, então, a necessidade de uma gestão integrada das zonas costeiras capaz de gerir a multiplicidade de conflitos, no que respeita à ocupação e uso do solo, tendo por base a multidisciplinariedade, sustentabilidade e a integridade dos vários órgãos relevantes para estes locais. Em paralelo, é apresentada uma breve síntese histórica sobre a gestão do litoral, em Portugal, e os respectivos instrumentos de gestão das zonas costeiras

O segundo capítulo analisa o último ponto-chave, as TIG, em que especifica as potencialidades inerentes a estas, quando aplicadas ao ordenamento do território. Dentro dos vastos campos a que se podem aplicar, o presente estudo prioriza a sua aplicabilidade na gestão do litoral, enumerando alguns casos de estudo, dando, por fim, especial destaque para os SIG.

O terceiro capítulo procura delinear e esclarecer, de uma forma geral, a metodologia adoptada para concretizar os objectivos, inicialmente, propostos. Por conseguinte, são identificadas e elucidadas as fases desenvolvidas, por ordem de execução.

Por fim, o último capítulo é dedicado exclusivamente à área em estudo, a praia do Pedrógão. Desta feita, numa primeira instância, é feito um enquadramento geral sobre a mesma, desde a sua posição geográfica, tanto a nível nacional, como municipal; a sua geomorfologia, dinâmica ocupacional e evolução na ocupação e transformação do uso do solo, entre 1990 e 2007. Por outro lado, são analisados os resultados obtidos pela aplicação da metodologia adoptada, no capítulo anterior.

# **CAPÍTULO I:**

## **ZONAS E EROÇÃO COSTEIRA**

## 1. AS ZONAS COSTEIRAS

As zonas costeiras revelam-se ecossistemas naturais únicos e valiosos, no que respeita aos recursos naturais que as integram, existindo, em paralelo, uma necessidade fulcral em as proteger e conservar (MARTINS, F., ALBUQUERQUE, H., 2010). Tal situação advém de possuírem “ecossistemas com grande diversidade biológica, altamente produtivos e que constituem o habitat de *nurseries* de um grande número de espécies marinhas” (CNADS, 2001).

Resultado de longas evoluções, no decorrer de milhões de anos, há que acrescentar às características das zonas costeiras uma imensa complexidade, fruto da coexistência e intercepção da hidrosfera, da geosfera, da atmosfera e da biosfera. Tais particularidades podem conduzir, por um lado, a diversas variabilidades e vulnerabilidades (maiores ou menores), mas também a grandes potencialidades (DIAS, J., 2005). Veja-se que estas podem adoptar diversos suportes biofísicos, desde as praias, aos estuários, recifes, mangais, entre outros, o que confere oportunidades únicas para a ocupação de usos e actividades económicas, como o turismo, as pescas, as infra-estruturas portuárias, assim como possibilitam a utilização de recursos minerais e energéticos (GOMES, V., 2007). Como o mesmo autor refere, a sua importância estratégica, no que respeita ao nível ambiental, económico e social, advém de, em parte, as zonas costeiras revelarem-se “ (...) sistemas abertos, muito dinâmicos, complexos, heterogéneos, de interface, frágeis, com elevadas oportunidades sociais e económicas e, por conseguinte, fortemente polarizadores de actividades” (2007:84).

No território nacional, constata-se que as zonas costeiras possuem uma riqueza extraordinária, ao nível da fauna e da flora, assumindo também diversas formas biológicas nos vários ecossistemas costeiros, fazendo-se destacar as “ (...) dunas litorais, com várias espécies florísticas que dependem destes *habitats*; e as zonas húmidas costeiras, com grande diversidade ao nível da fauna e da flora, sendo mesmo consideradas como das áreas mais ricas em diversidade biológica” (MARTINS, F., ALBUQUERQUE, H., 2010:334)

Por conseguinte, a sua elevada atractividade levou a uma ocupação populacional desenfreada, sustentada em diversas construções, de carácter habitacional e/ou turístico, aliada à necessidade de proteger toda esta população e património através das ditas obras de defesa costeira. Consequentemente, nos dias que decorrem, o litoral português debate-se com sérios recuos na linha de costa, motivado pelo acentuar da erosão costeira.

## **1.2. DEFINIÇÃO DE ZONA COSTEIRA**

A partir do que fora anteriormente descrito, torna-se interessante analisar diferentes perspectivas de autores, no que respeita à tentativa de definir “zona costeira”. Tal tarefa revela-se estóica devido à ambivalência de tipologias inerentes a estes locais, assim como as relações que se fazem interagir nos mesmos. Neste seguimento, não faria qualquer sentido abordar a problemática da erosão costeira sem que, em primeiro lugar, não se fizesse uma primeira abordagem aos locais que se debatem com essa realidade.

Não existe, desta forma, um conceito único e universal, como consequência da complexidade, das relações de interdependência e das vulnerabilidades a que as zonas costeiras estão constantemente susceptíveis: “ (...) uma pequena alteração num dos parâmetros pode provocar grandes modificações em todo o sistema” (DIAS, J., 2005:1). Desta forma, apenas existe consensualidade em relação à flexibilidade que os critérios de delimitação geográfica devem possuir, dadas as relações de interacção existentes nas zonas costeiras, ou seja, “ (...) física, geográfica, ecológica, humana e económica entre o Mar e a Terra” (LANGA, J., 2003:12) o que, consequentemente, “ (...) podem abranger maiores ou menores extensões terrestres ou aquáticas” (LANGA, J., 2003:12).

A nível europeu, segundo o documento *Lessons from the European Commission's Demonstration Programme on Integrated Coastal Zone Management (ICZM - Comissão Europeia, 1999a)*, a delimitação de zona costeira não deve ser restringida a um limite jurídico, devendo ser vista como uma zona onde se integram várias competências jurídicas. Apesar de em alguns países existir, de facto, um conceito restrito desta

(Reino Unido, Grécia e Itália<sup>1</sup>), tal circunstância é considerada um entrave à sua gestão integrada (Comissão Europeia, 1999a). O que se aconselha, neste caso específico, é que deve-se considerar a zona costeira como uma área onde tanto a terra como o mar exercem influência e de excluir a tentativa de definir, legalmente e exclusivamente, a mesma. Depreende-se que, segundo esta linha de pensamento, a definição de zona costeira deve ser flexível, de maneira a que tenha em conta o contexto em que esta se insere e, por sua vez, consiga integrar toda a dinâmica natural da mesma (Comissão Europeia, 1999a)

Em 2001, o estudo relativo ao Desenvolvimento Sustentável da Zona Costeira (CNADS, 2001) define: “A zona costeira, como interface biofísica e geoquímica entre o oceano, a terra e a biosfera, é uma área particularmente dinâmica com características biológicas, químicas, físicas e geológicas em permanente mudança (CNADS, 2001:9). No mesmo documento, assume-se que estes locais podem assumir várias formas/configurações naturais, dando-se o exemplo das praias e das dunas, conferindo-lhes (...) uma grande importância como sistemas naturais” (CNADS, 2001:9).

Por outro lado, o grupo de trabalho que estabeleceu as Bases para Estratégia de Gestão Integrada da Zona Costeira Nacional (MAOTDR, 2007) defende, numa primeira fase, que não existe uma utilização cuidada dos conceitos “litoral, costa, faixa costeira, faixa litoral, orla costeira, zona litoral, área/região”. Desta forma, o mesmo considera, para efeitos, a seguinte definição para zona costeira (ver figura 1): “Porção de território influenciada directa e indirectamente 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” (MAOTDR, 2007:37). No entanto, segundo os mesmos

---

<sup>1</sup>In Greece, a 1940 law concerning the shore and foreshore (2344/1940) defines the foreshore as a strip of land washed by the highest waves. This is a Roman law concept, which is found in legal systems based on the civil law, and refers to an area under public ownership. The same Greek law defines the shore as the adjoining strip of land within 50 meters from the landward limit of foreshore, on which the erection of buildings is prohibited. In the United Kingdom, the foreshore is defined as the intertidal area between high and low water marks. The separated status of the intertidal foreshore from other coastal land is a relic of the common law, and is due to the historical property rights of the Crown. However, the low water limit of the foreshore has also been adopted as the boundary of local government areas, and is consequently the normal seaward limit of planning control (Comissão Europeia, 1999a:37)

autores, para efeitos de gestão integrada da mesma, há que ter em conta a necessidade de uma abordagem multi-critério, considerando os sistemas natural, sócio-económico e legal.

Para todos os efeitos, no seguimento desta dissertação, utilizar-se-á um dos cenários desenvolvidos na delimitação da zona costeira para a definição da mesma, no âmbito dos estudos do Quadro de Referência Ambiental do PROT Centro (UA e IDAD, 2007), em que:“ (...) entenda-se zona costeira como uma faixa de território influenciada directa e indirectamente pelo mar, de extensão variável, cujos limites são impostos pela linha de margem das águas do mar e pela fronteira interior dos concelhos que compõem a área de estudo” (PINTO, P., 2008:12).

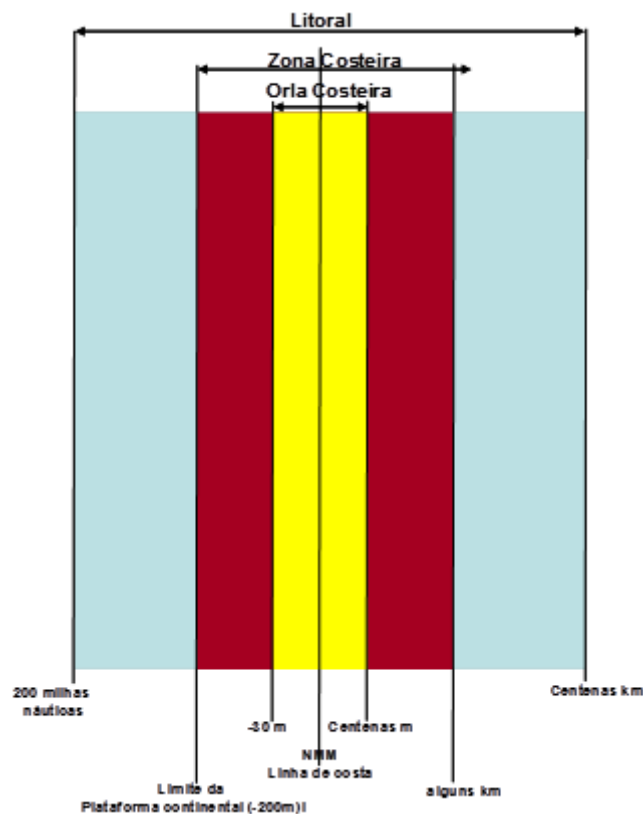


FIGURA 1 – LIMITES A ADOPTAR PARA ESTUDOS DO SISTEMA COSTEIRO  
 FONTE – MAOTDR, 2007

### 1.3. PRINCIPAIS PROBLEMAS

Em todo o Mundo, crê-se que, aproximadamente, 60% da população mundial vive num raio inferior a 60km das zonas costeiras dos respectivos países (POST, J.; LUNDIN, C., 1996). Ainda assim, espera-se que cerca de dois terços da população residente em países em desenvolvimento (qualquer coisa como 3.7 mil milhões) venham a deslocar-se para estes locais (POST, J.; LUNDIN, C., 1996). Com a observação destas estimativas de dados é fácil depreender a elevada atractividade que caracteriza estes locais, sendo que tal facto pressupõe uma activa gestão sustentável dos mesmos, dadas as consequências negativas que tais características podem acarretar.

São vários os autores que defendem que os principais problemas existentes, nestes complexos sistemas naturais, advêm, na sua grande maioria, das intervenções antrópicas. Veja-se que, a partir do século XIX, a ocupação humana aí já se revelava significativa, tendo sido mais intensa na segunda metade do século XX o que, em termos gerais, traduz-se em erosão costeira, diminuição do abastecimento sedimentar, destruição dos habitats e dos recursos naturais (DIAS, J., 2005).

No geral, foram vários os factores que proporcionaram a ocupação humana e urbanística, em Portugal, especialmente nas praias, nomeadamente, o aumento do poder de compra, a revolução dos transportes e a melhoria das acessibilidades e da rede viária, o acesso ao crédito e o aumento dos tempos livres<sup>2</sup>. Na actualidade, ao longo de 976 km de extensão da costa portuguesa, os dados revelam que cerca de 75% da população portuguesa concentra-se no litoral, segundo o balanço realizado ao Plano de Acção para o Litoral 2007-2013. Dessa ocupação humana, o mesmo relatório revela que 26% detém construções para os mais variados tipos de usos (urbano, turístico, industrial). No geral, cerca de 86% do PIB concentra-se aí. Segundo o Projecto EUROSION, é demonstrado que mais de 300 km da costa se encontra em erosão, sendo que nove (dos dezasseis) núcleos costeiros existentes encontram-se classificados como zonas de risco elevado (Esmoriz, Cortegaça, Costa Nova, Vagueira,

---

<sup>2</sup> No século XIX, os trabalhadores passam a ter direito a férias; há uma progressiva redução do número de horas de trabalho semanais, sendo institucionalizadas as 44 horas (Decreto-Lei 409/71) e, posteriormente, as 40 horas (Decreto-Lei 21/96); aumento da duração de férias e direito à sua remuneração com o Subsídio de Férias (Decreto-Lei 292/75)

Praia de Mira, Leirosa, Pedrogão, Praia da Vieira e S. Pedro de Moel, ver figura 2) (UA e IDAD, 2007 in IHRHa 2003 e IHRHb, 2003)

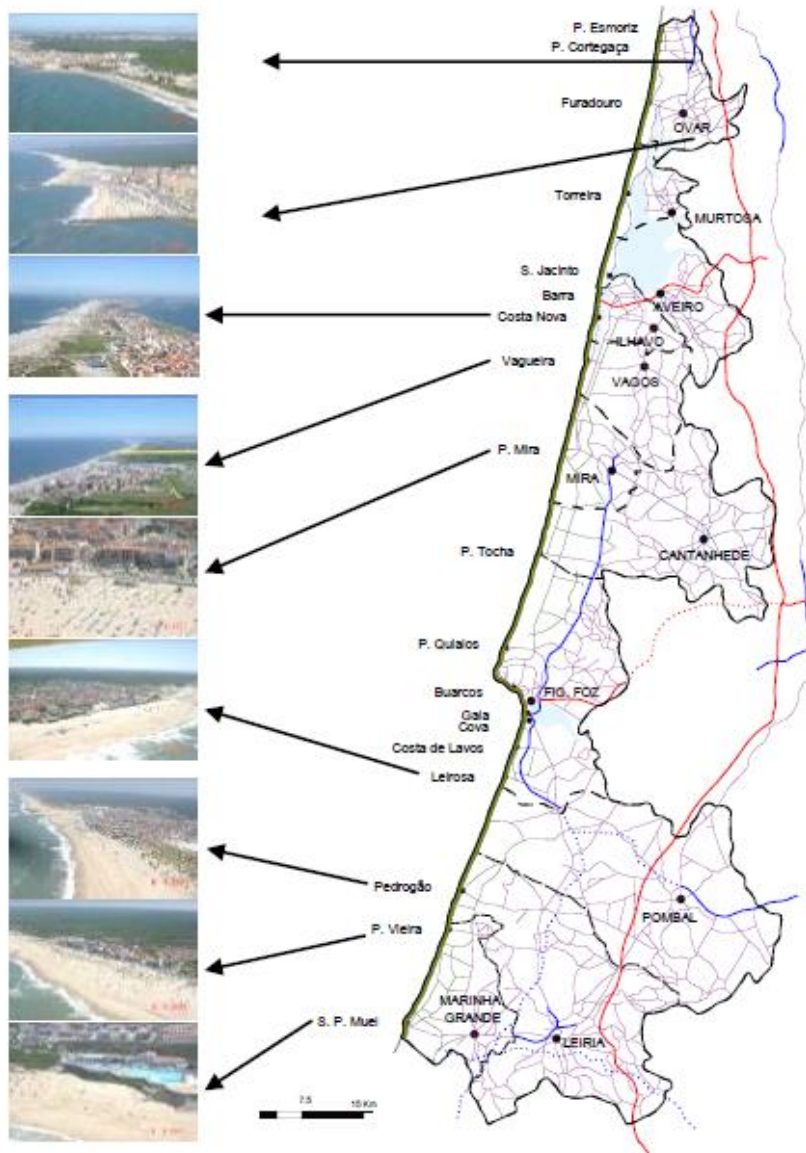


FIGURA 2 -NÚCLEOS URBANOS CLASSIFICADOS EM ZONAS DE RISCO ELEVADO  
 FONTE – UA E IDAD, 2007 IN ALVES, 2006

Desta forma, segundo o estudo relativo ao Desenvolvimento Sustentável da Zona Costeira (MAOTDR, 2007), os principais problemas que assolam estas áreas têm que ver com a elevada concentração de população, assim como o turismo e as actividades daí decorrentes. Ainda assim, segundo estes autores, as principais “pressões sectoriais” também se relacionam com as infra-estruturas rodoviárias, a agricultura, as pescas, a aquacultura, as obras de saneamento básico, a indústria, as



infra-estruturas portuárias, o transporte marítimo. Para além das causas que estão directamente relacionadas com a origem da erosão costeira (ver ponto 3), o principal objectivo deste ponto passa por perceber, através de uma breve análise, de que maneira é que estes problemas (ou pressões sectoriais) também podem conduzir à erosão destas zonas.

### **1.3.1. POPULAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO**

Em Portugal Continental, verifica-se que a população não se distribui de forma uniforme, pelo que há uma maior intensidade da mesma ao longo do litoral (com excepção do litoral alentejano) e nas Áreas Metropolitanas de Lisboa e Porto. Desta forma, desenvolveram-se, por assim dizer, dois processos muito significativos, na organização do território: a litoralização e bipolarização nas áreas metropolitanas. Por outro lado, estes foram-se manifestando em paralelo com um abrandamento do crescimento demográfico (de 4.9%, entre 1991 e 2011, para 2%, entre 2001 e 2011) (INE, 2013).

A situação descrita pode ser, claramente, visível na figura 3, onde encontra-se representada a evolução da densidade populacional, em Portugal Continental, entre 1991, 2001 e 2011 (à data dos censos). À luz da mesma constata-se aquilo que fora anteriormente mencionado, nomeadamente no âmbito dos fenómenos de litoralização e bipolarização. Verifica-se, em alguns casos, a perda de população (ex.: Estarreja, entre 2001 e 2011) e, em outros, a situação contrária (Mafra, entre 2001 e 2011).

A maior parte da população concentra-se entre Viana do Castelo e Setúbal e, mais a sul, entre Lagos e Olhão, fruto das progressivas migrações do interior para o litoral e das áreas rurais para as áreas urbanas. Por outro lado, ainda há a questão de que algumas zonas sofrem, o que se pode designar por “crescimentos populacionais sazonais”, isto é, durante o Verão, segundo o Relatório do Estado do Ambiente de 1999 (DGA, 2000), a população do concelho de Albufeira chegava a quintuplicar.

Esta concentração populacional, por outro lado, fez-se acompanhar por uma gradual densidade de construções, de carácter habitacional e/ou para fins turísticos, as quais foram ocupando e transformando a paisagem. Há que considerar, por um lado,

que algumas localizações foram sendo feitas em zonas de risco, isto é, sobre as praias e dunas. Portanto, por outro lado, há toda a necessidade de proteger a população, assim como o património, bens e recursos, o que muitas vezes se efectua através das obras de defesa do litoral o que se traduz num acentuar da erosão e da diminuição do respectivo areal e do recuo das arribas.

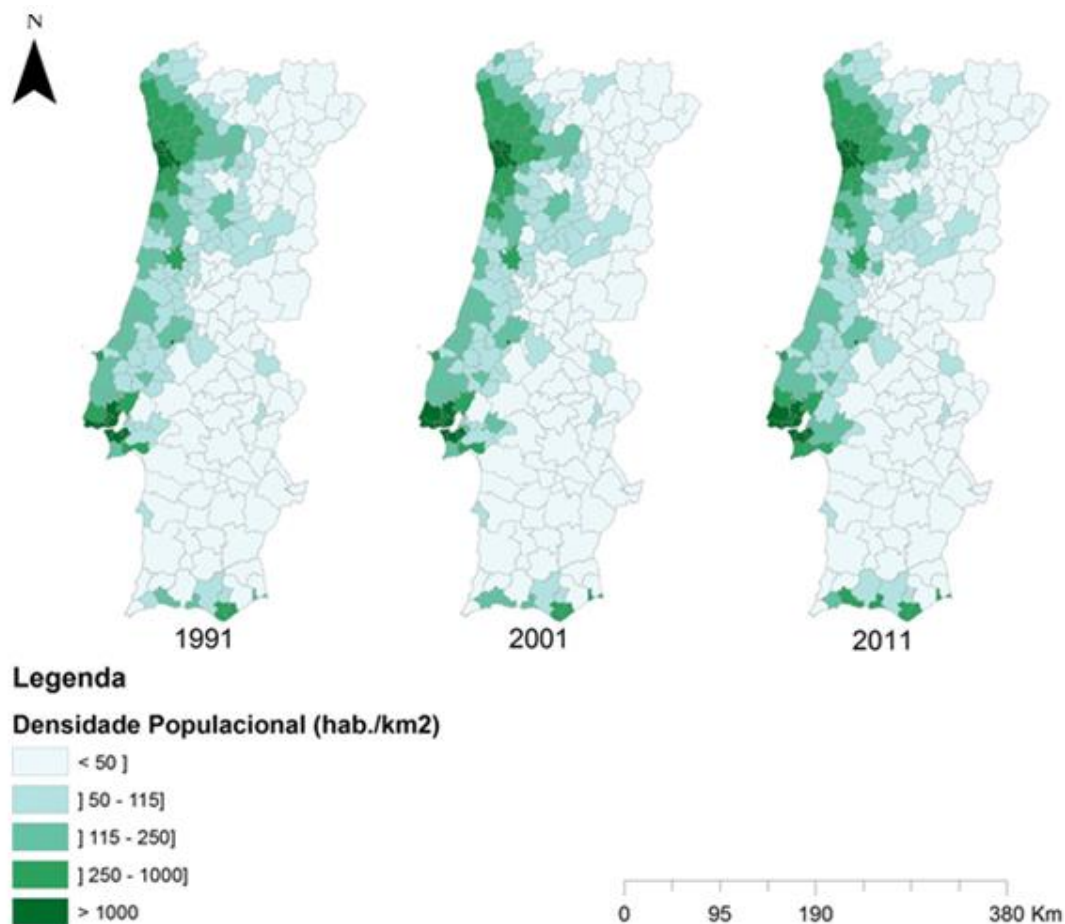


FIGURA 3 - DENSIDADE POPULACIONAL NOS CONCELHOS PORTUGUESES (À DATA DOS CENSOS)  
FONTE – INE; PRÓPRIA

### 1.3.2. TURISMO

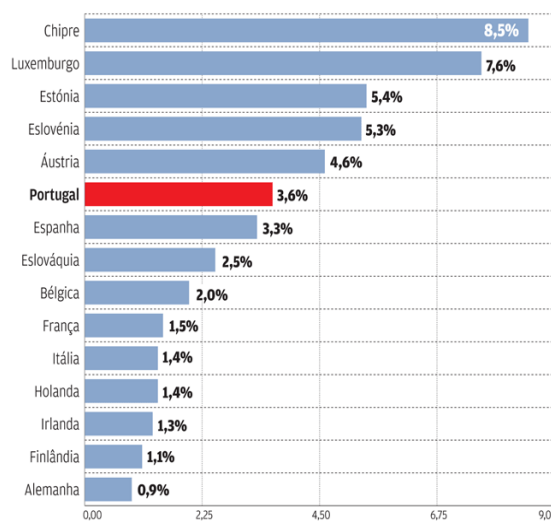
Constituindo-se como uma das principais actividades económicas do País, em termos estatísticos, o turismo representa cerca de 3,6% do PIB nacional (dados relativos a 2010), tornando Portugal o 5º país que mais ganha com as exportações de

turismo, a nível de países em que esta actividade detém um peso significativo nestas (ver quadro 1)<sup>3</sup>.

Em termos ambientais, as principais pressões reflectem-se ao nível: do desenvolvimento e urbanização em ambientes naturais; poluição da água do mar e das praias; perda de biodiversidade, como resultado da erosão das dunas e outros ecossistemas costeiros motivado pelas construções e pressões das actividades dos turistas; excesso de uso de água potável directamente para o alojamento turístico

e, indirectamente, para actividades como a rega dos campos de golfe, jardins e outros; congestão automóvel, ruído, perda de qualidade do ar; tratamento e descarga de águas residuais inadequados e decadência urbana registada em muitos locais de grande afluência turística (CNADS, 2001).

No âmbito do desenvolvimento regional, os impactos revelam-se sérios, em termos ambientais, económicos e sociais. Desta forma, a nível europeu, “os fundos estruturais podem desempenhar um papel importante na promoção dos princípios do desenvolvimento sustentável, ao mesmo tempo que concebem e realizam intervenções turísticas nas zonas costeiras”<sup>4</sup>. Em termos estatísticos, verifica-se que o turismo contribui para a urbanização do litoral, facto comprovado pelo aumento gradual, tanto do número de estabelecimentos hoteleiros, como na sua capacidade de alojamentos (ver quadro 2).



QUADRO 1 - PESO DO TURISMO EM RELAÇÃO ÀS EXPORTAÇÕES  
FONTE – JORNAL DE NEGÓCIOS (27/06/2012)

<sup>3</sup> Adaptado de “Turismo Português é o terceiro que mais pesa nas exportações”, in [http://www.jornaldenegocios.pt/economia/detalhe/turismo\\_portuguecirs\\_eacute\\_o\\_terceiro\\_que\\_mais\\_pesa\\_nas\\_exportaccedilotildees.html](http://www.jornaldenegocios.pt/economia/detalhe/turismo_portuguecirs_eacute_o_terceiro_que_mais_pesa_nas_exportaccedilotildees.html)

<sup>4</sup>In

[http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2004\\_2009/documents/dv/pe\\_397260\\_/pe\\_397260\\_pt.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2004_2009/documents/dv/pe_397260_/pe_397260_pt.pdf)

	2009	2010	2011
<b>Número de Estabelecimentos Hoteleiros</b>	1073	1103	1 110
<b>Capacidade de Alojamentos</b>	184617	189589	196 463

QUADRO 2– NÚMERO DE ESTABELECIMENTOS HOTELEIROS E CAPACIDADE DE ALOJAMENTOS NOS CONCELHOS COSTEIROS (ANUAL)

FORTE – INE, INQUÉRITO À PERMANÊNCIA DE HÓSPEDES E OUTROS DADOS NA HOTELARIA (2012)

Esta situação pode pôr em causa os recursos de determinadas regiões, dada a construção massiva de equipamentos hoteleiros, assim como da sua capacidade e número de quartos, como é o caso do Algarve (ver quadro 3).

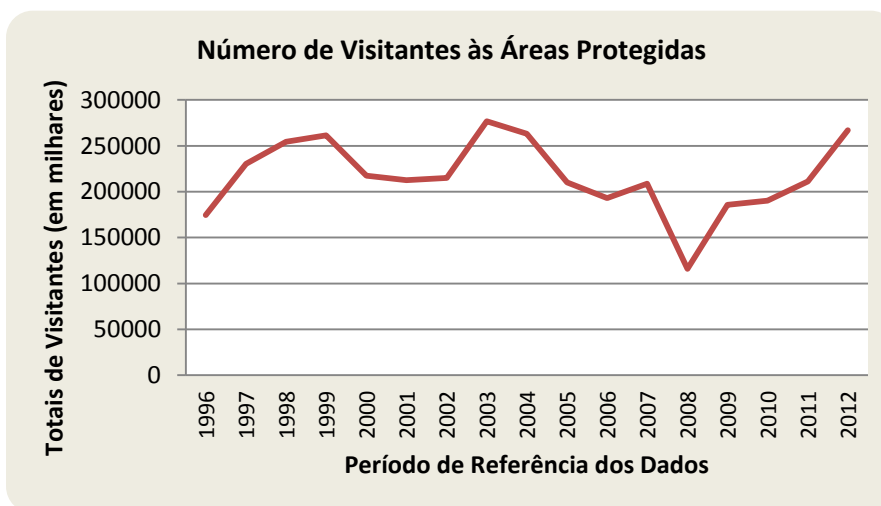
Localização geográfica (NUTS 2002)	Número de Quartos nos Estabelecimentos Hoteleiros (NUTS II)			
	2011	2010	2009	Total
<b>Portugal</b>	128336	124542	120737	373615
<b>Continente</b>	110083	106348	102406	318837
<b>Norte</b>	19272	18255	18182	55709
<b>Centro</b>	19626	19130	18738	57494
<b>Lisboa</b>	25785	25451	24218	75454
<b>Alentejo</b>	5909	5345	4896	16150
<b>Algarve</b>	39491	38167	36372	114030

QUADRO 3 - NÚMERO DE QUARTOS NOS ESTABELECIMENTOS HOTELEIROS POR NUTS II (ANUAL)

FORTE – INE, INQUÉRITO À PERMANÊNCIA DE HÓSPEDES E OUTROS DADOS NA HOTELARIA (2012)

Desta forma, há que potenciar outras formas de turismo que já existem, como o turismo rural, por exemplo, onde se procura estabelecer o contacto com a natureza. Considerando as sedes e centros de interpretação das Áreas Protegidas e respectivos visitantes (ver quadro 4)<sup>5</sup> registam-se, anualmente, milhares de visitas (sempre superiores a 100 000 visitas) a estes locais, apesar de se verificarem períodos de decréscimos acentuados (entre 2000-2002; 2005-2006 e 2008). Conclui-se, assim, que o pico terá sido atingido em 2003, onde se contabiliza um total de 276 799 visitas (em 2012, registaram-se cerca de 267 000 visitas, tendo ficado um pouco abaixo do valor atingido em 2003).

<sup>5</sup> O Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) considerou, para efeitos, o número de utilizadores (as) dos alojamentos geridos pela mesma entidade, utentes em visitas enquadradas pelas Áreas Protegidas (AP), pedidos de informação e vendas de folhetos e publicações nas AP



QUADRO 4 - NÚMERO DE VISITANTES QUE CONTACTARAM AS ÁREAS PROTEGIDAS  
 FONTE – ICNF; DEPARTAMENTO DE GESTÃO DAS ÁREAS CLASSIFICADAS (2013)

### 1.3.3. AGRICULTURA

Dadas as grandes concentrações populacionais e urbanísticas, ao longo da costa portuguesa, defende-se que, apesar de a agricultura não ser uma das principais actividades económicas nestes locais, existem algumas ligadas a esta (à agricultura) consideradas muito intensas. Assim, as principais consequências desta actividade prendem-se com a utilização excessiva de pesticidas e fertilizantes, poluição das águas e as grandes obras hidráulicas que diminuem o transporte de sedimentos.

Não obstante à implementação da Directiva Nitratos (91/676/CEE) constata-se que, em Portugal, apesar de estar muito abaixo da média europeia, tem-se vindo a assistir um acréscimo no consumo de fertilizantes de azoto e fósforo, por unidade de agrícola (Gráfico 7 e 8). Tal facto leva à gradual contaminação de aquíferos, apesar daquilo que rege a Directiva Quadro da Água (2000/60/CE), cujo objectivo passa por “ (...) estabelecer um enquadramento para a protecção das águas de superfície interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas” (Artigo 1º). Segundo o mesmo documento (ponto 15b do Preâmbulo), os ecossistemas aquáticos costeiros são muito vulneráveis às alterações da qualidade da água, daí que seja necessário uma política de água “coerente e efectiva”.

Quanto às grandes obras hidráulicas, a referir mais adiante, estas constituem-se como obstáculos ao natural curso das águas, “ (...) diferindo no tempo e reduzindo a quantidade de nutrientes e de sedimentos, e aumentando a quantidade de

contaminantes – em especial de azoto, de fósforo e de micropoluentes -, afectam o estado das zonas costeiras e, em especial, das zonas húmidas estuarinas” (MAOTDR, 2007:17). Em paralelo, são postos em causa os respectivos escoamentos médios anuais e os seus regimes naturais.

#### **1.3.4. INDÚSTRIA E ENERGIA**

Na zona costeira portuguesa, concentram-se as designadas indústrias pesadas, como as refinarias, unidades químicas, fábricas de celulose e estaleiros de reparação e construção naval. Para além de se verificarem grandes disparidades ao nível do desenvolvimento, uma vez que apenas se concentram numa parte do território, estas indústrias são bastante perigosas para o ambiente pelos resíduos que produzem. É de notar, por sua vez, que a sua concentração nestes locais impossibilita uma gestão sustentável das zonas costeiras.

Em termos energéticos, cerca de 40% da produção de electricidade advém dos grandes aproveitamentos hidroeléctricos o que, em termos ambientais nas zonas costeiras, traduz-se em: “desvio e redução dos caudais dos cursos de água e a criação de obstáculos à movimentação dos peixes e à migração de algumas espécies, para além da retenção de sedimentos” (J.DIAS, 1990:98).

#### **1.3.5. TRANSPORTES**

Em Portugal, o transporte marítimo detém um peso considerável, no que respeita aos transportes, principalmente a nível internacional. Desta forma, consideram-se Lisboa, Leixões e Sines como os portos principais, sendo que os secundários são Viana do Castelo, Setúbal, Portimão e Faro.

As actividades portuárias devem ser alvo de constante controlo, no sentido de fomentar a prática de uma política sustentável de transportes, dados os impactes ambientais que podem trazer. Assim, dentro desta temática, destacam-se dois tipos de pressões: por um lado, a poluição das águas, zonas costeiras e dos recursos marinhos, uma vez que muitas vezes os navios navegam fora dos corredores marítimos, fazendo-o muito perto da costa; por outro, verifica-se a contaminação das águas pelo Tributil de Estanho (TBT), sendo estas tintas anti-vegetativas que são utilizadas no revestimento dos cascos das embarcações. A aplicação destas permite maior

operabilidade dos navios, sem que estes tenham de se deslocar ao estaleiro para a respectiva reparação. No entanto, “ (...) essa tinta ao dissolver-se na água provoca efeitos muito graves nos organismos aquáticos e o desaparecimento de espécies mais sensíveis, desequilibrando as teias tróficas” (FCT:2).

No que toca aos transportes rodoviário e ferroviário, o facto da sua distribuição não se revelar uniforme pelo território nacional pode traduzir-se na fragmentação da paisagem e dos respectivos habitats, podendo levar ao seu isolamento. Estes também podem causar erosão costeira e contaminação das águas, através dos poluentes atmosféricos. “Iguamente, as escorrências das estradas podem ter efeitos de contaminação crónica de poluentes como os hidrocarbonetos poliaromáticos” (CNADS, 2001:20)

Por fim, segundo “O Programa de Demonstração sobre a Gestão Integrada das Zonas Costeiras, da UE 1997-1999” (Comissão Europeia, 1999a), existem toda uma série de problemas, designados comuns, nas zonas costeiras, sendo estes:

- **Desenvolvimento não planeado** – gerador de investimentos mal sucedidos e direccionados, empregos pouco sustentáveis e, conseqüentemente, degradação social e ambiental destas áreas. Desta forma, a capacidade natural das zonas costeiras é posta em causa, o que tal facto traduz na destruição dos seus recursos naturais, assim como das actividades económicas que aí se desenrolam;
- **O declínio dos sectores tradicionais, compatíveis com o ambiente** cujos efeitos negativos detêm um maior impacto na vertente social e económica, através do desemprego. Entenda-se por sectores tradicionais, por exemplo, a pesca local, cujo declínio começa pela diminuição de cardumes, o que se traduz na falta de lucros;
- **A erosão costeira** motivada pela subida das águas, resultante das alterações climáticas, que põe em causa a vida humana e animal, assim como todas as actividades económicas que daí decorrem. Muitas vezes, a erosão costeira é agravada com as designadas “intervenções de defesa costeira”, consideradas como obras pesadas.
- **A falta de redes de comunicações e de transportes adequadas** que motiva a sua marginalização, principalmente nas ilhas.

## 2. A EROSÃO COSTEIRA

Em Portugal, como se já pôde constatar, assumiram-se responsabilidades perante as zonas costeiras, de tal forma que vários foram os esforços mobilizados no sentido de (pelo menos tentar) implementar uma estratégia de ordenamento e planeamento para as mesmas. Assim, segundo o Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT), no que toca à protecção e valorização da zona costeira, sintetiza que “a intensa e desordenada ocupação do litoral criou pressões e alterações significativas sobre o meio, originando situações de desequilíbrio e de erosão costeira, com graves consequências ambientais e paisagísticas” (MAOTDR, 2007B:17). Paralelamente, é de destacar dois dos grandes problemas do Ordenamento do Território do país (os quais agrupam-se em seis domínios): “a) insuficiente salvaguarda e valorização dos recursos naturais e ineficiente gestão de riscos; b) expansão urbana desordenada e correspondentes efeitos na fragmentação e desqualificação do tecido urbano e dos espaços envolventes”.

No âmbito do planeamento e ordenamento, a erosão costeira pode-se definir por um movimento, não desejado, da linha da costa em direcção à terra (Comissão Europeia, 1999a). Esta característica (de ser um processo indesejado) advém do facto de quando se está perante uma intensa ocupação humana, gerando um resultado grave; quando tal não acontece, ou seja, não existem aglomerados urbanos e/ou populacionais, assim como património construído ou natural, não se considera grave o seu resultado (DIAS, J., FERREIRA, Ó., PEREIRA, A, 1994). Por outro lado, este processo erosivo não se manifesta somente a nível nacional, mas a uma escala global, estimando-se que cerca de 70% das praias arenosas mundiais apresentem um recuo da linha de costa (ZHANG, K., DOUGLAS, B., LEATHERMAN, S., 2004).

Este fenómeno tem por origem todo um conjunto de múltiplos factores que funcionam em simultâneo, quando de origem natural, ou que podem constituir-se como resultado das acções do Homem. Apesar das opiniões entre autores dispersarem-se quanto às suas causas, existem efectivamente alguns pontos comuns.

O estudo relativo ao “Diagnóstico da Geomorfologia e da Dinâmica Sedimentar no troço costeiro entre Espinho e a Nazaré” (DIAS, J., FERREIRA, Ó., PEREIRA, A,



1994), definem que os principais factores indutores da erosão costeira e consequente recuo da linha da costa são: elevação do nível do mar; diminuição da quantidade de sedimentos fornecidos ao litoral; degradação antropogénica das estruturas naturais e obras pesadas de engenharia costeira.

Em 2003, a aprovação do Programa FINISTERRA identifica a erosão costeira como um dos principais agentes de pressão no ambiente marinho e costeiro. Este documento menciona, como causas desta, factores naturais como a dinâmica costeira, balanço de sedimento, variações do nível do mar, dispersão de sedimentos e outras causas relacionadas com as intervenções humanas, nas zonas costeiras e/ou áreas próximas. Segundo o Programa de Demonstração em GIZC na Europa (Comissão Europeia, 1999a) e os respectivos ensinamentos, numa alusão à erosão costeira, o mesmo refere que esta pode ter origem na remoção dos sedimentos pelo mar, seguindo-se de uma redução destes e, por fim, pelos aluimentos de solo (naturais ou antrópicos). Paralelamente, faz-se referência de que, em muitas zonas costeiras europeias, a erosão é um processo natural e que procurar evitá-lo não constitui uma tarefa fácil. Ainda assim, considera-se, em alguns casos (aqueles em que as zonas costeiras não detêm uma elevada importância económica nem histórica), a “retirada planeada” da actividade humana como uma solução viável, considerada um método “suave”, ao invés das tradicionais obras pesadas. Segundo Barbosa (2003), este processo erosivo classifica-se por ser um fenómeno natural, em que as acções humanas aceleram-no. O mesmo autor clarifica, como exemplo disso, as repercussões das construções de esporões e das obras longitudinais aderentes, que, apesar de atenuarem a erosão a barlamar, agravam-no a sotamar.

Ao nível do estudo “Riscos de Exposição de Frentes Urbanas para Diferentes Intervenções de Defesa Costeira” (Coelho, C., 2005), o mesmo agrupa os múltiplos factores em dois grandes grupos: Acções Naturais (pontos 1 a 4) e Antropogénicas (pontos 5 a 10): 1) As marés astronómicas e meteorológicas; 2) A subida generalizada do Nível Médio das Águas do Mar; 3) Ventos; 4) Agitação Marítima (ondas, vagas, tsunamis); 5) Aproveitamentos Hidráulicos (construção de barragens, criação de albufeiras); 6) Quebramares e canais de navegação; 7) Dragagens e extracção de

areias; 8) Destruição e danificação de cordões dunares; 9) Urbanização (construções nas zonas de interacção fisiográfica); 10) Intervenções de Defesa das Zonas Costeiras.

Com base na análise das opiniões dos diferentes autores, constata-se que a erosão costeira detém origem em, pelo menos, três causas comuns: elevação do nível do mar, diminuição de sedimentos fornecidos ao litoral e as obras pesadas de protecção ao litoral. Será sobre estas que se irá concretizar uma breve abordagem sintetizada, assim como dos efeitos que podem originar e de alguns exemplos concretos, a nível nacional, dos mesmos.

## 2.1. ELEVAÇÃO DO NÍVEL DO MAR

As alterações climáticas, com origem nas acções antropogénicas, que resultam da acumulação de gases com efeito de estufa, na atmosfera, traduzem-se em efeitos negativos para as zonas costeiras. Uma das suas consequências directas é a subida do nível médio das águas, a uma escala global, prevendo-se que, entre o período temporal de 1990-2100, este suba entre os 9 e 88 cm (IPCC, 2001) (ver quadro 5). Por outro lado, segundo a mesma fonte, num período mais curto, entre 2050 e 2100, estima-se uma subida entre os 5 e 32 cm. Estas previsões detêm por base a alteração das temperaturas, a nível mundial, assim como a diminuição dos sedimentos (IPCC,2001).

Fecha	Población mundial (miles de millones) <sup>a</sup>	PIB mundial (10 <sup>12</sup> \$ EE.UU. por año <sup>-1</sup> ) <sup>b</sup>	Relación de ingresos per capita <sup>c</sup>	Concentración de O <sub>3</sub> a nivel del suelo (ppm) <sup>d</sup>	Concentración de CO <sub>2</sub> (ppm) <sup>e</sup>	Cambio de la temperatura mundial (°C) <sup>f</sup>	Subida del nivel del mar en el mundo (cm) <sup>g</sup>
1990	5,3	21	16,1	—	354	0	0
2000	6,1–6,2	25–28	12,3–14,2	40	367	0,2	2
2050	8,4–11,3	59–187	2,4–8,2	~60	463–623	0,8–2,6	5–32
2100	7,0–15,1	197–550	1,4–6,3	>70	478–1099	1,4–5,8	9–88

QUADRO 5 - PREVISÕES DA SUBIDA DO NÍVEL DO MAR E DE OUTROS INDICADORES  
FONTE – IPCC WG2 (2001)

As consequências deste factor, a nível do litoral, dependem em muito das características tipológicas das zonas costeiras, isto é, se existem afloramentos rochosos bem consolidados; as características das acumulações sedimentares; a existência, ou não, de arribas; a frequência de temporais, entre outros (DIAS, J., 1993).

Beneficiando do facto de possuir uma das mais longas séries maregráficas mundiais, a do marégrafo de Cascais, tornou-se possível produzir para Portugal alguns

importantes estudos, dentro desta temática. Assim, analisados os dados das estações maregráficas de Lagos e Cascais, estimou-se uma elevação do mar de 1,3 mm/ano e 1,5 mm/ano, respectivamente (DIAS, J. & TABORDA, R., 1988). No que diz respeito a esta situação, considera-se que as causas vinculam-se à expansão térmica dos oceanos, ou seja, devido ao aumento das temperaturas das águas, como consequência do aumento das temperaturas atmosféricas (DIAS, J., 1993).

Considerando a subida média do nível em Portugal, cuja é de 1,5 mm/ano, isso traduz-se num recuo da linha da costa médio de 0,3m/ano. Paralelamente, é de reflectir que, no nosso país, cerca de 10% desse valor deriva apenas da subida das águas, querendo dizer que 90% deve-se à redução de sedimentos, resultado das acções humanas. Por outro lado, “o aumento do nível médio da água do mar aumenta a erosão costeira, o risco de inundação das zonas do litoral baixo e arenoso e das zonas estuarinas e o risco de intrusões salinas nos aquíferos costeiros, bem como nas zonas estuarinas” (CNADS, 2001:26). A capacidade de adaptação ao novo nível de base por parte dos estuários faz com que reduzam as exportações de materiais para a plataforma. Desta forma, ao invés de fornecedores, estes transformam-se em locais de recepção e deposição de sedimentos (DIAS, J., 1993).

Como existe uma grande concentração populacional, nas zonas costeiras, assim como de importantes actividades económicas e sociais, o que se espera é uma aceleração do nível das águas, o que trará consequências severas. Desta forma, prevê-se, em paralelo com o que já foi referido, “ (...) destruição de estruturas costeiras, salinização de aquíferos, ampliação das intrusões salinas nos estuários, danos maiores e mais graves devido a tempestades marinhas, etc.” (DIAS, J., TABORDA, R., 1988:83).Necessita-se, portanto, da implementação de uma política de gestão sustentável e de medidas de adaptação às alterações climáticas, definidas e planeadas atempadamente.

## **2.2. DIMINUIÇÃO DE SEDIMENTOS FORNECIDOS AO LITORAL**

A interferência na dinâmica sedimentar do litoral está ligada com as acções antropogénicas, sendo que a elevação do nível médio do mar também tem interferências. O que se consta é que, à medida que evolui a tecnologia desenvolvida

pelo Homem para intervir no ambiente, maior é a diminuição da quantidade de areias que alimentam o litoral (DIAS *et al.*, 1994). Ao longo do último século, verificaram-se grandes obras de intervenção e transformação, ao longo da linha da costa (CNADS, 2001), constatando-se, conseqüentemente, o ponto máximo da diminuição do fornecimento dos sedimentos ao litoral (DIAS *et al.*, 1994). Existem, ainda assim, outras actividades, de carácter humano, que contribuem para todo este cenário, as quais são consideradas fulcrais para o desenvolvimento económico e social do País. Veja-se, então, que estas referem-se “ (...) às florestações, aos aproveitamentos hidroeléctricos, às obras de regularização dos cursos de água, às explorações de inertes nos rios, nas zonas estuarinas, nos campos dunares e nas praias, às dragagens, às obras portuárias e muitas das obras de engenharia costeira” (DIAS *et al.*, 1994:116).

Assume-se, portanto, que a origem deste problema detém várias fontes, como as dragagens, a protecção e impermeabilização de margens e a construção de barragens (Ribeiro, M., 2009). O que se conclui é o desenvolvimento sistemático destas actividades, sem que haja monitorização das respectivas conseqüências e/ou avaliação dos respectivos impactes ambientais. De seguida, poderão ser encontradas as várias influências que as actividades humanas anteriormente definidas podem acarretar.

### **2.2.1. INFLUÊNCIA DAS BARRAGENS**

Os aproveitamentos hidroeléctricos e hidroagrícolas, ou seja, as barragens possuem, como objectivo final, por assim dizer, a intervenção nos cursos de água. Conseqüentemente, ao nível da alimentação do litoral, verifica-se uma redução significativa da área motivada pela interrupção do trânsito fluvial de areias, por via das modificações dos regimes fluviais (CNADS, 2001; DIAS, J., 1990). Paralelamente, o desenvolvimento deste tipo de obras deve fazer-se acompanhar pelo impacte que irá ter, a nível ambiental e social (BOUNO *et al.*, 1998).

Veja-se que, no século passado, notou-se uma redução da área aludida, em Portugal, em 85%. Este facto pode ser visualizado na figura 4 em que conclui-se um decréscimo significativo das áreas drenadas directamente para o mar, devido à construção de barragens. Tudo isto constitui um importante obstáculo ao transporte

de sedimentos para as zonas costeiras, acentuando, então, a respectiva erosão. Desta forma, estima-se que cerca de 80% do volume de areias, em Portugal, são retidos pelas barragens, cujos seriam transportados pelos rios, num processo de ordem natural (DIAS, J., 1993).

Um dos outros efeitos produzidos pelas barragens é o controlo das cheias. É durante estas que ocorre um maior volume de transporte de sedimentos, uma vez que, estando disponíveis maiores caudais, a sua capacidade de transporte será intrinsecamente maior. Assim, as barragens vieram mitigar todo esse processo, a partir do momento em que controlam as ocorrências e picos das cheias (Dias, J., 1990; Ribeiro, M., 2009).



FIGURA 4 - ÁREA TOTAL ABRANGIDA PELAS BACIAS HIDROGRÁFICAS QUE DESAGUAM EM PORTUGAL  
FONTE – DIAS, J., 1993

O caso do Guadiana é, nesta linha de pensamento, revelador destes factos. Segundo DIAS, J. *et al* (2003), entre os anos 50 e 60 do século XX, assistiu-se a uma intensiva construção de barragens: em 1964, a capacidade de armazenamento era 78 vezes superior, quando comparada à década anterior. Em 2002, a barragem do Alqueva entra em funcionamento, constituindo-se como o maior lago artificial da Europa Ocidental, em que a sua capacidade é superior a 10 000hm<sup>3</sup> (mais do dobro do escoamento médio anual do Guadiana). Naturalmente, assistiu-se a um decréscimo acentuado do transporte de sedimentos, como consequência da respectiva diminuição do escoamento médio anual.

As barragens constituem-se, por fim, sérios obstáculos ao processo natural que é a alimentação sedimentar do litoral. “Existe correlação positiva entre a construção das barragens (que apenas atingiu amplitude relevante neste século), e a falta de alimentação em areias ao litoral, com a consequente erosão costeira e recuo da linha de costa” (Dias *et al.*, 1994:119-120).

## 2.2.2. INFLUÊNCIA DAS DRAGAGENS

Como mencionado anteriormente, a diminuição dos sedimentos no litoral tem, na sua grande maioria, origem nas acções humanas que intervêm nas bacias hidrográficas. Desta forma, as dragagens portuárias constituem-se como factores de grande influência no défice sedimentar, originando sérios impactos ao nível da ecologia e da morfodinâmica.

Em Portugal, essencialmente a partir da década de 60, assistiu-se a uma forte pressão por parte do sector da construção, na exploração de inertes o que veio a enfraquecer as fontes aluvionares que forneciam o litoral português (COELHO, C., 2005). Como exemplo, veja-se o caso específico do Douro em que estima-se que, entre 1982 e 1986, o volume de sedimentos dragados foi de  $3 \times 10^6 \text{ m}^3$  ou seja, “ (...) um quantitativo pouco inferior ao estimado para o volume de sedimentos interessados na deriva litoral, o qual se estima ser da ordem de  $1 \times 10^6$  a  $2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ ” (CNADS, 2001:22).

A questão é que as dragagens portuárias são essenciais ao funcionamento dos portos (CNADS, 2001), no sentido em que são criados canais de navegação de acesso a estes, isto é, há uma maior estabilidade e profundidade nestes. “Consequentemente, as obras de dragagem para abertura, manutenção ou aprofundamento desses canais atingiram, progressivamente, maior amplitude à medida que a segunda metade do século XX foi decorrendo” (DIAS, J., 1993:18). Desta forma, os efeitos negativos deste acto prendem-se com a retirada sistemática de material sólido, no meio marítimo, o que trará consequências nas zonas a jusante (LANGA, J., 2003). Por outro lado, há a questão do processo de extracção em si, ou seja, este cria uma depressão, no que toca à batimetria de fundo, o que altera a taxa de transporte de areias e o balanço sedimentar da respectiva zona costeira (GONÇALVES, D., 2009).

Neste sentido, para atingir-se uma situação desejável, há que identificar, no que toca à erosão e assoreamento, “ (...) os locais e volumes de inertes a extrair face às condições referidas e devem ser desenvolvidos programas de prevenção de erosão” (GONÇALVES, D., 2009:105).

### 2.2.3. INFLUÊNCIAS DAS EXTRACÇÕES DE INERTES

Um dos outros factores responsáveis pela alteração/recuo da linha da costa é a extracção de inertes (areias, cascalhos, godos), nas zonas estuarinas, fluviais e costeiras (praias, dunas). Neste seguimento, refere-se que, mais uma vez, esta actividade detém origem nas acções antrópicas, constituindo-se, em muitos países europeus, como a principal fonte de inertes para a indústria e a construção civil. Por outro lado, esta actividade pode ter como fim a reposição de areia, nas praias, quando existe certos interesses económicos, isto é, quando se assiste a um crescimento por parte do turismo e se justifique ampliar o litoral<sup>6</sup>.

Country	Aggregate extracted (m <sup>3</sup> )
Belgium	1,670,200
Canada	0
Denmark	5,570,000
Estonia	0
Finland	0
France	2,427,000
Germany	N/D
Ireland	0
The Netherlands	32,300,000
Norway	0
Poland	532,000
Sweden	N/D
United Kingdom	12,830,000
United States	7,180,000

QUADRO 6 - DRAGAGEM COMO PRINCIPAL FONTE DE INERTES, NA EUROPA, EM 2002  
FONTE – SANTOS, P. (2005)

Considera-se que, em Portugal, as estatísticas são assustadoras: segundo PAIXÃO (1980/81), no período compreendido entre 1973-1976, as explorações autorizadas nas praias de Peniche e da Nazaré estabeleceram-se nos  $2,7 \times 10^5 \text{m}^3$  e  $8,4 \times 10^5 \text{m}^3$ . Paralelamente, OLIVEIRA *et al* (1982), estabelece que, em 1980, na costa a norte de Aveiro (S. Jacinto), extraíram-se  $4 \times 10^5 \text{m}^3$  de areias, sendo que o total das extracções legais e ilegais foram superiores a  $1 \times 10^6 \text{m}^3/\text{ano}$ . Por fim, quanto à parte externa do porto de Leixões, crê-se que, vinte anos antes, o volume de sedimentos já havia atingido cerca de  $1,5 \times 10^5 \text{m}^3/\text{ano}$  (ABECASSIS *et al.*, 1962).

### 2.3. OBRAS PESADAS DE PROTECÇÃO AO LITORAL

As primeiras obras de protecção costeira, no sentido de travar o avanço do mar, datam a 1911, tendo sido a primeira construída em Espinho. Na Costa da Caparica, mais especificamente na Cova do Vapor, construíram-se obras aderentes e esporões, no final da década de 50, com a finalidade de evitar inundações, nas épocas de tempestades, ao mesmo tempo que promovia-se a acumulação de sedimentos. Uma vez que, em Portugal, as populações estavam muito ligadas às actividades piscícolas, desde cedo procurou-se proteger-las a ambas (JORGE, A., 2010).

<sup>6</sup> Adaptado de <http://feemar.weebly.com/0905---desenvolvimento-da-extraccedilatildeo-de-inertes-em-offshores.html>

As estruturas de defesa costeira, consideradas como “obras pesadas”, podem ser: esporões, estruturas longitudinais aderentes (como os paredões) e os quebra-mares. Considera-se, ainda assim, a alimentação artificial das praias como uma intervenção “suave” de protecção ao litoral. Veja-se que, cada obra detém características específicas, assim como os materiais que as constituem e os sítios onde se localizam. Todas elas traduzem sérios impactos negativos para as zonas costeiras, pelo simples facto de serem estruturas rígidas e estáticas que estão inseridas num meio completamente dinâmico (DIAS, J., 1994). O que se verifica, portanto, é que os seus efeitos estão muito aquém dos seus objectivos iniciais. Por outras palavras, estas obras detêm por função a protecção das zonas costeiras, o que não acontece: estas funcionam como sérios indutores à erosão costeira, caracterizando-se pela grande responsabilidade que possuem na aceleração do recuo da linha da costa (DIAS, J., 1990).

Desta forma, tomando como exemplo o caso da barra de Aveiro, é possível chegar a várias e claras conclusões sobre os efeitos de que estas podem produzir. Inicialmente, esta barra foi aberta em 1808, tendo sido alvo de novas obras de reformulação, procedendo-se ao prolongamento do molhe em 500 m (DIAS, J., 1993). Como consequência, registaram-se vários fenómenos, como a forte concentração de sedimentos a barlar e erosão a sotamar, tendo-se assistido a um recuo da costa na ordem dos 10m/ano, no período entre 1947-1954 (OLIVEIRA *et al.*,1982).Paralelamente, esta situação pôs em causa a sobrevivência de várias edificações, tendo sido construídos 11 esporões e uma defesa frontal aderente (paredão) (CNADS, 2001). Dados estes factos de erosão e acumulação de sedimentos, maioritariamente, procede-se a uma protecção complementar a sotamar de esporões “ (...) com enrocamentos aderentes à margem costeira” (ANPC, 2010:91).

Sintetizando tudo o que já fora mencionado, comprova-se que, no litoral português, a erosão costeira tende a aumentar, em grande parte pelo défice de abastecimento sedimentar, mas também pelo despoletar da construção (de carácter turística e habitacional). Uma das formas para proteger o património, face ao recuo gradual da linha da costa, centrou-se na utilização de estruturas rígidas, característica das obras de defesa costeira, as quais foram agravando (ainda mais) todo o processo



de erosão. Contudo, continuou-se a assistir à ocupação massiva da orla costeira até ao presente, apesar de toda a legislação que foi sendo aprovada, com o intuito de condicionar a construção de edificado, e das investigações científicas desenvolvidas nesse âmbito (DIAS, J., 1993).

### **3. A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO INTEGRADA DE ZONAS COSTEIRAS**

As zonas costeiras, sendo partes constituintes de um território, destacam-se pela sua complexidade e fragilidade, em muito motivada pelas sérias pressões a que estão sujeitas. Dado o seu potencial, em termos de produtividade, atractividade, entre outros, estes locais revelam-se muito vulneráveis à concentração populacional, urbanística e às actividades económicas que aí se desenvolvem, dadas as consequências daí decorrentes. Por outro lado, nestes locais, localizam-se importantes recursos ambientais e marinhos, os quais estão submetidos a conflitos do uso do solo pelos factores acima mencionados (MAOTDR, 2007). Para além das pressões antrópicas, estas zonas estão sujeitas a fortes dinâmicas naturais (algumas em muito originadas pela acção do Homem), devido à sua localização no espaço, como já fora mencionado.

Numa perspectiva mundial e nacional, “a brusca intensificação da utilização das zonas costeiras ocorreu sem que os organismos de gestão estivessem para tal devidamente preparados” (DIAS, J., GONZALEZ, R., FERREIRA, Ó., 2003:3). O rápido crescimento económico das actividades turísticas fazia-se sem precedentes daí que, segundo o mesmo autor, conduziria a sérios problemas, desde a contaminação das águas devido a deficiências (ou ausência) dos sistemas de saneamento básicos até à ameaça do novo património edificado por parte dos temporais ou pela erosão costeira (2003). A esta situação aliava-se, segundo Francisco Taveira Pinto e Alexandra Sena (2009), a falta de técnicos formados e experientes; informação científica capaz de decifrar o funcionamento destes sistemas abertos; crescimento económico aliado à actividade turística e consequentes avultados investimentos. Neste sentido, revela-se que a atenção virada para esta temática foi sendo gradual, quer a nível nacional, quer europeu, demonstrando ter sido um processo moroso.

Constata-se, desta forma, a uma multiplicidade de conflitos naquilo que se desenvolve e se concentra nas zonas costeiras: actividades económicas, população, património edificado e natural, recursos marinhos, entre tantos outros. “Assim, a melhor forma de lidar com a crescente multiplicação e interligação destes problemas, passa por uma gestão integrada e horizontal, capaz de gerir conflitos e atender aos diversos interesses e perspectivas em jogo” (SILVA, C., 1998:21). Surge, então, a

necessidade de implementar uma correcta gestão integrada das zonas costeiras que funcione como uma balança, isto é, em que procure manter o equilíbrio ao mesmo tempo que gere os múltiplos conflitos.

Assim, a grande meta da gestão integrada das zonas costeiras passa por tornar possível a compatibilização entre as acções do Homem e do Ambiente, assegurando a protecção dos recursos humanos e marinhos, sempre de forma sustentável. Ainda assim, há o dever de integrar objectivos e instrumentos fundamentais para a sua concretização, segundo “O Programa de Demonstração sobre a Gestão Integrada das Zonas Costeiras, da UE 1997-1999”. A componente “integrada” na GIZC “significa a integração de todas as áreas políticas, sectores e níveis de administração relevantes. Significa a integração dos componentes terrestres e marítimos do território em causa. A GIZC é integrada tanto no espaço como no tempo, e é inerentemente multidisciplinar” (Comissão Europeia, 1999a:17). Esta deve ser vista como um processo e não como uma solução, em que actua de forma progressiva e que, por sua vez, é dinâmico (Comissão Europeia e DGA, 2001).

Há que ter em linha de conta, no que se refere especificamente à erosão costeira, de que a GIZC procura colmatá-la, mesmo que indirectamente, através dos princípios que regem uma correcta gestão sustentável, isto é, “ (...) procura equilibrar, a longo prazo, os benefícios do desenvolvimento económico e das utilizações humanas da zona costeira; os benefícios de que advêm da protecção, preservação e restauração das zonas costeiras; os benefícios da minimização da perda de vidas humanas e de bens; e os benefícios do acesso e usufruto públicos das zonas costeiras, sempre dentro dos limites estipulados pela dinâmica e capacidade de carga naturais” (Comissão Europeia, 1999a:16).

Neste sentido, a emergência desta deve assumir uma base sólida de planeamento e ordenamento, a qual deve merecer atenção e junção de esforços a múltiplas escalas: local, regional, nacional e europeu. Uma correcta estratégia de GIZC passa não só pela implementação de políticas ambientais, mas também de medidas de desenvolvimento económico e social destes locais, procurando “ (...) melhorar a qualidade de vida das zonas costeiras (...) e de apoiar o desenvolvimento de todo o seu potencial enquanto comunidades modernas e dinâmicas” (Comissão Europeia e DGA,

2001:7). Veja-se que “tal é a sua complexidade e dificuldade que, com frequência, é considerada como um ideal a que apenas se podem efectuar aproximações” (DIAS, J., 2003:6).

### 3.1. A GIZC EM PORTUGAL

A gestão do litoral, em Portugal, conjugada com a necessidade específica de uma gestão integrada das zonas costeiras, foi sendo alvo de iniciativas públicas, tendo sido implementadas, gradualmente. Segue-se, então, um breve enquadramento histórico dos principais instrumentos de ordenamento e gestão do território com incidência nas zonas costeiras, que regem a gestão costeira, a nível nacional.

Ano	Designação	Âmbito
1971	DL 468/71, de 5 de Novembro	Estabelece o Domínio Público Hídrico, onde é traçada a extensão territorial dos leitos, águas e zonas adjacentes (margens ameaçadas pelo mar ou cheias <sup>7</sup> ). Fixa em 50 m de largura a margem das águas do mar das águas navegáveis ou flutuáveis
1990	DL 302/90, de 26 de Setembro	Estabelece o Regime de Gestão Urbanística do Litoral, determinando os critérios de ocupação, transformação e uso do solo da faixa costeira
1992	DL 201/92, de 29 de Setembro	É transferida a jurisdição do domínio público marítimo para o Ministério do Ambiente
1993	DL 309/93, de 2 de Setembro	Surgem os POOC, onde se estabelecem as faixas de protecção: "zona terrestre de protecção" (largura máxima de 500m, contados a partir da margem das águas do mar) e "faixa marítima de protecção" (tem como limite máximo a batimétrica dos 30m).  Os seus objectivos “ (...) incidem sobre o ordenamento dos diferentes usos e actividades específicas da orla costeira, a classificação das praias e a regulamentação do uso balnear, a valorização e qualificação das praias, o desenvolvimento

<sup>7</sup> PINTO, P. (2008)

		da actividades específicas da orla costeira e a defesa e conservação da natureza” (MAOTDR, 2007a).
<b>1998</b>	RCM 86/98, de 10 de Julho	Aprovada a Estratégia para a Orla Costeira, cuja define as regras e princípios na ocupação do litoral, tendo por objectivo a “ (...) a defesa, requalificação e aproveitamento sustentável dos recursos naturais da orla costeira” (Albuquerque e Martins: 338, 2010).
<b>2003</b>	RCM 22/2003, de 18 de Fevereiro	Cria o programa FINISTERRA (Programa de Intervenção na Orla Costeira) com o intuito de requalificar e ordenar o litoral português, em paralelo com a concretização das acções previstas pelos POOC (Albuquerque e Martins, 2010)
<b>2005</b>	Despacho 19 212/2005, de 5 de Setembro	Elaboração do documento "Bases para a Estratégia de Gestão Integrada das Zonas Costeiras Nacionais", com o objectivo de“ (...) desenvolver as Bases de uma Estratégia que sustente uma política de ordenamento, planeamento e gestão da zona costeira portuguesa, continental, insular, nas suas vertentes terrestre e marinha” (MAOTDR, 2007a)

QUADRO 7– DIPLOMAS LEGAIS DA GESTÃO DO LITORAL, EM PORTUGAL

A elaboração deste último documento permitiu que Portugal respondesse à Recomendação 2002/413/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de Maio de 2002 e à Recomendação 160/2005 do Conselho da Europa, procurando estabelecer os princípios e objectivos fundamentais, assim como as respectivas opções estratégicas da Estratégia de Gestão Integrada da Zona Costeira Nacional (Albuquerque e Martins, 2010).

É de constatar, neste sentido, que, nas últimas três décadas, houve um reconhecimento da importância geoestratégica das zonas costeiras, assim como das potencialidades que estas podem gerar, quando aproveitadas de forma sustentável. A título de exemplo, o programa do XVII Governo Constitucional expressava “a necessidade de uma visão estratégica de gestão integrada do litoral (...) que consigna para as zonas costeiras o desenvolvimento de uma política integrada e coordenada, em articulação com a política do mar, que favoreça a protecção ambiental e a

valorização paisagística mas que enquadre, também, a sustentabilidade e qualificação das actividades económicas que aí se desenvolvem” (RCM, 2009:6057).

# **CAPÍTULO II:**

## **AS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NA GESTÃO DAS ZONAS COSTEIRAS**

## 1. AS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

As Tecnologias de Informação Geográfica (TIG) assumem uma posição preponderante em vários aspectos, desde o suporte à tomada de decisão ao facto de permitirem a minimização de efeitos negativos e dos respectivos impactes territoriais. Estas (TIG), por outro lado, assentam numa gestão adequada da informação geográfica<sup>8</sup>, visto que se constituem “ (...) ferramentas de recolha, armazenamento, análise, modelação, simulação, visualização e disponibilização de dados geográficos essenciais no suporte à decisão, constituindo-se como uma realidade fundamental no domínio da Administração Pública Local, contribuindo, também, para a evolução da sociedade da informação e da e-cidadania municipal” (TENEDÓRIO, J., HENRIQUES, C., SILVA, J., 2003:1)

As TIG, segundo JULIÃO, R. (2001), especificamente os SIG, têm assumido um papel preponderante, cuja importância é assumida por várias organizações, principalmente as que se relacionam com a gestão territorial.

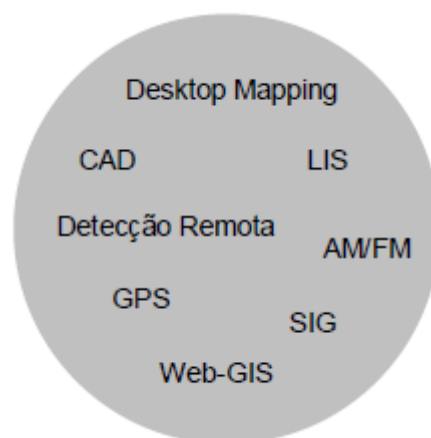


FIGURA 5 - TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA  
FONTE: JULIÃO, R. 2001:82

No que toca ao Ordenamento do Território, especificamente aos Instrumentos de Gestão Territorial (IGT), há toda uma necessidade de induzir eficiência a estes, de maneira a tornar possível dar resposta aos permanentes desafios que se colocam ao ordenamento do território. Desta forma, as TIG caracterizam-se por serem todo um

<sup>8</sup>Informação associada a uma posição. O conjunto dos domínios do conhecimento envolvidos na produção e na utilização de informação geográfica designa-se por ciência de informação geográfica (MATOS, J., 2008:1)



conjunto de tecnologia associada à informação geográfica que apresentam diversificados tipos, as quais podem ser aplicadas a diferentes escalas e problemas, revelando-se a sua prática crucial para a temática já referida. Estas, segundo Goodchild, M. (1997), podem ser divididas em três tipos: SIG, Sistema de Posicionamento Global (*Global Positioning System - GPS*) e Detecção Remota (DR), sendo que, as suas aplicações podem agrupar-se em quatro categorias:

Inventário	Visualização	Análise	Modelação e Simulação
Cartografia do plano, de base e temática, com normativa	Visualizador de Informação Geográfica (IG) /WebGIS	Transições de ocupação do solo	Modelo territorial
Parâmetros, indicadores e índices	Discussão pública de propostas de ordenamento e de urbanismo no âmbito de planos de índole física	Redes e Acessibilidades	Dinâmica territorial
Observatório do Ordenamento e Urbanismo		Indicadores de sustentabilidade territorial e ambiental	Vulnerabilidade, perigo, risco
			Tomada de decisões espaciais
			Operacionalização de conceitos

QUADRO 8 - APLICAÇÕES FUNDAMENTAIS TIG EM ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO  
 FONTE – TENEDORIO, J. (2011)

Desta forma, os SIG assumem-se como, por assim dizer, a TIG principal, especialmente quando aplicados ao planeamento e ordenamento do território, uma vez que englobam a estrutura necessária para o processamento e análise de dados geográficos (ver figura 6).

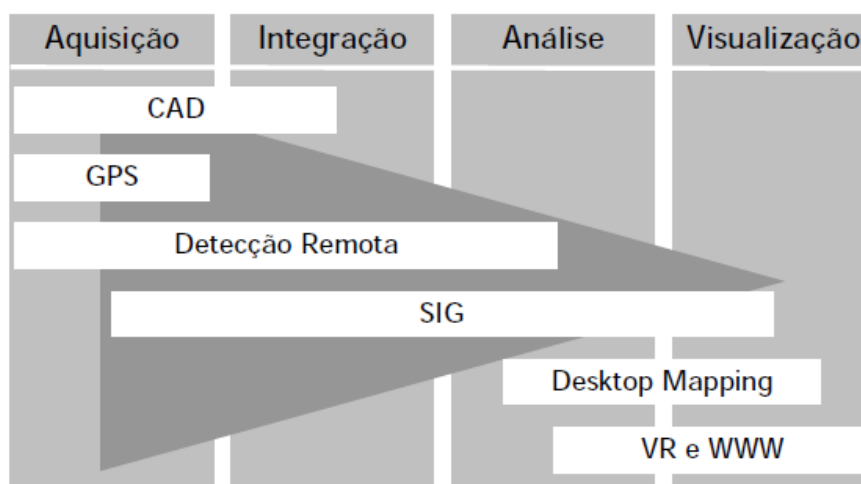


FIGURA 6 - AS TIG E A SUA UTILIZAÇÃO NO CONTEXTO DE UM PROJECTO SIG  
 FONTE - JULIÃO, R. (2011:83)

“Os SIG têm uma importância crescente para as ciências sociais que lidam de um modo ou de outro com actividades e fenómenos que se distribuem na superfície terrestre, e com a compreensão dos processos que se encontram por detrás” (MATOS, P. in Goodchild, 2000:30)

## **1.1. APLICAÇÕES NA GESTÃO DO LITORAL**

O que se pretende, dentro deste tópico, é demonstrar algumas aplicações que as TIG podem ter na gestão do litoral, especificamente no que se relaciona com o fenómeno da erosão costeira. Neste sentido, repare-se que “a utilização de ferramentas como os SIG, designadamente nas zonas costeiras é importante e necessária. Por outro lado, os sistemas de processamento de imagem (SPI), a detecção remota (DR), a gestão de informação/dados, a análise de dados e a modelação são cada vez mais imprescindíveis” (BARBOSA, J., 2003:22).

Os casos de estudos apresentados fazem-se acompanhar pelas metodologias adoptadas, assim como os resultados obtidos, de uma forma geral. Em paralelo, é possível interiorizar as mais-valias das TIG, no que respeita à gestão e monitorização das zonas costeiras e do fenómeno da erosão nas mesmas.

### **1.1.1. ESTUDO DO RECUO DA LINHA DA COSTA APLICANDO TÉCNICAS FOTOGRAMÉTRICAS E AMBIENTES SIG – ÁREA DO FORTE NOVO-GARRÃO, ALGARVE**

Ao abordar o fenómeno da erosão costeira, assume-se que, de facto, houve uma alteração no comportamento e na dinâmica da linha da costa em que se regista, efectivamente, um recuo da mesma. Na prática, a sua delimitação revela-se um pouco mais difícil, dada a sua dinâmica natural (LI, R., DI, K., MA, R., 2001).

Dos vários métodos que existem para a sua delimitação, realçam-se, numa primeira fase, as fotografias aéreas com a aplicação de técnicas fotogramétricas. “A escassez de referências de qualidade no terreno e o desaparecimento das marcas seleccionadas em voos mais antigos devido ao recuo acelerado das arribas é responsável pela dificuldade de elaboração de estudos comparativos. A utilização destas técnicas veio possibilitar para áreas que apresentem recuos muito acelerados

da linha de costa (...), que as marcas de referência, não se percam, uma vez que podem estar localizadas em pontos mais afastados do bordo das arribas, logo em áreas “estáveis” a médio/longo prazo” (OLIVEIRA, S. et al.:2). Apesar do trabalho revelar-se moroso, uma vez realizado, este pode ser integrado mais facilmente numa plataforma SIG e poderá vir a ser utilizado em estudos futuros (OLIVEIRA, S. et al., 2003).

Tomando como exemplo o caso do troço Forte Novo-Garrão (ver anexo A), situado no sotavento algarvio, a Este da Quarteira, as técnicas acima descritas foram aplicadas com o intuito de calcular as taxas de recuo, nas arribas, e o respectivo contributo do volume de sedimentos para a deriva litoral para o período entre 1991-2001 (ver resultados, no quadro 9).

1991/2001	Forte Novo	Trafal
<b>Comprimento (m)</b>	367,7	387,6
<b>Recuo da crista (m<sup>2</sup>)</b>	8 332,8	3 246,4
<b>Recuo Médio (m)</b>	22,7	8,4
<b>Taxa de recuo (m/ano)</b>	2,27	0,84
<b>Altura média da arriba (m)</b>	11,92	6,82
<b>Comando médio da arriba (m)</b>	9,35	4,15
<b>Volumes envolvidos <sup>6</sup> (m<sup>3</sup>)</b>	77 912	13 472
<b>Volumes envolvidos <sup>7</sup> (m<sup>3</sup>)</b>	99 327	22 140
<b>Taxa volumes (m<sup>3</sup>/ano)</b>	9 932,7	2 214

QUADRO 9 – PARÂMETROS MÉTRICOS OBTIDOS ATRAVÉS DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS  
 FONTE - OLIVEIRA, S. ET. AL, 2003:49

De uma forma bastante sintetizada, o processo fotogramétrico estabelece-se em quatro fases fundamentais: Aquisição de fotografias aéreas (operação base de todo o procedimento); Determinação das coordenadas dos pontos de controlo de terreno; Georreferenciação das imagens e Esterorestituição fotogramétrica. A aplicação destas técnicas, por outro lado, têm em conta “ (...) a totalidade da área de estudo, eliminando desta forma o carácter aleatório da localização de transectos para avaliar o recuo médio das arribas, tornando mais rigorosos os resultados obtidos” (OLIVEIRA, S. et. Al, 2003:49) (ver anexo B).

### **1.1.2. Inundação pela Acção da Subida do Nível Médio do Mar, Utilizando Fotografias Aéreas e Dados Lidar<sup>9</sup> - Área de La Boquilla (Cartagena de Indias) e Golfo de Morrosquillo (Caribe Colombiano)**

Associados ao efeito das alterações climáticas, existem fenómenos naturais extremos, como as inundações, as quais correspondem a áreas atingidas pelo espraio das ondas de tempestade (JULIÃO, R. *et al*, 2009). O que importa, desta forma, é saber quantificar a vulnerabilidade e riscos associados, assim como os respectivos danos e prever, de forma aproximada, o seu período de retorno (período intermédio entre a ocorrência de eventos de igual magnitude). Não só importa definir mapas de risco, mas também desenhar planos de acção que consigam actuar em situações de emergência.

O procedimento técnico para a determinação dos riscos de inundação no Caribe Colombiano (AFANADOR, F., RUIZ, A., 2006), numa primeira fase, fez-se utilizar de dados LIDAR, uma vez que, neste caso específico, estes detêm vantagens em relação às técnicas fotogramétricas: *“al tratarse de un sensor activo, se puede operar de día y de noche y la falta de textura de la arena o la presencia del mar no comprometen la precisión de las medidas”* (F. AFANADOR, A. RUIZ, 2006:84). Portanto, para além destes foram necessários: dados sobre as construções habitacionais no litoral e respectiva base de dados dos censos e, por fim, planos de ordenamento territorial.

Tornou-se imprescindível a definição de dois períodos de retorno, 24 e 94 anos, tendo por base o ano de 2003, baseados no estudo do programa holandês de assistência para estudos de alterações climáticas para as zonas costeiras colombianas, publicado por INVEMAR, em 2003. Estima-se que o nível do mar venha a aumentar, no máximo, 30 cm para o período de 24 anos e 1 m para os 94 anos. Através do programa ArcGis 9.0 concretizaram-se vários procedimentos técnicos:

I. Estimar a extensão que a inundação pode representar, determinando o respectivo local (planície) que pode vir a sofrer tais consequências;

---

<sup>9</sup>*Inundación por Ascenso del Nivel Medio del Mar mediante Fotografía Aérea y Datos Lidar* (F. ANAFADOR, A. RUIZ)

II. Quantificar as construções e população afectada pela inundação – ao aplicar esta metodologia para a área de La Boquilla, na Cartagena de Indias, determinaram-se que 1 125 habitações e 4 500 pessoas estão em potencial risco para uma subida do nível das águas na ordem dos 30 cm e 2 296 casas e 9 184 pessoas para a subida de 1 m. No que respeita à área do Golfo de Morrosquillo, estão em risco 1 017 habitações e 3 392 pessoas para uma subida de 30 cm e 1 416 casas e 3 803 pessoas para uma eventual subida de 100 cm;

III. Determinar o índice de vulnerabilidade – ao quantificar as construções afectadas e os seus habitantes, procede-se à sua ponderação (ver anexos C e D) e, por fim, à sua soma;

IV. Determinar o risco, cujo se define pela função das variáveis: ameaça (zonas de inundação) e vulnerabilidade (índice de vulnerabilidade). Portanto, o risco é dado pelo somatório entre as ponderações das construções e pessoas afectadas, em que o seu nível é dado por:

Nível de Risco	Valor de Risco Associado
<b>ALTO</b>	$\geq 24$ e $<32$
<b>MÉDIO</b>	$\geq 16$ e $<24$
<b>MODERADO</b>	$\geq 4$ e $<16$
<b>BAIXO</b>	$<4$

QUADRO 10 – VALOR DE RISCO ASSOCIADO AO NÍVEL DE RISCO  
 FONTE - F. AFANADOR, A. RUIZ, 2006

### **1.1.3. VULNERABILIDADE DO PATRIMÓNIO CLASSIFICADO À EROSÃO COSTEIRA (CONTRIBUTO DA GEOGRAFIA FÍSICA) – CASO DE ESTUDO NO NW DE PORTUGAL**

Este estudo (PEDROSA, A., FREITAS, C., 2008) aponta, especificamente, a vulnerabilidade a que o património imóvel e natural classificados podem estar sujeitos (no que se refere à erosão costeira), o que pode acentuar o seu estado de degradação e a perda do respectivo valor histórico e ambiental. Nesse sentido, os principais objectivos a cumprir passam pela avaliação e quantificação dos principais processos erosivos costeiros e avaliação da vulnerabilidade do património cultural e natural

perante os mesmos. Propuseram-se, assim, três questões metodológicas que serviram de sustento ao presente estudo, como: 1. “Onde e Quando?”; 2. “Que Património e Onde se Situa?”; 3. “Quais as perdas potenciais?”.

A área de estudo integra 7 concelhos do litoral NW de Portugal Continental, onde compreendem várias pressões sobre o sistema litoral, desde o crescimento populacional, indústrias, áreas portuárias até às actividades ligadas ao turismo. Revelando-se uma costa baixa e essencialmente arenosa, a ondulação torna-se bastante favorável à erosão. Por conseguinte, existem 12 imóveis classificados (dos 21) e 1 Parque Natural com um grau elevado ou muito elevado de exposição ao risco da erosão costeira.

Para chegar aos resultados já mencionados, a informação de base cingiu-se a cartas militares topográficas (1:25 000), ortofotomapas (1:5 000 e 1:15 000), número de edifícios por freguesia, densidade populacional por subsecção, características do património imóvel classificado e do património natural e áreas afectadas por galgamentos. Este processo seguiu um conjunto de fases, tais como:

- I. Conceber um SIG de suporte ao estudo;
- II. Analisar e quantificar os processos erosivos – o cálculo do Índice de Susceptibilidade permitiu, numa primeira fase, colocar em evidência a vulnerabilidade do sector costeiro à perda de superficial territorial;
- III. Avaliar a vulnerabilidade do património classificado perante o risco de erosão – a partir da proposta de Coelho, C. (2005), a cada parâmetro é atribuída uma ponderação (ao contrário de outras metodologias, esta dá relevância à presença de imóveis) em que, quanto maior for o grau de exposição à erosão costeira, maiores serão os valores atribuídos (ver anexo E).

O resultado final permitiu, por um lado, responder às questões inicialmente formuladas e produzir o mapa de exposição do património classificado ao risco de erosão costeira, tendo-se concluído que:

→ Em todos os concelhos, a percentagem da costa em erosão é sempre superior a 50%, ressaltando Esposende e Porto como os casos críticos, em que as suas percentagens são superiores a 90%;

→ Cerca de 65km, aproximadamente, da costa do NW de Portugal possui taxas de recuo preocupantes, cujas variam entre os [2,3 [m/ano e os  $\geq 3$  m/ano.



FIGURA 7 - EXPOSIÇÃO DO PATRIMÓNIO CLASSIFICADO AO RISCO DE EROSIÃO COSTEIRA, EM VIANA DO CASTEL  
FONTE – PEDROSA, A., FREITAS, C. (2008)

## 1.2. CONTRIBUTO ESPECÍFICO DOS SIG

Igualmente como uma técnica fulcral na gestão das zonas costeiras, a utilização dos SIG permite quantificar, avaliar e compreender as principais pressões, numa determinada zona costeira. Anteriormente, já se referira a importância de que estes podem deter, no âmbito da globalidade das TIG, uma vez que permitem todo um conjunto de acções: aquisição, integração, análise e visualização de informação geográfica. Por outro lado, há que ter em conta os baixos custos associados, no que se refere à rentabilização dos recursos.

Dada a complexidade inerente a uma correcta gestão das zonas costeiras e à grande dinâmica que caracteriza estes locais, há que existir prevenção por parte dos responsáveis pela gestão destes. O processo de tomada de decisão deve apoiar-se em

dados concretos, fidedignos e actualizados, na sequência de que, nesta temática, é fulcral ter conhecimento da evolução histórica da linha de costa, assim como das taxas de erosão e acreção a que fora sujeita. Desta forma, reúnem-se as condições para tomar decisões acertadas e que não tomem os erros cometidos pelas gerações passadas (BARBOSA, J., 2003).

Dentro daquilo que se insere e caracteriza as zonas costeiras, os SIG, através de um manancial de ferramentas a que lhes está subjacente, possibilitam manipular informação georreferenciada multi-disciplinar, desde o planeamento costeiro, às obras de defesa costeira, aos elementos relativos à dinâmica sedimentar, à evolução da linha de costa, entre outros (CASTRO, P., 2000). Por outras palavras, estão reunidas as condições para efectuar análises espaciais e previsão de cenários, factor indispensável ao planeamento do território, conforme as necessidades que se impuserem.

Veja-se, como um dos vários exemplos que se poderia desenvolver, a capacidade dos SIG em identificar os riscos a que as populações e património podem estar sujeitos, em áreas costeiras de maior instabilidade. Por forma a caracterizar a evolução da linha da costa e a pressão urbanística, para a área compreendida entre Espinho Sul e Esmoriz (MALAFAIA, R., 2011), no período temporal de 1958-2007, numa primeira fase, tomaram-se os seguintes objectivos: “Analisar a evolução espaço-temporal da linha de costa no estudo de caso Espinho Sul/Esmoriz; Analisar os factores que condicionam o equilíbrio/desequilíbrio da linha de costa; Obter dados vectoriais para os seguintes temas: Areal, Área Construída, Barrinha de Esmoriz, Esporões, Limite de Costa, Limite de Vegetação, Rede Viária e Vegetação; Criar uma Base de Dados Geográfica; Realizar cartografia e gráficos dos dados relevantes, entre a faixa litoral de Espinho até à zona de Esmoriz para os anos de 1958, 1974, 1995 e 2007” (MALAFAIA, R., 2001:2).

Para a concretização destes, a metodologia seguiu um conjunto de etapas, iniciando-se pela georreferenciação das fotografias aéreas e dos ortofotomapas, através da recolha de pontos de controlo (pontos que mantêm a mesma posição no espaço e que sejam fáceis de identificar, como extremidades de pontes, edifícios,



esquinas de muros, pista de aterragem, entre outros)<sup>10</sup>; Transformação das Imagens, em que se procede ao ajuste das imagens; vectorização, em vários foram os elementos vectorizados, como a linha de costa (a sua identificação pode ser feita através do limite entre areia seca e molhada, correspondendo à cota máxima que a maré alta atingiu), área construída, rede viária, vegetação, limite de esporões e o areal e, por fim, criação da Base de Dados Geográfica (*Geodatabase*) e respectivos atributos e *feature classes*.

Os resultados tornaram-se claros: entre 1995 e 2007 houve uma alteração profunda na dinâmica sedimentar, assim como das linhas da costa para os anos 1958, 1974, 1995 e 2007, motivada pelo avanço do mar e respectiva erosão. Através dos SIG, a dinâmica, tanto da pressão urbanística, como da erosão tornou-se mais perceptível, revelando-se bastante útil nos estudos de monitorização e investigação (ver figura 8)

Conclui-se, portanto, que os SIG revelam-se como uma importante ferramenta na implementação da GIZC, no sentido em que possibilitam a integração de dados multi-disciplinares, o que é

fulcral para esta. Em paralelo, esta informação revela-se volumosa e há que ainda ter



FIGURA 8 - ALTERAÇÃO DA LINHA DE COSTA ENTRE 1958 E 2007 ENTRE PARAMOS E ESMORIZ NORTE  
FONTE – MALAFAIA, R., 2001

<sup>10</sup> Com o intuito de proporcionar uma maior qualidade dos dados, há que proceder à avaliação da exactidão posicional, através da Raiz do Erro Médio Quadrático (REMQ) em que o valor limite deste depende da escala do mapa. A avaliação posicional tem duas componentes: a planimétrica e a altimétrica. Na maioria das vezes (...) resume-se à sua componente planimétrica e é feita comparando a diferença das coordenadas (x, y) de um mapa digital com aquelas dos dados da realidade ou de referência. As discrepâncias entre os valores das coordenadas são contabilizadas para se chegar ao valor da exactidão global que é a Raiz do Erro Médio Quadrático (...) in [http://ervideira.com.sapo.pt/PDFs/FSIG\\_Qualidade\\_dos\\_Dados.pdf](http://ervideira.com.sapo.pt/PDFs/FSIG_Qualidade_dos_Dados.pdf)

em conta a sua posição no espaço, ou seja, os SIG possibilitam a integração destes dados complexos e da sua análise espacial, a diferentes escalas. *Moreover, GIS allows incorporating field data and historic information in a fast and efficient way and supports most of ICZM (GIZC, em Portugal) steps* (LOZANO-RIVERA, P., GARCÍA-VALENCIA, C., RODRÍGUEZ, A.L., 2010:89).

# **CAPÍTULO III:**

## **MODELO DE ANÁLISE PARA ESTUDO DA EROÇÃO COSTEIRA NA ÁREA DE ESTUDO**

## **1. A GESTÃO DOS RISCOS COSTEIROS**

Constituindo-se como locais em permanente mudança, dada a sua dinâmica e interface entre a terra e o mar, as zonas costeiras sujeitam-se a fortes pressões, tanto de origem natural como de origem antrópica, o que as torna demasiado vulneráveis. Consequentemente, dado aquilo que já se referira nos capítulos anteriores, o litoral português enfrenta várias ameaças, desde a erosão costeira, aos galgamentos oceânicos/inundações, à instabilidade das arribas e movimentos de massa das vertentes (APA, 2012). Importa, neste sentido, proteger a população e salvaguardar o património e recursos naturais que coexistem nas zonas costeiras, através da identificação dos fenómenos perigosos que as assolam e da antecipação das consequências inerentes, “ (...) não só pela implementação das medidas de mitigação necessárias, mas também pela actuação a montante, no quadro do ordenamento do território, através da adequada localização das populações e das actividades económicas” (JULIÃO, R. *et al.*, 2009:12)

Neste cenário, os riscos localizados nestas zonas estão em muito ligados às alterações climáticas que motivam, não só a subida do nível médio das águas, mas também modificam o regime de agitação marítima, a sobre-elevação meteorológica e a precipitação. Desta forma, há todo um conjunto de alterações no balanço sedimentar “ (...) que se podem traduzir no estabelecimento ou variação da intensidade da erosão e na modificação da frequência e intensidade das inundações costeiras. Os impactos dessas alterações ao nível económico, social e ambiental serão variáveis e irão depender fortemente das características geológicas, morfológicas e padrões de ocupação existentes na faixa costeira nacional” (APA, 2012:7).

A gestão dos riscos e a respectiva cartografia permitem identificar as áreas mais susceptíveis a estes, assim como a sua quantificação, consideradas matérias fulcrais no que respeita ao planeamento de emergência e a um correcto ordenamento do território. Veja-se, a título de exemplo, que o grau de vulnerabilidade difere de área para área, isto é, “ (...) o mesmo tipo de fenómeno, ocorrendo com a mesma intensidade em sociedades diferentes, pode provocar fortes disfunções numa, não

afectando outras”.<sup>11</sup> Existe, por isso, a necessidade em “ (...) intensificar as medidas de salvaguarda dos riscos naturais na faixa costeira, designadamente por via de operações de monitorização e identificação de zonas de risco, aptas a fundamentar os planos de acção necessários a uma adequada protecção, prevenção e socorro” (ANPC, 2010:11).

Para todos os efeitos, importa clarificar que o risco detém várias componentes, como a vulnerabilidade, susceptibilidade, dano potencial, entre outros. A análise destes conceitos baseia-se, essencialmente, no “Guia Metodológico para a Produção de Cartografia Municipal de Risco e para a Criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de Base Municipal”, fruto do trabalho desenvolvido em conjunto pela Autoridade Nacional de Protecção Civil, pela Direcção-Geral de Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano e pelo Instituto Geográfico Português (JULIÃO, R. *et al.*, 2009). Neste sentido, é fulcral a uniformização de conceitos associados aos mais variados riscos (naturais, tecnológicos e mistos) para que se possa criar toda uma base de entendimento comum, neste domínio (JULIÃO, R. *et al.*, 2009) (ver quadro 11).

Conceito	Definição
<b>Perigo</b>	Processo (ou acção) natural, tecnológico ou misto susceptível de produzir perdas e danos identificados.
<b>Severidade</b>	Capacidade do processo ou acção para danos em função da sua magnitude, intensidade, grau, velocidade ou outro parâmetro que melhor expresse o seu potencial destruidor.
<b>Susceptibilidade</b>	Incidência espacial do perigo. Representa a propensão para uma área ser afectada por um determinado perigo, em tempo indeterminado, sendo avaliada através dos factores de predisposição para a ocorrência dos processos ou acções, não contemplando o seu período de retorno ou a probabilidade de ocorrência.
<b>Perigosidade ou Probabilidade do Perigo</b>	Probabilidade de ocorrência de um processo ou acção (natural, tecnológico ou misto) com potencial destruidor (ou para provocar danos) com uma determinada severidade, numa dada área e num dado período de tempo.
<b>Exposição Elementos expostos Elementos em risco</b>	População, propriedades, estruturas, infra-estruturas, actividades económicas, etc., expostos (potencialmente afectáveis) a um processo perigoso natural, tecnológico ou misto, num determinado território.
<b>Elementos expostos estratégicos, vitais e/ou sensíveis</b>	Conjunto de elementos expostos de importância vital e estratégica, fundamentais para a resposta à emergência (rede hospitalar e de saúde, rede escolar, quartéis de bombeiros e instalações de outros agentes de protecção civil e autoridades civis e militares) e de suporte básico às populações (origens e redes principais de abastecimento de água, rede eléctrica, centrais e retransmissores de telecomunicações).
<b>Vulnerabilidade</b>	Grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos expostos, em

<sup>11</sup>In <http://www.prociv.pt/RiscosVulnerabilidades/Pages/Apresentacao.aspx>

	resultado da ocorrência de um processo (ou acção) natural, tecnológico ou misto de determinada severidade. Expressa numa escala de 0 (sem perda) a 1 (perda total).
<b>Valor (dos elementos expostos)</b>	Valor monetário (também pode ser estratégico) de um elemento ou conjunto de elementos em risco que deverá corresponder ao custo de mercado da respectiva recuperação, tendo em conta o tipo de construção ou outros factores que possam influenciar esse custo. Deve incluir a estimativa das perdas económicas directas e indirectas por cessação ou interrupção de funcionalidade, actividade ou laboração.
<b>Consequência ou Dano Potencial</b>	Prejuízo ou perda expectável num elemento ou conjunto de elementos expostos, em resultado do impacto de um processo (ou acção) perigoso natural, tecnológico ou misto, de determinada severidade. É dado pelo produto da Vulnerabilidade pelo Valor.
<b>Risco</b>	Probabilidade de ocorrência de um processo (ou acção) perigoso e respectiva estimativa das suas consequências sobre pessoas, bens ou ambiente, expressas em danos corporais e/ou prejuízos materiais e funcionais, directos ou indirectos. É dado pelo produto da Perigosidade pela Consequência.

QUADRO 11 - CONCEITOS ASSOCIADOS AOS DIVERSOS RISCOS (NATURAIS, TECNOLÓGICOS E MISTOS)

FONTE - JULIÃO, R. ET AL., 2009

Apesar de, nos dias decorrentes, existir todo um manancial de ferramentas (conforme já se referiu anteriormente) que permitem analisar e minimizar o risco, o recurso às obras de defesa costeira é frequente, o que acentua a erosão costeira. Neste sentido, “o desenvolvimento de metodologias de análise de risco e de vulnerabilidade ambiental, revelam-se assim de grande importância para apoiar o processo de tomada de decisão no ordenamento das áreas costeiras” (ALVES, F., PINTO, F., FERREIRA, J., 1999:559). Estas metodologias revelam-se cada vez mais pertinentes, num contexto em que “a globalização alterou as dimensões temporal e espacial: o tempo acelera-se, tornando precocemente obsoletas as decisões e incorporando a qualquer momento dados não previstos, o que induz instabilidade e incerteza à mudança (...)” (PEREIRA, M., 2005:1).

Portanto, conforme o que já foi reflectido, a presente dissertação sustenta-se num modelo específico de análise à erosão costeira, na praia do Pedrógão, o qual toma as seguintes fases:

1. Delimitação da Linha da Costa para o período temporal de 1947-2014;
2. Cálculo das Taxas de Erosão/Acreção;
3. Definição das Zonas de Perigo;
4. Quantificação dos Edifícios Expostos.

## **2. MODELO DE ANÁLISE PARA ESTUDO DA EROSÃO**

### **2.1. INDICADORES E CRITÉRIOS NA DELIMITAÇÃO DA LINHA DA COSTA**

Como já fora referido no Capítulo I, o processo de delimitação da linha da costa não se revela simples, uma vez que “ (...) move-se a cada instante em função da maré, das condições dinâmicas do mar, e dos sedimentos móveis que aí se deslocam ou depositam” (ALVES-DA-SILVA, A., VENTURA, J., 2011:2). Neste sentido, o seu rigor de representação irá depender dos critérios e métodos a adoptar.

Conhecer e analisar o comportamento da linha da costa, ao longo de vários períodos temporais revela-se um processo importante, na medida em que a informação que se gera constitui-se como uma base fulcral para inúmeros projectos, desde a protecção da zona costeira, estudos sobre a variação do nível médio das águas e determinação das respectivas zonas de risco, assim como estudos sobre a erosão costeira, entre tantos outros (ARAUJO, R., FREITAS, D., KLEIN, A., 2010); por outro, consegue-se perspectivar a vulnerabilidade, perigo e risco que a população local, assim como os respectivos bens, pode estar sujeita.

Efectivamente, existem diversos métodos e critérios que sustentam a definição da linha da costa, os quais devem ser, por isso, rigorosos, de maneira a que os resultados obtidos sejam fidedignos e possam ser comparáveis (OLIVEIRA, S., 2005).

#### **2.1.1. INDICADORES/CRITÉRIOS**

Numa primeira fase, há que entender que um indicador da linha da costa revela-se como o critério-base que estabelece a real posição dessa linha (BOAK, E., TURNER, I. 2005). Desta forma, há que respeitar a dinâmica da área em estudo, assim como as suas características naturais e geomorfológicas, uma vez que essas vão interferir na mobilidade desse indicador. Partindo disto, HANSLOW, D.C. (2007) defende que a utilização de diferentes indicadores pode traduzir-se, em alguns casos, em resultados com diferenças significativas. Conclui-se, portanto, que deve existir uma selecção rigorosa destes, dadas as respectivas vantagens e desvantagens dos mesmos.

Apresenta-se, então, uma breve síntese dos critérios para definir a linha de costa:

- Linha da preia-mar máxima (*High-Water Line* - HWL) – como o nome indica, este indicador é representado pelo limite máximo que a preia-mar atinge, num determinado momento. Revela-se fácil de identificar, tanto nas fotografias aéreas, como em trabalho de campo (HANSLOW, 2007; BOAK, E., Turner, I., 2005; CROWELL *et al.*, 1991);
- Linha Média da Preia-Mar (*Mean High Water Line* - MHWL) – muitas vezes confundido com o indicador anterior, este tem que ver com a média do HWL, durante um período temporal de 19 anos (CROWELL *et al.*, 1991);
- Limite entre a areia seca/areia molhada – caracteriza-se por estar mais sujeito às variações espaciais, no que respeita a análises de curto prazo, uma vez que é fortemente dependente da altura e amplitude das marés (MENEZES, G., 2005);
- Linha de Água – linha que se encontra em contacto com a terra e a água. Está intimamente ligada com as fases das marés, incidência da ondulação ou com outro movimento da água em contacto com a terra (OLIVEIRA, S., 2005).

À excepção do ano 2012 e 2014, cuja extracção da linha da costa fez-se tendo em conta o limite entre a areia seca/areia molhada, os restantes períodos temporais tomaram como critério a curva de nível dos 0 metros.

### **2.1.2. MÉTODOS**

Existe, de facto, uma grande variedade de métodos que auxiliam todo o processo de extracção da linha da costa. Nesse sentido, fazem-se destacar as fotografias aéreas verticais, trabalhos de campo (Ex: perfis de praia) e, inclusive, métodos de detecção remota, como as imagens de satélite e a tecnologia LiDAR (DIAS, J., FERREIRA, Ó., PEREIRA, A., 1994). A selecção destes depende, em grande parte, da área de estudo que se pretende analisar, uma vez que esse factor limita os dados que existem, ou não. Daí que isso signifique utilizar diferentes métodos, num único estudo, o que traduz um maior grau de incerteza (BOAK, E., TURNER, I., 2005).

Neste sentido, prevalecem alguns métodos mais comuns, os quais fornecem informações mais fiáveis, no que respeita à posição histórica da linha da costa (OLIVEIRA, S., 2005). Distinguem-se, assim, as cartas topográficas e as fotografias aéreas, como os métodos mais utilizados neste processo (BOAK, E., TURNER, I., 2005);



SMITH& ZARILLO, 1990). Ambos são bastante utilizados, em análises a longo prazo, apesar dos erros que podem possuir, derivados dos processos a que lhes deram origem (distorção, obliquidade da câmara, entre outros) e pela complexidade em representar a realidade (OLIVEIRA, S., 2005; CROWELL *et al.*, 1991; MOORE, L.J., 2000).

Estas fontes de informação não possuem sistema de coordenadas, por defeito, uma vez que não são mapas projectados (MENEZES, G., 2005). Assim, numa primeira fase, há que georreferenciá-las, através da selecção de pontos de controlo, para o sistema de coordenadas mais adequado para a área em estudo. Nesta dissertação, a informação disponibilizada pela Câmara Municipal de Leiria já havia sido tratada, nesse sentido. Veja-se, no quadro 12, uma síntese da informação geográfica utilizada:

Ano		Fornecedor	Escala	Formato
1947	Cartografia	RAF	1:25 000	
1983	Carta Militar	FAP	1:25 000	
2003	Carta Militar	IGEOE	1:25 000	
2007	Cartografia <sup>12</sup>	AMLEI	1:50 000	0,50 m
2012	Ortofotomapa	IGP		0,50 m

QUADRO 12 – INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA UTILIZADA

### 2.1.3. PROCESSO DE VECTORIZAÇÃO

Relativamente ao ano de 2012, o critério de delimitação da linha da costa baseou-se nas marcas no areal que estabelecem o limite entre a areia seca/molhada, tendo por base o respectivo ortofotomapa. Este limite define, por sua vez, a extensão máximo que o espraio atinge durante a preia-mar. A figura 9 demonstra, em parte, o processo de vectorização e o desenho da fronteira a vermelho. Este (processo) consiste, neste caso, em criar informação, em formato vectorial, a partir de outra, em formato *raster*.



FIGURA 9 - EXEMPLO DO PROCESSO DE VECTORIZAÇÃO  
FONTE – PRÓPRIA

Relativamente ao ortofotomapa de 2012, o respectivo voo foi realizado em três fases distintas:

- **Norte do Pedrógão** – 19 de Julho de 2012, às 11h38min;

<sup>12</sup> A informação foi fornecida, em formato vectorial (daí que seja apresentada a sua resolução), pela entidade descrita

- **Centro** – 16 de Julho de 2012, às 13h42min;
- **Sul** – 16 de Julho de 2012, às 13h08 min.

#### **2.1.4. LEVANTAMENTO DE CAMPO**

O levantamento de campo efectuou-se com o objectivo de traçar a linha da costa, na actualidade. Foi possível averiguar, em paralelo, os estragos provocados pelos temporais decorridos, no início do ano, desde um acentuo acentuado do areal, como a destruição de acessos fulcrais ao mesmo.

O trabalho de campo efectuou-se a 31 de Maio de 2014, através do GPS TomTom, modelo Pro 9150 Truck. Segundo a previsão das marés da Figueira da Foz (não existindo qualquer meio para determinar a altura das ondas para a praia do Pedrógão, consideraram-se estas previsões), a máxima preia-mar atingiu os 3.27 m, às 17h31min (in <http://www.hidrografico.pt/previsao-mares-figueirafoz.php>)

#### **2.2. CÁLCULO DAS TAXAS DE EROSIÃO**

O cálculo das taxas de erosão e acreção foi concretizado a partir da ferramenta *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*, integrado no software *ArcGis10.2.1.*, a qual funciona dentro da *Environmental Systems Research Institute (ESRI)*. Esta aplicação gratuita permite automatizar todo o processo inerente à quantificação deste indicador, através de vários períodos de tempo e respectivas posições da linha da costa (THIELER, E.R. *et al.*, 2005).

Numa primeira fase, há que criar uma *geodatabase*, pois é a partir daí que tudo funciona e onde os resultados são armazenados. O DSAS gera transectos (*transects*) ortogonais, em que o utilizador especifica o seu espaçamento e comprimento, a partir de uma linha de base (*baseline*) (THIELER, E.R. *et al.*, 2005). A partir daí, há que seleccionar um dos vários métodos estatísticos que a extensão possui, cujos resultados são apresentados numa tabela à parte, sendo estes: *End Point Rate (EPR)*, *Jackknife Method(JKR)*, *Linear Regression Rate-of-Change (LRR)*.

Neste caso, geraram-se 313 transectos com um comprimento de 250 metros, os quais distanciavam-se 5 metros entre si. Posteriormente, seleccionou-se o primeiro método estatístico enunciado (EPR) em que os resultados são dados pela divisão entre

a distância de duas linhas, em metros, (mais recente e mais antiga) e o intervalo de tempo entre elas (ver figura 9). Há, portanto, uma relação espaço e tempo e, em paralelo, obtém-se as taxas em m/ano (MARINO, M. e FREIRE, G., 2013). Se existirem mais do que duas linhas de costa, esses valores não serão contabilizados, ou seja, apenas são consideradas a linha mais recente e a mais antiga (THIELER, E.R. *et al.*, 2009). No entanto, é um processo simples e rápido no cálculo dos resultados (FARIA, E., 2008)

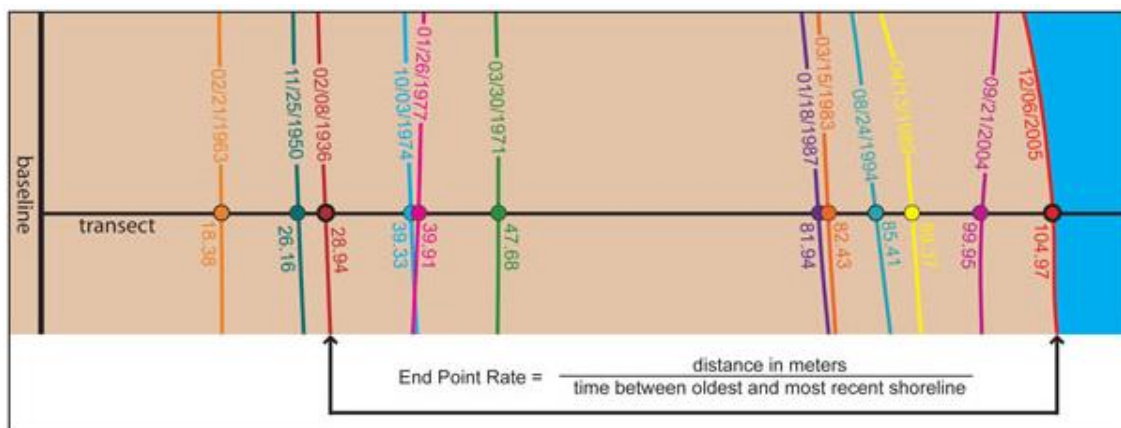


FIGURA 10 – PROCEDIMENTO PARA O CÁLCULO DO END POINT RATE  
 FONTE - THIELER, E.R. ET AL., 2005

### 2.3. DEFINIÇÃO DAS ZONAS DE PERIGO

O zonamento das zonas de perigo teve por base a distância à linha da costa, uma vez que um dos objectivos a concretizar passar por perceber o perigo em que a população, bens e serviços podem estar sujeitos, com o avanço da linha das águas.

Como refere COELHO, C. (2005), considerar a distância à linha da costa é importante, no sentido em que um determinado local que se encontre relativamente distante da linha da costa, mas que se situe numa cota baixa, possui uma maior vulnerabilidade do que outro local, em outras situações de distância e de altitude. A tendência é que este perigo venha a diminuir, no sentido do interior, ao mesmo tempo que a distância à “ (...) fronteira marítima (...) ” (COELHO, C., 2005:35) aumenta.

Desta forma, os valores de ponderação assim como as distâncias definidas estabelecem que um determinado lugar/edifício possui uma vulnerabilidade muito baixa, se se distanciar da costa a mais de 1 km; caso a distância seja inferior a 20 metros, então a vulnerabilidade será muito elevada, conforme pode ser visível no

quadro 12. Os resultados têm por base, claramente, a linha da costa previamente vectorizada.

<b>Vulnerabilidade</b>	<b>Muito Baixa</b>	<b>Baixa</b>	<b>Moderada</b>	<b>Alta</b>	<b>Muito Alta</b>
	1	2	3	4	5
<b>Distância à linha de costa (m)</b>	> 1000	> 200 <1000	>50 <200	>20 <50	<20

QUADRO 13 - PONDERAÇÃO DOS NÍVEIS DE VULNERABILIDADE DA DISTÂNCIA À LINHA DA COSTA  
FONTE – COELHO, C. (2005)

Apesar de ser somente este o indicador seleccionado para definir as zonas de perigo, tem-se em consideração que é fulcral analisar as cotas topográficas e a vulnerabilidade face às taxas de erosão e acreção. Essa será realizada, conforme os resultados alcançados, como forma de discussão dos mesmos.

# **CAPÍTULO IV:**

## **CASO DE ESTUDO DA PRAIA DO PEDRÓGÃO**

# 1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

## 1.1. ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO

A área de estudo situa-se na freguesia de Coimbra (segundo a reorganização administrativa territorial autárquica), a qual integra o município e distrito de Leiria e a região centro e sub-região Pinhal do Litoral. Em específico, a freguesia situa-se na parte Noroeste do concelho, a qual faz fronteira com Monte Redondo (a Este), uma pequena parte de Carreira (a Su-Sueste), Marinha Grande (a Sul) e com o concelho de Pombal (a Norte). É de frisar, por outro lado, que a existência do afloramento rochoso, faz com que a área de estudo seja dividida em: parte Norte, junto à vila e que vai até ao Casal Ventoso, e parte Sul, junto ao parque de campismo.



FIGURA 11 - ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO DA PRAIA DO PEDRÓGÃO, NO MUNICÍPIO E EM PORTUGAL CONTINENTAL (ELABORAÇÃO PRÓPRIA)

## 1.2. SISTEMA BIOFÍSICO

### 1.2.1. GEOMORFOLOGIA

Em termos geomorfológicos, numa primeira fase, o Pedrógão encontra-se implantado “ (...) em afloramentos carbonatados do Jurássico que desenham pequena proeminência, responsável por ligeiro desfasamento na orientação geral da linha da costa. Esta pequena saliência natural é responsável pela acumulação arenosa que constitui a Praia do Fausto, a norte de Pedrógão, que se tem mantido estável ao longo das últimas décadas” (DIAS, J., FERREIRA, Ó., PEREIRA, A., 1994:25-26).

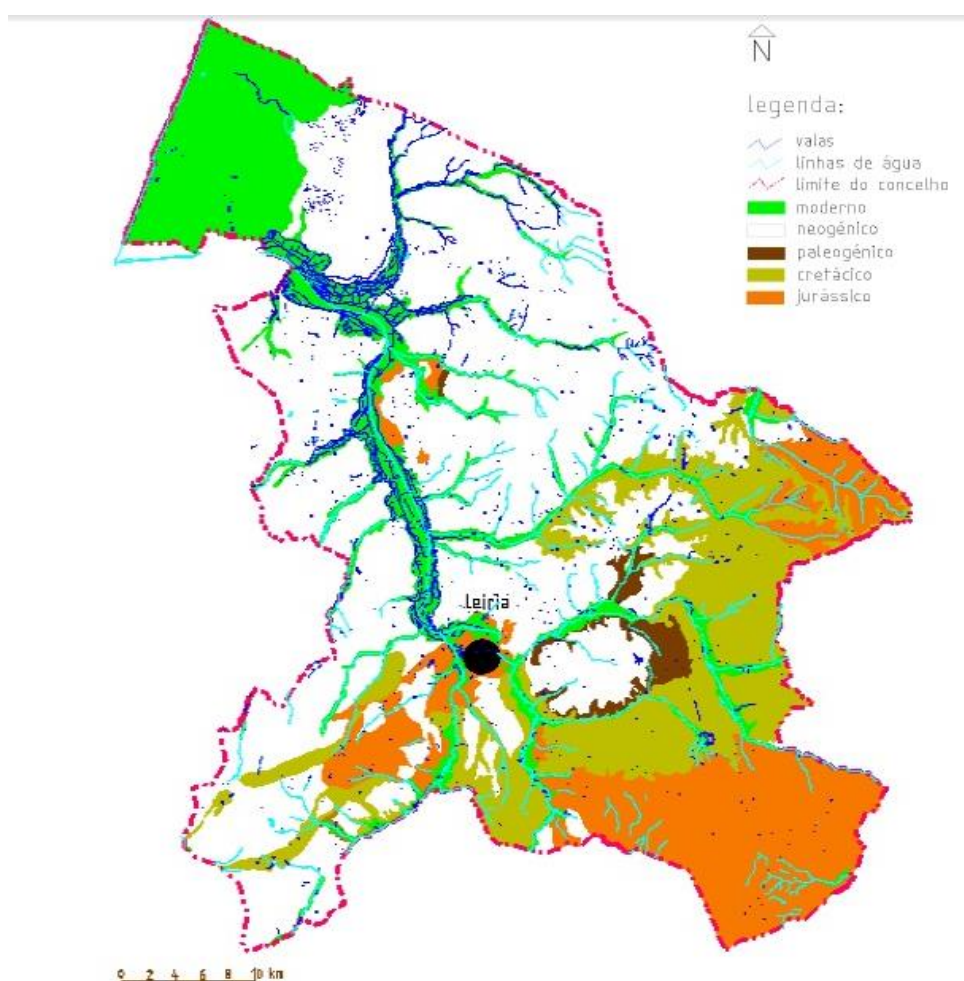


FIGURA 12 - CARTA GEOLÓGICA DE LEIRIA  
FONTE – WWW.CM-LEIRIA.PT

Das cinco unidades paisagísticas existentes no município, a área de estudo insere-se na orla costeira dunar, a qual corresponde à faixa dunar com uma largura que ronda os 5 km. Esta, por sua vez, constitui-se por dunas recentes, colinas suaves arenosas e areias dúnicas típicas desta paisagem. Como já fora referido, o Pedrógão

assenta numa formação rochosa sedimentar do Jurássico, revelando-se o pouco que resta desta formação, no concelho (CML, 2001).

Especificamente, a praia pertence à unidade do litoral compreendida entre a Foz do Rio Mondego (a Norte) e a Praia Velha de São Pedro de Moel (a Sul), a qual caracteriza-se por ser arenosa aberta e exposta. Ao longo deste troço, o areal é considerado praticamente ininterrupto, existindo dunas pouco elevadas e o afloramento rochoso, no Pedrógão e pela foz do Lis, na Vieira de Leiria (Dias, J., Ferreira, Ó., Pereira, A., 1994). Este, segundo o Sistema Nacional de Informação dos Recursos do Litoral ([www.geo.snirh.pt](http://www.geo.snirh.pt)) "(...) induz perturbação no transporte longilitoral e ligeira inflexão na orientação da linha da costa. A transição entre a praia e a faixa costeira (...) efectua-se por arriba talhada na duna (...) e por sucessão natural para antedunas e dunas, sem arriba (...) (RIBEIRO, L., GAMITO, T., 2011:23). A praia submersa apresenta pendor médio relativamente pequeno e sistema barra-fossa"<sup>13</sup>. Os sedimentos

emersos caracterizam-se por ser areia grosseira a média, sendo que o seu balanço sedimentar é negativo, como consequência da retenção da deriva pelas estruturas de engenharia costeira, no porto da Figueira da Foz.

Quanto à caracterização do clima, esta é realizada através dos registos da estação meteorológica de Monte Real (Base Aérea), sendo que a temperatura média do ar faz-se corresponder a um clima moderado.

### 1.2.2. RECURSOS NATURAIS

Constituindo-se a única praia e estância balnear do concelho, a Praia do Pedrógão conta com o Rio Lis e seus afluentes, o Fora e o Negro. Na globalidade da freguesia, pode-se encontrar a Lagoa da Ervedeira (ocupa 25 ha, circundada por uma

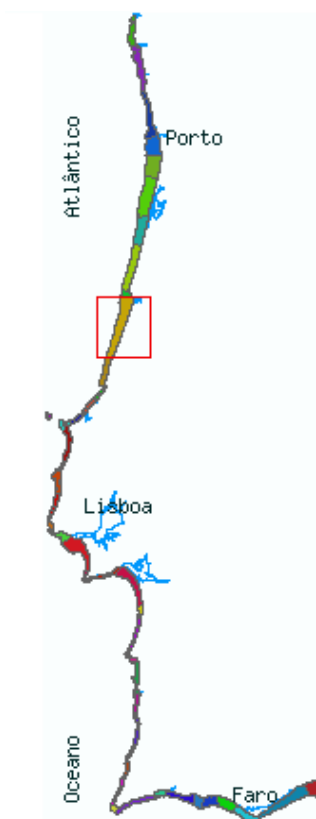


FIGURA 13 - UNIDADE DO LITORAL A QUE CORRESPONDE A ÁREA DE ESTUDO  
FONTE – GEO.SNIRH

<sup>13</sup> In [http://geo.snirh.pt/snirlit/site/index.php?ul=19&ulc=10&zf=1&move=w&click\\_x=361&click\\_y=460](http://geo.snirh.pt/snirlit/site/index.php?ul=19&ulc=10&zf=1&move=w&click_x=361&click_y=460)



zona de protecção), que se situa na Mata Nacional do Urso (ocupa 9 500ha, dos quais 1 322ha inserem-no concelho) e a Mata Nacional do Pedrógão (dos 11 029ha, 1 796,3ha situam-se no concelho), consideradas como Zonas de Conservação da Natureza.

### 1.3. DINÂMICA POPULACIONAL

Especificamente, quanto à freguesia onde a área de estudo se insere, nomeadamente, Coimbrão, nos últimos anos, a evolução da população residente demonstra uma tendência de decréscimo. Esta situação terá que ver com o seu fraco poder de fixação da população, uma vez que, por um lado, as actividades económicas estão ligadas a sectores mais tradicionais (Ex: pesca), sendo que existem outras (Ex: comércio) que apenas desenvolvem-se durante a época balnear. A falta de um plano de urbanização (apesar de já se encontrar aprovado) e da respectiva identificação das áreas a recuperar/reabilitar confere a este aglomerado um fraco desenvolvimento, quando comparado com outros aglomerados mais próximos, como o da Vieira de Leiria.

Entre 1991 e 2001, à data dos censos, segundo o Instituto Nacional de Estatística (INE), a população cresceu cerca de 0,36% (1 923 para 1930 residentes) e, entre 2001 e 2011, diminuiu -10,10%, contando com um total de 1735 habitantes. Apesar de se constituir como a maior freguesia do município (53,93 km<sup>2</sup>), Coimbrão demonstra um valor muito baixo da população em relação à área que ocupa.

	População Residente em 1991	População Residente em 2001	População Residente em 2011
<b>Concelho de Leiria</b>	102 762	120 171	126 897
<b>Coimbrão</b>	1 923	1 930	1 735

QUADRO 14 - POPULAÇÃO RESIDENTE NO CONCELHO DE LEIRIA E NA FREGUESIA DE COIMBRÃO (1991, 2001 E 2011)  
FONTE - INE

### 1.4. EVOLUÇÃO DA TRANSFORMAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Neste ponto específico, pretende-se identificar as principais transformações, ao nível dos usos do solo, assim como a percepção das respectivas dinâmicas e tendências, entre 1990-2007.

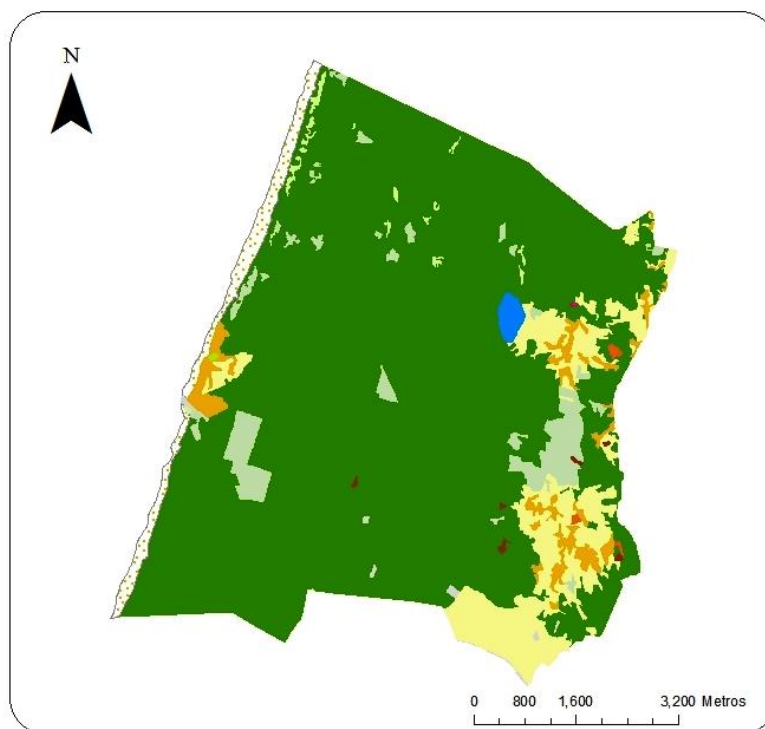
Por conseguinte, a representação da COS adopta uma hierarquia que condiciona o nível de detalhe temático da ocupação/uso do solo (MAOTDR e IGP, 2007). Portanto, seleccionou-se o nível 2, uma vez que o nível de detalhe considera-se moderado, o que melhora a percepção visual das transformações que foram ocorrendo, na área de estudo. As legendas das respectivas COS apresentam algumas diferenças, uma que vez que houve alterações nesse âmbito, nos dois períodos temporais distintos. Segue-se, portanto, uma síntese das mesmas com algumas notas das principais alterações que ocorreram (ver quadro 14).

Classe de Ocupação do Solo		Descrição
Cos 90	Cos 2007	
<b>Espaço Urbano</b>	<b>Tecido Urbano</b>	Tecido Urbano Contínuo; Tecido Urbano Descontínuo
<b>Infraestruturas e Equipamentos</b>	<b>Indústria, Comércio e Transportes</b>	Zonas Industriais e Comerciais; Vias de Comunicação (Rodoviárias e Ferroviárias); Zonas Portuárias; Aeroportos.
Os equipamentos restantes incluem-se em "Outras Infraestruturas e Equipamentos"	Inclui Instalações Agrícolas, Equipamentos Públicos e Privados, entre outros	
<b>Improdutivos</b>	<b>Áreas de Extração de Inertes, Áreas de Deposição de Resíduos e Estaleiros de Construção</b>	Áreas ocupadas por actividades extractivas, estaleiros da construção civil, pedreiras, lixeiras, entre outros.
<b>Espaços Verdes Artificiais</b>	<b>Espaços Verdes Urbanos, Equipamentos Desportivos, Culturais e de Lazer, e Zonas Históricas</b>	Áreas artificiais ou naturais para fins recreativos e de lazer
Apenas diferencia espaços verdes urbanos (florestais) e espaços verdes (não florestais) para as actividades desportivas e de lazer	Especifica os equipamentos (ex.parques de campismo) e os espaços verdes urbanos (ex.parques, cemitérios)	
<b>Áreas Agrícolas</b>	<b>Áreas Agrícolas e Agro-Florestais</b>	Culturas Temporárias; Culturas Permanentes; Áreas Agrícolas Heterogéneas
Alguns complexidade na atribuição de códigos para a conjugação das espécies	Inclui pastagens permanentes e simplifica a conjugação das várias espécies	
<b>Floresta e Meios Semi-Naturais</b>	<b>Florestas e Meios Naturais e Semi-Naturais</b>	Áreas ocupadas por florestas (folhosas e resinosas), vegetação arbustiva e herbácea e áreas naturais
A junção das classes "Floresta" e "Meios Semi-Naturais", na COS de 1990, torna o exercício de análise mais simplificado		
<b>Superfícies com Água</b>	<b>Corpos de Água</b>	Superfícies de água doce (cursos de água, lagos e albufeiras) e salgada (lagunas, oceano, estuários)
Apenas existe a diferenciação entre "Áreas Continentais" e "Águas Marítimas"	Introduz outras classes, como reservatórios de barragens, águas marinhas e costeiras, entre outros	

QUADRO 15 - DIFERENÇAS NAS LEGENDAS ENTRE A COS DE 1990 E DE 2007

### 1.4.1. CARTA DE OCUPAÇÃO DO USO DO SOLO DE 1990

As classes descritas encontram-se agrupadas, conforme o grupo geral, por assim dizer, a que pertencem. Segundo a distribuição que estas adoptam, ao longo da área de estudo, constata-se que o uso florestal ocupa mais de metade desta (85,41%). Seguem-se, as áreas agrícolas, onde se incluem as culturas temporárias, permanentes e as áreas agrícolas heterogéneas (8,86%). Conclui-se, por outro lado, que os restantes 5,79% da área de estudo estão ocupados pelas áreas artificiais (espaço urbano, infraestruturas e equipamentos e pelos espaços verdes artificiais), superfícies com água (áreas continentais) e praias, dunas, areais e solos sem cobertura vegetal (esta classe ocupa 2,54% da área em estudo). No anexo F, é possível visualizar o quadro com a área ocupada pelas diferentes classes, assim como os seus valores percentuais.



#### Legenda

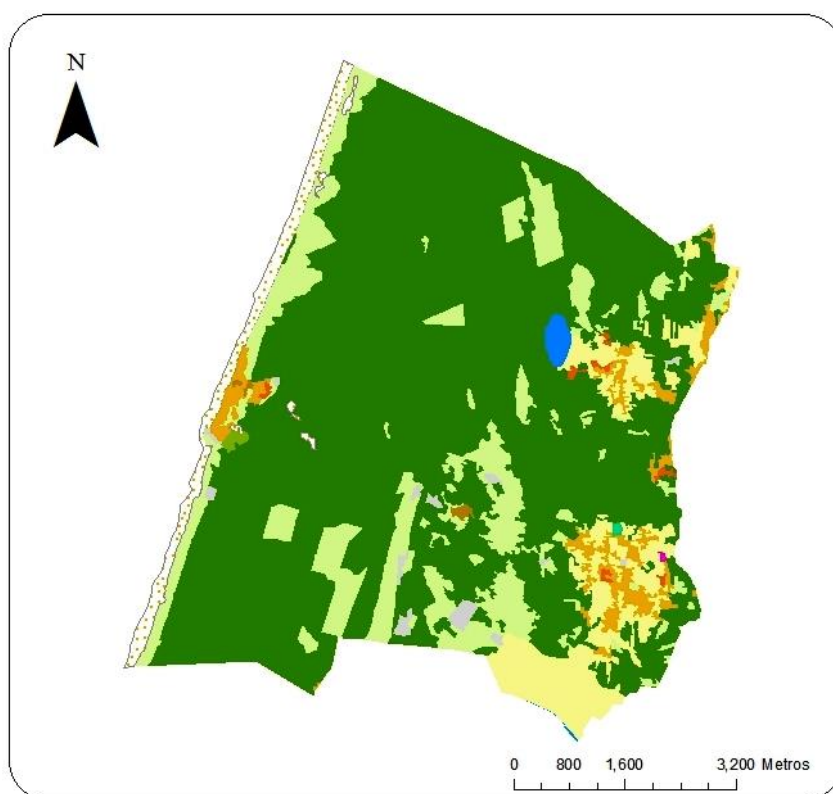
##### Classes de Ocupação do Solo

- Espaço Urbano
- Infraestruturas e Equipamentos
- Culturas Temporárias
- Culturas Permanentes
- Áreas Agrícolas Heterogéneas
- Folhosas
- Resinosas
- Povoamento Florestal Misto
- Áreas Continentais
- Praias, Dunas, Areeais e Solos sem Cobertura Vegetal
- Ocupação Arbustiva e Herbácea
- Espaços Verdes (Não Florestais)

FIGURA 14 - OCUPAÇÃO DO SOLO, NA FREGUESIA DE COIMBRÃO, EM 1990 (ELABORAÇÃO PRÓPRIA)

### 1.4.1. CARTA DE OCUPAÇÃO DO USO DO SOLO DE 2007

No que respeita à COS de 2007, evidencia-se um claro aumento, numa perspectiva visual e espacial, não só do tecido urbano (4.07%), mas também das florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea (14.04%), quando comparada com a figura anterior. O mesmo não se aplica às áreas agrícolas e agro-florestais, uma vez que a sua representação, no espaço, revela-se muito inferior (7.69%). No que respeita aos corpos de água, evidencia-se um ligeiro decréscimo (0.44%), face à COS de 1990 (ver anexo G).



#### Legenda

- Tecido urbano
- Indústria, comércio e transportes
- Culturas temporárias
- Culturas permanentes
- Pastagens Permanentes
- Áreas agrícolas heterogêneas
- Florestas
- Águas interiores
- Zonas descobertas e com pouca vegetação
- Florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea
- Áreas de extração de inertes, áreas de deposição de resíduos e estaleiros de construção
- Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos, culturais e de lazer, e zonas históricas

FIGURA 15 - OCUPAÇÃO DO SOLO, NA FREGUESIA DE COIMBRÃO, EM 2007 (ELABORAÇÃO PRÓPRIA)

Quando comparados os dois períodos temporais (ver quadro 15), constata-se algumas alterações, ao nível da ocupação do uso do solo, em que as florestas e meios naturais e semi-naturais registaram o maior aumento (+2,44%), fazendo-se acompanhar pelas áreas artificiais (+1,28%). Por outro lado, assiste-se a um maior decréscimo das áreas agrícolas (-1,17%), seguindo-se das superfícies com água (-0,01%).

No que respeita, especificamente, às praias, dunas e areais costeiros, de facto regista-se a uma evolução positiva, sendo que tal pode dever-se ao processo de digitalização/vectorização que foi efectuado (ver figura 16), em ambos os períodos: em 1990, o areal não é contínuo, uma vez que se visualiza uma área ocupada por “outras infraestruturas e equipamentos”; em 2007, o areal já é contínuo. Tal situação pode ser motivadora deste “crescimento” das praias, dunas e areais costeiros, em paralelo com a alteração das legendas (veja-se que, em 1990, a esta classe também integrava os solos sem cobertura vegetal).

Classe de Ocupação do Solo	HA	%
Áreas Artificiais	+63,10	+1,28%
Áreas Agrícolas	-71,72	-1,17%
Florestas e Meios Naturais e Semi-Naturais	+22,36	+2,44%
Superfícies com Água	-1,19	-0,01%
Praias, Dunas, Areais e Solos Sem Cobertura Vegetal	+4,80	+0,15%

QUADRO 16 - EVOLUÇÃO DAS CLASSES DE OCUPAÇÃO DO SOLO (EM % E HA) ENTRE 1990 E 2007  
 FONTE - PRÓPRIA

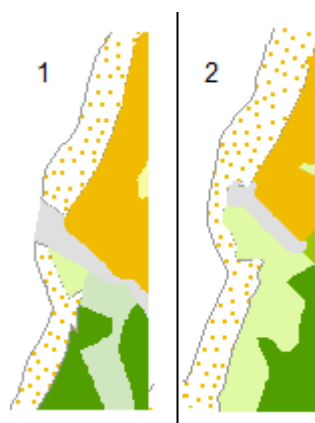


FIGURA 16 - DIFERENÇA NOS PROCESSOS DE VECTORIZAÇÃO, EM 1990 (1) E 2007 (2)  
 (ELABORAÇÃO PRÓPRIA)

## **2. RESULTADOS**

Os pontos seguintes demonstram os resultados que foram obtidos, conforme a metodologia anteriormente descrita, os quais fazem-se acompanhar por breves conclusões retiradas. É de referir, em paralelo, os efeitos que as recargas artificiais de areia (início em 2011, sendo financiadas pelo fundo do projecto “Reabilitação de acessos, recargas marginais e dunares em praias do litoral centro”) podem ter nos resultados, nomeadamente para os anos 2012 e 2014, uma vez que estas já haviam sido concluídas para o primeiro ano indicado, em detrimento do segundo (ainda nem tinham sido começadas).

### **2.1. LINHAS DE COSTA**

A área em estudo tem sofrido algumas modificações, no que respeita ao comportamento da linha da costa, no período de 1947-2014 (ver figura 17).

A Norte do Promontório, numa primeira instância, visualiza-se que os recuos da linha da costa são menores, quando comparados com a praia Sul. Registam-se alguns períodos de avanço, nomeadamente entre 1983, 2007 e 2012. Apesar dos sucessivos recuos, é de constatar que estes revelam-se menos intensos entre 2003, 2007 e 2012.

A Sul do Promontório (mais conhecida pela praia dos Campistas), verifica-se, em comparação com os resultados anteriores, um recuo acentuado da linha da costa. É de notar que este comportamento da linha revela-se menos intenso entre 2007 e 2012, registando-se, neste último, um ligeiro avanço.

## EVOLUÇÃO DA LINHA DA COSTA, NA PRAIA DO PEDRÓGÃO (1947 - 2014)



FIGURA 17 - EVOLUÇÃO DA LINHA DA COSTA, ENTRE 1947 E 2014 (ELABORAÇÃO PRÓPRIA)  
FONTE - CÂMARA MUNICIPAL DE LEIRIA

## 2.2. QUANTIFICAÇÃO E ANÁLISE DAS TAXAS DE EROSIÃO/ACREÇÃO

Iniciando-se pela praia Norte, constata-se que as maiores taxas de erosão compreendem-se entre 2012 e 2014, em que estas variam entre os -6 m e os -25m, aproximadamente, verificando-se uma média -15.07 metros. Estes valores podem ter que ver com a alteração da metodologia de registo. Em detrimento desta situação, o período entre 1947-1983 revela os menores valores de erosão, o que se repercute na respectiva média anual (-0.64 m). Em paralelo, é de ressaltar o período de 2003-2007, pois apresenta a maior taxa de acreção, apesar de possuir a segunda maior taxa de erosão (- 5.59m) em paralelo com a taxa anual (-2.38 m).

PRAIA NORTE		
Período Temporal	Min/Max (m)	Média (m)
1947-1983 (36 anos)	+0.27/-1.17	-0.64
1983-2003 (20 anos)	+0.44/-3.04	-1.65
2003-2007 (5 anos)	+2.55/-8.33	-2.38
2007-2012 (5 anos)	+2.03/-5.59	-1.82
2012-2014 (2 anos)	-5.67/-25.01	-15.07

QUADRO 17 – TAXAS DE EROSIÃO/ACREÇÃO, NA PRAIA NORTE (ELABORAÇÃO PRÓPRIA)

Quanto à praia Sul, as primeiras conclusões sobressaem-se ao nível das taxas da erosão, na sua globalidade, uma vez que revelam-se superiores, quando comparadas com a Praia Norte, aplicando-se o contrário aos níveis de acreção. Quanto aos períodos temporais, a tendência é próxima à anterior: o intervalo 2012-2014 apresenta os valores mais elevados de erosão, assim como a sua taxa anual (-17.72 m); no que respeita 2003-2007, este destaca-se por possuir os únicos valores de acreção, os quais não se repercutem na média anual (-3.93 m). Destaca-se, especificamente, o período 1983-2003 por possuir o valor mais baixo de erosão.

PRAIA SUL		
Período Temporal	Min/Max (m)	Média (m)
1947-1983 (36 anos)	-1.12/-1.94	-1.55
1983-2003 (20 anos)	-0.15/-2.35	-1.69
2003-2007 (5 anos)	-0.3/-7.77	-3.93
2007-2012 (5 anos)	+0.71/-2.84	-0.78
2012-2014 (2 anos)	-5.44/-25.56	-17.72

QUADRO 18 – TAXAS DE EROSIÃO/ACREÇÃO, NA PRAIA SUL (ELABORAÇÃO PRÓPRIA)



### 2.3. DEFINIÇÃO DAS FAIXAS DE PERIGO

Após a quantificação e análise das taxas de erosão costeira, assim como a avaliação do comportamento da linha da costa, na praia do Pedrógão, torna-se interessante aplicar uma metodologia que estabeleça faixas de perigo. O principal objectivo passa por, numa primeira instância, definir quatro classes de perigo<sup>14</sup> (muito elevado, elevado, moderado, baixo), de maneira a perceber que zonas, dentro da área de estudo, se encontram sujeitas a essas classificações, inicialmente propostas. Assim, torna-se possível:

1. Quantificar o número de elementos expostos (edifícios e outros considerados vitais) que urgem em salvaguardar;
2. Estabelecer uma base cartográfica que sustente os métodos de apoio à decisão, no que respeita ao planeamento e ordenamento da praia do Pedrógão.

Neste sentido, optou-se por aplicar esta metodologia para o ano 2012, uma vez que é o período temporal mais recente que possui ortofotomapas. Em paralelo, ao processo de vectorização, tornou-se imprescindível a utilização da ferramenta *StreetView*, integrada no *software Google Earth*, uma vez que existem muitos edifícios juntos, tornando a sua diferenciação mais difícil.

Segundo a figura 18, constata-se que o edificado e, conseqüentemente, a população que aí reside estão, relativamente, próximos da faixa de perigo muito elevado. De um total de 413 edifícios contabilizados e vectorizados (ver quadro 19), visualiza-se que a grande maioria encontra-se em perigo moderado (221 edifícios), incluindo a Cáritas (Serviços Sociais) e o posto da GNR; cerca de 193 edifícios (46,73%) estão fora de perigo, assim como o parque de campismo, escola primária (educação) e o posto de abastecimento de água; por fim, apenas um edifício integra a faixa de perigo elevado (bar de praia), em conjunto com o parque de estacionamento junto à praia (ver quadro 19).

---

<sup>14</sup> A área total da área de estudo não é suficiente para abarcar cinco classes, como é habitual nas metodologias, daí que se tenha optado por quatro.

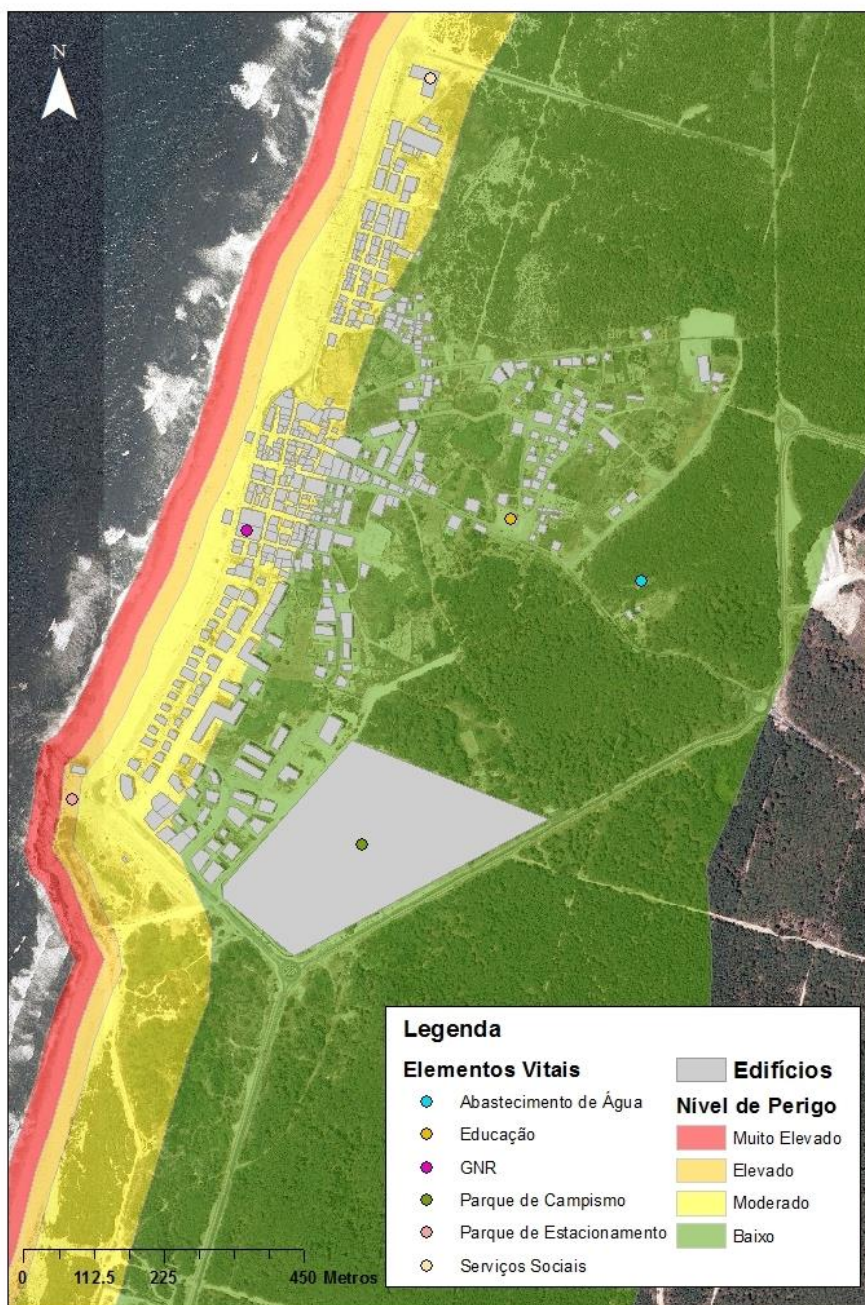


FIGURA 18 – DELIMITAÇÃO DAS FAIXAS DE PERIGO (ELABORAÇÃO PRÓPRIA)

	Muito Elevado	Elevado	%	Moderado	%	Baixo	%	TOTAL
<b>Elementos Expostos</b>	0	1	<b>0.24</b>	221	<b>53.51</b>	193	<b>46.73</b>	413

QUADRO 19 – CONTABILIZAÇÃO DO EDIFICADO, EM 2012 (ELABORAÇÃO PRÓPRIA)

Como se referiu, no Capítulo III (ponto 1.3.), existem outras variáveis que devem ser tomadas em conta, na medida em que também interferem com toda esta dinâmica costeira que assola a área em estudo. Veja-se que este local, em termos de

altitude, possui valores baixos (figura 19). Neste âmbito, importa retirar algumas conclusões:

1. O bar de praia que integrava a faixa de perigo elevado, tendo em conta à distância da linha da costa, encontra-se a 5 – 10 metros de altitude. Há que considerar, em todo o caso, um certo nível de perigosidade;
2. O edificado que se encontra dentro da faixa de perigo moderado é de ressaltar que a sua altitude mantém-se, em relação ao elemento anterior: a frente urbana insere-se nos 5 – 10 metros de altitude, enquanto o restante edificado varia entre 10 – 20 e 20 – 30 metros.

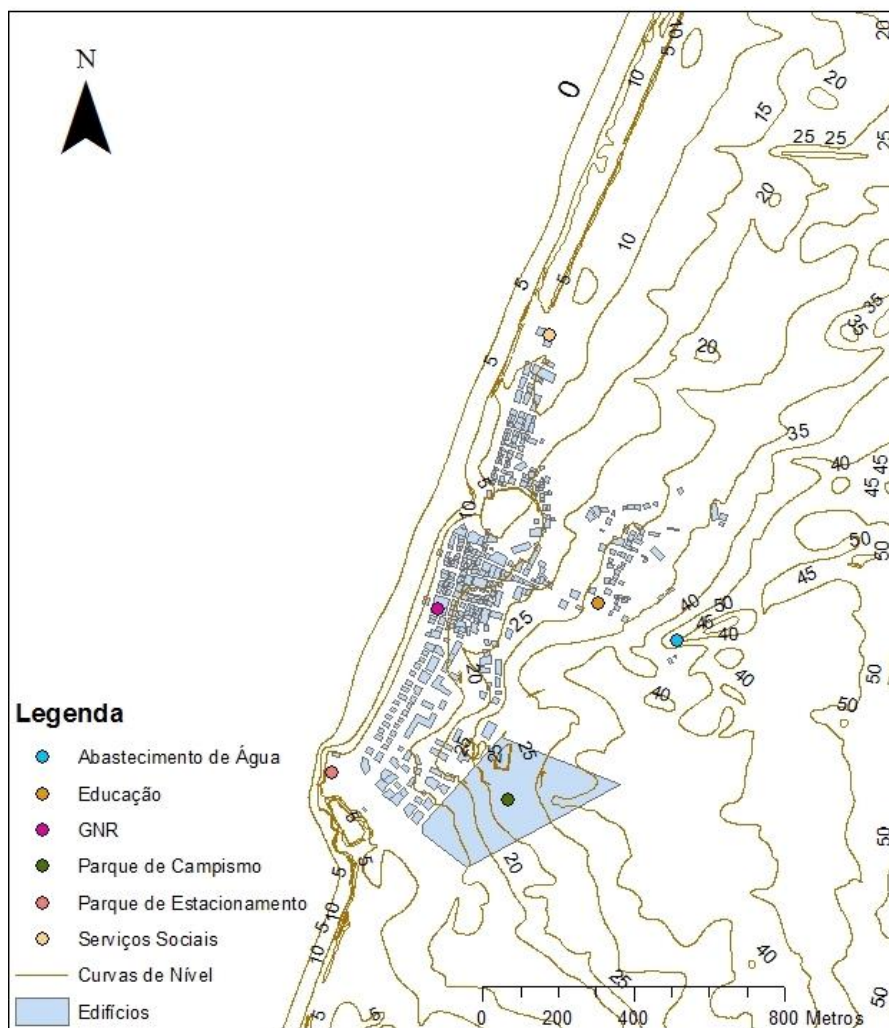


FIGURA 19 – COTAS TOPOGRÁFICAS DA ÁREA DE ESTUDO  
FONTE – CM LEIRIA E ELABORAÇÃO PRÓPRIA

Por outro lado, também importa analisar as taxas de recuo/acreção, que se fizeram sentir neste período temporal, nomeadamente entre 2007 – 2012. Como já se verificou no ponto 5.2 deste capítulo, para este intervalo de tempo (5 anos), a taxa de

recuo anual é de -0.78m, sendo que o valor máximo registou-se nos -2.82 m, em contrapartida com o valor mínimo (+ 0.71m). Ao analisar a vulnerabilidade face às taxas médias de erosão/acreção, m/ano (Coelho, C., 2005<sup>15</sup>), na globalidade, o edificado localiza-se em áreas de vulnerabilidade muito baixa/baixa, existindo casos pontuais onde esta é alta. Veja-se que as linhas da costa consideradas obtiveram critérios diferentes: a linha de 2007 tomou por base a curva de nível dos 0 metros, enquanto a de 2012 tomou a máxima preia-mar, numa altura em que já tinham sido efectuadas recargas artificiais de areia.



FIGURA 20 – VULNERABILIDADE QUANTO ÀS TAXAS DE EROSIÃO OU ACREÇÃO (ELABORAÇÃO PRÓPRIA)  
FONTE – COELHO, 2005

<sup>15</sup> Segue, no anexo J, o quadro com as ponderações adoptadas

Conclui-se, deste modo, que existem, efectivamente, tendências de recuo da linha da costa, na área de estudo, o que irá colocar cada vez mais em perigo a população local, edificado e bens vitais, pois a distância à linha da costa irá diminuir. Veja-se que, aplicando o mesmo exercício à linha referente a 2014, a frente urbana (relativa a 2012) encontra-se muito mais exposta ao perigo (ver figura 21).

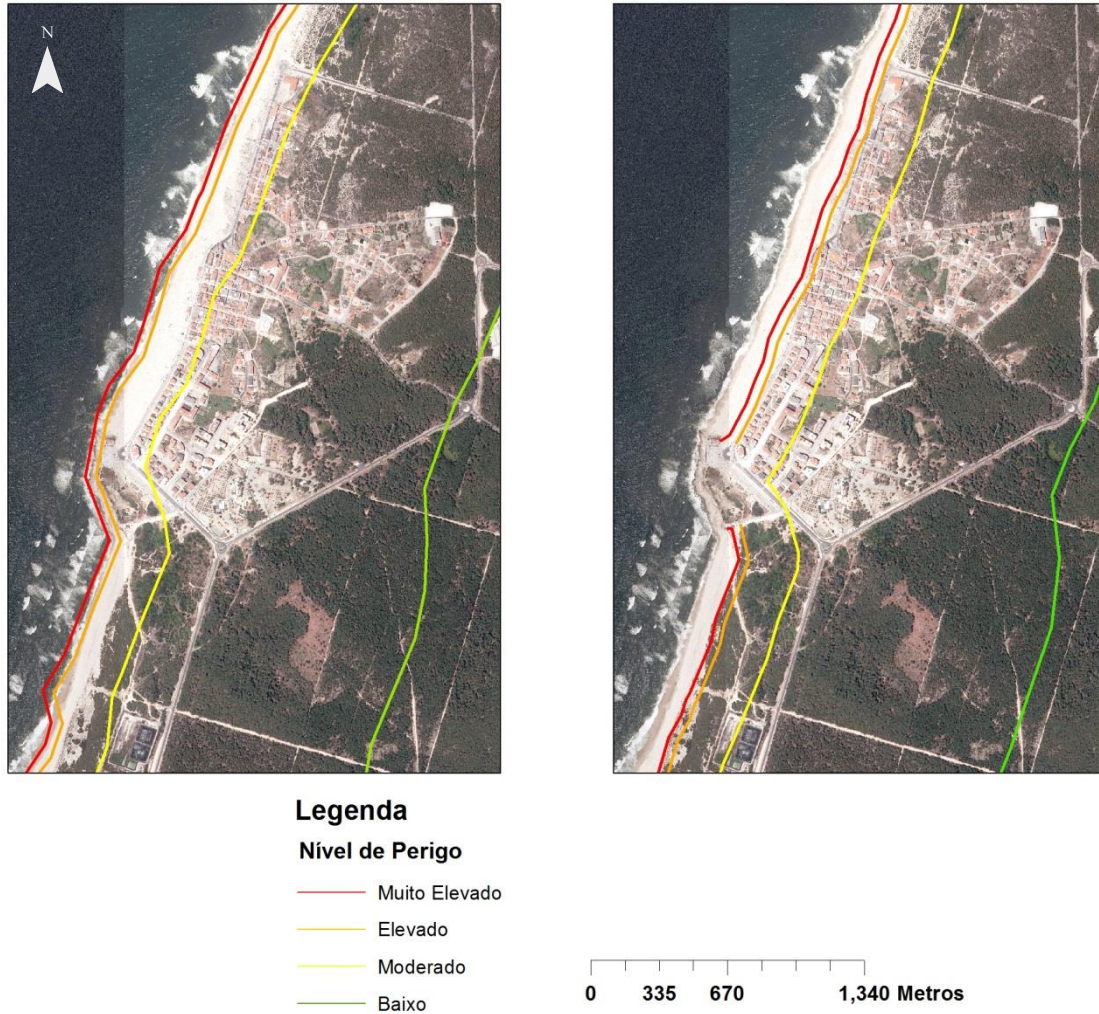


FIGURA 21 – DIFERENÇA ENTRE AS FAIXAS DE PERIGO DE 2012 E 2014 (ELABORAÇÃO PRÓPRIA)

De certa forma, há aqui toda uma forma de apelar à limitação do crescimento urbano, junto às zonas costeiras, criando outras áreas para esses efeitos, sem que seja necessário a perda de vidas humanas e património. É fulcral, por outro lado, estabelecer análises de outros parâmetros, conforme a tipologia da área em estudo, no sentido em que estudar a dinâmica costeira envolve todo um conjunto de dados multidisciplinares (geomorfologia, geologia, amplitudes de marés, entre tantos outros).

## CONCLUSÃO

Ao longo da presente dissertação, tornou-se possível concluir, numa primeira fase, a complexidade e fragilidade que caracteriza as zonas costeiras, na sua generalidade, uma vez que podem assumir uma variedade morfológica, o que propicia uma enorme riqueza, ao nível da fauna e da flora. Considerados como valiosos ecossistemas naturais, as características únicas destes locais, no seu conjunto, tornam difícil a tarefa de os definir, tanto a nível conceptual, como geográfico. Dos vários conceitos apresentados, os quais foram desenvolvidos por diversos autores, existe apenas um consenso no que respeita à flexibilidade que os critérios devem assumir, quando se procura delimitar, geograficamente, as zonas costeiras. Por tudo isto, estas assumem uma elevada atractividade o que lhes conferiu sérias vulnerabilidades, dada a progressiva artificialização do litoral, motivado pela concentração da população, edificado e actividades económicas, para lá da sua capacidade de sustentação. Tais situações verificam-se não só a nível nacional, mas também mundial.

Os vários abusos do Homem foram, gradualmente, intensificando as acções de fenómenos naturais, traduzindo-se em severos problemas para as zonas costeiras. Despoletando, portanto, a problemática da erosão costeira, a qual também tem origem em acções naturais, que foram intensificadas, directa ou indirectamente, pelo Homem. A solução para este problema foi passando pela construção massiva de obras de defesa costeira, as quais reforçaram a acção deste processo. Tais situações colocaram em causa a população, bens e património local, os quais urgem em proteger e salvaguardar.

Entende-se, portanto, que a aposta mais acertada centra-se na estimulação de políticas de prevenção e de gestão integrada e sustentável destas zonas, capazes de gerir os múltiplos conflitos que as diversas actividades económicas geram. Este processo (GIZC) revela-se complexo, uma vez que os seus princípios se sustentam na integração de várias áreas de actuação que sejam fulcrais nesta temática, ou seja, importa incorporar as componentes terrestres como marítimas do território. Há que actuar de forma progressiva e dinâmica, pois a GIZC não se classifica como uma solução, mas sim como um processo. No que toca à erosão costeira, existe um manancial de objectivos que procura mitigar as suas acções, desde equilibrar o

desenvolvimento sustentável com o crescimento económico; proteger, salvaguardar e restaurar as zonas costeiras, de maneira a minimizar a perda de população e de bens; respeitar a capacidade e a dinâmica natural destes locais (zonas costeiras) ao promover, em paralelo, os acessos públicos a estes (Comissão Europeia, 1999). No caso específico português, no que diz respeito ao desenvolvimento de iniciativas públicas que promovem a GIZC, é certo que esse foi tardio, tendo-se iniciado na segunda metade do século XX. Contudo, nas últimas três décadas, esforços foram reunidos na criação de instrumentos de ordenamento e gestão do litoral, como os POOC (1993), a Estratégia para a Orla Costeira (1998), entre outros, com o objectivo de controlar a ocupação desta parte do território, promovendo a sua protecção e salvaguarda.

Paralelamente, importa conjugar esta necessidade de ordenamento das zonas costeiras com importantes ferramentas tecnológicas que permitam, não só, uma visão mais alargada da superfície terrestre e dos fenómenos geográficos, como também apoiem os processos de tomada de decisão (BARBOSA, P., GOMES, F., PINTO, F., 2006). Referindo-se às TIG, em especial aos SIG, conclui-se que estes poderosos instrumentos, no que respeita ao estudo das zonas costeiras, possibilitam a aplicação de variadas funções desde o armazenamento, integração, manipulação e análise de dados multidisciplinares às respectivas análises espaciais. Tais características sustentam toda uma variedade de investigações, desde a reabilitação das estruturas de defesa costeira, estudos relativos às vulnerabilidades e riscos face à erosão, galgamentos oceânicos, entre tantos outros.

Tendo subjacente esta base de sustentação, o objectivo central deste estudo incidiu na avaliação do impacto da erosão costeira, na praia do Pedrógão, procurando demonstrar de que forma os resultados, assim como a aplicação dos SIG, podem promover os processos de tomada de decisão, assim como o correcto planeamento e ordenamento das zonas costeiras. A metodologia adoptada desenvolve-se sob a alçada de quatro fases principais: delimitação e análise do comportamento da linha da costa para o período temporal compreendido entre 1947-2014; cálculo das respectivas taxas de erosão/acreção; definição das zonas de perigo, as quais dividem-se em quatro níveis (muito elevado, elevado, moderado e baixo) e, por fim, a quantificação dos

edifícios expostos, bem como de outros elementos considerados vitais. Em paralelo, tornou-se interessante avaliar a vulnerabilidade face às cotas topográficas (Coelho, 2005), uma vez que, se um determinado edifício estiver próximo da praia, mas estiver a uma cota mais alta, não se encontra tão em perigo como se outro edifício estiver numa situação contrária (mais distante da praia, mas a uma cota mais baixa). Por outro lado, também se definiram faixas de perigo para a actualidade, com o intuito de demonstrar a possível situação que a frente urbana poderá estar a enfrentar.

O troço costeiro seleccionado caracteriza-se pelas suas praias baixas e arenosas, frágil cordão dunar e cotas relativamente baixas (variam de 0-40 m). Neste sentido, apesar das fontes e métodos utilizados serem diferentes (entre 1947 e 2007 utilizaram-se cartas topográficas para extrair a curva de nível dos 0 metros; em 2012 usou-se o ortofotomapa e em 2014 procedeu-se a um levantamento de campo, tendo-se em ambos os casos utilizado a linha máxima da preia-mar), há de facto uma tendência de decréscimo da linha da costa, o qual se acentua na praia Sul (com excepção entre 2007 e 2012, como consequência dos critérios serem diferenciados). No que confere às taxas de erosão, é certo que, em 2014, se verificou o maior recuo médio, tanto no sector Norte (-15.07 m), como no Sul (-17.72 m). Tal situação poderá ter que ver com a ausência das recargas artificiais de areia e com a altura das marés que se previam para esse dia (3.27m, na Figueira da Foz, às 17h31min). Em relação às taxas de acreção, estas já diferem, nos sectores: a Norte, os maiores valores registam-se entre 2003-2007 (+2.55m), enquanto no Sul terá sido entre 2007-2012 (+0.71m).

Relativamente às faixas de perigo, de um total de 413 edifícios, verificou-se apenas 1 edifício em perigo elevado, o qual se encontra entre os 5-10 m de altitude; a grande maioria está sujeito a um perigo moderado (53.51%), destacando-se a frente urbana que se situa a uma altitude entre os 5-10 m (o restante edificado situa-se entre os 10-20 e 20-30 m). Os restantes, cerca de 46.73%, encontram-se na faixa de perigo baixo, os quais possuem uma altimetria que não compromete tal resultado. No que toca à vulnerabilidade quanto às taxas de erosão/acreção, o edificado localiza-se, na globalidade, em áreas de vulnerabilidade muito baixa/baixa, existindo poucos casos em que esta é alta. Estes resultados poderão ter que ver com o facto dos critérios utilizados serem divergentes, como já fora mencionado. Portanto, existindo um



movimento de decréscimo da linha da costa, ao longo do tempo, é certo que a frente urbana da área em estudo torna-se propensa ao perigo muito elevado, como foi visto na aplicação do mesmo exercício ao ano de 2014.

Importa, neste sentido, gerir os riscos costeiros a que este local pode estar sujeito, através da conjugação entre os princípios que regem um correcto planeamento e ordenamento das zonas costeiras e as potencialidades inerentes aos SIG e às TIG, no geral. Erguem-se, desta forma, dois conceitos essenciais que não devem ser colocados de parte, nestas questões: participação pública e monitorização. Para ambos, é substancial partir do princípio que o território, do ponto de vista geográfico, encontra-se em permanente transformação. Partindo desta linha de pensamento, numa primeira parte, torna-se essencial saber inserir os agentes locais em investigações ou até mesmo no processo de planeamento, promovendo a sua participação (e saber retirar o máximo partido disso). Acima de tudo, incrementa-se a educação ambiental, mas ainda assim há: uma maior transparência e daí surgem projectos mais colaborativos, em que se obtém informação por parte da população local; conseqüentemente, incrementa-se um maior desenvolvimento sustentável nas intervenções, uma vez que se procedem melhores análises e um desenvolvimento mais criativo (Arbter, Büroet. al, 2007). Numa segunda parte, a monitorização surge como uma tarefa de acompanhamento daquilo que se passa nas zonas costeiras, neste caso, a qual permite: 1) Diagnosticar as situações de risco, promovendo a percepção das mesmas; 2) Gestão destas, através do desenvolvimento de medidas de minimização e controle do risco. Desta forma, há toda uma base de suporte às decisões, no que respeita à ocupação e uso do solo e, por fim, cumpre-se o principal: aumentar a segurança das pessoas e dos respectivos bens e património (PINTO, C., 2012).

No geral, os objectivos propostos, no início da presente dissertação, foram alcançados. Considera-se que a cartografia criada responde a várias questões: Quantos metros a praia recuou? O que é que realmente se encontra em perigo? Onde é que o perigo é maior ou não? Que conseqüências tal decréscimo pode acarretar para a população/edificado? Existem, porém, outras variáveis e formas de estudar a praia do Pedrógão que devem ser exploradas, no sentido de melhorar os resultados obtidos,

assim como a praia em si. Devem surgir estudos que interditam o crescimento urbanístico desta zona, apresentando outros locais onde essa expansão possa ser feita, sem que isso venha a traduzir-se em perigo. Há que explorar outras tecnologias, como a Detecção Remota ou LiDAR, no que respeita à extracção da linha da costa, podendo existir uma comparação do areal com e sem recargas artificiais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABECASIS, C. – The History of a Tidal Lagoon Inlet and its Improvement (The Case of Aveiro, Portugal). Department of Hydraulics, Lisbon (Portugal)

AFANADOR, F., RUIZ, A. (2006) – Inundación por ascenso del nivel médio del mar mediante fotografia aérea y datos LiDAR. Métodos en Teledetección Aplicada a la Prevención de Riesgos Naturales en el Litoral.

ALVES, F., PINTO, F., FERREIRA, J., (1999) – A Análise da Vulnerabilidade e do Risco na Zona Costeira como Contributo para a Tomada de Decisão. III Congresso da Geografia Portuguesa, Porto, Setembro. Edições Colibri e Associação Portuguesa de Geógrafos, Lisboa, 1999, pp. 559-566

ALVES-DA-SILVA, A., VENTURA, J. (2011) – Cartografia da Linha da Costa: reflexões e propostas. VI Congresso Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras, [http://nsmg.igeo.pt/eventos/comunicacoes/Cabo\\_Verde/VICong\\_PGZCEP\\_CLC\\_AntonioSilva.pdf](http://nsmg.igeo.pt/eventos/comunicacoes/Cabo_Verde/VICong_PGZCEP_CLC_AntonioSilva.pdf)

ANPC (2010) – Riscos Costeiros – Estratégias de prevenção, mitigação e protecção, no âmbito do planeamento de emergência e do ordenamento do território. Cadernos Técnicos PROCIV 15, Autoridade Nacional de Protecção Civil.

ANPC – Página Oficial:

<http://www.prociv.pt/RiscosVulnerabilidades/Pages/Apresentacao.aspx>

APA (2012) – Plano de Acção de Protecção e Valorização do Litoral 2012-2015. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território. Governo de Portugal

ARAUJO, R., FREITAS, D., KLEIN, A., (2010) – Quantificação de Perigos Costeiros e Projeção de linhas de costa futuras para a Enseada do Itapocorói – SC. Braz. J. Aquat. Sci. Technol., 2010, 14(1): 39-49 pp.

ARBTER, Büroet. AI (2007) – The Public Participation Manual. Shaping the future together. Austrian Society for Environment and Technology. Federal Ministry for Agriculture and Forestry, the Environment and Water Supply

BARBOSA, J. (2003) – Os Sistemas de Informação Geográfica na Zona Costeira. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Abril de 2003

BOAK, E., TURNER, I. (2005) – Shoreline Definition and Detection: a Review. Journal of Coastal Research, 21(4), 688-703 pp. West Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208

BOTO, A., BERNARDES, C.A., DIAS, J. (1997) – Erosão litoral e recuo da linha da costa entre a Costa Nova e a praia do Areão, Portugal. Colectânea de ideias sobre a zona costeira de Portugal. Fundação Calouste Gulbenkian, Instituto da Água do Ministério do Ambiente e Recursos Naturais.

CASTRO, P. (2000) – Apoio à Decisão em Recursos Hídricos com Sistemas de Informação Geográfica e Algoritmos Genéticos. Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, pp. 57-81

CML (2001) – I Revisão do Plano Director Municipal de Leiria: Caracterização Biofísica (volume I, II e III)

CNADS (2001) – Reflexão sobre o Desenvolvimento Sustentável da Zona Costeira

COELHO, C. (2005) – Riscos de Exposição de Frentes Urbanas para Diferentes Intervenções de Defesa Costeira. Dissertação de Doutoramento, Universidade de Aveiro. Secção Autónoma de Engenharia Civil.

COMISSÃO EUROPEIA (1999) - Lessons from the European Comission's Demonstration Programme on Integrated Coastal Zone Management, 1997-1999

CROWELL *et al.* (1991) – Historical Shoreline Change: Error Analysis and Mapping Accuracy. *Journal of Coastal Research*, 7 (3), 839-852 pp.

DGA (2000) – Relatório do Estado do Ambiente – Oficina Criativa

DIAS, J. (1990) - A Evolução Actual do Litoral Português. *Geonovas*, 11:15-28, Lisboa, Portugal

DIAS, J. (1993) – Causas da Erosão Costeira. Estudo de Avaliação da Situação Ambiental e Proposta de Medidas de Salvaguarda para a Faixa Costeira Portuguesa (Geologia Costeira).

DIAS, J. (2005) – Evolução da Zona Costeira Portuguesa: Forçamentos Antrópicos e Naturais – Encontros Científicos, 2005

DIAS, J., FERREIRA, Ó., PEREIRA, A. (1994) - Estudo Sintético de Diagnóstico da Geomorfologia e da Dinâmica Sedimentar dos Troços Costeiros entre Espinho e Nazaré. *Estudos de Ambiente e Informática*, 1994

DIAS, J., GONZALEZ, R., FERREIRA, Ó. (2003) – Dependência entre Bacias Hidrográficas, Zonas Costeiras e Impactes de Actividades Antrópicas: O Caso do Guadiana (Portugal). II Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa. IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. II Congresso do Quaternário dos Países de Língua Ibéricas.

DIAS, J., TABORDA, R. (1988) – Evolução Recente do Nível Médio do Mar em Portugal. Anais do Instituto Hidrográfico, Lisboa, Portugal

DOLAN, R., FENSTER, M., HOLME, S. – Spatial Analysis of Shoreline Recession and Accretion (1992). Journal of Coastal Research, 8(2), 263-285pp. Fort Lauderdale (Florida), ISSN 0749-0208

ERVEDEIRA, A. – Fundamentos de Sistemas de Informação Geográfica: Qualidade dos Dados num SIG - [http://ervideira.com.sapo.pt/PDFs/FSIG\\_Qualidade\\_dos\\_Dados.pdf](http://ervideira.com.sapo.pt/PDFs/FSIG_Qualidade_dos_Dados.pdf)

FCT e Ciência Viva – Ostras e Poluição: Que Ligação? 10 pp. - <http://www.cienciaviva.pt/rede/oceanos/2desafio/ostrasaluno.pdf>

FARIAS, E. (2008) – Aplicação de Técnicas de Geoprocessamento para a Análise da Evolução da Linha de Costa em Ambientes Litorâneos do Estado do Ceará. Dissertação de Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR da Universidade Federal do Ceará

FERREIRA, Ó., ALVEIRINHO-DIAS, J., TABORDA, R. – Importância Relativa das Acções Antrópicas e Naturais no Recuo da Linha de Costa a Sul de Vagueira. Contribuição nºA13 do Projecto DISEPLA (Dinâmica Sedimentar da Plataforma Continental a Norte de Peniche).

GOODCHILD, M. (1997) – What is Geographic Information Science? NCGIA Core Curriculum in GIScience - <http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u002/u002.html>

HANSLOW, D.C. (2007) – Beach Erosion Trend Measurement: A Comparison of Trend Indicators. Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Coastal Symposium, 588-593 pp. Gold Coast, Australia, ISSN 0749.0208

INE (2002) – Contas Económicas da Pesca 1990 – 2001. Informação à Comunicação Social, 2002

INE (2013) – Retrato Territorial de Portugal, 2011: Sistema Urbano, Transformações Familiares, Reabilitação e Arredamento Habitacionais – uma perspectiva territorial. Informação à comunicação social, 2013

INE e DGRM (2012) – Estatísticas da Pesca 2011. INE, 2012

IPCC (2007) – Mudança do Clima 2007: A Base das Ciências Físicas. Contribuição do Grupo de Trabalho I ao Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima

IPCC WG2 (2001) – Third Assessment Report. IPCC, Cambridge, University Press

JULIÃO, R. (2001) – Tecnologias de Informação Geográfica e Ciência Regional. Contributos Metodológicos para a Definição de Modelos de Apoio à Decisão em Desenvolvimento Regional. Dissertação de Doutoramento, Lisboa, 2001

JULIÃO, R. et al. (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 Protecção Civil, Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano e Instituto Geográfico Português, Setembro de 2009

LANGA, J. (2003) - Erosão Costeira na Cidade de Maputo. Causas. Considerações sobre Intervenções de Defesa, Dissertação de Mestrado, FEUP, MEA, Porto, 2003

LI, R., DI, K., MA, R. (2001) – A Comparative Study of Shoreline Mapping Techniques. The 4<sup>th</sup> International Symposium on Computer Mapping and GIS for Coastal zone Management, Halifax, Nova Scotia, Canada.

LOZANO-RIVERA, P., GARCÍA-VALENCIA, C., RODRÍGUEZ, A.L., (2010) – Geographic Information Technologies for Integrated Coastal Zone Management in Colombia: A National Experience. Geographic Technologies Applied to Marine Spatial Planning and Integrated Coastal Zone Management, pp 83-96

MALAFIA, R. – Evolução Recente da Linha da Costa entre a zona de Espinho Sul e zona de Esmoriz (Aveiro) (O contributo dos Sig's). Relatório de Estágio de Mestrado em Gestão do Território – Ambiente e Recursos Naturais. Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa

MAOTDR (2007a) – Bases para a Estratégia de Gestão Integrada da Zona Costeira Nacional, 2007. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. 1ª Edição, ISBN 978-989-8097-06-4

MAOTDR (2007b) – Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território. Gabinete do SEOTC, DGOTDU. DGOTDU, Janeiro de 2007

MAOTDR e IGP (2007) – Produção de uma Carta de Ocupação/Use do Solo de Portugal Continental (COS): Extracto do Caderno de Encargos.

MARINO, M. e FREIRE, G., 2013 – Análise da Evolução da Linha da Costa entre as Praias do Futuro e Porto das Dunas, Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), Estado do Ceará, Brasil. Revista da Gestão Costeira Integrada 13 (1):113-129.

MARTINS, F., ALBUQUERQUE, H., 2010 – Gestão do Litoral e Política Pública em Portugal: Um Diagnóstico. Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: Un diagnóstico. Necesidad de Cambio. Departamento de Ambiente e Ordenamento. Universidade de Aveiro.

MATOS, J. (2008) – Fundamentos de Informação Geográfica. LIDEL- Edições Técnicas, Lda, 6ª Edição.

MATOS, P. – As Tecnologias de Informação Geográfica no Apoio à Avaliação em Planeamento Territorial: Potencialidades e Limitações Face a Desafios. Dissertação de Mestrado em Planeamento e Projecto do ambiente Urbano. Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.

MENEZES, G. (2011) – Estudo da evolução da linha de costa entre o cabo do Mondego e Aveiro (1958-2010). Dissertação de Mestrado em Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.

MOORE, L.J. (2000) – Shoreline Mapping Techniques. Journal of Coastal Research 16(1), 111-124 pp. Royal Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208

Oficina Española del Cambio Climático, 2006 – Plan Nacional de Adptación al Cambio Climático. S. G. para la Prevención de la Contaminación y del Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente, Espanha.

OLIVEIRA, S. (2005) – Evolução recente da linha de costa no troço costeiro Forte-Novo – Garrão (Algarve). Dissertação de Mestrado em Ciências e Engenharia da Terra, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.

OLIVEIRA, S. *et. al.* (2003) – Aplicação de Técnicas Fotogramétricas e Ambientes SIG no Estudo do Recuo da Linha de Costa: Área do Forte Novo-Trafal, Algarve. Finisterra, XXXVIII, 76, 2003, pp. 35-49

PEDROSA, A., FREITAS, C. (2008) – The human impact on the Espinho-Paramos coast in the 20<sup>th</sup> Century. Journal of Iberian Geology, 2<sup>nd</sup> Edition.

PEREIRA, M. (2005) – A Geografia e o Planeamento do Território. Colóquio Ibérico de Geografia.

PINTO, P. (2008) – Sistema de Apoio à Gestão da Zonas Costeiras. Aplicação de um modelo para simulação do crescimento urbano no trecho Ovar-Mira. Dissertação de Mestrado, ISEGI – UNL, 2008

POST, J.; LUNDIN, C. (1996) – Guidelines for Integrated Coastal Zone Management, Environmentally Sustainable Development Studies, 1996

RIBEIRO, B. (2009) – Efeito das Barragens no transporte sedimentar fluvial. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro.

RIBEIRO, L., GAMITO, T. (2011) – Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas do Vouga, Mondego e Lis integradas na Região Hidrográfica 4. Caracterização Geral e Diagnóstico

– Caracterização geológica e geomorfológica. ARH do Centro, I.P. – Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P. Fevereiro de 2011

SANTOS, P. (2005) – Alterações na Zona Costeira (CTA) - <http://www.fc.up.pt/pessoas/ptsantos/azc-aula3.pdf>

SMITH, G., ZARILLO, G. (1989) – Calculating long-term shoreline recession rates using aerial photographic and beach profiling techniques. *Journal of Coastal Research*, 6(1), 111-120 pp, Fort Lauderdale (Florida), ISSN 0749-0208

TABORDA, R., MAGALHÃES, F., ÂNGELO, C. (2005) – Evaluation of Coastal Defense Strategies in Portugal

TENEDÓRIO, J. (2011) – New Technologies in Architecture, Urban Design and e-Planning. *Proceedings of 7VCT*, Lisbon, Portugal, pp. 437-438

TENEDÓRIO, J., HENRIQUES, C., SILVA, J., (2003) – Municípios, Ordenamento do Território e Sistemas de Informação Geográfica. *GEOINOVA*, Revista do Departamento de Geografia e Planeamento Regional da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, DGPR/FCSH/UNL, 2003, pp. 201-219

THIELER, E.R. (2009) - Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0- An ArcGIS extension for calculating shoreline change. U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278.

Turismo de Portugal e MEE (2012) – O Turismo em 2011. Direcção de Planeamento Estratégico/Departamento de Estudos e Planeamento, 2012

UNWTO (2012) – World Tourism Organization: Annual Report 2011. UNWTO, Madrid, Spain, 2012

ZHANG, K., DOUGLAS, B., LEATHERMAN, S. – Global Warming and Coastal Erosion. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 2004



## ÍNDICE DE QUADROS

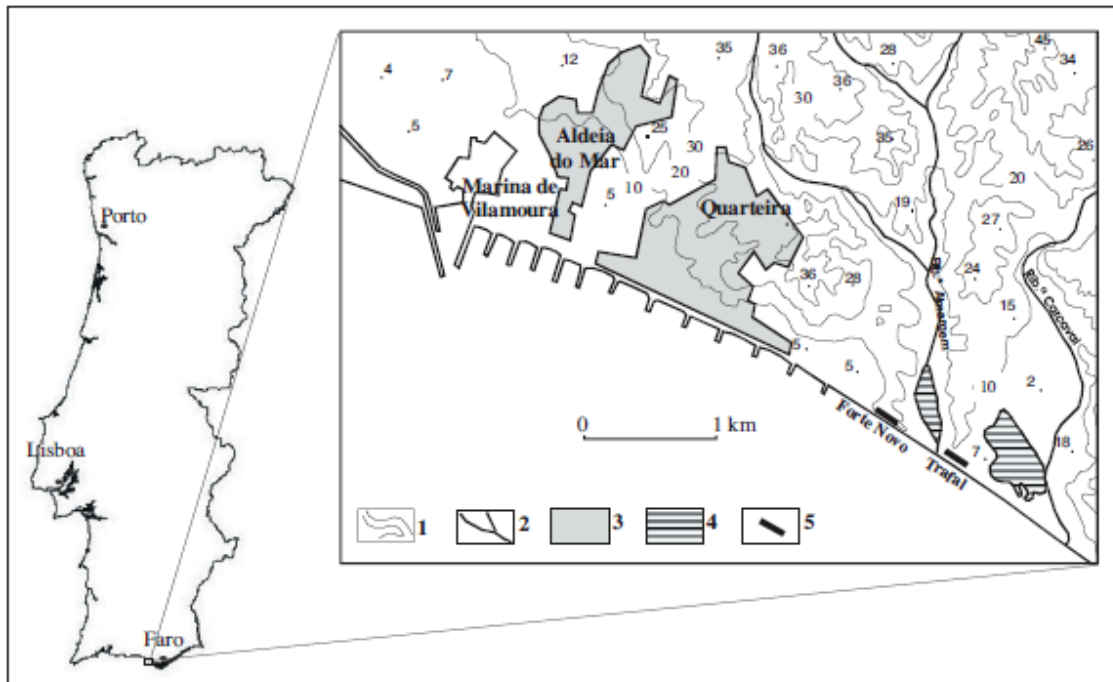
Quadro 1 - Peso do turismo em relação às exportações.....	14
Quadro 2– Número de Estabelecimentos hoteleiros e capacidade de alojamentos nos concelhos costeiros (anual) .....	15
Quadro 3 - Número de quartos nos estabelecimentos hoteleiros por nuts II (anual) .....	15
Quadro 4 - Número de visitantes que contactaram as áreas protegidas.....	16
Quadro 5 - Previsões da subida do nível do Mar e de outros Indicadores .....	21
Quadro 6 - Dragagem como principal fonte de inertes, na Europa, em 2002 .....	26
Quadro 7 - Diplomas legais da gestão do litoral, em Portugal .....	32
Quadro 8 - Aplicações Fundamentais TIG em Ordenamento do território.....	36
Quadro 9 – Parâmetros Métricos obtidos através das fotografias aéreas.....	38
Quadro 10 – Valor de risco associado ao nível de risco .....	40
Quadro 11 - Conceitos associados aos diversos riscos (naturais, tecnológicos e mistos) .....	49
Quadro 12 – Informação geográfica utilizada .....	52
Quadro 13 - Ponderação dos níveis de vulnerabilidade da distância à linha da costa.....	55
Quadro 14 - População residente no concelho de Leiria e na freguesia de Coimbra (1991, 2001 e 2011) .....	60
Quadro 15 - Diferenças nas legendas entre a COS de 1990 e de 2007 .....	61
Quadro 16 - Evolução das classes de ocupação do solo (em % e ha) entre 1990 e 2007 .....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Limites a adoptar para estudos do sistema costeiro .....	9
Figura 2 - Núcleos urbanos classificados em zonas de risco elevado .....	11
Figura 3 - Densidade Populacional nos concelhos portugueses (à data dos Censos) .....	13
Figura 4 - Área total abrangida pelas bacias hidrográficas que desaguam em Portugal.....	24
Figura 5 - Tecnologias de Informação Geográfica .....	35
Figura 6 - As TIG e a sua utilização no contexto de um Projecto SIG .....	36
Figura 7 - Exposição do património classificado ao risco de erosão costeira, em Viana do Castelo .....	42
Figura 8 - Alteração da linha de costa entre 1958 e 2007 entre Paramos e Esmoriz Norte.....	44
Figura 9 - Exemplo do processo de vectorização .....	52
Figura 10 – Procedimento para o cálculo do <i>end point rate</i> .....	54
Figura 11 - Enquadramento geográfico da praia do Pedrógão, no município e em Portugal Continental . .....	57
Figura 12 - Carta geológica de Leiria .....	58
Figura 13 - Unidade do litoral a que corresponde a área de estudo .....	59
Figura 14 - Ocupação do solo, na freguesia de Coimbrão, em 1990 .....	62
Figura 15 - Ocupação do solo, na freguesia de Coimbrão, em 2007 .....	63
Figura 16 - Diferença nos processos de vectorização, em 1990 (1) e 2007 (2) .....	64
Figura 17 - Evolução da Linha da Costa, entre 1947 e 2014 .....	66
Figura 18 – Delimitação das faixas de perigo .....	69
Figura 19 – Cotas topográficas da área de estudo .....	70
Figura 20 – Vulnerabilidade quanto às taxas de erosão ou acreção .....	71
Figura 21 – Diferença entre as faixas de perigo de 2012 e 2014 .....	72

## ANEXOS

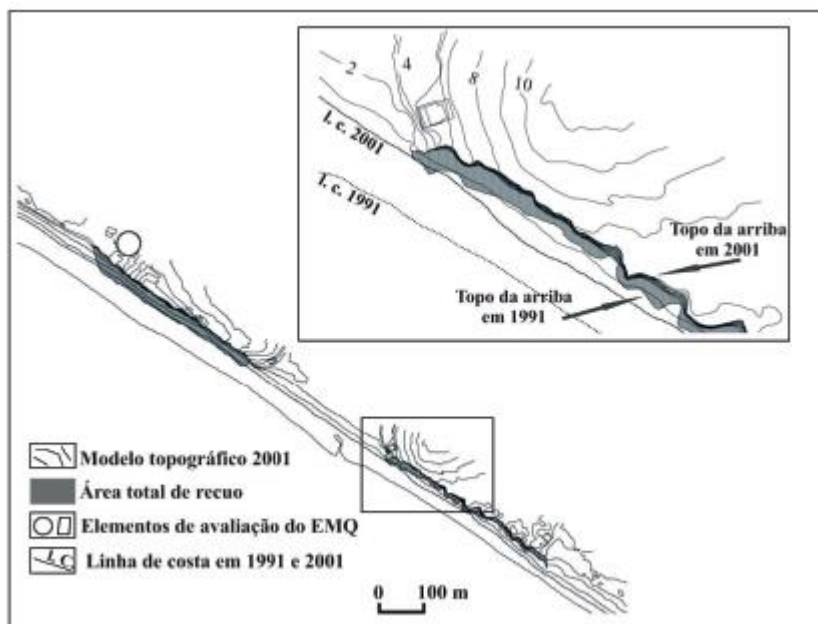
### ANEXO A – LOCALIZAÇÃO DOS SECTORES DE ARRIBA DO FORTE NOVO E DO TRAFAL



LOCALIZAÇÃO DOS SECTORES DE ARRIBA DO FORTE NOVO E DO TRAFAL. 1) TOPOGRAFIA, 2) CURSOS DE ÁGUA, 3) ÁREAS URBANAS, 4) LAGUNA COSTEIRA/SAPAL E 5) TROÇOS DE ARRIBA EM ESTUDO

FONTE – OLIVEIRA, S. ET AL., 2003

### ANEXO B – TOTAL DE ÁREA PERDIDA DO TOPO DAS ARRIBAS ENTRE 1991 E 2001



TOTAL DA ÁREA PERDIDA DO TOPO DAS ARRIBAS (1991-2001)

FONTE – OLIVEIRA, S. ET AL., 2003

**ANEXO C – PONDERAÇÃO PARA A QUANTIDADE DE CONSTRUÇÕES AFECTADAS NA ZONA DE ESTUDO**

<b>Cantidad de construcciones (UMCDs) en la zona de trabajo</b>	<b>Puntaje</b>
0-10	2
10-20	4
20-50	6
50-80	8
80-120	10
120-250	12
250-500	14
Más de 500	16

**PONDERAÇÃO DAS CONSTRUÇÕES AFECTADAS NA ZONA DE ESTUDO**  
**FONTE -F. AFANADOR, A. RUIZ, 2006**

**ANEXO D – PONDERAÇÃO PARA A QUANTIDADE DE PESSOAS AFECTADAS**

<b>Cantidad de personas afectadas</b>	<b>Puntaje</b>
0-30	2
30-60	4
60-150	6
150-240	8
240-360	10
360-750	12
750-1500	14
Más de 1500	16

**PONDERAÇÃO DAS PESSOAS AFECTADAS**  
**FONTE -F. AFANADOR, A. RUIZ, 2006**

**ANEXO E – PARÂMETROS, PONDERAÇÕES E NÍVEIS DE VULNERABILIDADE APLICADOS NA ELABORAÇÃO DO MAPA DE EXPOSIÇÃO DO PATRIMÓNIO CLASSIFICADO AO RISCO DE EROÇÃO COSTEIRA**

Parâmetros/Ponderação		Nível de Vulnerabilidade	
Características Naturais	Topografia (Altitude m) / (10%)	> 30 ≤ 30 > 20 ≤ 20 > 10 ≤ 10 > 5 ≤ 5	1 Muito Baixo 2 Baixo 3 Médio 4 Elevado 5 Muito Elevado
	Distância do Património Classificado à Linha de Costa (m) / (10%)	> 1000 ≤ 1000 > 200 ≤ 200 > 50 ≤ 50 > 20 ≤ 20	1 Muito Baixo 2 Baixo 3 Médio 4 Elevado 5 Muito Elevado
	Amplitude Maré (m) / (5%)	< 1,0 ≥ 1,0 < 2,0 ≥ 2,0 ≤ 4,0 ≥ 4,0 ≤ 6,0 > 6,0	1 Muito Baixo 2 Baixo 3 Médio 4 Elevado 5 Muito Elevado
	Geomorfologia / (5%)	Arribas Rochosas Arribas Rochosas Erodíveis e Praias Protegidas Praias Expostas e Planícies > 100m Praias Expostas < 100m Dunas, restingas, Estuários, Aluviões e Lagoas	1 Muito Baixo 2 Baixo 3 Médio 4 Elevado 5 Muito Elevado
	Ocupação do Solo / (5%)	Floresta Vegetação Rasteira e Solo Cultivado Solo Remexido mas sem Uso Área Rural Área Urbana e Industrial	1 Muito Baixo 2 Baixo 3 Médio 4 Elevado 5 Muito Elevado
	Taxas de Recuo/Acreção (m/ano) / (15%)	> 0 ou acreção ≤ 0 > -1 ≤ -1 > -3 ≤ -3 > -5 ≤ -5 erosão	1 Muito Baixo 2 Baixo 3 Médio 4 Elevado 5 Muito Elevado
	Características Socio-Económicas	Densidade Populacional / (10%)	Áreas sem População < 10hab/km <sup>2</sup> 10hab/km <sup>2</sup> < 50hab/km <sup>2</sup> 50hab/km <sup>2</sup> < 100hab/km <sup>2</sup> ≥ 100hab/km <sup>2</sup>
Valor Económico do Solo / (10%)		Áreas Húmidas e Corpos de Água Floresta Área Agrícola Área Rural Área Urbana, Industrial e Turística	1 Muito Baixo 2 Baixo 3 Médio 4 Elevado 5 Muito Elevado
Património Classificado / (15%)		Sem PIC <sup>1</sup> ou Ecossistemas a Preservar INC <sup>2</sup> e sem Espécies Ameaçadas Alguns IH <sup>3</sup> e Espécies Características Ameaçadas IT <sup>4</sup> e Espécies Características Ameaçadas IHC <sup>5</sup> e Ecossistemas Classificados Ameaçados	1 Muito Baixo 2 Baixo 3 Médio 4 Elevado 5 Muito Elevado
Condições de Protecção da Linha de Costa / (10%)		Estruturas Portuárias Enrocamentos Esporões e Quebramares Sem protecção	2 Baixo 3 Médio 4 Elevado 5 Muito Elevado

PIC<sup>1</sup> – Património Imóvel Classificado, INC<sup>2</sup> – Imóveis Não Classificados, IH<sup>3</sup> – Imóveis Históricos, IT<sup>4</sup> – Imóveis Típicos, IHC<sup>5</sup> – Imóveis Históricos Classificados.

PARÂMETROS, PONDERAÇÕES E RESPECTIVOS NÍVEIS DE VULNERABILIDADE PARA A ELABORAÇÃO DO MAPA DO PATRIMÓNIO CLASSIFICADO AO RISCO DE EROÇÃO COSTEIRA

FONTE -

**ANEXO F – CLASSES DE OCUPAÇÃO SOLO, EM 1990 (HA, %)**

Classe de Ocupação do Solo	Área	
	(ha)	%
<b>Áreas Artificiais</b>	<b>149,25</b>	<b>2,80%</b>
Espaço Urbano	134,76	2,52%
Infraestruturas e Equipamentos	13,06	0,24%
Espaços Verdes Artificiais	1,43	0,03%
<b>Áreas Agrícolas</b>	<b>473,15</b>	<b>8,86%</b>
Culturas Temporárias	456,80	8,56%
Culturas Permanentes	9,82	0,18%
Áreas Agrícolas Heterogéneas	6,53	0,12%
<b>Floresta e Meios Semi-Naturais</b>	<b>4.558,84</b>	<b>85,41%</b>
Folhosas	16,26	0,30%
Resinosas	4.190,29	78,51%
Povoamento Florestal Misto	326,70	6,12%
Meios Semi-Naturais	25,59	0,48%
<b>Superfícies com Água</b>	<b>24,03</b>	<b>0,45%</b>
Áreas Continentais	24,03	0,45%
<b>Praias, Dunas, Areais e Solos Sem Cobertura Vegetal</b>	<b>135,31</b>	<b>2,54%</b>
<i>TOTAL</i>	5.340,58	100%

**ANEXO G – CLASSES DE OCUPAÇÃO DO SOLO, EM 2007 (HA, %)**

Classe de Ocupação do Solo	Área	
	(ha)	%
<b>Territórios Artificializados</b>	<b>212,35</b>	<b>4,07%</b>
Tecido Urbano	156,78	3,00%
Indústria, Comércio e Transportes	40,36	0,77%
Áreas de Extracção de Inertes, Áreas de Deposição de Resíduos e Estaleiros de Construção	7,76	0,15%
Espaços Verdes Urbanos, Equipamentos Desportivos, Culturais e de Lazer, e Zonas Históricas	7,45	0,14%
<b>Áreas Agrícolas e Agro-Florestais</b>	<b>401,43</b>	<b>7,69%</b>
Culturas Temporárias	382,73	7,34%
Culturas Permanentes	1,18	0,02%
Pastagens Permanentes	2,38	0,05%
Áreas Agrícolas Heterogéneas	15,14	0,29%
<b>Florestas e Meios Naturais e Semi-Naturais</b>	<b>4581,20</b>	<b>87,80%</b>
Florestas	3696,64	70,85%
Florestas Abertas e Vegetação Arbustiva e Herbácea	732,72	14,04%
Zonas Descobertas e com pouca Vegetação	11,73	0,22%
Praias, Dunas e Areais Costeiros	140,11	2,69%
<b>Corpos de Água</b>	<b>22,84</b>	<b>0,44%</b>
Águas Interiores	22,84	0,44%
<i>TOTAL</i>	<b>5217,82</b>	<b>100,00%</b>

**ANEXO H – CLASSIFICAÇÃO DA VULNERABILIDADE QUANTO A TAXAS DE EROSÃO OU  
ACREÇÃO**

<b>Vulnerabilidade</b>	<b>Muito Baixa</b>	<b>Baixa</b>	<b>Moderada</b>	<b>Alta</b>	<b>Muito Alta</b>
	1	2	3	4	5
<b>Taxas de Erosão/Acreção (m/ano)</b>	>0 Acreção	>-1 <0	>-3 <-1	>-5 <-3	<5 Erosão

CLASSIFICAÇÃO DA VULNERABILIDADE QUANTO ÀS TAXAS DE EROSÃO OU ACREÇÃO  
FONTE – COELHO, C. (2005)