



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

Engenharia

Riscos Naturais
Erosão Costeira na Praia da Vagueira - Aveiro

Paulo Rafael Ramalho Duarte

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil
(ciclo de estudos integrado)

Orientador: Prof. Doutor Paulo Eduardo Maia de Carvalho

Covilhã, outubro de 2014

Para a minha Mãe.

Agradecimentos

Aos meus Pais os meus mais sinceros agradecimentos pela motivação, incentivo, apoio, orientação e exemplo ao longo de toda a minha vida e percurso académico. Por sempre confiarem, motivarem e estarem presentes ao meu lado com as melhores palavras e conselhos, um enorme obrigado.

À minha irmã e cunhado, pela disponibilidade, apoio e conselhos prestados ao longo do desenvolvimento desta dissertação.

Aos meus amigos e restante família um agradecimento também pelo incentivo, e palavras encorajadoras.

O meu maior agradecimento para o Prof. Dr. Paulo Carvalho, pela compreensão, disponibilidade, orientação, incentivo, colaboração, conselhos sábios e todos os conhecimentos transmitidos ao longo do desenvolvimento da dissertação.

Resumo

Com o desenvolvimento e crescimento da sociedade aumentaram os casos de exposição aos riscos naturais. Assim, a prevenção e avaliação dos riscos tornou-se uma preocupação globalizada, sendo cada vez mais importante conhecer as suas causas, influências, consequências e efeitos na sociedade. Graças aos estudos de prevenção, é possível determinar quais as consequências das catástrofes naturais, nomeadamente o número de vítimas, perda de território, recursos e danos ambientais.

Esta prevenção incide principalmente num melhor ordenamento e planeamento do território, bem como um plano de emergência de proteção civil mais eficiente, que consiga dar resposta perante uma maior diversidade de riscos.

Devido ao aumento do número de ocorrências de erosão costeira torna-se fulcral conhecer as suas causas, os seus condicionantes e factores que intervêm na evolução da linha de costa Portuguesa.

O crescimento de áreas industriais junto à linha de costa, o crescimento populacional, as atividades antrópicas nas bacias hidrográficas, onde merece especial destaque o aumento da construção de barragens, as obras de Engenharia Costeira, o aumento do nível médio das águas do mar e as extrações de inertes, são algumas das principais causas que influenciam a linha de costa Portuguesa.

Após análise das causas e consequências da erosão costeira em Portugal, são apresentadas as respectivas mitigações de riscos, estudos e desenvolvimentos futuros para o combate deste tema tão em foco nos dias de hoje.

Palavras-chave

Riscos; Vulnerabilidades; Riscos Naturais; Erosão Costeira.

Abstract

With the development and society's growth, increased cases of exposure to natural hazards. Therefore, prevention and risk assessment become a global concern and it's extremely important to understand its causes, influences, consequences and effects on society. Thanks to the prevention studies, it is possible to determine natural disasters consequences, including the number of casualties, territory's loss, resources and environmental damage.

This prevention mainly focuses on better planning and land use planning as well as an emergency plan for more efficient civil protection, which can respond to a higher diversity of risks.

Due to the increase in the number of occurrences of coastal erosion becomes crucial to know their causes, their constraints and factores involved in the evolution of the Portuguese coastline. Thus, it is possible to predict and minimize the consequences, also becoming possible to quantify and map the risk as interventions.

The growth of industrial areas along the coastline, population growth, human activities in the watershed, which deserves special mention the increase of dam construction, the constructions on Coastal line, the increase in the average level of the sea and extraction of aggregates, are some of the issues that influence Portuguese coast line.

After analyzing the causes and consequences of coastal erosion in Portugal, are presented their risks mitigation, future developments and studies able to combat this issue so much in focus on nowadays.

Keywords

Risks, Natural Risks Vulnerabilitys, Coast Erosion.

Índice

Capítulo 1	1
Introdução.....	1
1.1. Enquadramento do Tema	1
1.2. Objectivos	2
1.3. Organização da dissertação	3
Capítulo 2	5
Riscos Naturais	5
2.1. Introdução	5
2.2. Avaliação e Perceção do Risco	6
2.2.1. Avaliação do Risco	6
2.2.2. Perceção do Risco.....	8
2.3. Modelo Concetual do Risco	10
2.4. Riscos Naturais no Mundo	11
Capítulo 3	13
Riscos Naturais em Portugal	13
3.1. Perigosidade em Portugal Continental	13
3.1.1. Sismos e Maremotos	17
3.1.2. Incêndios Florestais.....	19
3.1.3. Cheias e Inundações	21
3.1.4. Acidentes Industriais	22
3.2. Riscos Geomorfológicos	23

3.2.1. Movimentos de Vertente.....	23
3.2.2. Desabamentos	25
3.2.3. Deslizamentos	27
3.2.4. Fluxos de Detritos.....	29
3.3. Proteção Civil e Planeamento de Emergência	29
Capítulo 4	31
Erosão Costeira em Portugal.....	31
4.1. Introdução	31
4.2. Vulnerabilidades associadas à Erosão Costeira	32
4.3. Risco associado à Erosão Costeira	34
4.3.1. Controlo do Risco - Estratégias	35
4.4. Definição de linha de costa	36
4.5. Definição de Erosão Costeira.....	36
4.5.1. Principais zonas afectadas	38
4.6. Fatores que contribuem para a Erosão Costeira	39
4.6.1. Influência das Barragens.....	40
4.6.2. Influência das Dragagens Portuárias.....	42
4.6.3. Influência da Extração de Inertes.....	43
4.6.4. Intervenções Antrópicas	44
4.6.5. Obras de Engenharia Costeira	44
4.6.6. Aumento do nível médio das águas do mar	45
Capítulo 5	49

Caso de estudo - Praia da Vagueira.....	49
5.1 Caracterização da área de estudo.....	49
5.1.1. Caraterização socioeconómica	50
5.1.2. Caracterização geomorfológica.....	51
5.1.3. Caracterização Hidrológica.....	52
5.1.4 Caracterização Geológica	52
5.2. Ocupação do solo.....	53
5.3. Ria de Aveiro	54
5.4. Erosão costeira de Aveiro.....	56
5.5. Estruturas de defesa costeira existentes.....	59
5.6. Estudos e desenvolvimentos futuros	64
Capítulo 6	67
6.1. Considerações Finais	67
Bibliografia.....	69

Lista de Figuras

Ilustração 1- Metodologia Geral. Fonte: III Congresso da Geografia Portuguesa (1997).....	7
Ilustração 2- Modelo conceptual do Risco segundo Panizza (1990)	10
Ilustração 3- Mortes e pessoas afectadas pelos desastres naturais. Período entre 1974 e 2003. Fonte: EM-DAT, 2008	12
Ilustração 4- Densidade populacional de Portugal, no interior e litoral, e sua evolução desde 1864. Fonte: Santos (2002).....	14
Ilustração 5- Riscos em Portugal Continental. Fonte: PNPOT.....	15
Ilustração 6- Evolução do número de catástrofes naturais que se verificaram em Portugal. Fonte: (CRED, 2007).....	16
Ilustração 7- Susceptibilidade a Incêndios Florestais na região Centro. Fonte: (PROT, 2007) .	20
Ilustração 8- Susceptibilidades a inundações na Região Centro. Fonte : (PROT, 2007)	22
Ilustração 9- Susceptibilidade tecnológica à atividade industrial e comercial na região Centro. Fonte: (PROT, 2007).....	23
Ilustração 10- Susceptibilidade a movimentos de massa em vertentes na região Centro. Fonte: (PROT, 2007).....	25
Ilustração 11- Desabamento de terras em Coimbra que arrastou veículos. Fonte : Diário de Noticias (03/01/2014).....	25
Ilustração 12- Desabamento em Penacova. Fonte: Jornal Online Penacova (16/01/2014)	26
Ilustração 13- Formação prismática de Basalto em Portela da Feira. Fonte: Rio Maior Cidadania Blogspot	26
Ilustração 14- Deslizamento de terra em Guimarães. Fonte: Jornal de Notícias (02/04/2013)	28
Ilustração 15- Deslizamento de terra em Guimarães afeta condomínio. Fonte: Jornal de Notícias (02/04/2013).....	28
Ilustração 16- Deslizamento de terra em Mesão Frio, Guimarães. Fonte: Jornal de Notícias..	28

Ilustração 17- Ciclo da gestão de emergência segundo Fonseca (2010)	30
Ilustração 18- Vulnerabilidade à elevação do nível médio do mar segundo Dias (2003).	33
Ilustração 19- Recuo médio anual da linha de costa segundo Dias (2003).	33
Ilustração 20- Exemplo da evolução de erosão costeira ao longo do tempo. Fonte: EUROSION (2006)	37
Ilustração 21- Exemplo da destruição causada pela ação energética do mar. Fonte: (Dias, 2003)	38
Ilustração 22- Redução da área diretamente drenada para o mar segundo Dias (1993)	40
Ilustração 23- Exemplo dos volumes dragados a jusante do rio Douro entre 1959 a 1982. Fonte: Dias (1993).	43
Ilustração 24- Vista aérea da Praia da Vagueira. Foto cedida pelo Eng. José Mário tirada em 19/09/2010	49
Ilustração 25- Praia da Vagueira. Foto cedida pelo Eng. José Mário tirada em 19/09/2010 ...	50
Ilustração 26- Faixa litoral onde está inserida a Praia da Vagueira. Fonte: Google Earth.....	50
Ilustração 27- Tipologia da Costa Portuguesa. Fonte: INAG.....	53
Ilustração 28- Mapas de ocupação do solo em 1990 (esquerda) e em 2000 (direita) segundo Pinto (2008).	53
Ilustração 29- Entrada da Barra e Ria de Aveiro. Fonte: Câmara Municipal de Ílhavo	54
Ilustração 30- Ria de Aveiro. Fonte: Câmara Municipal de Ílhavo.....	54
Ilustração 31- Evolução da laguna de Aveiro. Fonte: Dias (2008)	55
Ilustração 32- Molhe de areia presente no Porto de Aveiro. Foto tirada em 02/05/2014	56
Ilustração 33- Desabamento de um passadiço na praia da Barra. Fonte: Diário de Aveiro. Foto tirada por Joaquim Soares em fevereiro 2014.	57
Ilustração 34- Obra de reabilitação na praia da Vagueira (afundamento da fundação). Foto tirada em: 20/05/2009. Fonte: (Coelho, 2014).	58

Ilustração 35- Obra de reabilitação na praia da Vagueira Foto tirada em: 20/05/2009. Fonte: Coelho (2014).	58
Ilustração 36- Obra de reabilitação na praia da Vagueira (afundamento da fundação. Fonte: Coelho (2014).....	59
Ilustração 37- Levantamento de passadiço na praia da Vagueira. Foto tirada em: 02/05/2014	60
Ilustração 38- Passadiço existente na Praia do Areão (Junto à praia da Vagueira). Foto tirada em 02/05/2014.....	61
Ilustração 39- Acumulação de areias devido à ação do vento e presença de estacas. Foto tirada em 02/05/2014	61
Ilustração 40- Exemplo de quebra-mar destacado em Alicante, Espanha (29/12/2013). Fonte: (Coelho, 2014).....	62
Ilustração 41- Apresentação de um esquema de quebramar destacado submerso. Fonte: (Coelho 2014).....	63
Ilustração 42- Exemplo de um esporão. Fonte: Coelho (2014)	63

Lista de Tabelas

Tabela 1-Principais diferenças entre avaliação e percepção do risco segundo Smith (2007)	9
Tabela 2- Apresentação dos diferentes tipos de risco com maior incidência em Portugal Continental (Gaspar, 2004)	17
Tabela 3- Principais macrossismos registados em Portugal Continental segundo Oliveira (1986)	19
Tabela 4- Riscos Naturais e Tecnológicos segundo PROT (2007)	20
Tabela 5- Matriz de Conjugação de vulnerabilidade e risco associados às ações energéticas do mar segundo Coelho (2005)	34
Tabela 6- Taxas médias de variação da linha de costa entre a Praia da Barra e a Praia do Areão, em m/ano. (Recuo:-,Acreção:+). Fonte: (Boto, et al., 1997)	39
Tabela 7- Registo de alguns danos sofridos nesta faixa litoral:	57

Lista de Acrónimos

ANPC	Autoridade Nacional de Proteção Civil
CLC	Corine Land Cover
CRED	Centre for Research on the Epidemiology of Disasters
DGA	Direção Geral do Ambiente
EEA	European Environment Agency
EM-DAT	Emergency Disasters Data Base
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
INAG	Instituto Nacional da Água
IPPC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISDR	International Strategy for Disaster Reduction
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
MAOTDR	Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional
PNPOT	Programa Nacional de Política Ordenamento do Território
POOC	Plano de Ordenamento da Orla Costeira
PROT	Planos Regionais de Ordenamento do Território
REA	Relatório de Estado do Ambiente
SIAM	Scenarios, Impacts, and Adaptation Measures
SNPC	Serviço Nacional de Proteção Civil
PDM	Planos Diretores Municipais
PME	Planos Municipais de Emergência

Glossário

(Todas as definições que aqui se apresentam foram retiradas do site da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos.)

Arriba- Forma particular de vertente costeira, com declive forte (15° a 90°). Com frequência utiliza-se como sinónimo o termo falésia, galicismo supérfluo que, todavia, está plenamente integrado na língua portuguesa. As arribas são talhadas pela ação conjunta de agentes morfogenéticos marinhos, sub-aéreos e/ou biológicos, podendo verificar-se franca dominância de um destes agentes. As arribas podem ser talhadas em, praticamente, todas as litologias. As arribas mais altaneiras são, como é óbvio, talhadas nas rochas mais resistentes à abrasão (granitos, gneisses, calcários dolomíticos, etc.).

Barra- Canal que estabelece a comunicação entre um corpo de água interior (estuário ou laguna) e o mar.

Barra arenosa- Banco de areia formado pelo transporte dos sedimentos do fundo marinho até à costa, ou pela diminuição da capacidade de transporte de sedimentos em sistemas fluviais, formando as chamadas “praias” fluviais e estuarinas. Pode ser submarina, insular ou litoral. Ou ainda, um banco de areia, cascalho ou outro material submerso ou emerso construído por ação das ondas ou correntes.

Baixa-mar- Nível mínimo de uma maré. Por vezes, quando há duas baixa-mares no mesmo dia, designa-se a de menor altura por baixa-mar inferior, e a de maior altura por baixa-mar superior.

Bacia hidrográfica- Tal como está consignado na Directiva da Água da União Europeia é a área terrestre a partir da qual todas as águas fluem, através de uma sequencia de ribeiros, rios e eventualmente lagos, para o mar, desembocando numa única foz, estuário ou delta.

Desembocadura- Este desaguamento pode ser feito num lago, numa lagoa, no mar ou mesmo num outro rio. A forma da foz pode ser classificada em dois tipos: estuário e delta.

Esporão- Estrutura rígida de engenharia costeira, disposta transversalmente ao desenvolvimento da linha de costa, e que normalmente é utilizada na proteção contra a erosão costeira. A função principal é a de reter, pelo menos parcialmente, a deriva litoral, minimizando os problemas de erosão costeira a barlar da estrutura. Em geral, os esporões são rectilíneos, mas podem ter forma em T ou em L, ou mesmo mais complexas, como curvilíneas, em Z e ondulada. Por outro lado, a parte superior da estrutura (coroamento) pode estar emersa ou submersa ou ter uma parte emersa e outra submersa. Podem, ainda,

ser do tipo permeável (permitindo que a água e algum sedimento os atravesse) ou impermeável (o que reforça a deflecção dos fluxos). Podem ser construídos com materiais diversificados que, conforme o tipo, conferem maior ou menor permeabilidade à estrutura.

Estruturas de proteção costeira- Estruturas de engenharia que visam evitar o recuo da linha de costa (por exemplo, para defender uma frente urbana), ou aumentar a área utilizável (ou propiciar a criação) de praias, ou ainda, embora raramente, reter parte da deriva litoral para reduzir a acumulação sedimentar a sotamar. Estas estruturas têm sido utilizadas desde a Antiguidade, principalmente em zonas portuárias. A sua utilização em litorais abertos desenvolveu-se essencialmente no século XX, na sequência da ocupação, na maioria turística, deste tipo de litorais. Actualmente verifica-se tendência, a nível mundial, para preferir as estruturas tipo rígido (proteção fixa), privilegiando intervenções ambientalmente menos agressivas, como as realimentações de praia e a transposição de molhes (proteção dinâmica). As estruturas rígidas de proteção costeira podem ser de dois tipos: transversais (perpendiculares ou oblíquas à linha de costa, como os esporões e os molhes) e longitudinais (que se dispõem ao longo, ou paralelamente à linha de costa, como os paredões ou os quebra-mares). Principalmente estes últimos podem ser do tipo aderente (localizando-se na praia emersa, como é o caso dos paredões) ou do tipo destacado (situando-se ao largo, sem ligação a terra, como acontece com os quebra-mares destacados). Nalguns casos são estruturas destacadas com um ponto de ancoragem em terra.

Ondas Sísmicas- Ondas que se propagam através de qualquer corpo elástico, como seja a Terra. Sendo ondas mecânicas, produzem-se por qualquer processo que forneça energia ao meio, como seja um sismo, um impacto ou uma explosão. Há dois tipos de ondas sísmicas: as ondas volúmicas (que se propagam através do interior da Terra) e as ondas superficiais (que se propagam à superfície da Terra). As ondas volúmicas são tridimensionais, propagando-se radialmente desde o local de origem (epicentro), sendo sujeitas a vários fenómenos de refração e de reflexão consoante as densidades dos materiais que vão atravessando e as superfícies que os separam.

Preia-mar- Nível máximo de uma maré cheia.

Quebra-mar- Estrutura rígida de engenharia costeira que tem como finalidade principal proteger a entrada de um porto da onda dominante, embora seja também utilizada como estrutura de proteção costeira. Podem ser estruturas do tipo aderente (correspondendo, neste caso, a paredões), do tipo destacado (construídos a certa distância da costa), ou podem ter uma das extremidades ancorada em terra (adquirindo normalmente forma encurvada ou em L).

Sobreelevação do nível do mar- Elevação do nível marinho acima do que é imposto pela maré causado por baixas pressões atmosféricas.

Tsunami ou maremoto- Onda ou sequência de ondas induzida por qualquer deslocação brusca do fundo marinho (sismos com epicentro no mar, explosões vulcânicas, movimentos de massa).

Capítulo 1

Introdução

1.1. Enquadramento do Tema

Os riscos naturais na sua plenitude representam desde sempre um factor que condiciona o quotidiano da humanidade.

Antigas civilizações aprenderam a lidar com a presença dos riscos naturais, tentando controlar as consequências de vários fenómenos e utilizá-los em benefício próprio. Como exemplo disso, o Antigo Egipto, com os ciclos das cheias do Rio Nilo melhoraram o aproveitamento dos solos inundados e beneficiando do alto teor de humidade e sedimentos depositados com o objectivo de atividade agrícola. O aumento de ocupação habitacional nas zonas de risco elevado, como por exemplo as zonas litorais, fez com que fosse necessário proceder à construção de obras de defesa costeira para prevenir os riscos de cheias, erosão costeira, erosão das arribas e galgamentos costeiros. Este aumento de construção em zonas de alto risco aumentou consequentemente as situações de exposição a eventos adversos e as perdas em infraestruturas. (Saraiva, 1999).

Segundo IPCC (2012), desde 1950 que a população que reside em grandes centros urbanos sofreu um aumento em grande escala, com consequências para o aumento da exposição e vulnerabilidade de muitas pessoas, bens e propriedades. Como prova desta realidade está o facto de que no período entre 1970 e 2008, 95% das mortes relacionadas com as consequências de desastres naturais, verificaram-se em países em desenvolvimento.

Com as mudanças climáticas e respectivas consequências tornou-se cada vez mais necessário atuar na prevenção de riscos naturais. Na fase de prevenção destes riscos devem ser estudadas formas de implementar medidas, de modo a evitar a ocorrência de acidentes ou que reduzam mesmo a probabilidade de causarem estragos pessoais ou em bens materiais.

Posterior à fase de prevenção, deve ser preparada e estudada a fase de resposta, de maneira a ser inserida num conjunto de programas para uma melhor gestão dos efeitos e consequências que determinado fenómeno tenha infligido na população, propriedades, meio ambiente ou bens materiais. É extremamente importante um rigoroso planeamento de emergência por parte das entidades envolvidas.

Na fase de prevenção é fulcral serem realizados os estudos de caracterização socioeconómica e física num dado território, para deste modo representarem um importante apoio ao

planeamento territorial como também ao plano de emergência de proteção civil. Em Portugal esta atividade tem registado desenvolvimentos significativos nas últimas décadas, tendo-se verificado inclusive uma expansão.

A análise do risco, que tem o objectivo de reduzir a exposição e vulnerabilidade perante os riscos naturais, tem tido papel preponderante na elaboração dos planos de emergência de proteção civil. Esta análise tem como principal objectivo identificar os riscos no território em causa, e assim poder ser feita uma melhor prevenção e posterior atuação caso se verifique a ocorrência de fenómenos naturais. Apesar de ser um bom apoio para as fases de planeamento do território e da respectiva resposta aos acidentes, a análise do risco não está prevista nem inserida no âmbito do ordenamento do território, nem utilizada pelas entidades competentes em Portugal. As zonas costeiras constituem ecossistemas únicos. Pela atuação dos processos de geodinâmica ao longo do tempo geológico definiram e constituíram as características de qualquer zona costeira. Por serem sistemas bastante sensíveis e vulneráveis, qualquer alteração numa das suas características pode modificar todo o sistema. Por se tratar de sistemas abertos, são extremamente dependentes de modificações ocorridas nas bacias hidrográficas drenantes, de mudanças surgidas nas bacias hidrográficas e de mudanças no sistema atmosférico (Dias, 2005).

Com o aquecimento global que resulta no conhecido “efeito de estufa”, o nível médio das águas do mar tem aumentado. O litoral, a esta modificação, inverteu o seu comportamento, passando a ser fortemente transgressivo (Dias, 1993).

A erosão costeira está diretamente ligada a vários factores condicionantes. Apesar de alguns destes serem naturais, na sua grande maioria são de consequência direta ou indireta de atividades relacionadas com o Homem.

1.2. Objectivos

Perante o panorama atual, com a frequência que se tem verificado a ocorrência de fenómenos de origem natural constituem-se como objectivos da presente dissertação:

- Conhecer, analisar e compreender os diversos e variados tipos de risco (com especial incidência nos naturais), suas causas e consequências e possíveis mitigações destes;
- Estudar as atividades do ordenamento do território e da proteção civil e a sua contribuição na temática dos riscos naturais;
- Conhecer a forma como é realizada a análise e prevenção do risco e instrumentos utilizados para a sua elaboração;
- Estudar as causas, factores condicionantes, e consequências de erosão costeira presente em Portugal, mais precisamente no distrito de Aveiro;

- Conhecer as intervenções de defesa costeira existentes, e a influência direta do Homem na erosão costeira;
- Apresentar os estudos e desenvolvimento futuros que se projetam acerca deste tema.

1.3. Organização da dissertação

A presente dissertação está dividida em seis capítulos. A divisão e sequência como esta dissertação está apresentada pretende introduzir coerentemente os diversos temas aqui abordados e relacionados com a temática em que se insere.

No segundo capítulo é introduzida a temática dos riscos naturais e respetiva avaliação e perceção e o modelo conceptual de risco.

O terceiro capítulo é dedicado à apresentação e definição dos riscos naturais mais predominantes em Portugal. São apresentadas suas principais causas, consequências e factores condicionantes assim como a respectiva protecção civil e resposta de emergência a estes mesmos riscos.

Relativamente ao quarto capítulo, foi abordado com especial atenção o tema da erosão costeira por estar relacionado com o caso de estudo. São apresentadas as suas vulnerabilidades, definições relacionadas com esta temática e as influências existentes para o aumento da erosão costeira.

No capítulo cinco foi abordado o caso de estudo, mais propriamente a erosão costeira que se verifica em toda a linha costeira de Aveiro, nomeadamente na praia da Vagueira. É feita uma caracterização tanto a nível socioeconómico como geográfico e geológico. Referem-se também as causas e consequências que estão relacionadas com esta temática. Apresentam-se por fim, estudos e desenvolvimentos futuros que estão previstos.

Por fim, no último capítulo apresentam-se as considerações finais.

Capítulo 2

Riscos Naturais

2.1. Introdução

O risco pode ser considerado como um indicador do nível de garantia de um determinado estado de segurança (Almeida, 2004).

De acordo com Almeida (2002), sociedade de risco, é uma definição que pretende indicar uma determinada sociedade que está mais exposta a regulares alterações.

Como se sabe, o risco não pode ser abolido, no entanto podem ser feitas avaliações deste e posteriormente tomar as devidas ações e precauções para reduzir as respetivas consequências. Tendo isso em conta, pode-se dizer que:

“A ideia de risco tem acompanhado desde sempre o Homem. No princípio, os riscos eram exclusivamente naturais; a pouco e pouco, além desses apareceram outros como consequência das suas próprias atividades, podendo ter ou não componente natural. Todavia, hoje os riscos já são de toda a ordem, onde se compreendem os naturais, socioeconómicos ou tecnológicos” (Faugères, 1991).

Para Cunha, et al. (2002) o Risco *“enquanto conceito e entendido no seu sentido mais restrito, hazard ou aléas designa a probabilidade espacial e temporal de ocorrência de um fenómeno, neste caso um fenómeno indesejado, pelas consequências negativas de que se reveste para o Homem e para a sociedade”*.

Segundo Almeida (2004), o risco pode ser expresso como uma função de perigo e vulnerabilidade. Devido às alterações das condições de perigo ou vulnerabilidade o risco considera-se como variável no tempo.

Em suma, todos partilham de um ponto em comum, que segundo Rebelo (2003): *“Independentemente das palavras utilizadas, está praticamente aceite por todos que a definição de risco é o somatório de algo que não está em nada associado ao Homem e à sua vontade (aleatório, acaso, casualidade ou perigosidade), com algo resultante da presença indireta ou direta do ser humano, isto é, da vulnerabilidade.”*

Os riscos nunca podem ser analisados isoladamente, é impossível uma análise detalhada e separada.

A conjugação de dois factores, dinâmica do meio físico (o que representa perigo para a sociedade), e a exposição da sociedade aos perigos causados por essa mesma dinâmica (vulnerabilidade), é o que resulta num risco.

O risco natural como elemento ativo, está diretamente associado ao meio físico.

Pode-se dizer que o risco é constituído por dois elementos, risco objectivo e a percepção deste. Como é compreensível pela palavra, a percepção do risco é uma avaliação mais subjetiva, enquanto por outro lado o risco objectivo é baseado em resultados técnicos de análises.

De acordo Rohrmann (1994) *in* Smith (1995), o tipo de risco e a sua gravidade respectiva é dependente de aspectos individuais, tais como, idade, sexo, factores pessoais e estilo de vida. Estes riscos podem ser classificados em duas categorias, involuntários e voluntários:

Riscos Voluntários, ao qual as pessoas são mais tolerantes por se ter um controle maior sobre ele e também conta com a participação individual. Pensa-se que é o tipo mais comum, tendo uma perda menor.

Riscos Involuntários, o tipo de risco com potencial impacto no quotidiano, podendo ele ser sentido mas não controlado.

Os riscos voluntários são interpretados tendo como base uma perspectiva de noção de confiança, onde é assumido um certo grau de controlo da situação.

2.2. Avaliação e Percepção do Risco

2.2.1. Avaliação do Risco

No processo de Quantificação do Risco são descritos alguns princípios científicos de maneira a conhecer previsões de risco como suporte na tomada de decisão e da posterior gestão do risco. Este processo pode englobar as seguintes etapas:

- Identificação dos perigos potenciais e posterior avaliação da exposição;
- Análise da vulnerabilidade;
- Quantificação do risco e da incerteza da estimativa.

Através da identificação dos potenciais perigos examinam-se dados para todos os factores que sejam reconhecidos no local, sendo mais tarde apresentados os que abarcam maior risco. A avaliação deste risco exige um conhecimento profundo e claro dos factores em questão e a respectiva influência que estes vão exercer no ambiente local.

Na erosão costeira por exemplo, a quantificação do risco inclui os resultados de uma análise da vulnerabilidade, das possíveis formas de rotura da unidade costeira, das suas características e também do solo próximo à linha de costa (Velooso Gomes, 1995).

Metodologia Geral do Risco de acordo com o congresso da geografia Portuguesa e esquema representativo das distintas fases do Risco:

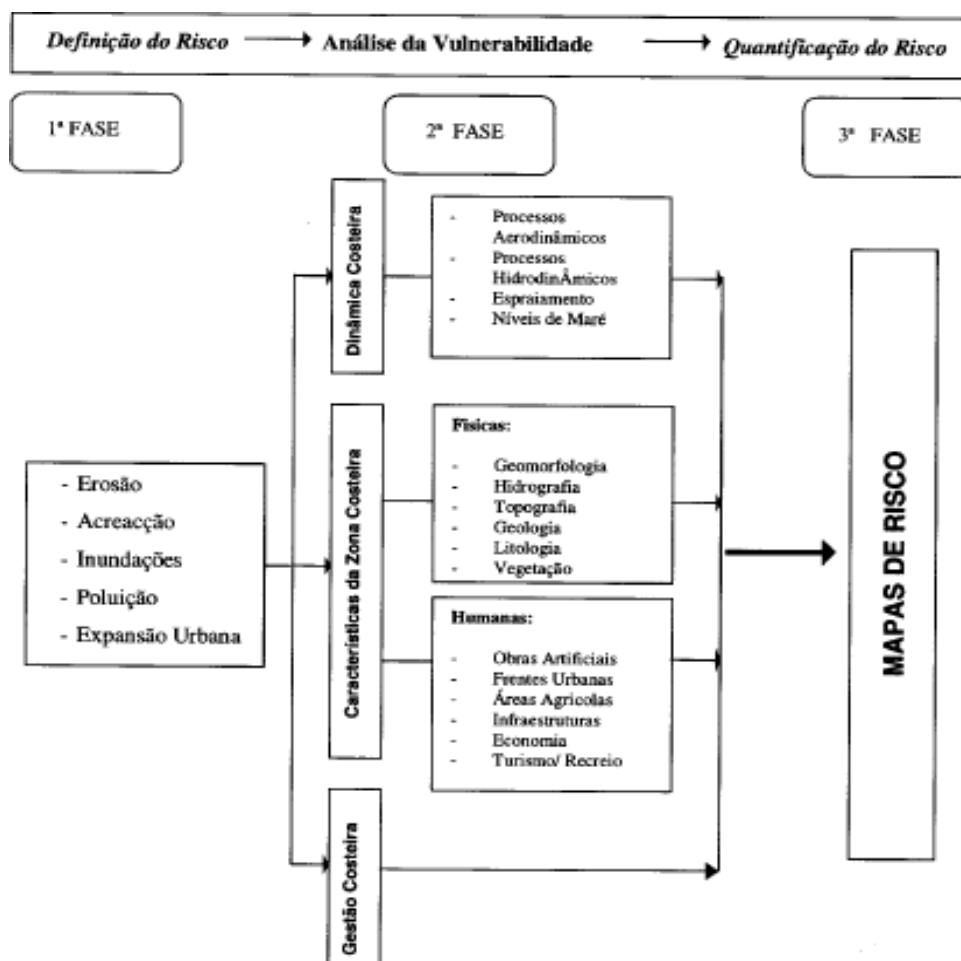


Ilustração 1- Metodologia Geral. Fonte: III Congresso da Geografia Portuguesa (1997)

Como se sabe, Risco é um conceito estatístico que pode ser entendido como a frequência prevista de efeitos menos desejados que resultam de uma exposição a um fenómeno.

“A avaliação do risco implica a caracterização dos prejuízos que possam ocorrer” (Almeida, 2004).

“Riscos são definidos como probabilidades físicas de danos devido a processos tecnológicos ou outros processos” (Beck, 1992).

2.2.2. Percepção do Risco

A percepção do risco pode ser interpretada como uma componente da gestão do risco. As decisões que dizem respeito a esta gestão são condicionadas, por diversos e vastos fatores, incluindo a percepção pública do risco (Almeida, 2004).

A percepção de um perigo é dependente, para cada indivíduo, de fatores como a experiência de vida e atitude, a idade, sexo, educação e condições física e psicológica (Almeida, 2002).

A ideia subjetiva de risco é diferente de pessoa para pessoa ou grupos sociais, pois é um conceito que depende das noções de perigo, do medo de cada indivíduo, a probabilidade de ocorrência do evento com efeitos negativos, e avaliação de danos. A avaliação é um resultado de um conjunto de fatores culturais e sociais que influenciam a reação de cada indivíduo, como já foi referido anteriormente por Almeida (2004).

A quantificação da probabilidade é deixada para segundo plano e sentida com relativa indiferença na percepção do risco. A avaliação dos prejuízos ou danos é valorizada. A percepção do risco é importante no processo de comunicação do risco (Almeida, 2004).

“O risco objetivo envolve valores, como a definição do evento da catástrofe e de uma amostra de tempo escolhida para a análise” (Giddens, 1991).

Citando Coelho, et al. (2004): *“Destaca-se, assim, a importância do grau de envolvimento e da participação das comunidades locais no sucesso da aplicação das medidas de gestão e de mitigação, sendo esse especto determinante na análise de problemas e no desenvolvimento de propostas...”*

Como se percebe pelo referido anteriormente, a percepção do risco é diferente da avaliação do risco. A percepção do risco é aplicada apenas relativamente ao indivíduo, pelo motivo de que o risco tem diferentes significados para diferentes pessoas. De seguida, com base em Smith (2007) segue-se uma tabela com as principais diferenças entre avaliação e percepção do risco.

Tabela 1-Principais diferenças entre avaliação e percepção do risco segundo Smith (2007)

Tipo de Análise	Processo de Avaliação do Risco	Processo de Percepção do Risco
Identificação do Risco	Monitorização estatística do evento	Intuição individual
		Conhecimento Pessoal
Estimativa do Risco	Magnitude/Frequência	Experiência pessoal
	Custos económicos	Perdas intangíveis
Avaliação do Risco	Análise Custo/Benefício	Fatores pessoais
	Política da Comunidade	Ação individual

Segundo Smith (2007), na análise da percepção do risco, pode-se distinguir vários tipos de percepção (determinante, dissonante e probabilística):

- A percepção determinante reconhece a presença de catástrofes, mas procura eventos extremos com algum padrão, às vezes associados com intervalo irregular ou até com ciclo repetitivo.
- A percepção dissonante é uma maneira de contrariar a ameaça do perigo ou eventos ocorridos anteriormente. Por exemplo, eventos do passado têm a possibilidade de serem vistos como eventos estranhos e desta maneira, improváveis de se repetirem. Este tipo de percepção está associado geralmente a pessoas ligadas a áreas com materiais que envolvem risco para a saúde.
- O tipo de percepção mais sofisticado é a percepção probabilística pois aceita desastres que irão ocorrer e ainda consegue perceber neste tipo de eventos um padrão. Com esta aceitação está sempre associada uma transferência de responsabilidade ao lidar com o perigo de uma autoridade maior. A probabilidade é vista como ações divinas, resultantes de responsabilidades pessoais em resposta a perigos.

São vários os fatores que fazem com que se aumente a percepção do risco, havendo aqueles que também a diminuem. Como é facilmente perceptível, o modo como os riscos são percebidos e interpretados, envolvem uma grande quantidade de elementos. Normalmente é associada a esta percepção uma base de dados de conhecimento que está registada na memória. *“Os meios de comunicação de massa, entendidos como meios de socialização afetam as percepções e as interpretações que os indivíduos têm da realidade que os rodeia e reintegram-se na sociedade através da cultura coletiva, realizando deste modo uma importante função de coesão social.”* (Figueiredo, et al., 1994).

2.3. Modelo Conceptual do Risco

Segundo um modelo apresentado por Rebelo (1999), dando continuação dos trabalhos de Faugeres (1990), este faz alusão à sequência risco-perigo-crise, onde o risco é correspondido à probabilidade de um acontecimento de um evento perigoso com prejuízo considerável para o ser humano, para a sociedade e para o ambiente, o perigo à sua declaração e a crise à sua manifestação, principalmente quando, nas suas consequências estas estão fora do controle humano. Deste modo, a consciência do risco, a percepção do perigo e gestão da crise são as várias etapas do complexo processo de entendimento do risco, que preocupa os agentes de proteção civil ou os decisores políticos.

Os elementos vulneráveis são, representados pela população, equipamentos, propriedades e as atividades envolvidas na economia num território. Para Panizza (1990) o risco é entendido como a probabilidade de ocorrência de um acontecimento causador de impactos significativos à Humanidade e/ou ambiente, em determinado período e em determinadas circunstâncias.

Segundo Panizza (1990), a ilustração 2 que se segue sistematiza o modelo conceptual do risco, onde como já referido anteriormente, a perigosidade, que é no fundo, a probabilidade de ocorrência (avaliada qualitativa ou quantitativamente) de um fenómeno com determinada magnitude, num específico período de tempo em dada área.

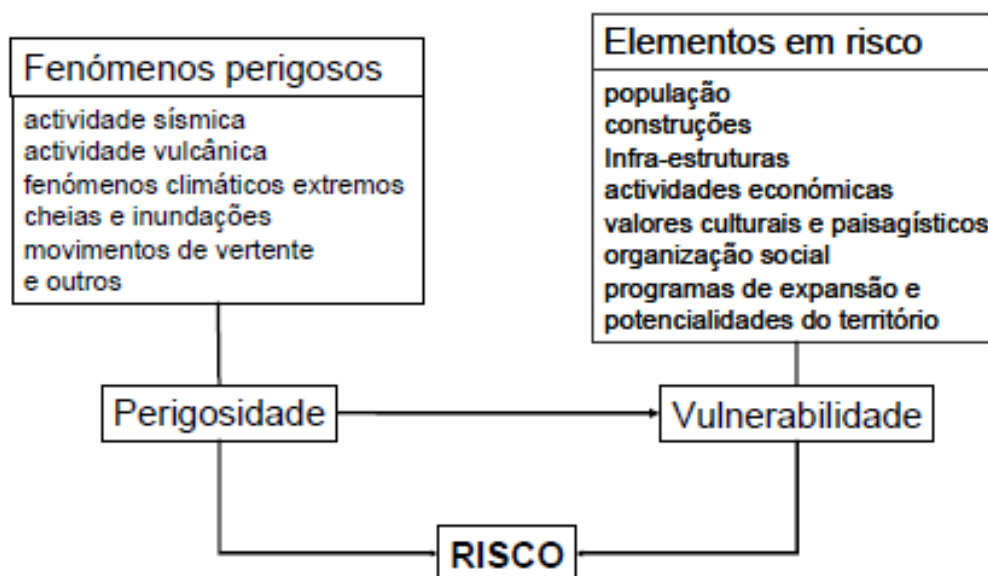


Ilustração 2- Modelo conceptual do Risco segundo Panizza (1990)

Relativamente ao modelo conceptual de Faugeres (1990), este é relacionado com o entendimento de risco na relação entre a perigosidade, que é a probabilidade temporal e

espacial de um fenómeno potencialmente perigoso, e a vulnerabilidade que, corresponde à gravidade das consequências com que atingem a sociedade.

Segundo Rebelo (2001), o conceito de risco é indissociável do de vulnerabilidade, isto é, direta ou indiretamente, de forma imediata ou posteriormente, o ser humano acaba sempre por ser afetado pelas manifestações dos processos naturais.

Pelo facto de os conceitos de susceptibilidade e perigosidade muitas das vezes poderem ser tomados pelo conceito de risco, segue-se de seguida o esclarecimento conceitual, apresentando-se a definição para cada um desses conceitos, segundo Julião, et al. (2009):

Susceptibilidade - corresponde à suscetibilidade ou exposição a fenómenos que possam trazer consequências, ou que sejam perigosos.

Perigosidade - corresponde à probabilidade de ocorrência de um processo ou ação com potencial para provocar danos com severidade, numa determinada área e num determinado período de tempo.

Risco - Probabilidade de ocorrência de um processo perigoso e respectiva estimativa das suas consequências sobre a população e seus bens, e no ambiente.

2.4. Riscos Naturais no Mundo

Os desastres naturais já estão presentes na realidade global e da sociedade desde sempre. Com o avançar da tecnologia e respectiva modernidade procura-se compreender de uma forma mais profunda e exacta as consequências, e apurar as causas destes eventos de destruição associados a eventos extremos da natureza. Como é conhecido estes acontecimentos estão um pouco por todo o mundo, com diferentes amplitudes, consequências, e incidências.

Em conformidade com os dados emitidos pela EM-DAT (Emergency Disasters Data Base), criada pelo Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (Universidade Católica de Lovaina) (2008), existem claras diferenças na distribuição de pessoas mortas e feridas, como consequência destes desastres naturais, no período de 1974 a 2003 como é demonstrado pela ilustração 3 que se segue.

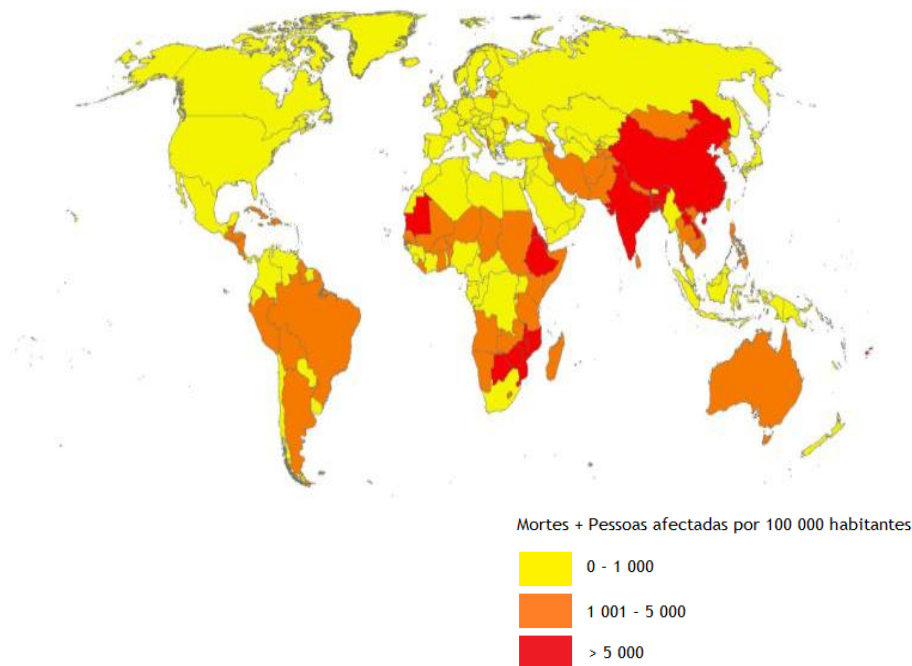


Ilustração 3- Mortes e pessoas afectadas pelos desastres naturais. Período entre 1974 e 2003. Fonte: EM-DAT, 2008

De acordo com ISDR (2004) os desastres são caracterizados como um resultado do processo de acumulação de risco. Este resultado é proveniente da combinação de ameaças, condições de vulnerabilidade e medidas que não são suficientes para diminuir as potenciais consequências negativas do risco.

De acordo com CRED (2007), as catástrofes podem ser distinguidas entre naturais e tecnológicas. As catástrofes naturais podem ser divididas em dois tipos:

- Catástrofes hidro-meteorológicas incluem por exemplo, avalanches, secas, temperaturas extremas, incêndios florestais, tempestades e infestação de insectos.
- Catástrofes geológicas, neste caso, terremotos, tsunamis e erupções vulcânicas.

Capítulo 3

Riscos Naturais em Portugal

3.1. Perigosidade em Portugal Continental

Devido a um conjunto de factores tais como, as características naturais, sua posição geográfica, as condições climáticas mediterrânicas, as condições geomorfológicas e de cobertura vegetal, fazem do nosso País, Portugal, uma área onde estão presentes uma série de riscos naturais.

Portugal é um País que se encontra na costa ocidental da Europa ,sendo o país mais a ocidente do continente. A Norte e a Este encontra-se Espanha e a Sul e Oeste é banhado pelo Oceano Atlântico.

Trata-se de um país Mediterrânico, onde o clima é caracterizado principalmente por Verões quentes e secos e Invernos relativamente frios.

As cheias mais perigosas são as rápidas, sobretudo quando se verificam em áreas urbanizadas.

Tem-se verificado um aumento da densidade populacional no litoral em Portugal conforme se pode observar na ilustração 4.

Pode-se verificar através da mesma ilustração que desde 1864 a população residente no litoral correspondia a cerca de 29%, em 1960 a 41% e por fim, em 1991 aumentou para os 48%, comprovando assim o seu aumento.

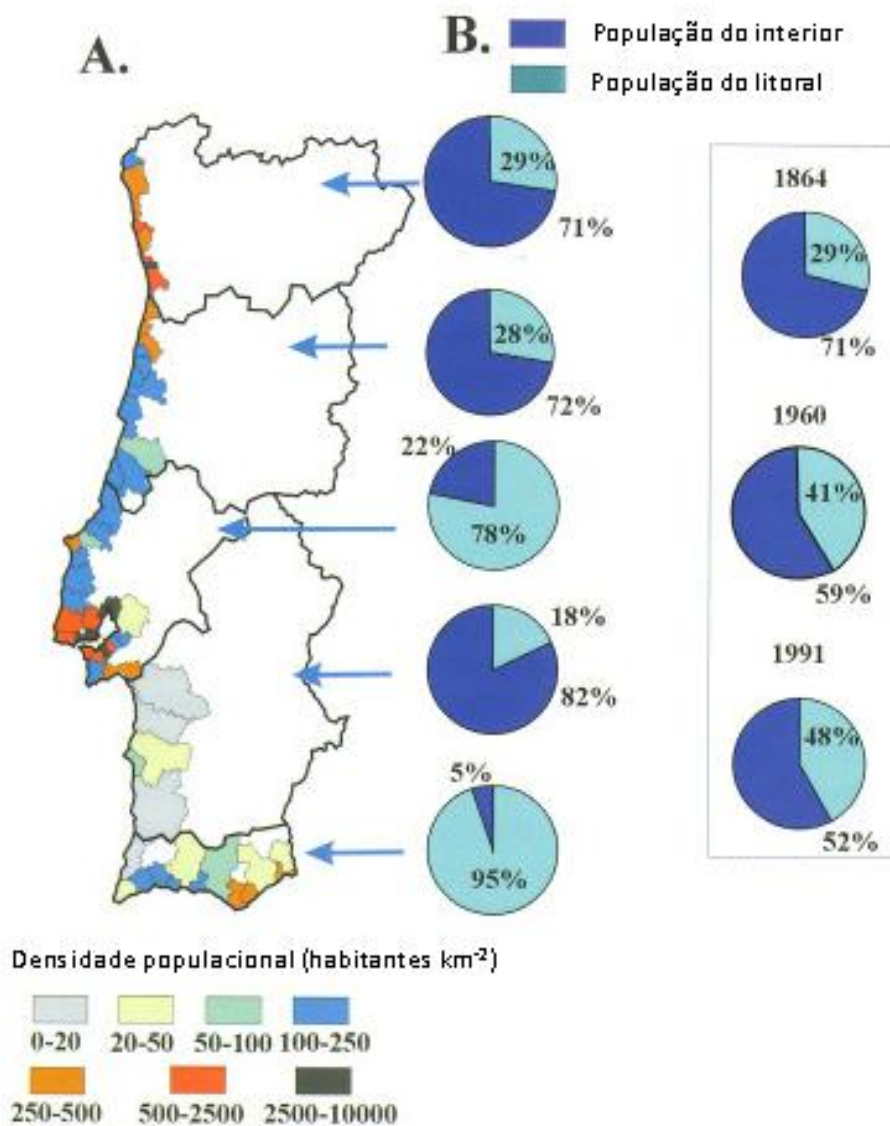


Ilustração 4- Densidade populacional de Portugal, no interior e litoral, e sua evolução desde 1864.

Fonte: Santos (2002)

A erosão costeira cria diversos impactos na costa portuguesa, e em 2001, 28% da costa foi afectada pela erosão costeira.

A ilustração 5 apresenta os tipos de riscos naturais, ambientais e tecnológicos mais comuns e incidentes em Portugal Continental. De salientar a atividade sísmica e maremotos, com maior perigo para a zona de Lisboa, litoral do Alentejo e Algarve.

É apresentado também o perigo relativo a acidentes industriais, transporte de substâncias perigosas e movimentos de vertente onde o local com maior perigosidade em movimentos de massa situa-se na Serra da Estrela.

A Erosão costeira apresenta-se com maior perigo em Portugal, na faixa litoral de Aveiro e Algarve.

Por fim, o risco de incêndios é elevado no interior de Portugal, nomeadamente na zona centro e na zona norte.

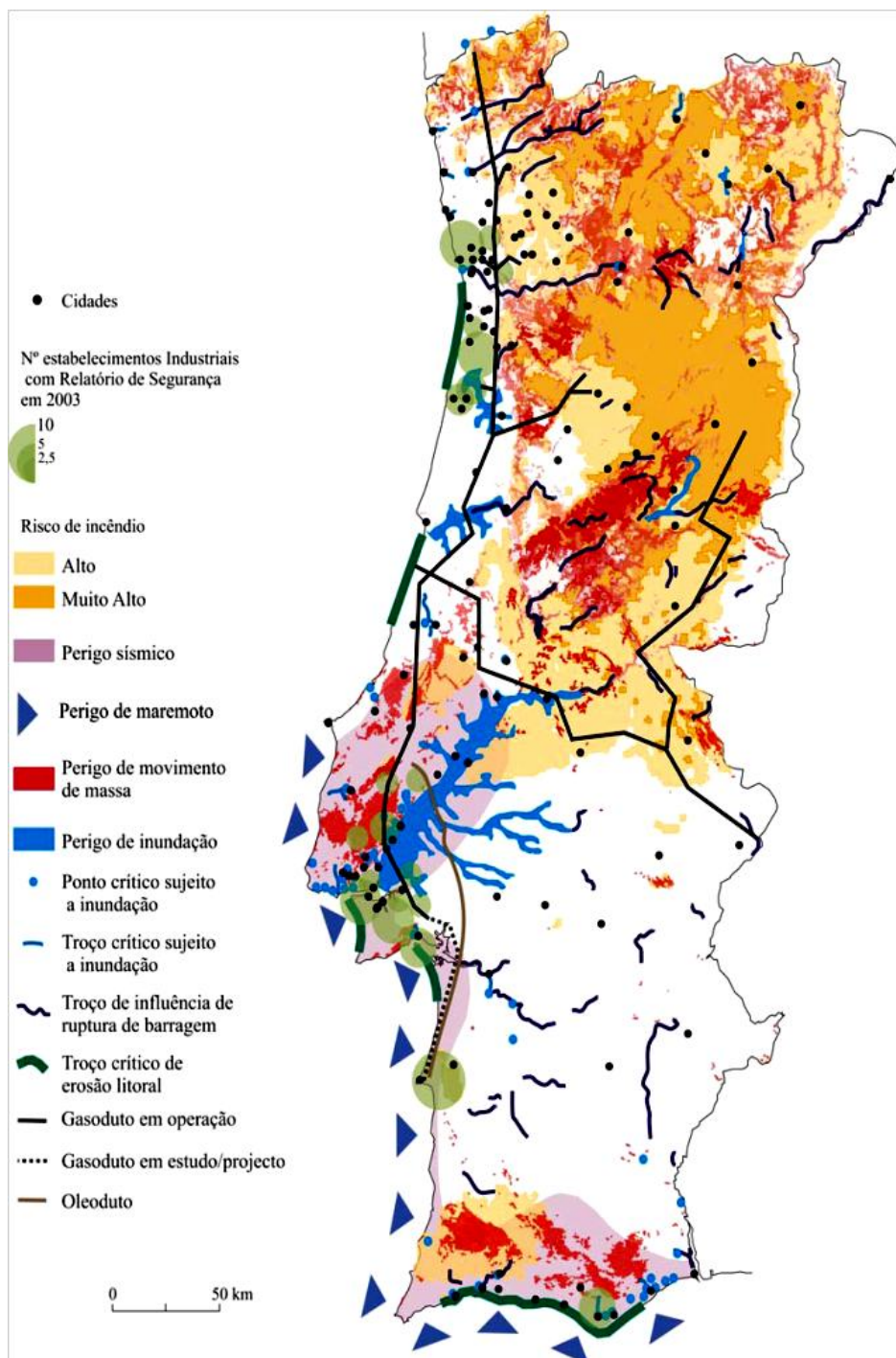


Ilustração 5- Riscos em Portugal Continental. Fonte: PNPOT

Através da informação da base de dados EM-DAT (Emergency Events Database), criada pelo Centre for Research on the Epidemiology of Disasters pode-se constatar 49 catástrofes (naturais, tecnológicas) em Portugal para o período compreendido entre 1900 e 2004 onde estão incluídas situações de cheias, tempestades de vento, fogos florestais, sismos, secas, temperaturas extremas e movimentos de vertente.

Pode-se concluir que nas últimas cinco décadas, houve um significativo aumento de ocorrências catastróficas em Portugal (Ilustração 6).

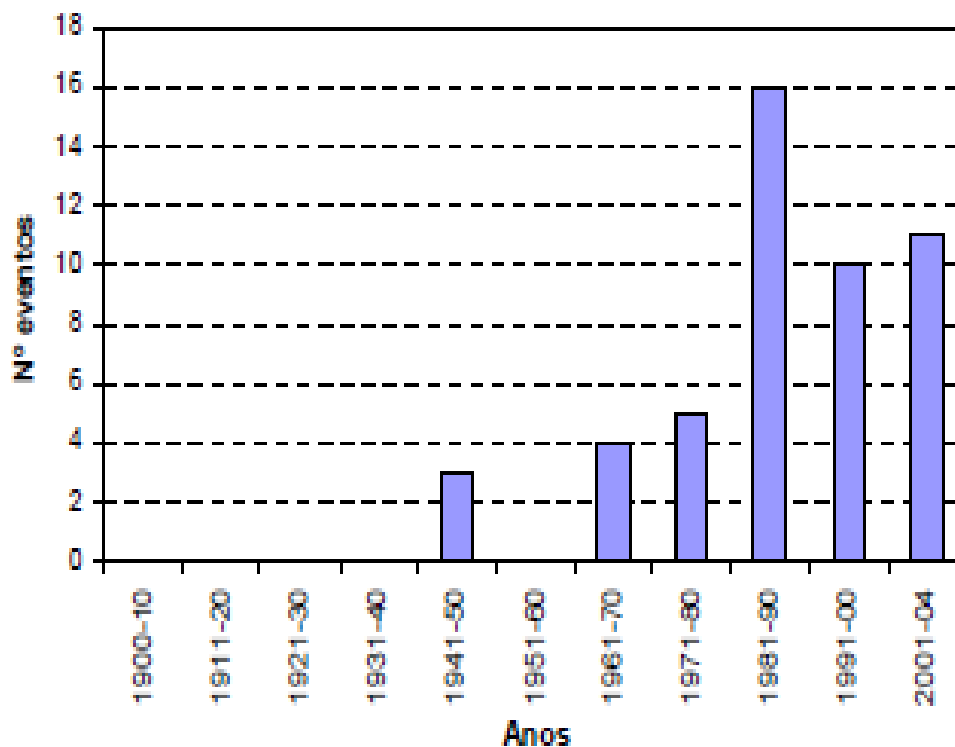


Ilustração 6- Evolução do número de catástrofes naturais que se verificaram em Portugal. Fonte: (CRED, 2007)

Na tabela 2 apresenta-se os diferentes tipos de riscos com maior incidência verificada em Portugal Continental.

Tabela 2- Apresentação dos diferentes tipos de risco com maior incidência em Portugal Continental (Gaspar, 2004)

Riscos Naturais	<u>Geológico e geomorfológico</u>
	<ul style="list-style-type: none"> • Sismos • Maremotos (Tsunamis) • Movimentos de vertente • Erosão marinha
	<u>Climático e hidrológico</u>
	<ul style="list-style-type: none"> • Secas • Situações meteorológicas adversas (vento muito forte, granizo e nevões, trovoadas, vagas de frio, ondas de calor) • Cheias e inundações
Riscos tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Acidentes industriais • Acidentes no transporte de substâncias perigosas • Incêndios em zonas urbanas
Riscos ambientais	<ul style="list-style-type: none"> • Poluição ambiental (atmosférica, hídrica e dos solos) • Desflorestação • Desertificação • Incêndios florestais • Erosão hídrica dos solos

3.1.1. Sismos e Maremotos

A ação sísmica pode ser definida como o resultado de um conjunto de vibrações do solo, que posteriormente serão propagadas para as estruturas, durante a sua ocorrência.

Os seus valores característicos de ação são quantificados relativamente à sismicidade da zona onde está localizada a construção, assim como da natureza do solo onde a estrutura foi implementada.

Uma vibração ou tremor da litosfera verifica-se, quando as rochas pertencentes a esta são sujeitas a forças, que fazem com que a deformação seja continuada e se propaguem ao longo de uma falha.

Estas vibrações podem ter três origens, sendo ela tectónica, vulcânica e antrópica. A origem tectónica, é caracterizada por sismos diretamente relacionados com movimentos de roturas em falhas ativas. A origem vulcânica está diretamente relacionada com processos vulcânicos ativos. Por último a origem antrópica, formada devido à passagem de ondas elásticas, geradas em certas zonas da litosfera provocando um tremor.

Portugal Continental tem um histórico de atividade sísmica relativamente significativo, na medida em que regista um número pequeno de eventos, mas de energia elevada. A maior incidência destes acontecimentos acontece na Região de Lisboa, Vale do Tejo e Algarve. O acontecimento destes eventos faz com que as consequências sejam bem significativas, na medida em que existe a destruição total ou parcial de povoações e edifícios, havendo também em casos extremos, um número de mortes considerável. De salientar os casos de 1344, 1531 e o maior de todos, dia 1 de novembro de 1755, que resultou numa grande destruição da cidade de Lisboa atingindo também parte do litoral Algarvio. Posteriormente a este sismo, houve a ocorrência de um maremoto, assim como de vários incêndios o que contribuiu para o aumento do número de vítimas.

As zonas sísmicas relevantes para Portugal Continental de acordo com DGA (1998), onde ocorre com maior incidência este tipo de fenómenos são: zona (a) Banco de Gorringe, situado a sudoeste de Portugal, formado pela reunião de forma oblíqua da microplaca da Península Ibérica e a placa africana, o que faz com que se verifique o levantamento da litosfera oceânica e posteriormente a formação deste Banco. A sul de Portugal localizam-se as falhas de Portimão e Loulé, denominada como a Zona de fractura Açores-Gibraltar (b). A fatídica falha Marquês de Pombal - zona (c), na margem entre Setúbal e o Cabo de São Vicente, onde se localizam as estruturas tectónicas ativas de direção geral Norte-Sul. Finalmente, a falha ou conjunto de falhas pertencentes ao vale inferior do Tejo - zona (d) (ver Tabela 3).

Tabela 3- Principais macrossismos registados em Portugal Continental segundo Oliveira (1986)

Ano	Mês	Dia	Magnitude	Intensidade	Intensidade Epicentral	Zona Sísmica
1356	08	24	7.5	-	8.5	a
1512	01	28	6.3	-	-	d
1531	01	26	7.0	-	-	d
1719	03	06	7.0	7.0	-	b
1722	12	27	7.0	8.0	-	b
1755	11	01	8.5	9.0	-	c
1761	03	31	7.5	7.0	-	c
1856	01	12	-	-	7.5	b
1858	11	11	7.2	8.0	-	c
1909	04	23	6.7	-	8.5	d
1964	03	15	6.2	7.0	-	b
1969	02	28	7.5	8.0	-	a

O ambiente dominante intraplaca, faz com que maioritariamente os sismos localizados no território emerso, possuam como máximo de magnitude 6,5 (na escala de Richter) com um longo período de recorrência (Cabral, 2003). Contudo, por Portugal estar próximo da fronteira de placas Açores-Gibraltar e a inversão tectónica na margem do continente, justifica-se a presença destes eventos sísmicos de magnitude alta, com o epicentro a localizar-se no Oceano Atlântico, tal como sucedeu em 1755. Assim sendo, o potencial de gerar sismos máximos da região, encontra-se nas estruturas ativas submarinas que marginam o território de Portugal Continental a Sudoeste e a Sul (Grácia, et al., 2003). Os maremotos, mais conhecidos como tsunamis, diretamente relacionados com sismos onde o epicentro se localiza no mar, podem ter consequências arrasadoras nas áreas costeiras. No terramoto de 1755, registou-se de seguida um maremoto, onde as vagas de altura foram superiores a 10m no Cabo de São Vicente e de 5m em Lisboa. Em Portugal Continental as áreas sismogénicas mais susceptíveis a este tipo de fenómenos são as referidas anteriormente como a), b), e c). Assim sendo, conclui-se que o litoral ocidental a Sul de Peniche é a área mais vulnerável, frágil e provável para a ocorrência deste tipo de eventos (Baptista, et al., 2003).

3.1.2. Incêndios Florestais

O risco de incêndio florestal (FAO, 1986) está presente e já generalizado em todo o País, com especial incidência na Região Centro do País, que ano após ano revela ser a mais afectada. As causas para esta especial incidência na Região Centro, devem-se sobretudo ao tipo de cobertura vegetal, às condições climáticas e também a elevada dependência da atividade económica relativamente à floresta.

De acordo com as estatísticas, a ocorrência de incêndios florestais de Portugal nas últimas décadas, em particular nos últimos cinco anos, comprovam a extrema importância deste risco no âmbito nacional e no da Região Centro em particular (Pereira, et al., 2003).

É uma realidade e um risco que todos os anos, sem exceção, afecta todo o território nacional. A tabela 4 e ilustração 7 que se seguem representam as diferentes classes de susceptibilidade de incêndios florestais na zona Centro de Portugal.

Tabela 4- Riscos Naturais e Tecnológicos segundo PROT (2007)

Classes de susceptibilidade	Expressão territorial	
	Km ²	%
Muito elevada	9431	39,8
Elevada	6973	29,5
Moderada	3754	15,9
Baixa	3431	14,5
Muito baixa	86	0,4

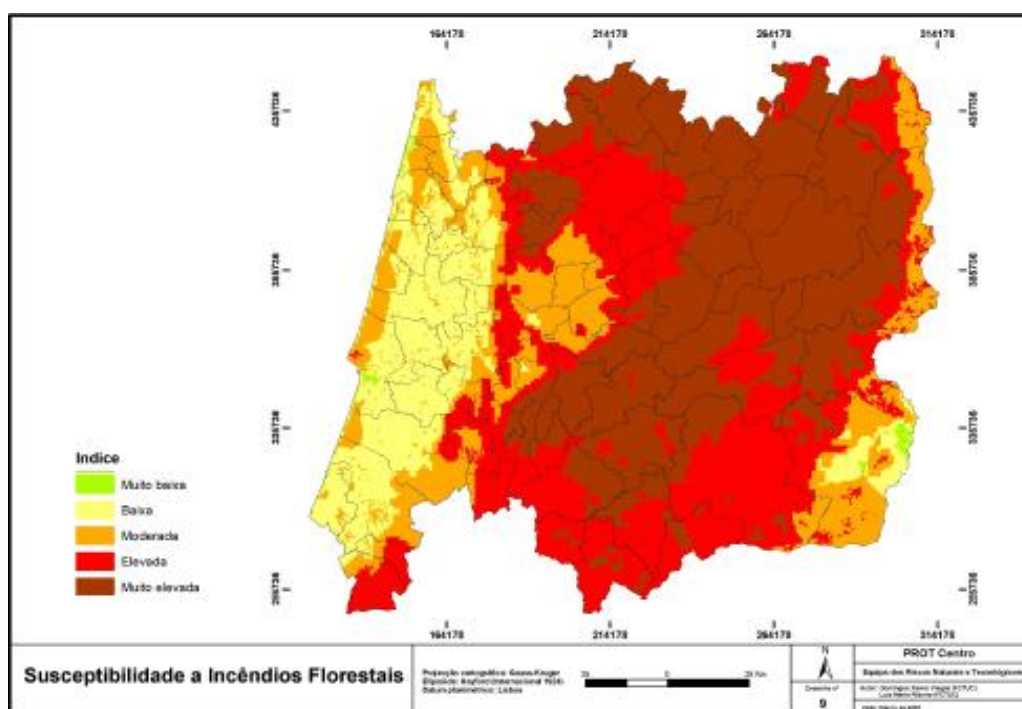


Ilustração 7- Susceptibilidade a Incêndios Florestais na região Centro. Fonte: (PROT, 2007)

De acordo com a ilustração anteriormente apresentada pode-se concluir que mediante condições climáticas extremas, toda a região, incluindo o litoral apresenta susceptibilidade elevada a muito elevada para incêndios florestais.

As mudanças climáticas fazem com que a probabilidade de ocorrência destas condições extremas aumente, o que por sua vez, faz com que a frequência de dias de perigo extremo e a duração dos períodos com maior perigosidade aumentem também (PROT, 2007). Apesar de maior incidência em períodos quentes, nomeadamente no Verão, os incêndios florestais têm direta influência na vegetação, na paisagem, na atividade socioeconómica e na segurança de pessoas e bens, provocando também consequências no ordenamento e planeamento do território (PROT, 2007).

3.1.3. Cheias e Inundações

As cheias podem definir-se como sendo um fenómeno natural extremo, e de carácter temporário. A sua causa deriva das precipitações fortes e contínuas, ou por precipitações de elevadíssima intensidade e de curta duração. Como consequência do excesso de precipitação acontece que, normalmente, o caudal dos cursos de água aumente e com isto, a inundação das margens e áreas ao redor.

Pode haver também outras causas por acidentes, como por exemplo a rotura de uma barragem, associados ou não a fenómenos de condições meteorológicas adversas. Deste modo, as cheias que forem induzidas deste modo, são normalmente, de propagação bastante rápida. Em Portugal Continental particularmente, existe este risco nas zonas dos principais rios de Portugal, sendo elas, a do Rio Tejo, Douro, Mondego, Sado e Guadiana. Durante os períodos mais chuvosos, as cheias no caso do Rio Tejo e Douro são progressivas devendo-se ao facto também de estes períodos serem de várias semanas.

As albufeiras, vão sendo contínua e progressivamente abastecidas no decorrer destes períodos chuvosos, o que contribui para a regularização dos cursos de água. Contudo, quando a sua capacidade de armazenamento máxima é atingida, este efeito é reduzido, o que pode originar um aumento dos picos de cheia pelas descargas às quais as barragens são sujeitas (Ramos, et al., 2002). Graças ao levantamento das vulnerabilidades às cheias pelo Plano Nacional da Água (INAG, 2001) foi possível identificar os principais pontos críticos nas bacias hidrográficas em Portugal Continental.

A ilustração 8 apresenta as suscetibilidades a inundações na região Centro, onde se pode verificar que na zona litoral existe maior susceptibilidade para ocorrer inundações.

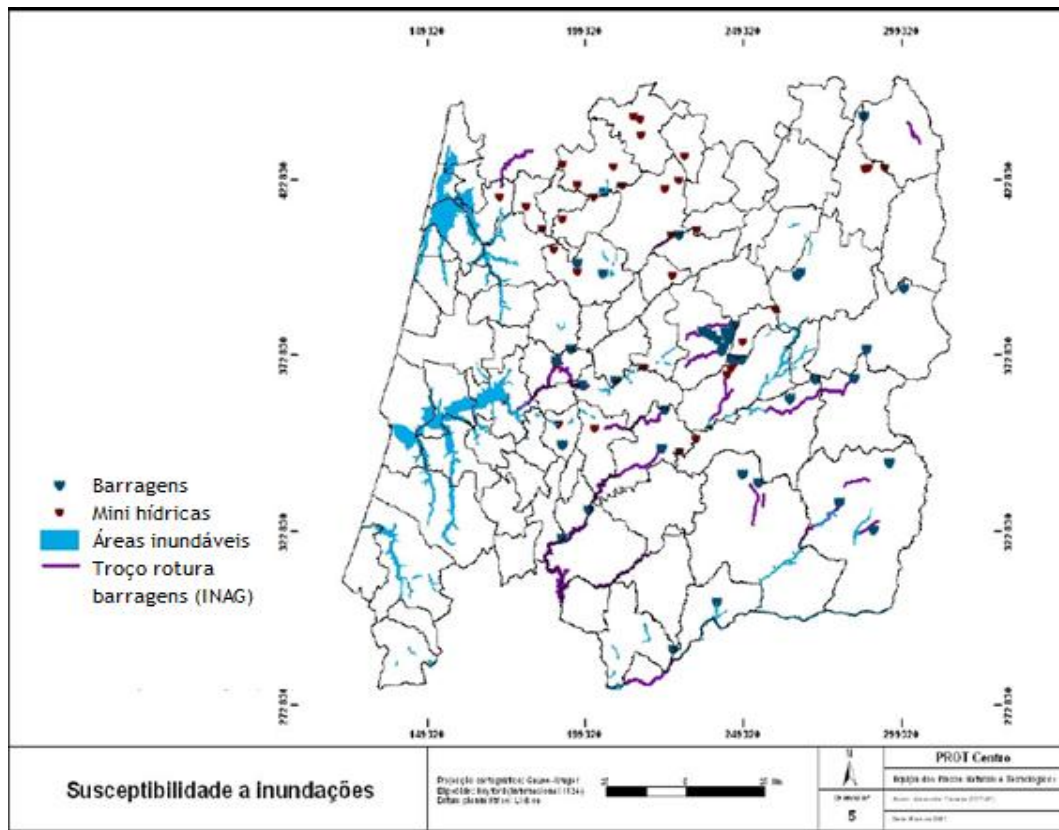


Ilustração 8- Susceptibilidades a inundações na Região Centro. Fonte : (PROT, 2007)

3.1.4. Acidentes Industriais

Classifica-se um acidente de grave, todo o acontecimento que envolva, emissão não prevista de substâncias perigosas, incêndio ou explosão de graves proporções, de acordo com o Decreto-Lei 164/2001. Este tipo de acidentes resulta do desenvolvimento incontrolado do funcionamento de um estabelecimento que possa desencadear um perigo grave, independentemente deste ser imediato ou não.

O Plano Nacional de Emergência (SNPC, 1994) identificou os estabelecimentos de parques industriais Portugueses com maior potencialidade e probabilidade para provocar graves acidentes industriais. Assim sendo, indústrias que produzem gás de cidade, pasta de papel, vidro, colas, azoto, petróleo e seus derivados, adubos, pesticidas, etc. são as mais perigosas e as que exigem mais controlo e atenção.

Apresenta-se na ilustração 9 a susceptibilidade na zona Centro relativamente à atividade industrial e comercial, onde se pode concluir que na zona litoral de Aveiro a susceptibilidade é muito elevada.

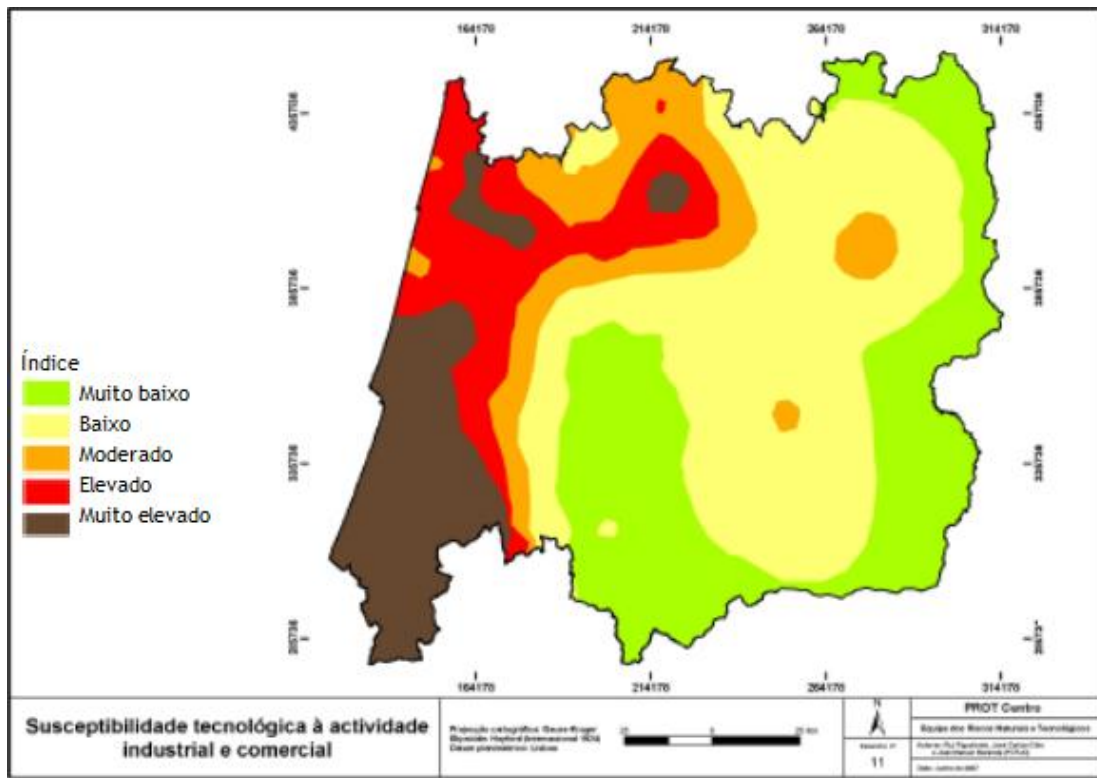


Ilustração 9- Susceptibilidade tecnológica à actividade industrial e comercial na região Centro. Fonte: (PROT, 2007)

3.2. Riscos Geomorfológicos

3.2.1. Movimentos de Vertente

Os movimentos de vertente, constituem uma grande variedade de processos. Estes podem ser, desabamentos, deslizamentos, ravinamento e fluxos de detritos. Este estudo de movimentos de massa incide principalmente nas variáveis geológicas, climáticas, antrópicas, pedológicas, geotécnicas, e geomorfológicas. O factor comum a estas variáveis todas é a precipitação e suas respectivas consequências nos processos morfogénicos.

Os diferentes tipos de movimentos de vertente, os respectivos factores que os condicionam e os seus riscos implicados são diferentes nas três unidades morfoestruturais de Portugal Continental: Orlas Mesocenoicas Ocidental e Meridional, Bacia Cenozoica do Tejo e Sado e por fim Maciço Antigo.

Na unidade morfoestrutural de Orlas Mesocenoicas Ocidental e Meridional, graças à litologia, estrutura geológica e condições hidrogeológicas os movimentos de massa são relativamente controlados. Apesar dos calcários do Jurássico inferior e médio serem razoavelmente estáveis, pode acontecer o desabamento nos escarpados e na zona onde as vertentes são de declive forte, entenda-se superior a 25°. Nas Orlas Mesocenoicas merecem destaque três unidades

litológicas onde existe maior probabilidade de ocorrerem movimentos de massa, onde se inclui também deslizamentos rotacionais, translacionais, escoadas e movimentos complexos (Rodrigues, et al., 1989); (Zêzere, 1997). Estas zonas são:

- Na zona de Pombal, Condeixa, Soure e Aveiro, sequências de margas, argilas, areias e arenitos pertencentes ao Cretácico superior.
- Na região envolvente de Lisboa, Cascais, Ericeira e também de Nazaré, Leiria e Vila Nova de Ourém as sequências de calcários e margas do Cretácico médio.
- Por fim na região da Estremadura meridional, mais especificamente a norte de Lisboa e a sul da Serra de Montejunto as sequências margo-calcárias relativas ao Jurássico superior.

Na Bacia Cenozóica do Tejo e Sado os movimentos de massa englobam, os deslizamentos translacionais superficiais, desabamentos, e também os deslizamentos de lamas. Por estar condicionada pelo declive e litologia presente, a sua distribuição está limitada às argilas miocénicas relativas à zona de Lisboa, e às formações continentais que emergem na zona de Santarém (Rodrigues, et al., 1989).

Relativamente ao Maciço Antigo é predominantemente constituído por metassedimentos, que se encontram maioritariamente no Sul do País mas também com ligeira representação no Norte, e por granitos que maioritariamente estão presentes no Norte do território de Portugal continental. Na cordilheira Central e no Norte do País as vertentes montanhosas são relativamente afectadas por movimentos de massa, afectando assim os depósitos de vertente, e a camada da superfície do substrato rochoso. Na Bacia Cenozóica do Tejo e Sado os movimentos de massa englobam, os deslizamentos translacionais superficiais, desabamentos, e também os deslizamentos de lamas. Por estar condicionada pelo declive e litologia presente, a sua distribuição está limitada às argilas miocénicas relativas à zona de Lisboa, e às formações continentais que emergem na zona de Santarém (Rodrigues, et al., 1989).

Segundo Tricart (1972), as regiões fortemente dissecadas e com elevados declives apresentam assim maior número de pontos onde é mais favorável o acontecimento de riscos de deslizamentos e desabamentos. No fundo, são fenómenos naturais incontroláveis e bastante imprevisíveis, por haver registo de desabamentos sob as mais diversas condições meteorológicas.

De seguida é apresentada a susceptibilidade a movimentos de massa em vertentes (Ilustração 10). Destaque para a zona da Serra da Estrela com susceptibilidade elevada e muito elevada para a ocorrência deste tipo de fenómeno.

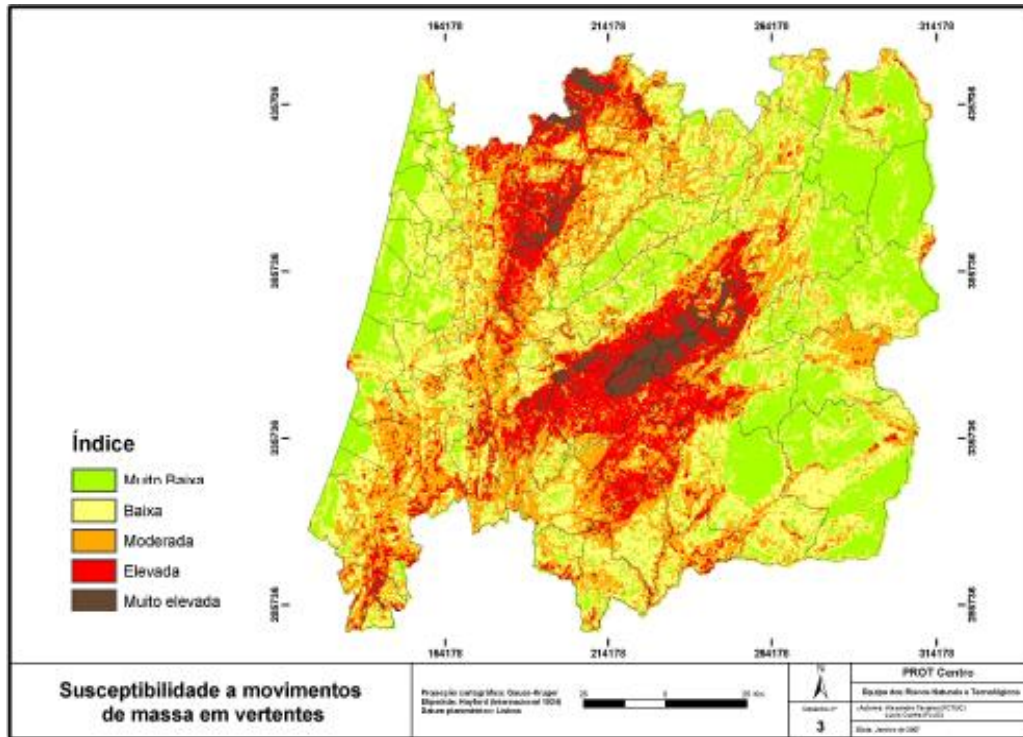


Ilustração 10- Susceptibilidade a movimentos de massa em vertentes na região Centro. Fonte: (PROT, 2007)

3.2.2. Desabamentos

A ocorrência deste fenómeno natural, tem em grande parte como sua causa, as fracturas repentinas que deixam em desequilíbrio estruturas rochosas que eram dadas como coesas. O facto de haver um forte declive (como é o caso da ilustração 11) é uma condição importante para o desencadear desta situação. A perda da base de apoio, a água infiltrada nas fissuras, as raízes das árvores, e a abertura de cavidades que fazem com que se perda a coesão e em certa parte a estabilidade dos materiais rochosos.



Ilustração 11- Desabamento de terras em Coimbra que arrastou veículos. Fonte : Diário de Notícias (03/01/2014)

Na ilustração 12 o desabamento ocorreu em Penacova (também numa zona de forte declive), onde algumas destas pedras de grandes dimensões derrubaram mesmo o muro de suporte e só pararam no rio Mondego.



Ilustração 12- Desabamento em Penacova. Fonte: Jornal Online Penacova (16/01/2014)

Derrocadas na orla marítima ou perto do mar são também acontecimentos com grande perigo envolvido, mas também por estar diretamente ligado com a erosão litoral. Na maior parte das ocorrências as quedas são constituídas por blocos de dimensões consideráveis e provenientes de escoadas. A disjunção em colunas também tem registo em Portugal. As formações prismáticas de Basalto presentes na Portela da Teira, Rio Maior, têm a particularidade de os prismas estarem bem definidos. Esta formação de colunas prismáticas acontece devido ao arrefecimento de lava expulsa por um vulcão. (Ilustração 13)



Ilustração 13- Formação prismática de Basalto em Portela da Feira. Fonte: Rio Maior Cidadania Blogspot

3.2.3. Deslizamentos

Deslizamentos são movimentações de massa onde ocorre a movimentação de um solo ou rocha num plano de rotura. No fundo, trata-se um fenómeno geológico que abrange os seguintes tipos de movimentos do solo: quedas de rochas, fluxos superficiais de detritos e por fim, a falência de encostas em profundidade. No caso dos deslizamentos, a presença da água é sempre verificada, pois é devido ao peso desta que a movimentação se cria, que acontecerá no decorrer de uma superfície de arranque, assim que o limite de plasticidade seja ultrapassado.

“Os deslizamentos embora semelhantes aos desabamentos, por também serem movimentos bruscos e também por se poderem desencadear na sequência de roturas de equilíbrio naturais ou artificiais, exigem quase sempre a presença de água” (Rebelo, 2003).

O declive, a geologia da superfície, a ação das chuvas nas encostas, a ocorrência de sismos, vulcões ou trovoadas, o comportamento dos respectivos materiais presentes e a cobertura vegetal, assim como o uso do solo são tido todos como um conjunto de factores de condicionantes dos deslizamentos.

A existência de água nas vertentes, os trabalhos a que essa zona é sujeita, as vibrações e cargas são os principais factores desencadeantes deste tipo de fenómeno.

No Japão, país muito fatigado por este tipo de fenómenos naturais, já adoptaram a ideologia de que mais vale prevenir que remediar, impedindo a construção em zonas de risco, e impedindo também a desflorestação, motivando o reflorestamento das áreas alvo destes fenómenos.

É possível de seguida observar os deslizamentos mais graves e com maiores consequências e ocorridos recentemente em Portugal. As imagens que se seguem demonstram um deslizamento de terra em Mesão Frio, Guimarães. Este deslizamento pôs em risco de derrocada algumas vivendas neste local (Ilustrações 14, 15, 16).



Ilustração 14- Deslizamento de terra em Guimarães. Fonte: Jornal de Notícias (02/04/2013)



Ilustração 15- Deslizamento de terra em Guimarães afeta condomínio. Fonte: Jornal de Notícias (02/04/2013)



Ilustração 16- Deslizamento de terra em Mesão Frio, Guimarães. Fonte: Jornal de Notícias

A acumulação de águas na zona inferior das vivendas foi a principal causa desta derrocada de várias toneladas de terra.

3.2.4. Fluxos de Detritos

Fluxos de detritos podem ser definidos como fluxos saturados de água em mistura de vários detritos, onde a percentagem de areias e cascalhos é a mais elevada.

As dimensões destes detritos apresentam as mais variadas dimensões, podendo ir de partículas minúsculas, a blocos de dimensões consideradas, mais propriamente nas dezenas de metros.

As suas velocidades, são dependentes da quantidade de água presente, da percentagem de material sólido, e do pendor.

As distâncias que estes fluxos podem atingir são relativamente grandes, atingindo por vezes velocidades superiores a 85km/h. Há o registo de por exemplo, na erupção de um vulcão no Equador, em 1877 estes detritos terem-se deslocado aproximadamente 320km a 27km/h de velocidade média (J. Dias, 2006).

Com velocidades elevadas, estes podem mesmo subir vertentes de vales ou outras elevações que constem na sua trajetória, podendo até quando confinados em vales encaixados aumentar a sua espessura, ocupando esses vales com 100 ou mais metros de altura (J. Dias,2006).

3.3. Proteção Civil e Planeamento de Emergência

De acordo com Amaro (2008), a perceção da partilha de responsabilidade entre cidadãos, municípios, comunicação social, organizações da economia local, empresas, governo, nas principais dimensões de Proteção Civil, que são a prevenção, proteção e a preparação para a emergência devem ser questionadas.

Segundo a Resolução da Comissão Nacional de Proteção Civil nº25/2008 de 18 de julho, os planos de emergência de proteção civil consistem em, *“documentos formais nos quais as autoridades de proteção civil, nos seus diversos níveis, definem as orientações relativamente ao modo de atuação dos vários organismos, serviços e estruturas a empenhar em operações de proteção civil”* (ANPC, 2009).

De acordo com ANPC (2009), os planos de emergência variam na sua intenção e na abrangência territorial, e deste modo, constata-se a existência dos variados tipos de planos:

- Plano Especial de Emergência de Proteção Civil para (*tipo de risco*) em (*área que se refere*);
- Plano Nacional de Emergência de Proteção Civil;
- Plano (*Regional, Distrital ou Municipal*) de Emergência de Proteção Civil de (*nome da Região Autónoma, distrito ou município*).

Os planos de emergência a nível nacional são entregues à Autoridade Nacional de Proteção (ANPC, 2009), enquanto por sua vez, os regionais estão encarregues aos serviços regionais de proteção civil das regiões em questão. A elaboração dos planos de cobertura municipal são a cargo das respectivas câmaras municipais, enquanto os planos especiais estão entregues a diferentes entidades de escalões hierárquicos diferentes, variando conforme o território em causa.

Segundo Fonseca(2010), a atuação dos órgãos de Proteção Civil, faz-se a partir do ciclo da catástrofe. O processo de gestão de emergência tem em atenção o atravessamento das variadas fases fundamentais para o desenrolar deste mesmo processo, assim como a prevenção, preparação, mitigação, alerta, resposta e recuperação de uma possível ameaça ao bem-estar no território em questão. Na ilustração 17 apresenta-se o ciclo da gestão de emergência segundo este mesmo autor, Fonseca (2010).

Assim os objectivos destes planos de emergência, passa sobretudo pelo desenvolvimento de um objectivo estratégico e visão, assim como um quadro de gestão de toda a organização.



Ilustração 17- Ciclo da gestão de emergência segundo Fonseca (2010)

Capítulo 4

Erosão Costeira em Portugal

4.1. Introdução

Desde que o nível médio do mar atingiu aproximadamente a cota atual, que o litoral português tem apresentado um comportamento predominantemente regressivo. No final do século passado verificou-se uma transição para a fase climática atual, mais quente, a qual tem vindo a ser progressivamente intensificada pela amplificação do chamado "efeito de estufa". O nível médio das águas mar começou a elevar-se de forma sensível. O litoral respondeu a esta modificação invertendo o comportamento, que passou a ser fortemente transgressivo (Dias, 1993).

O conhecimento das taxas de erosão costeira é importante pois possibilita o estabelecimento de zonas de interdição e de zonas tampão, permitindo quantificar o tempo de rentabilização de investimentos, como por exemplo na área do lazer ou do turismo. Noutros casos, o conhecimento destas taxas pode levar à deslocalização de pessoas e bens, ou ainda à construção de defesas longitudinais aderentes ou destacadas, de esporões ou ao enchimento artificial de praias. Existe assim, uma necessidade de quantificar a erosão costeira e de a cartografar. Apesar de esta cartografia não excluir a necessidade pontual de estudos detalhados, constitui uma ferramenta prática e poderosa no ordenamento, na gestão e no planeamento ambiental de zonas costeiras, sem os quais dificilmente o desenvolvimento será sustentado (Borges, et al., 2009).

A zona litoral constitui um recurso com os seus próprios limites, impossível de substituir e obviamente, não é possível ser renovada à escala humana.

Por se tratar certamente das zonas com mais potencial de toda a região continental, é alvo de vários processos, onde a intervenção destes mesmos e sua atuação leva a que seja uma zona com uma dinâmica bastante intensa, o que resulta na sua constante mutabilidade. Sendo o litoral uma fonte de recursos extremamente rica, faz com que também seja alvo de uma exploração cada vez mais crescente, diretamente relacionada com a sua apetência para o turismo e como consequência desta, a forte degradação de muitas das estruturas naturais (como é o caso das dunas).

As intervenções antrópicas, nomeadamente, as barragens, dragagens, molhes de portos e explorações de inertes têm perturbado fortemente o sistema, nomeadamente através da

modificação drástica de um dos seus parâmetros mais importantes, o abastecimento sedimentar, onde se verifica a sua diminuição de forma drástica.

4.2. Vulnerabilidades associadas à Erosão Costeira

Atualmente, muitos são os casos de problemas associados à erosão costeira. A zona litoral portuguesa é, do ponto de vista da hidráulica marítima, uma das mais energéticas e dinâmicas da Europa, e como tal, na sua grande parte de extensão apresenta graves problemas de erosão (Barbosa, 2003).

Sucedem-se com alguma frequência casos de inundações, destruição de infraestruturas, rupturas do cordão dunar, e destruição de habitats com a consequente perda efetiva de território e de biodiversidade (Pinto, 2008).

A vulnerabilidade de uma unidade costeira às ações energéticas do mar (agitação, marés, correntes, cheias, ventos) representa a sensibilidade dessas ações expressas através das alterações hidromorfológicas. Uma linha de costa “natural” será mais vulnerável e recuará mais rapidamente quanto maiores forem os níveis de maré e a ação da energia da onda. Isto acontece, devido à inexistência de defesas naturais no caso de áreas baixas, e também, se houver uma diminuição da quantidade de sedimentos transportados (Papadatos, et al., 1996).

A avaliação das vulnerabilidades e dos riscos de exposição das zonas costeiras às ações do mar não é possível sem uma boa capacidade para previsão de cenários. Contudo, o grau de conhecimento e de modelação dos fenómenos costeiros é ainda bastante limitado (Coelho, 2005).

Apresentam-se de seguida ilustrações representativas da vulnerabilidade à elevação do nível médio do mar em Portugal Continental (Ilustração 18) e o respectivo recuo médio anual da linha de costa (Ilustração 19).



Ilustração 18- Vulnerabilidade à elevação do nível médio do mar segundo Dias (2003).

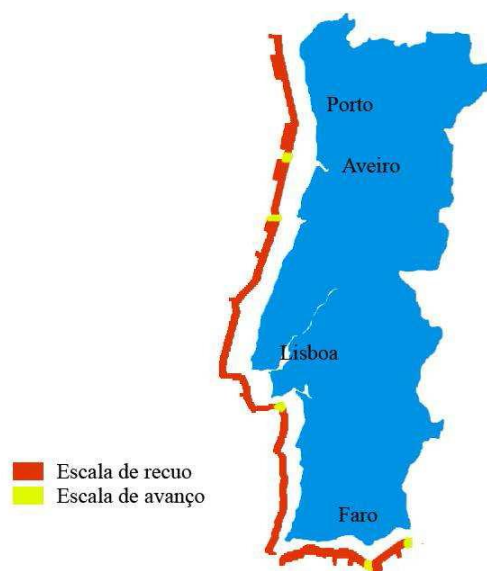


Ilustração 19- Recuo médio anual da linha de costa segundo Dias (2003).

É previsível que futuramente a intensificação de ocorrências destrua o património presente no litoral, e que haja aumento de assoreamento nos corpos estuarinos e lagunares (Dias, 1993).

Deste modo, torna-se fundamental conseguir efetuar uma análise das vulnerabilidades e das previsíveis evoluções com o tempo relativamente às ações energéticas do mar, pois revelam ser essenciais ao nível de ordenamento do território na zona costeira.

4.3. Risco associado à Erosão Costeira

Segundo Coelho (2005), a definição de risco pode ser dada como sendo o produto da probabilidade de ocorrência de um acontecimento potencial indesejado (temporal, erosão), pela consequência associada a esse mesmo acontecimento (mortes, ferimentos, perda de território, inundação, destruição do edificado, perda de atividades económicas, e destruição de um ecossistema).

Os riscos de exposição de zonas edificadas e aglomerados urbanos às ações energéticas do mar, dependem das vulnerabilidades da orla costeira onde se encontram, e das características destas zonas edificadas e aglomerados urbanos (extensão, cotas, proximidade ao plano de água, volumetria, atividades, conceção da marginal, etc.). É possível identificar orlas costeiras com um índice de vulnerabilidade elevado às ações energéticas do mar, sem estas apresentarem grandes riscos de exposição por inexistência de ocupação humana. (Coelho, 2005)

A Tabela 5 representa a Matriz de classificação de riscos associados às ações energéticas do mar segundo (Coelho, 2005).

Tabela 5- Matriz de Conjugação de vulnerabilidade e risco associados às ações energéticas do mar segundo Coelho (2005)

		Parâmetro de risco condicionante					Legenda:
		Muito baixo	Baixo	Médio	Elevado	Muito elevado	
Vulnerabilidade global	1	I	I	I	II	III	I – Risco desprezável;
	2	I	I	II	III	IV	II – Risco baixo;
	3	I	II	III	IV	V	III – Risco médio;
	4	II	III	IV	V	V	IV – Risco elevado;
	5	III	IV	V	V	V	V – Risco muito elevado.

Nesta matriz podemos constatar que a classificação do parâmetro de risco condicionante, permite determinar a análise do risco global, podendo assim ser adoptado como este, o valor dos parâmetros de risco que foram avaliados, com a ponderação admitida adequada. O parâmetro de risco a adoptar, nunca deve ser inferior ao considerado de risco humano. Ao se classificar desta maneira simplifica-se a avaliação, mas conduz-se a cuidados de interpretação dos resultados (Coelho,2005).

4.3.1. Controlo do Risco - Estratégias

Coelho (2005) indica possíveis atitudes perante os riscos, que estão diretamente relacionadas com as tomadas de decisão e de intervenção. Estas baseiam-se sobretudo em estratégias para controlar os riscos na construção de obras de engenharia costeira sendo:

Eliminação do Risco

Uma classificação deste risco como muito elevado sugere que este deve ser eliminado. O custo desta ação pode ser demasiado elevado e a sua respectiva eliminação pode introduzir outros riscos. Na prática, por incapacidade técnica ou inviabilidade económica é por vezes impossível abolir um problema. Na maioria dos casos de soluções de intervenção costeira, o que existe é uma transferência do risco para outros locais, o que deve ser respectivamente avaliado. Esta avaliação deve ser sustentada com a modelação de cenários e a projeção de desenvolvimentos futuros.

Redução do Risco

Quando estamos perante um risco elevado ou muito elevado, tem que haver a preocupação em reduzir este mesmo risco. Esta redução pode ser obtida através da diminuição das probabilidades de ocorrência ou limitar as suas consequências. A atitude a ser tomada obriga a uma projeção do futuro para que se consiga prevenir as consequências das intervenções.

Transferência do Risco

A transferência do risco pode ser decidida na situação de riscos elevados ou muito elevados. A escolha desta opção não elimina os possíveis problemas, pois é necessário lidar com o risco noutra local e é provável que não sejam eliminados todos os riscos do local inicial, pois no futuro esse risco pode voltar a aparecer. Deve ser avaliada também a projeção dos comportamentos costeiros na vizinhança das intervenções.

Partilha do Risco

Quando o risco é médio ou baixo, pode-se optar pela sua divisão por mais do que uma entidade.

Aceitação do Risco

A aceitação do risco pode ser feita de duas formas, passiva ou ativa. A primeira verifica-se quando não existe a noção da exposição ao risco, e deste modo, não são tomadas medidas de controlo. A aceitação do risco de forma ativa significa que foram assumidas todas as consequências que possam advir da ocorrência.

4.4. Definição de linha de costa

Não existe um consenso quanto a uma definição concreta de linha de costa. Esta definição pode ser relativamente a áreas de bacias hidrográficas que drenam diretamente para o mar, ou à parte aquática contígua à plataforma continental. Contudo, é mais corrente considerar-se as zonas costeiras como faixas, relativamente estreitas, que englobam porções marinhas e terrestres ao longo da linha costeira.

De acordo com MAOTDR (2006), zona costeira, trata-se de “uma porção de território influenciada direta ou indiretamente em termos biofísicos pelo mar (ondas, marés, ventos, ou salinidade). e que pode ter para o lado de terra largura na ordem quilométrica, estendendo-se, para o lado do mar, até ao limite da plataforma continental”.

No âmbito dos estudos do Quadro de Referência Ambiental do PROT (2007), discutem-se cinco panoramas de delimitação da zona costeira em estudos de carácter regional. O primeiro destes cinco baseia-se no referido relatório “The Changing faces of Europe’s Coastal Areas” (EEA, 2006), onde se considera o limite terrestre da cartografia do Corine Land Cover 2000 como linha de costa. A zona costeira é delimitada por uma faixa a dez quilómetros da linha de costa para o lado terrestre e dez quilómetros para o lado marinho. Na segunda situação, assume-se a homogeneidade espacial do território progredindo em terrenos da orla com cotas raramente superiores a 100m. A terceira situação, foca-se nas dinâmicas territoriais de ordenamento e gestão municipal, tendo como seu princípio o desenvolvimento da zona costeira diretamente influenciado pelas políticas de ordenamento à escala municipal. Como quarta é apresentada uma delimitação da zona costeira com base na presença de ecossistemas característicos das áreas que estejam envolvidas, tais como, dunas e areias eólicas, estuários e zonas húmidas. Por último, de acordo com POOC (1998), a zona costeira surge definida por uma faixa ao longo do litoral, designada por “zona terrestre de proteção”, cuja fronteira é imposta por uma linha que está a 500m do limite da margem das águas do mar, e pela batimétrica dos 30m, pelo lado terrestre e marítimo respectivamente (Pinto, 2008).

4.5. Definição de Erosão Costeira

A dimensão do problema

Todos os estados costeiros Europeus encontram-se relativamente afectados pela erosão costeira. Aproximadamente 20000km, que correspondem a 20%, enfrentavam em 2004 impactes significativos como demonstra a ilustração 20. A maioria das áreas afectadas (15100km) estava a recuar a sua linha de costa ativamente apesar das obras de defesa (2900km) realizadas. No período 1999-2002, entre 250 e 300 casas tiveram que ser abandonadas na Europa devido ao risco iminente de erosão e cerca de 3000 outras sofreram uma desvalorização de pelo menos

10%. Perdas estas, pouco significativas quando comparadas com os riscos de inundação associados ao colapso de dunas e obras longitudinais aderentes. O valor económico investido nas zonas costeiras foi estimado em 2000 ser compreendido entre 500 a 1000 biliões de euros. Nos últimos 50 anos, as populações que habitam em zonas costeiras duplicaram, atingindo em 2001 aproximadamente 70 milhões de habitantes (EUROSION, 2006).



Ilustração 20- Exemplo da evolução de erosão costeira ao longo do tempo. Fonte: EUROSION (2006)

Definição de Erosão Costeira

A erosão costeira baseia-se no acontecimento onde o mar avança sobre terra, e é medido pela taxa de recuo médio num grande período de tempo, de forma a evitar a influência das condições meteorológicas e de movimentos no local de transporte sedimentar. O fenómeno da erosão costeira afecta profundamente a costa portuguesa. O sistema praia-oceano não se encontra em situação de equilíbrio morfodinâmico, na medida em que as praias não são sistemas fechados, sendo a areia constantemente transportada naquele sistema (Mendes, et al., 2008).

Como consequência da erosão costeira existem vários impactes, tais como, a perda de terrenos com valor económico, social ou ecológico, a destruição de defesas costeiras naturais (entenda-se os sistemas dunares) como consequência de eventos singulares de tempestade; este facto resulta no aumento da vulnerabilidade a inundações de zonas interiores muitas vezes localizadas a cotas inferiores e também as infra-escavações das obras de defesa costeira que potencialmente aumentam o risco associado à erosão e inundação (EUROSION, 2006).

4.5.1. Principais zonas afectadas

No trecho de São Jacinto e Barra constata-se que existem zonas de acumulação aluvionar e por consequência bastante estabilizadas, sendo baixo o seu risco.

Entre Barra e Costa Nova estamos perante um processo erosivo que teve início com as obras dos molhes para a fixação da barra de Aveiro. Esta área está atualmente protegida por um campo de 4 esporões e um enrocamento frontal.

Analisando o trecho de Costa Nova a Vagueira observou-se que toda esta área é marcada por uma restinga arenosa estreita e de cotas baixas e sistema dunar muito frágil. Outro trecho em que o risco é elevado.

Analisando especificamente a praia da Vagueira, dois esporões e uma obra de defesa aderente têm condicionado a evolução neste trecho. A situação mais preocupante dá-se a sul da defesa central, onde o galgamento é iminente. A posição do aglomerado, com pendente para a ria, potencia os problemas de galgamento.

É possível observar na ilustração 21 as consequências da ação energética do mar, destruindo um bar de praia na praia da Vagueira.



Ilustração 21- Exemplo da destruição causada pela ação energética do mar. Fonte: (Dias, 2003)

Na parte norte da Praia do Areão localiza-se o ponto mais crítico deste trecho, dando-se o caso do mar arrasar a duna, como no ano 1998. Apesar da análise mostrar uma erosão a diminuir para sul e atingir os 160m em alguns pontos, o risco é elevado.

Se de um lado podemos observar entre Barra - Costa Nova na década de 1980, acreção, do outro lado no trecho Costa Nova - Vagueira tem-se verificado um aumento do recuo da linha de costa onde a partir da década de 1970 existem valores menores de taxas de variação. Por último constata-se que o trecho Vagueira - Praia do Areão apresenta taxas de variação da linha de costa cada vez maiores e com tendência para o recuo ser cada vez maior.

A tabela 6 apresenta como tem variado com o tempo a linha de costa para estes trechos.

Tabela 6- Taxas médias de variação da linha de costa entre a Praia da Barra e a Praia do Areão, em m/ano. (Recuo:-,Acreção:+). Fonte: (Boto, et al., 1997)

Sector	1947/58	1958/70	1970/80	1980/90	1990/95
Barra - Costa Nova	-4.6	-4.3	-4.4	+4.5	-
Costa Nova- Vagueira	-1.5	-6.3	-3.8	-3.7	-
Vagueira - Praia do Areão	-0.1	-1.6	-2.4	-3.9	-4.3

4.6. Fatores que contribuem para a Erosão Costeira

São vários os factores que contribuem para o aumento da erosão costeira. Alguns destes factores são de causas naturais mas em menor número, enquanto que a maioria é por consequência direta ou indireta de atividades antrópicas. Deste modo, consideram-se os principais factores os seguintes:

- Obras pesadas de engenharia costeira;
- Diminuição de sedimentos que chegam ao litoral;
- Degradação antropogénica das estruturas naturais;
- Elevação do nível médio das águas do mar.

Em relação à diminuição do fornecimento sedimentar pode-se referir que está direta ou indiretamente interligada com as atividades antrópicas. Conforme a tecnologia desenvolvida pelo Homem para intervir no meio ambiente vai melhorando e aumentando, vai diminuindo também a quantidade de areias que, por via fluvial, alimentam a deriva litoral. São muitas as atividades humanas localizadas quer no interior, quer nas zonas ribeirinhas, que contribuem para esta diminuição no abastecimento de sedimentos ao litoral. A título exemplificativo referem-se as florestações, os aproveitamentos hidroeléctricos, as obras de regularização dos

curtos de água, as explorações de inertes nos rios, nas zonas estuarinas, nos campos dunares e nas praias, as dragagens, as obras portuárias e muitas das obras de engenharia costeira. Frequentemente, estas atividades são imprescindíveis para o desenvolvimento económico e social do país. Todavia, estas atividades iniciam-se e desenvolvem-se sistematicamente sem se efetuarem avaliações dos impactes que induzem no litoral e, obviamente, sem preocupações de monitorização desses impactes (Pereira, et al., 1994).

4.6.1. Influência das Barragens

Um dos elementos que mais condiciona o transporte fluvial de areias, são os aproveitamentos hidroeléctricos e hidroagrícolas, isto é, pelas barragens.

Com a instalação de uma barragem no curso de um rio, altera-se conseqüentemente o seu ambiente sedimentar e morfológico deste, o que faz com que na fase de projeto de uma obra de engenharia deste tipo como são as barragens seja extremamente necessário o estudo do seu impacte ambiental e social. A nível ambiental, uma barragem também influencia aspectos relacionados com a qualidade da água, a sedimentação, a arqueologia, a fauna e a flora do respectivo local.

Através da análise da ilustração 22, pode-se observar que a área drenada diretamente para o mar no nosso País diminui, e segundo Dias (1993) esta mesma diminuição tem como principal responsável a construção de barragens, o que por consequência disso faz com que a carga sólida que chega à foz por via fluvial seja cada vez menor.



Ilustração 22- Redução da área diretamente drenada para o mar segundo Dias (1993)

A área que drenava diretamente para o mar antes da construção da construção de aproveitamentos hidroeléctricos e hidroagrícolas, isto é, o total de bacias hidrográficas dos rios que desaguam na costa nacional é a área correspondente ao número 2 na figura. Através de uma comparação entre a área analisada anteriormente com a área correspondente ao número 1 (área que representa a superfície que é drenada para a costa litoral após as obras referidas anteriormente), pode-se verificar uma redução de área considerada. A redução da área diretamente drenada é na ordem dos 85 %, o que leva a uma retenção de 80 % de volumes de sedimentos que eram transportados antes da construção das barragens (Dias, 1993). Assim, com a construção massiva de barragens, o transporte sedimentar fluvial é interrompido, provocando um decréscimo da exportação sedimentar para a costa (Dias, 2004).

Sabe-se que durante a fase de construção em que há movimentações de grandes volumes de inertes e escavações relevantes, a quantidade de sedimentos em movimento no curso fluvial a jusante das obras aumenta de forma significativa. Para se compreender a influência da barragem a nível sedimentar, é necessário observar os efeitos, a montante e a jusante, nomeadamente durante e após uma cheia. A maior parte do transporte sedimentar ocorre durante uma cheia, altura em que estão disponíveis maiores caudais, e assim existe uma maior capacidade de transporte. A partir do momento em que a função da barragem seja a de controlar cheias, conclui-se que a sua construção influencia o transporte sedimentar. Contudo, na fase de exploração, o fluxo fluvial perde competência transportadora ao atingir o sector montante da albufeira, aí depositando as frações mais grosseiras dos sedimentos (nomeadamente as areias que, mais cedo ou mais tarde, iriam abastecer o litoral). Assim, verifica-se que as barragens constituem "filtros" de elevada eficácia que inibem quase por completo a passagem de areias para o troço fluvial a jusante (Pereira, et al., 1994).

Segundo Dias (2005) os aproveitamentos hidroeléctricos e hidroagrícolas das bacias hidrográficas que desaguam em Portugal são responsáveis, provavelmente, pela retenção de mais de 80% dos volumes de areias que eram transportadas pelos rios em regime natural.

O tipo de barragem instalada no curso de um rio influencia de forma direta o regime hidrológico e conseqüentemente o transporte sólido fluvial. Assim, as barragens podem ser definidas em duas categorias, de acordo com a duração de enchimento do reservatório criado por estas. Quando o reservatório tem uma duração de enchimento inferior a 100 h, supondo a adução com o caudal médio anual, está-se perante uma barragem a fio de água, ao passo que, se o reservatório tem uma duração de enchimento superior a 100 h o aproveitamento designa-se de albufeira (Faria, 2003).

As barragens a fio de água localizam-se normalmente em cursos de água de declive pouco acentuado, e em que os caudais disponíveis são elevados (Faria, 2003). A sua implantação permite criar um desnível, mantendo o rio a uma determinada cota, para produção de energia, pelo que, não têm capacidade de controlar cheias, ou seja, o caudal que aflui ao reservatório é

o mesmo que sai para jusante (Girard, 2002). Por outro lado, a construção de uma albufeira pode ter diversos objectivos, tais como a irrigação, o abastecimento para consumo industrial e humano, a produção de energia eléctrica e até a navegação. Assim, o armazenamento de água pode ser feito das épocas húmidas para as épocas secas, de um ano húmido para um ano seco e mesmo de um conjunto de anos húmidos para anos secos, devido à grande capacidade de amortecimento dos caudais afluentes ao reservatório (Girard, 2002).

O conjunto acumulado das ações que têm vindo a ser referidas justificaria, só por si, um forte comportamento transgressivo do litoral. Pode considerar-se que as barragens constituem dos factores com maior importância na inibição da alimentação sedimentar ao litoral. A construção destas barragens está directamente interligada com a falta de alimentação em areias ao litoral e respectiva consequência de erosão costeira e recuo da linha costeira (Pereira, et al., 1994).

4.6.2. Influência das Dragagens Portuárias

Os desenvolvimentos portuários, bem como o progressivo aumento do calado dos navios, vieram aumentar as exigências relativas à estabilidade dos canais de navegação e à sua profundidade. Consequentemente, as obras de dragagem para abertura, manutenção ou aprofundamento desses canais têm vindo, progressivamente, a atingir maior amplitude (Dias, 2005).

A este propósito, e a título apenas exemplificativo, refere-se que, na parte jusante do rio Douro (que era um dos principais abastecedores sedimentares do litoral a Sul de Espinho), o volume de sedimentos dragados entre 1982 e 1986 foi de $3 \times 10^6 \text{ m}^3$, isto é, um quantitativo pouco inferior ao estimado para o volume de sedimentos interessados na deriva litoral, o qual se estima ser da ordem de 1×10^6 a $2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$. O caso do Rio Douro serve apenas, como exemplo das amplitudes de que, atualmente, se revestem com frequência, as operações de dragagem (Ilustração 23). Vários outros exemplos poderiam ser referidos, nomeadamente os que dizem respeito aos portos de Aveiro e da Figueira da Foz, bem como dos localizados no litoral minhoto, cujos produtos exportados são transportados, por deriva litoral, para os troços costeiros em análise (Pereira, et al., 1994).

As zonas dragadas ficam em desequilíbrio dinâmico, tendendo a ser assoreadas de novo a curto ou médio prazo, o que obriga a novas operações de dragagem. Em geral, quando as zonas dragadas se localizam na parte externa do estuário, acabam por ser colmatadas com areias provenientes da deriva litoral. As dragagens não só diminuem a transferência de areias para o litoral, como retiram da linha litoral parte dos volumes nela integrados. Por outras palavras, frequentemente as operações de dragagem não só são responsáveis pela inibição do abastecimento sedimentar litoral, como ainda retiram do trânsito litoral parte das areias que aí transitam (Pereira, et al., 1994).

Geralmente, quando se trata de areias "limpas", como é frequente acontecer, estes produtos dragados (em vez de serem utilizados em operações de realimentação do litoral que reconstituíam a deriva litoral) são utilizados na indústria da construção (Pereira, et al., 1994).

Apresenta-se na ilustração 23 as dragagens a jusante do Rio Douro no período de 1959 a 1982.

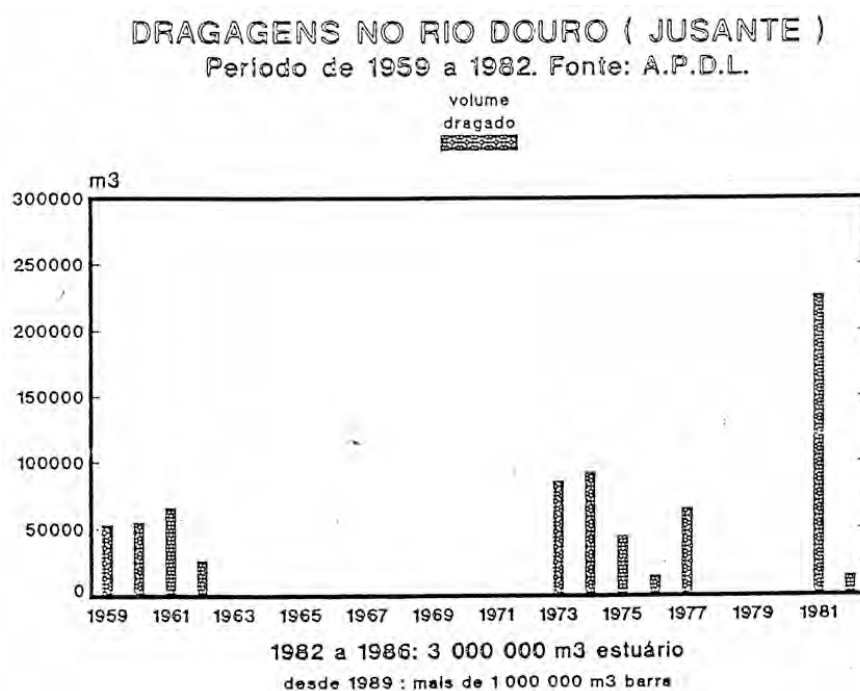


Ilustração 23- Exemplo dos volumes dragados a jusante do rio Douro entre 1959 a 1982. Fonte: Dias (1993).

Os défices de abastecimento sedimentar ao litoral e o respectivo recuo de linha de costa, devem-se sobretudo às dragagens nos troços vestibulares dos rios.

4.6.3. Influência da Extração de Inertes

Em Portugal, desde há muito que se extraem volumes significativos de inertes nas zonas estuarinas e lagunares, com objectivos comerciais declarados, por exemplo para a construção civil. Em S. Jacinto (a Norte de Aveiro), só em 1980, extraíram-se, aproximadamente, 4×10^5 m³ de areias, levando a pensar que o somatório das extrações legais e ilegais tenha atingido volumes superiores a 1×10^6 m³/ano, nos últimos anos. Outro exemplo é o do troço inferior do rio Douro, incluindo o estuário, onde, no início da década de 1980, as dragagens de areias e cascalhos atingiam valores da ordem de $1,5 \times 10^6$ m³/ ano (Dias, 2003).

Face às gravíssimas carências de abastecimento sedimentar ao litoral, todas e quaisquer explorações na faixa costeira deviam ser inviabilizadas, exceptuando-se as dragagens portuárias, cujos produtos, quando constituídos por areias, deviam ser utilizados em operações de realimentação do litoral. Minimizar-se-iam, assim, os fortes impactes negativos induzidos por múltiplas atividades antrópicas, designadamente das próprias dragagens, das barragens, das explorações de inertes, das obras de engenharia costeira (Pereira, et al., 1994).

4.6.4. Intervenções Antrópicas

Desde sempre que as intervenções antrópicas, nomeadamente as desmatações, desflorestações e agricultura, causaram interferências na evolução costeira natural. Isto deve-se sobretudo ao incremento da erosão do solo e conseqüentemente as alterações no abastecimento sedimentar (Dias, 2005).

A atividade humana é um factor externo que perturba e altera os sistemas naturais em muitas situações. A incompatibilidade dessas alterações, com os processos espaço-temporais que caracterizam os sistemas costeiras, é óbvia. Devido ao conhecimento mais profundo das potencialidades turísticas do troço litoral, pode-se observar, desde há algum tempo, à construção de edifícios e infraestruturas de suporte, muitas vezes de forma anárquica e desordenada. Este facto tem originado conseqüências, como a forte pressão urbana e turística sobre as praias e dunas, e a degradação das formas litorais, pela abertura de novos acessos e crescimento desarticulado com a envolvente (Boto, et al., 1997).

4.6.5. Obras de Engenharia Costeira

As obras de engenharia costeira, na sua generalidade trazem conseqüências para o troço litoral onde são aplicadas.

Devido ao facto de se tratar de estruturas estáticas e muito rígidas num meio que é dinâmico, implica que cause alterações profundas neste mesmo meio, quando estas estruturas têm como objectivo tornar estáticas partes importantes do litoral. Temos assim, como principais obras costeiras, as do tipo “quebra-mar” e do tipo “estruturas de proteção costeira”, o caso de esporões.

As conseqüências dos quebra-mar dos portos de Aveiro e da Figueira da Foz são evidentes, induzindo grande acumulação de sedimentos na zona a barlamar e intensa erosão costeira a sotamar. Na realidade, pode ser-lhes imputada a maior parte da erosão costeira generalizada que ocorre na região considerada. No que se refere às estruturas de proteção costeira, apesar de se revelarem eficazes na proteção local do património edificado em frente ou imediatamente a barlamar, são amplificadores da erosão costeira no sector a sotamar (Pereira, et al., 1994).

Por outro lado as obras de proteção costeira, podem ser de três tipos: transversais (caso dos esporões), longitudinais aderentes e obras destacadas como por exemplo os quebra-mares, tendo qualquer uma delas consequências para o trecho litoral onde são implementadas.

Devido à erosão que provocam a sotamar, com frequência outras edificações são colocadas em risco, pelo que, na maioria dos casos, não existe apenas um esporão, mas sim um campo de esporões (Dias, 2005).

As estruturas longitudinais aderentes, são construídas para receber e dissipar a ação energética das ondas. No entanto, tornam a costa mais reflectiva, pelo que as ondas tendem a atacar a costa com mais energia, desenvolvendo-se, com frequência, correntes de retorno, com elevado poder remobilizador. Nestes casos, a praia vai adquirindo progressivamente pendor mais acentuado, o que, pode provocar o descalçamento da estrutura e o seu consequente colapso. Por outro lado, estando a costa em recuo, estas estruturas definem zonas cada vez mais protuberantes, acabando por ter os mesmos efeitos dos esporões (Dias, 2005).

De forma análoga, as estruturas destacadas dissipam a energia das ondas. Por efeito da difração das ondas nas extremidades, acabam por formar tómbolos (rudimentares ou completos), sendo frequentemente por essa razão que são construídos, pois tal confere proteção eficaz às edificações. Porém, no que se refere ao trecho costeiro em que são implantados, este fica bastante debilitado na zona a sotamar, sendo que estas estruturas acabam por induzir impactes semelhantes aos dos esporões e dos paredões (Dias, 2005).

O pisoteio das dunas destrói o coberto vegetal, fazendo assim com que as areias soltas sejam influenciadas pela ação do vento. Assim sendo, são constituídos “cortes eólicos”, que mais tarde são agravados por serem passagens mais fáceis para os utilizadores da praia. Assim, os cortes eólicos vão-se progressivamente aprofundando até cotas que, por ocasião de temporais, são facilmente galgadas pelo mar.

4.6.6. Aumento do nível médio das águas do mar

Uma das consequências mais importantes da modificação climática global é a elevação do nível médio das águas do mar. Segundo o IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), prevê-se um aumento do nível médio das águas do mar de 2 cm a 10 cm, por década, nos próximos 100 anos. As causas desta elevação relacionam-se com a elevação da temperatura atmosférica, a qual provoca fusão dos gelos (nos glaciares de montanha e nas calotes) e expansão do volume das águas oceânicas. Se a subida for da ordem de um metro durante este século, áreas muito grandes de terrenos costeiros serão inundados (Dias, 2003).

Este aumento do nível médio das águas do mar está relacionado com a variabilidade climatológica natural da Terra e com as perturbações resultantes da atividade humana.

Segundo um relatório do (IPCC, 2012), está previsto um aumento da intensidade de temporais marítimos em certas regiões do planeta, o que por consequência faz com que aumente também o risco de inundações de zonas costeiras.

Em sintonia com o Projeto SIAM (Climate Change in Portugal: Scenarios, Impacts, and Adaptation Measures), as previsões no âmbito deste projeto apontam para uma possibilidade de aumento da intensidade da agitação no caso de um temporal.

O impacto das inundações será intensificado pelo aumento do nível médio do mar previsto, a menos que sejam tomadas medidas de mitigação.

Apesar dos valores da elevação serem pequenos, as consequências na costa podem atingir amplitudes significativas.

Dias (1993) refere que, grande parte da elevação do nível do mar verificada em Portugal no decurso do último meio século é, muito provavelmente, devida à expansão térmica do oceano, isto é, causada pelo aumento de volume da água do Atlântico Norte induzido pelo aumento da temperatura atmosférica. No território continental, as áreas que provavelmente serão mais afectadas pela elevação do nível marinho são as lagunas costeiras, com especial relevância para a Ria Formosa e a Ria de Aveiro, e as zonas estuarinas, principalmente os estuários do Tejo e do Sado.

É de esperar então, que nestas áreas, ocorra uma intensificação do assoreamento dos canais, erosão acentuada de sapais e outros terrenos localizados a cotas muito baixas, intensificação da ação marinha (designadamente penetração para o interior da cunha salina), e maior introdução de sedimentos marinhos para estas zonas de transição. Nos litorais arenosos é expectável que se verifique aumento das taxas de recuo da linha de costa, e forte redução da área de praia emersa quando estas estão confinadas por arribas ou por estruturas artificiais (Dias, 2003).

De acordo com Dias (2003), nos litorais rochosos baixos, verificar-se-á, também, intensificação do recuo da linha de costa e desaparecimento das pequenas praias aí existentes. Com a subida gradual do nível das águas do mar, as consequências vão aparecendo dependendo das características tipológicas do troço costeiro em causa, dependendo principalmente da existência de afloramentos de rochas consolidadas, da acumulação de sedimentares, da presença de arribas, do pendor da praia, se existem ou não corpos dunares, da frequência de temporais entre outros.

Segundo Ferreira et al. (1990), a percentagem de recuo da linha de costa diretamente atribuível à atual elevação do nível do mar apresentam valores médios. Essa, poderia justificar, os valores máximos de 15 a 30% do recuo verificado da linha costeira em litorais arenosos. Deste modo, podemos dizer que na maior parte do litoral português, a atual elevação do nível

médio das águas do mar é das causas menores no que se refere ao recuo da linha costeira. No entanto, além das consequências diretas, este aumento do nível do mar tem, também, de forma indireta, consequências no litoral.

Capítulo 5

Caso de estudo - Praia da Vagueira

5.1 Caracterização da área de estudo



Ilustração 24- Vista aérea da Praia da Vagueira. Foto cedida pelo Eng. José Mário tirada em 19/09/2010

A área de análise neste caso de estudo localiza-se na região centro de Portugal, especificamente no distrito de Aveiro, compreendendo quatro concelhos costeiros - de Norte para Sul: Aveiro, Ílhavo, Vagos e Mira.

Este troço da costa portuguesa, presente nas ilustrações 24, 25 e 26, é um exemplo de uma evolução costeira relativamente rápida, com a ria de Aveiro a ser desenvolvida a partir de um golfo, que apenas está separado do mar por uma linha de areia.

Este troço em particular, é dos mais energéticos da Europa. A faixa arenosa que separa a ria do oceano foi ocupada apenas por pequenas comunidades piscatórias, contudo, desde a descoberta da sua costa, como um espaço de lazer, estas praias tornaram-se conhecidas, assumindo-se como destinos turísticos para as populações do interior da região, sobretudo a partir da década de 50 (Projeto Change).



Ilustração 25- Praia da Vagueira. Foto cedida pelo Eng. José Mário tirada em 19/09/2010



Ilustração 26- Faixa litoral onde está inserida a Praia da Vagueira. Fonte: Google Earth

5.1.1. Caracterização socioeconómica

A praia da Vagueira pertence à freguesia da Gafanha da Boa Hora, concelho de Vagos. A sua população é de aproximadamente 2777 habitantes, de acordo com os Censos de 2001. Contudo, o número de alojamentos tem aumentado, tratando-se sobretudo, de casas de praia, de proprietários do distrito de Coimbra e Viseu. Neste troço da costa coexistem três núcleos distintos: a Barra- de ocupação recente mista, que é preferencialmente constituída como residência suburbana e segunda habitação da classe média-alta de Aveiro.

Outro núcleo é o da Costa Nova do Prado, uma famosa povoação turística com uma comunidade piscatória com percentagem relevante. Ao longo do tempo as casas destes pescadores foram sendo convertidas em residências de férias das classes médias-altas de Ílhavo.

Por fim temos o caso da Vagueira, também maioritariamente constituída por segundas habitações, embora a sua ocupação fosse mais intensificada nos últimos anos, particularmente a partir da década de 80. Apenas este último caso pertence ao município de Vagos, como referido anteriormente, com os dois primeiros casos a serem integrados no concelho de Ílhavo.

A evolução da população residente no trecho Aveiro - Mira nos últimos anos mostra uma tendência de crescimento.

O número de residentes nos concelhos da área de estudo tem vindo a aumentar, mas acontece que o seu crescimento não é uniforme em toda a sua área. Ílhavo e Vagos tiveram um crescimento uniforme desde 1991, Aveiro estagnou o seu crescimento em 2001 e Mira manteve o número de população relativamente constante. Salienta-se, o crescimento intenso verificado na década de 90 em Aveiro e a ligeira perda de população registada em Mira, entre 1990 e 2006 (Pinto, 2008).

5.1.2. Caracterização geomorfológica

Em termos geomorfológicos, esta faixa continental corresponde a uma zona aplanada, de baixa altitude e de grande uniformidade topográfica. Um elemento diferenciador desta área é a zona húmida correspondente à laguna de Aveiro, muito marcada pela existência de ilhas e ilhotas e de um elevado número de canais e esteiros de baixa profundidade. A separação da laguna para o mar faz-se por um cordão arenoso de largura variável, sendo a barra artificial do Porto de Aveiro a única forma de comunicação entre estes. Esta zona costeira é muito marcada pela presença de dunas (holocénicas), onde apenas os elementos naturais, estruturas portuárias e povoações interrompem a sua continuidade (Pereira, et al., 1994).

Nos últimos anos, o cordão dunar foi perturbado pela erosão costeira em longos trechos.

A área correspondente ao caso de estudo tem uma linha de costa com extensão de 35km. O regime de marés nesta área é do tipo semi-diurno, tal como no resto do País, ou seja, num período de 24 horas e 48 minutos registam-se dois momentos de praia-marés e de baixa-marés.

Num trabalho efectuado pelo LNEC (1996) é referido que a gama de valores típicos de maré em Leixões pode variar entre +3,88m (ZH) em caso de preia-mar de águas vivas e valor máximo de +0,12m (ZH) numa situação de baixa-mar em águas vivas. Assim, podemos referir que os valores médios de marés vivas situam-se entre 3,50m (ZH) e os 0,50m (ZH) para cada uma das marés.

O regime de ventos é um importante dado na caracterização do clima de agitação costeira de uma região, pois este é responsável pela formação e direção das ondas na superfície do mar (Coelho, 2005).

De acordo com Coelho (2005), a dificuldade em estabelecer um regime típico de ventos para a costa Noroeste de Portugal contudo, pode assumir-se alguma uniformidade nas principais tendências, como por exemplo as maiores velocidades nos rumos de Sul e Sudoeste e as maiores frequências de ocorrência provenientes de quadrantes Norte e Noroeste.

5.1.3. Caracterização Hidrológica

Assim como no restante território de Portugal Continental, a zona em estudo é de clima mediterrâneo, que tem como característica a presença de duas estações bem marcadas, principalmente pelo ponto de vista térmico. Normalmente caracterizado por Verão quente e seco e Inverno bastante chuvoso (POOC, 1998).

Relativamente aos recursos hídricos, destaca-se nesta área, a presença de um curso de água principal e sua bacia hidrográfica associada (Rio Vouga) e de diversas zonas húmidas e lagunares, nomeadamente, a barrinha de Esmoriz, a ria de Aveiro e a barrinha de Mira. Estes são elementos hidrológicos, cujas utilizações nem sempre se adequam às suas características, traduzindo-se na existência de graves perturbações nos sistemas aquáticos (POOC, 1998).

5.1.4 Caracterização Geológica

A Ilustração 27 representa a localização das duas tipologias de costa mais importantes, presentes na costa portuguesa: costa arenosa e costa rochosa. De acordo com esta ilustração a área de estudo classifica-se como área de costa arenosa, e de acordo com as grandes unidades geológicas de Portugal, insere-se na Orla Mesocenozóica Ocidental, que corresponde a uma bacia de sedimentação instalada no bordo ocidental do Maciço Hespérico. A Orla é constituída por rochas sedimentares mesocenozóicas, com grande número de fracturas e dobras amplas de orientação Norte-Sul (Pereira, et al., 1994).

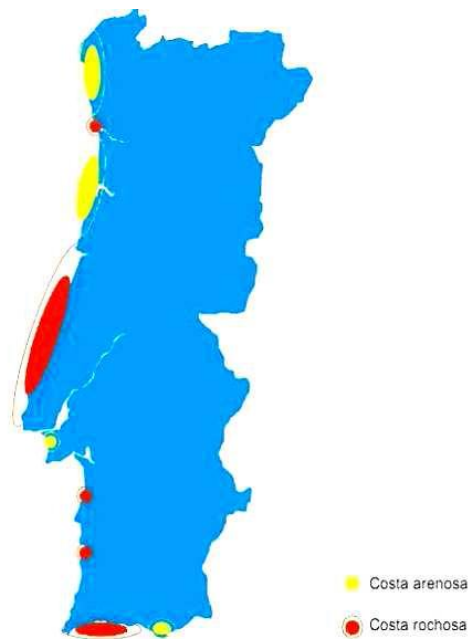


Ilustração 27- Tipologia da Costa Portuguesa. Fonte: INAG.

5.2. Ocupação do solo

A ilustração 28 faz a apresentação dos mapas de ocupação do solo, no nível 1 da nomenclatura CLC (Corine Land Cover) para um período de análise entre 1990 e 2000. Considerando um intervalo de 10 anos, ressalta fundamentalmente um aspecto: o crescimento dos territórios artificializados, através da expansão das zonas existentes e o aparecimento de novas áreas, principalmente sobre áreas que integravam espaços de florestas e meios semi-naturais em 1990 (Pinto, 2008).

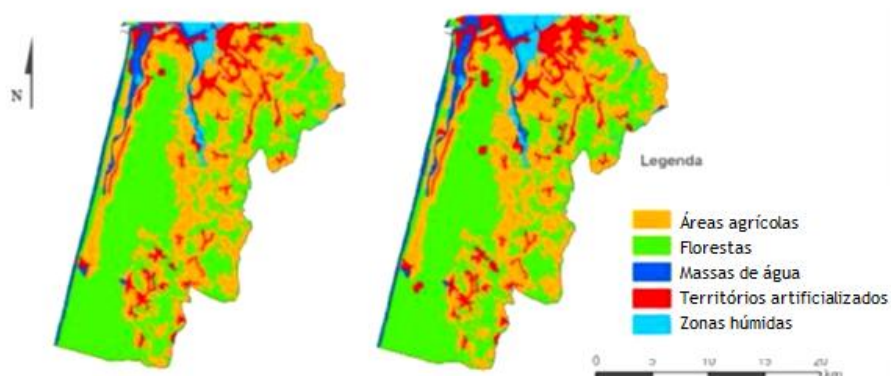


Ilustração 28- Mapas de ocupação do solo em 1990 (esquerda) e em 2000 (direita) segundo Pinto (2008).

5.3. Ria de Aveiro

A Ria de Aveiro (ilustrações 29, 30 e 31) é uma formação relativamente recente. Iniciada há cerca de mil anos, através da evolução de uma restinga arenosa com raiz na zona de Espinho, que foi crescendo para Sul, atingindo significado morfológico próximo da atualidade, aproximadamente em meados do século XVII. Desde finais do século XVI foi necessário começar a criar embocaduras artificiais, para promover a ligação mar- laguna (Pereira, et al., 1994).



Ilustração 29- Entrada da Barra e Ria de Aveiro. Fonte: Câmara Municipal de Ílhavo



Ilustração 30- Ria de Aveiro. Fonte: Câmara Municipal de Ílhavo

Atualmente, na laguna de Aveiro desaguam vários ribeiros e rios, tendo como principal o rio Vouga. A Ria de Aveiro é constituída por 4 braços, nomeadamente o de Ovar, o de Murtosa, o

de Mira e o de Vagos. Aí se definem várias ilhas e ilhotas, constituídas pela acumulação de materiais sedimentares, das quais se destacam a de Testada e a de Monte Farinha (Pereira, et al., 1994).

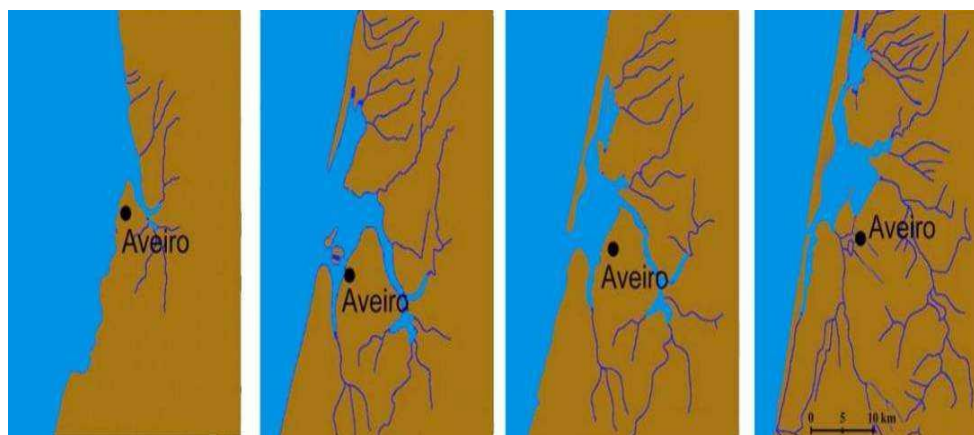


Ilustração 31- Evolução da laguna de Aveiro. Fonte: Dias (2008)

Revela-se prioritário, o desenvolvimento de ferramentas de avaliação da vulnerabilidade destas regiões para apoio ao seu planeamento. Para além de danos económicos e sociais diretos, as inundações podem ter consequências ambientais desastrosas, nomeadamente: a transição para zonas húmidas de terrenos ribeirinhos mais baixos, a destruição das zonas húmidas, a afectação da biodiversidade e libertação de produtos tóxicos, devido ao alagamento de estações de tratamento de águas residuais ou de fábricas. No entanto, a maioria dos estudos de inundação em zonas ribeirinhas não considera todos os fenómenos relevantes em jogo, nem as suas interações (Vargas, et al., 2008).

Desde algum tempo que os problemas de assoreamento e de poluição no interior do corpo da laguna de Aveiro, são preocupantes. Desde sua constituição que a laguna de Aveiro está sujeita a processos naturais de assoreamento. Estes têm sido aumentados pelas ações antrópicas que se verificam (Pereira, et al., 1994). Para uma melhor navegação na Ria efetuam-se dragagens nos seus canais regularmente. Com o aumento da profundidade da embocadura da barra, e com o aumento da secção dos canais tem-se verificado um aumento na amplitude de maré, o que por sua vez vai originar inundações nas marinas de sal, e nas extensões de território com cotas mais baixas que as atuais do nível da água. Esta maior amplitude de maré conduz a uma maior velocidade de escoamento, aumentando assim a capacidade de transporte sedimentar e de dispersão de sedimentos. Os factores potenciadores de assoreamento são diversos e inúmeros. Provavelmente, dos factores que mais contribuiu para o aumento do assoreamento é a enorme diminuição da apanha do moliço, sendo esta, uma vegetação que é bastante importante na indução da sedimentação. Contudo, este é apenas um, e não o maior, dos vários factores de assoreamento da "ria", onde também constam as práticas agrícolas, as obras de engenharia, atividades industriais, a subida do nível do mar (Pereira, et al., 1994).

5.4. Erosão costeira de Aveiro

Pode-se considerar o porto de Aveiro e as respetivas obras para estabilização da barra e o aumento dos molhes do porto (Ilustração 32) como um dos fatores importantes para o agravamento da erosão costeira das praias a Sul deste.



Ilustração 32- Molhe de areia presente no Porto de Aveiro. Foto tirada em 02/05/2014

Apesar de as praias serem protegidas e cada vez mais, alvo de obras pesadas de defesa para a erosão costeira (de salientar que por exemplo em 1973 foi construído um campo com 11 esporões, e enchimentos entre a Barra e o Sul da Costa Nova com areias do porto de Aveiro) a erosão não tem sentido melhorias. A zona mais sensível é a sul da Vagueira tendo-se registado inclusive galgamentos onde o mar chegou à ria e que por consequência afectou terrenos agrícolas (Projeto Change, 2013).

Exceptuando algumas situações de que a praia da Barra foi alvo, podemos referir que a praia da Vagueira é a zona mais castigada pela erosão costeira e onde se presencia o maior recuo da linha de costa, inclusive com o desaparecimento recente do areal na maré cheia.

Com o Programa Polis Litoral Ria de Aveiro, têm sido realizadas obras de defesa costeira e trabalhos de reconstituição de sistemas dunares e da criação das dunas artificiais.

Na tabela 7 apresentam-se alguns registos de danos causados pela ação energética do mar, nesta faixa costeira:

Tabela 7- Registo de alguns danos sofridos nesta faixa litoral:

Ano	Dia e mês	Local	Registo
2007	24 fevereiro	Vagueira	Rombo na obra de defesa longitudinal aderente
2007	2 março	Vagueira	Estragos na zona central da praia nova
2009	6 fevereiro	Barra	Diminuição muito relevante do espaço do areal
2010	janeiro	Barra	Avanço do mar mais notado junto ao molhe Sul
2014	fevereiro	Barra	Desabamento de um passadiço. (ilustração 33)



Ilustração 33- Desabamento de um passadiço na praia da Barra. Fonte: Diário de Aveiro. Foto tirada por Joaquim Soares em fevereiro 2014.

De seguida apresentam-se fotos da reabilitação na praia da Vagueira, onde foi necessário proceder ao afundamento da fundação devido à erosão costeira (Ilustração 34,35,36):



Ilustração 34- Obra de reabilitação na praia da Vagueira (afundamento da fundação). Foto tirada em: 20/05/2009. Fonte: (Coelho, 2014).



Ilustração 35- Obra de reabilitação na praia da Vagueira Foto tirada em: 20/05/2009. Fonte: Coelho (2014).



Ilustração 36- Obra de reabilitação na praia da Vagueira (afundamento da fundação. Fonte: Coelho (2014)

5.5. Estruturas de defesa costeira existentes

Devido às características da região de Aveiro, com cotas baixas, sem proteções naturais e com um clima de agitação intenso, são limitadas as alternativas de proteção. Em termos futuros, pode proceder-se à tentativa de mitigação dos impactes de erosão em locais específicos, através da manutenção de determinadas estruturas de defesa já existentes para fixar a atual posição da costa. Essas estruturas serão obrigadas a trabalhos de manutenção e algumas delas podem sofrer alterações de forma, para adequar a sua função. Conjuntamente com estas medidas deve ser adoptado um plano de monitorização do comportamento das estruturas, de forma a baixar os custos de manutenção e aumentar a funcionalidade (Coelho, 2005).

Relativamente à área de estudo, de acordo com Coelho (2005), o sistema de defesa da Costa Nova, é composto por cinco esporões, que são complementados por uma defesa frontal na zona da Costa Nova. De 1975 a 1978 foi construída uma defesa frontal imediatamente a Sul do molhe Sul da barra, com cerca de 800m de extensão. Relativamente à Vagueira, apenas em 1978 foram construídas as primeiras defesas do tipo defesa frontal aderente com enrocamento.

Em 2003, e de acordo com o POOC (1998) foram adicionados os esporões do Areão e de Poço da Cruz. Anteriormente em 1979/1980 foram construídos a Sul do campo de esporões da Costa Nova e também a Sul da povoação da Vagueira dois esporões, cada um com 250m de comprimento. Apenas em 2003, e de acordo com o POOC (1998) foram adicionados os esporões do Areão e de Poço da Cruz.

Um exemplo de uma estrutura de defesa costeira existente neste troço são as dunas.

Há dois principais tipos de dunas, sendo um correspondente ao cordão dunar frontal e o segundo às dunas interiores, que por sua vez diferenciam-se em vários sistemas, com formas e orientações distintas (Bettencourt, et al., 1992).

Em linha paralela à linha de costa, no interior do cordão frontal, verifica-se a existência de uma depressão, com algumas dezenas de metros de largura, que está em contacto a oriente com um vasto campo dunar formado pelas dunas interiores. Pela imensidão dos campos dunares existentes na área deste caso de estudo transparece bem um fornecimento sedimental extremamente intenso que ocorreu em tempos próximos, o que devido aos ventos fortes que são regulares naquela região fez com que os sedimentos litorais tenham sido remobilizados. Este transporte eólico intenso resultou na invasão dos terrenos de cultivo e inclusive das próprias habitações daquela área. Na vertente a Sul, na zona de Mira, a estabilização dunar é bem mais recente, tendo ocorrido nas primeiras décadas deste século (Pereira, et al., 1994).



Ilustração 37- Levantamento de passadiço na praia da Vagueira. Foto tirada em: 02/05/2014

Na ilustração 37 e 38 pode observar-se a construção de um passadiço e respectivo levantamento em certos troços da faixa Barra-Mira. Os passadiços são uma das soluções adoptadas para este caso específico. As areias presentes nesta praia são arrastadas pelo vento e ao embater no

passadiço, fazem com que se formem dunas com o avançar do tempo, o que pode levar a um travamento do avanço do mar.

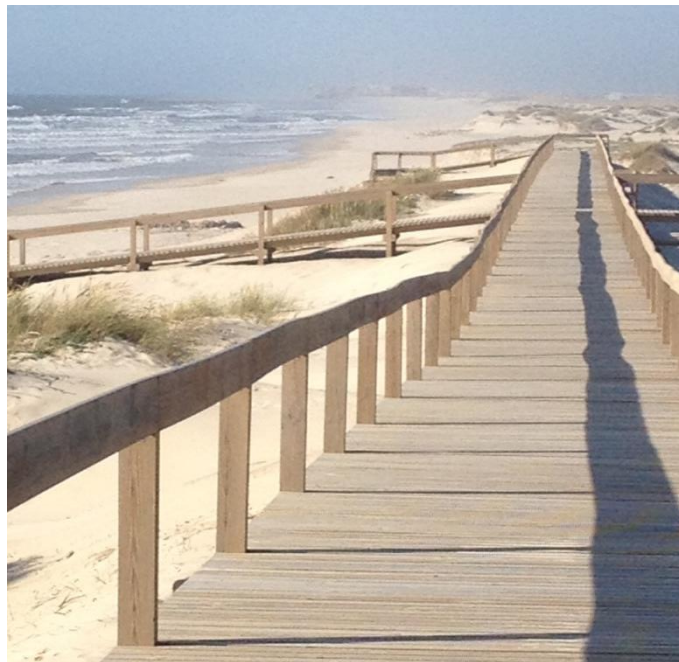


Ilustração 38- Passadiço existente na Praia do Areão (Junto à praia da Vagueira). Foto tirada em 02/05/2014



Ilustração 39- Acumulação de areias devido à ação do vento e presença de estacas. Foto tirada em 02/05/2014

Segue uma foto de um exemplo de uma estrutura de defesa costeira bem interessante do nosso país vizinho, mais propriamente em Alicante, um bom exemplo do que poderia ser aplicado nas praias do distrito de Aveiro:



Ilustração 40- Exemplo de quebra-mar destacado em Alicante, Espanha (29/12/2013). Fonte: (Coelho, 2014)

Os quebra-mares revelam ser uma solução a longo prazo para estabilizar a praia, pois conseguem reduzir parcialmente mas permanentemente a ação energética com que o mar atinge a costa.

De seguida são apresentadas algumas das características de um quebra-mar destacado, segundo Coelho (2014):

- Promovem a acumulação de sedimentos no local da obra, potenciando o déficit a Sul;
- Reduzem a energia das ondas em zona afastada da costa
- Obras ao largo, apresentam custos superiores de execução e de manutenção;
- Falta de experiência na utilização em ambientes como o litoral Noroeste Português.

É possível observar o esquema de um quebra-mar destacado submerso na ilustração 41.

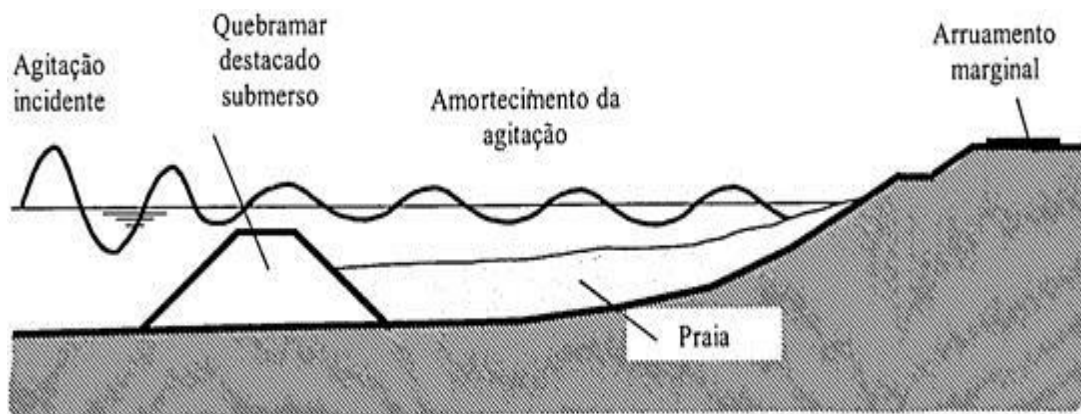


Ilustração 41- Apresentação de um esquema de quebramar destacado submerso. Fonte: (Coelho 2014)

Os esporões revelam eficácia ao longo de uma faixa costeira, mas no entanto, a sotamar destes, geralmente formam-se erosões que faz com que seja prolongado o campo de esporões, e assim sucessivamente (EuroSION, 2006).

Contudo, segundo esta mesma fonte, EuroSION (2006), *“As autoridades nacionais e regionais perceberam recentemente que as atividades humanas e abordagens tradicionais de gestão da erosão - através de esporões e quebramares - tiveram efeitos contraproducentes e restringiram a mobilidade dos sedimentos ao longo da costa, os quais alimentam as zonas naturais de proteção.”*

Os esporões revelam-se pouco eficazes quando não há sedimentos em transporte e são especialmente vulneráveis a ondulação de Sudoeste. É necessária também uma manutenção ao longo do tempo (Coelho, 2014). Exemplo de um esporão na ilustração 42.



Ilustração 42- Exemplo de um esporão. Fonte: Coelho (2014)

5.6. Estudos e desenvolvimentos futuros

Atualmente, torna-se essencial um aperfeiçoamento dos métodos de avaliação da evolução da linha de costa, de forma a que se possam desenvolver ferramentas eficazes no apoio ao estudo das áreas em risco e, conseqüentemente, permitir um melhor planeamento das zonas costeiras. É por isso fulcral o estudo das alterações climáticas e suas conseqüências, assim como o impacto das estruturas de defesa costeira. Desta forma, será então possível caracterizar os riscos e vulnerabilidades deste tipo de zonas.

Verifica-se, também, uma crescente necessidade de estudo e desenvolvimento destas matérias, com o objectivo de se conseguir compreender e controlar, progressivamente, a erosão costeira.

Apesar de atualmente já existir uma preocupação das zonas costeiras, torna-se impreterível uma necessidade de melhoria e desenvolvimento, pois as ameaças serão cada vez mais preponderantes e perigosas.

Seguidamente, enunciam-se algumas medidas que podem melhorar e até reduzir a erosão costeira, verificada no troço do litoral Aveirense:

- Minimizar efeitos das barragens;
- O transporte de Areias de São Jacinto;
- Diques de Areia / Reforço das dunas;
- Condicionar o uso do solo;
- Relocalização;
- Esporão;
- Obra longitudinal aderente;
- Quebra-mar destacado (submerso/emerso);
- Paliçadas.

Importa ainda referir que estão a decorrer planos de medida de adaptação sobre este tema, como por exemplo *workshops*, tendo como objetivo reduzir a Erosão Costeira nesta faixa litoral.

No *Workshop de Alternativas ABC+D, Crítica e Visão* de 10 de abril de 2014, realizado no Centro Cultural da Gafanha da Nazaré, foram sugeridas e seleccionadas algumas medidas de adaptação consensuais e por ordem de prioridade de investimento.

Esta visão para a adaptação costeira dos vários troços, dentro do troço Barra-Areão, até ao ano de 2100, foi compilada num mapa e discutida em plenário tendo-se conseguido acordar em :

1. Salvar os aglomerados populacionais e o cordão dunar (mantendo a restinga);
2. Manutenção das obras de defesa costeira;
3. Alimentação artificial da praia (sendo esta uma solução técnica que está em análise);
4. Reforço do cordão dunar - com a utilização dos materiais dragados pelo Porto de Aveiro no reforço dos cordões dunares, com expropriação (Declaração de Utilidade Pública) - projeto;
5. Dragagens na Ria de Aveiro (realizando assim um encosto na duna com os inertes da Ria de Aveiro, sendo esta areia);
6. Reforço do Caminho do Praiã e do Caminho do Canal;
7. Quebra-mar destacado (necessitando esta medida de um teste - experiência piloto).

Num workshop realizado posteriormente a dia 15 de maio de 2014, *Workshop de Alternativas ABC+D, Escolher e Planear o Caminho de Adaptação*, destacou-se a alimentação artificial de areias como uma das principais medidas de adaptação, devendo ser acompanhada de um reforço do cordão dunar e de uma obra lateral aderente a sul do pontão da Praia Do Labrego, de forma a proteger, futuramente, da rotura do cordão dunar.

Um quebra-mar submerso multifuncional pode ser uma solução complementar de aplicar na Vagueira e Barra, pois está dependente da eficácia da alimentação artificial de areias e também dos estudos que forem desenvolvidos em torno deste tema.

A equipa BASE PORTUGAL (Bottom-Up Climate Adaptation Strategies Towards A Sustainable Europe) em conjunto com a Universidade de Aveiro continuam a trabalhar neste tema, tendo como foco principal a análise custo-benefício da alimentação artificial de areias, o reforço do cordão dunar e do quebra-mar submerso multifunções.

A evolução e modificação da linha de costa apresenta um comportamento bastante variável, o que faz com que seja cada vez mais necessário uma rigorosa compreensão da influência que cada parâmetro exerce nessa mesma evolução.

O impacto das intervenções de defesa costeira deve continuar a ser estudado, de forma a aumentar e aperfeiçoar os estudos que se seguem, deve também existir um maior número de cenários evolutivos, para uma modelação mais precisa e uma caracterização mais realista da evolução da linha de costa com o passar do tempo. Com a atual crise económica, torna-se igualmente importante realizar estudos com a relação custo/benefício para obras de intervenção de defesa costeira na mitigação dos fenómenos de erosão costeira.

Capítulo 6

6.1. Considerações Finais

O estudo realizado nesta dissertação, relativamente aos riscos naturais, permitiu perceber e conhecer melhor as suas causas e consequências.

A zona costeira de Portugal Continental é, uma das mais energéticas, dinâmicas e problemáticas da Europa.

Esta zona apresenta problemas de erosão relativamente graves, onde a sua origem se centra num conjunto de factores naturais, mas também de factores que advêm da consequência direta ou indireta de atividades do Homem. Estes factores que estão diretamente ligados à erosão costeira e recuo de linha costeira, são, principalmente, a diminuição da quantidade de sedimentos fornecidos ao litoral, a degradação antropogénica das estruturas naturais e de defesa costeira, e as obras de engenharia costeira que se realizam nas áreas do litoral.

O litoral de Aveiro apresenta-se como uma faixa costeira portuguesa com um risco considerável, acrescentando o facto de estar próximo à Laguna de Aveiro, o que reforça a sua fragilidade. Com a intensificação da erosão costeira, surgem as suas consequências, nomeadamente galgamentos oceânicos, recuo da linha de costa, perda de território e de propriedade, redução da proteção promovida pelas dunas e danos em edifícios e infraestruturas.

É notório, o evidente recuo da linha de costa desta faixa litoral, provocado principalmente pela construção de esporões, que provocam aumento de erosão costeira a sotamar, e consequentemente, não aumenta o depósito sedimentar a barlamar das estruturas.

O impacto das intervenções de defesa costeira deve continuar a ser estudado, de forma a aumentar e aperfeiçoar os estudos que se seguem, deve também existir um maior número de cenários evolutivos, para se conseguir efetuar uma modelação mais precisa e uma caracterização mais realista da evolução da linha de costa com o passar do tempo.

Bibliografia

Almeida, B. 2004. *O conceito de risco socialmente aceitável como componente crítico de uma gestão do risco aplicada aos recursos hídricos*. Associação Portuguesa de Recursos Hídricos, LNEC. 2004.

Almeida, B. 2004. *O conceito de risco socialmente aceitável como componente crítico de uma gestão do risco aplicada aos recursos hídricos*. Associação Portuguesa de Recursos Hídricos, LNEC. 2004.

Almeida, B. 2002. *Risco associado à segurança de barragens*. Curso Análise de Riscos, IST, Lisboa. 2002.

Amaro, A. 2008. *Segurança humana e protecção civil na sociedade do risco: a crise do modelo estatocêntrico na(s) segurança(s)*. RISCOS- Associação Portuguesa de Riscos. Prevenção e Segurança. 2008.

ANPC. 2009. *Guia para a Caracterização de Risco no Âmbito da Elaboração de Planos de Emergência de Protecção Civil*. Cadernos Técnicos PROCIV 9. Autoridade Nacional de Protecção Civil, Lisboa. 2009.

Aveiro, Diário de. <http://www.diarioaveiro.pt/noticias/passadico-com-menos-de-um-ano-desabou-na-praia-da-barra>. <http://www.diarioaveiro.pt>. [Online]

Aveiro, Diário de. <http://www.diarioaveiro.pt/noticias/passadico-com-menos-de-um-ano-desabou-na-praia-da-barra>. <http://www.diarioaveiro.pt>. [Online]

Baptista, M A, et al. 2003. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. New Study of the 1755 Earthquake Source Based on Multi-channel Seismic Survey Data and Tsunami Modeling. 2003.

Barbosa, J L. 2003. *Aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica na Zona Costeira*. Tese de Mestrado, Universidade do Porto. 2003.

Beck, U. 1992. *Risk Society, Towards a New Modernity*. Sage Publications Ltd. Londres. 1992.

Bettencourt, P e Ângelo, C. 1992. *Faixa costeira Centro Oeste (Espinho-Nazaré): enquadramento geomorfológico e evolução recente*. Geonovas, nº especial 1 (A Geologia e o Ambiente), Lisboa. 1992.

Blogspot, Rio Maior. <http://rio-maior-cidadania.blogspot.pt/2010/02/formacao-prismatica-de-basalto-em-teira.html>. <http://rio-maior-cidadania.blogspot.pt>. [Online]

- Borges, P, Lameiras, G e Calado, H. 2009.** *A erosão costeira como factor condicionante da sustentabilidade.* 15º Congresso da Associação Portuguesa de Desenvolvimento Regional. 2009.
- Boto, A, Bernardes, C A e Dias, J A. 1997.** *Erosão litoral e recuo da linha de costa entre Costa Nova e a Praia do Areão, Portugal.* "Colectânea de Ideias sobre a Zona Costeira de Portugal", Associação Eurocoast-Portugal, Porto. 1997.
- Cabral, J. 2003.** *A Geologia na avaliação da perigosidade sísmica.* Seminário "Riscos Geológicos", Associação Portuguesa de Geólogos, Póvoa do Varzim. 2003.
- Coelho, C A, et al. 2004.** *A Percepção das Alterações Climáticas e do Risco da Cheia.* 7º Congresso de Água. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, Lisboa. 2004.
- Coelho, C. 2014.** *As Intervenções de Defesa Costeira na Mitigação do Problema da Erosão.* Ordem dos Engenheiros, Auditório da Sede, Lisboa. 2014.
- Coelho, C. 2005.** *Riscos de Exposição de Frentes Urbanas para Diferentes Intervenções de Defesa Costeira.* Dissertação de doutoramento, Universidade de Aveiro. 2005.
- CRED. 2007.** *Annual Disaster Statistical Review: Numbers and Trends 2006.* Catholic University of Louvain, Bruxelas. 2007.
- Cruickshank, I e Simm, J. 1998.** *Construction Risk in Coastal Engineering.* Thomas Telford, London. 1998.
- Cunha, L e Dimuccio, L. 2002.** *Considerações sobre riscos naturais num espaço de transição. Exercícios cartográficos numa área a Sul de Coimbra.* Territorium, Coimbra. 2002.
- DGA, Direcção Geral do Ambiente. 1998.** *Estudos de Localização do Novo Aeroporto.* Ministério do Ambiente. 1998.
- Dias, J A. 2004.** *A história da evolução do litoral português nos últimos vinte milénios.* In: Tavares, A.A., Tavares, M.J.F. & Cardoso, J.L., *Evolução Geohistórica do Litoral Português e Fenómenos Correlativos: Geologia, História, Arqueologia e Climatologia.* Lisboa. 2004.
- Dias, J A. 2008.** *Erosão e Gestão de Praias Arenosas.* Workshop Valoração, Erosão e Gestão de Praias Arenosas do III Congresso Brasileiro de Oceanografia, Fortaleza, Brasil. 2008.
- Dias, J A. 1993.** *Estudo de Avaliação da Situação Ambiental e Propostas de Medidas de Salvaguarda para a Faixa Costeira Portuguesa.* Liga para a Protecção da Natureza / Ministério do Ambiente, Lisboa. 1993.

- Dias, J A. 2005. *Evolução da Zona Costeira Portuguesa : Forçamentos Antrópicos e Naturais*. Revista Encontros Científicos - Turismo, Gestão, Fiscalidade. Faro. 2005.
- Dias, J A. 2003. *Portugal e o Mar - Importância da Oceanografia para Portugal*. Editora - Apenas Livros, Coleção omniCiência. 2003.
- EEA. 2006. *The changing faces of Europe's coastal areas*. Copenhagen: European Environment Agency. 2006.
- EM-DAT. <http://www.emdat.be/>. [Online]
- Estatística, Instituto Nacional de. www.ine.pt. [Online]
- EUROSION. 2006. *Viver com Erosão Costeira na Europa, Sedimentos e Espaço para a Sustentabilidade*. 2006.
- FAO. 1986. *Wildfire management terminology*. Rome, Italy: United Nations, FAO, Forest Resources Development Branch. 1986.
- Faria, F. 2003. *O sistema Electroprodutor da EDP*. Museu da Electricidade/EDP. 2003.
- Faugeres, L. 1990. *La dimension des faits et la théorie du risque. Le Risque et la Crise*. Fondation for International Studies, Malta. 1990.
- Faugères, L. 1991. *La géo-cindynique, géo-science du risque*. Paris. 1991.
- Ferreira, O, Dias, J A e Taborda, R. 1990. *Sea level rise, sediment input and shoreline retreat*. The case of Aveiro-Cap Mondego, Portugal. 1990.
- Figueiredo, E e Martins, F. 1994. *O Ambiente no Discurso Político em Portugal, Análise e Contextualização das Principais Transformações*. 4º Conferência Nacional sobre a Qualidade do Ambiente. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. 1994.
- Fonseca, T. 2010. *O Paradigma do Planeamento de Emergência de Protecção Civil em Portugal*. Faculdade de Economia, Universidade de Coimbra, Coimbra. 2010.
- Gaspar, J. 2004. *Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território, 3º Relatório - Transformações na ocupação do território: retrospectiva e tendências. Vol. III. Recursos naturais, Ambiente, Património e Riscos*. MCOTA, DGOTDU, Lisboa. 2004.
- Giddens, A. 1991. *As Consequências da Modernidade*. Editora UNESP. São Paulo. 1991.

Girard, P. 2002. *Efeito cumulativo das barragens no Pantanal*. Instituto Centro Vila, Mobilização para conservação das Áreas Úmidas do Pantanal e Bacia do Araguaia, Campo Grande. 2002.

Grácia, E, et al. 2003. *Mapping active faults at the SW Iberia Margin from high-resolution swath-bathymetry data. Implications for earthquake hazard assessment*, *Geology*. 2003.

Hídricos, Associação Portuguesa dos Recursos. <http://www.aprh.pt>. <http://www.aprh.pt/rgci/glossario/>. [Online]

Ílhavo, Câmara Municipal de. <http://www.cm-ilhavo.pt/pages/1993>. <http://www.cm-ilhavo.pt>. [Online]

INAG. 2001. *Plano da Bacia Hidrográfica do rio Douro*. Instituto Nacional da Água, Lisboa. 2001.

INAG. 2001. *Plano Nacional da Água*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional, Lisboa. 2001.

IPCC. 2012. *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation*. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, New York. 2012.

ISDR. 2004. *Living with Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives*. Inter-Agency Secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction. United Nations. 2004.

Julião, R P, 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. 2009.

Lisboa, Instituto de Ciências Sociais da Universidade de. 2013. *CHANGE - Mudanças Climáticas, Costeiras e Sociais*. Lisboa. 2013.

MAOTDR. 2006. *Bases para a Estratégia de Gestão Integrada da Zona Costeira Nacional*. 2006.

Mendes, N V e Pinho, L S. 2008. *Erosão Costeira - Metodologias para a sua Quantificação*. s.l. : Revista Engenharia Civil, Nº33 - Dezembro 2008, 2008.

nº164, Decreto Lei. 23 de Maio de 2001. <http://www.iapmei.pt/iapmei-leg-03.php?lei=2893>. <http://www.iapmei.pt>. [Online] 23 de Maio de 2001.

Notícias,Diário de. 2014.
http://www.dn.pt/inicio/portugal/interior.aspx?content_id=3613459. <http://www.dn.pt>.
[Online] 2014.

Notícias, Jornal de. 2013.
http://www.jn.pt/125Anos/default.aspx?Distrito=Braga&Concelho=Guimar%E3es&Option=Interior&content_id=3142738. <http://www.jn.pt>. [Online] 2013.

Oliveira, C S. 1986. *A Sismicidade Histórica e a Revisão do Catálogo Sísmico*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa. 1986.

Panizza, M. 1990. *Geomorfologia applicata. Metodi di applicazione alla Pianificazione territoriale e alla Valutazione d'Impatto Ambientale*. La Nuova Italia Scientifica, Roma. 1990.

Papadatos, M, Veloso Gomes, F e Taveira Pinto, F. 1996. *Vulnerability and Risk Assessment of Urban Areas Exposed to Coastal Forcing*. Oral Presentation on LITTORAL'96. Portsmouth. EUROCOAST- UK. 1996.

Penacova, Jornal Online. 2014. http://www.penacovactual.pt/2014/01/derrocada-na-en-110-atinge-homem-que.html#.VCrDt_ldV-M. <http://www.penacovactual.pt>. [Online] 2014.

Pereira, A R, Dias, J A e Ferreira, O. 1994. *Estudo Sintético de Diagnóstico da Geomorfologia e da Dinâmica Sedimentar dos Troços Costeiros entre Espinho e Nazaré. Relatório Final*. Instituto da Conservação da Natureza. Lisboa. 1994.

Pereira, J C e Santos, M T. 2003. *Áreas queimadas e risco de incêndio florestal em Portugal*. Direcção Geral das Florestas - Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas. 2003.

Pinto, P. 2008. *Sistemas de apoio à gestão das zonas costeiras - Aplicação de um modelo para simulação do crescimento urbano no trecho Ovar-Mira*. Dissertação, Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa. 2008.

PNPOT, Território, Programa Nacional de Política de Ordenamento do. *Programa de ação*. Anexo à Lei nº 58/2007, 4 de Setembro .

POOC. 1998. - *INAG e MAOTDR, Plano de Ordenamento da Orla Costeira: Ovar-Marinha Grande*. Hidrotécnica Portuguesa, Estudos de base - Usos e funções do território. 1998.

PROT. 2007. *Quadro de Referência Ambiental do PROT Centro - Relatório de progresso*. UA e IDAD (Aveiro: Universidade de Aveiro). 2007.

Ramos, C e Reis, E. 2002. *Floods in Southern Portugal: Their Physical and Human Causes, Impacts and Human Response. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. Kluwer Academic Publishers. 2002.

REA, L M e Parker, R A. 2000. *Metodologia de Pesquisa: do Planejamento à Execução*. Editora Pioneira. São Paulo. 2000.

Rebelo, F. 1999. *A teoria do risco analisada numa perspectiva geográfica*. Cadernos de Geografia, Coimbra. 1999.

Rebelo, F. 2001. *Riscos naturais e acção antrópica*. Imprensa da Universidade, Coimbra. 2001.

Rebelo, F. 2003. *Riscos naturais e acção antrópica. Estudos e Reflexões* . 2º Edição revista e aumentada, Imprensa da Universidade, Coimbra. 2003.

Rebelo, F. 2005. *Uma experiência europeia em Riscos Naturais*. Ed. Minerva, Coimbra. 2005.

Ribeiro, A. 2002. *Soft Plate and Impact Tectonics*. Springer Verlag. 2002.

Rodrigues, L F and Coelho, A G. 1989. Landslides in Portugal - Extent and economic significance. [book auth.] Brabb and Harrod. *Landslides: Extent and Economic Significance*. 1989.

Rohrmann, Bernd. 1994. *Risk Perception of Different societal Groups: "Australian findings and crossnational comparisons"*. Australian Journal of Psychology. 1994.

Santos, J G. 2002. *Cartografia automática do risco de movimentos de vertente; estudo aplicado à área de Peso da Régua, Bacia do Douro (Norte de Portugal)*. Xeográfica, Santiago de Compostela. 2002.

Saraiva, M G. 1999. *O Rio como Paisagem*. Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas. Fundação Calouste Gulbenkian e Fundação para a Ciência e Tecnologia, Lisboa. 1999.

Smith, K. 2007. *Environmental Hazards, Assesing Risk and Reducing Disaster*. 4ª Edição. Routledge. Londres. 2007.

SNPC. 1994. *Plano Nacional de Emergência*. Presidência do Conselho de Ministros, Lisboa. 1994.

Tricart, J. 1972. *Landforms of the humid tropics, forests and savannas*. Longmans, London. 1972.

Tricart, J. 1965. *Principes et méthodes de la Géomorphologie*. Paris, Masson. 1965.

Vargas, I C, et al. 2008. *Análise da Vulnerabilidade de uma Praia Estuarina à Inundação : Aplicação à Restinga do Alfeite (Estuário do Tejo).* Revista da Gestão Costeira Integrada . 2008.

Veloso Gomes, F. 1995. *Reflexões sobre a Vulnerabilidade e Risco de Exposição das Orlas Costeiras às Acções Energéticas do Mar.* Provas para o Título de Agregado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 1995.

Wisner, B, et al. 2004. *At Risk-Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters.* 2º Edição, Routledge. Londres. 2004.

Zêzere, J L. 1997. *Movimentos de vertente e perigosidade geomorfológica na região a norte de Lisboa.* Tese de Doutoramento em Geografia Física, Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa. 1997.

Zêzere, J L, Pereira, A R e Morgado, P. 2006. *Perigos naturais e tecnológicos no território de Portugal Continental.* Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa. Lisboa. 2006.