

1 2 9 0



UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

José Nunes André

**AMBIENTES COSTEIROS DO CENTRO DE
PORTUGAL**
ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA DE
BUARCOS A S. PEDRO DE MOEL E INTERPRETAÇÃO
DA MORFOLOGIA DUNAR ADJACENTE

**Tese no âmbito do doutoramento em Geografia/Geografia Física
Orientada pelo Professor Doutor António Campar de Almeida
Coorientada pela Doutora Anabela Martins Ramos
Apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra**

Fevereiro de 2020

Ó mar salgado, quanto do teu sal
São lágrimas de Portugal!
Por te cruzarmos, quantas mães choraram,
Quantos filhos em vão rezaram!
Quantas noivas ficaram por casar
Para que fosses nosso, ó mar!
Valeu a pena? Tudo vale a pena
Se a alma não é pequena.
Quem quer passar além do Bojador
Tem que passar além da dor.
Deus ao mar o perigo e o abismo deu,
Mas nele é que espelhou o céu.

Fernando Pessoa, 1934



ÍNDICES

Agradecimentos.....	iii
Resumo	v
Abstract.....	vi
Índice geral.....	viii
Índice de figuras.....	x
Índice de fotografias.....	xv
Índice de quadros.....	xx
Índice de anexos.....	xxi

Agradecimentos

Expresso aqui o meu agradecimento a um conjunto de pessoas e entidades que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a elaboração deste trabalho.

As minhas primeiras palavras são dirigidas ao Professor Doutor Fernando Rebelo pelos conhecimentos que me transmitiu quando professor de disciplinas da licenciatura, de mestrado, da parte curricular do doutoramento e na orientação das teses de licenciatura e de mestrado, além do incentivo que me deu para fazer o doutoramento. Foi importante a sua colaboração nos trabalhos científicos que apresentámos em conjunto. Como tive oportunidade de lhe dizer se não fosse ele eu não teria atingido este patamar académico.

Ao Professor Doutor António Campar pela orientação desta tese, pelos conhecimentos que me transmitiu no domínio da geomorfologia litoral e pela disponibilidade que sempre demonstrou na análise e interpretação de dados científicos recolhidos e ainda pela sua colaboração nos trabalhos científicos que apresentámos em conjunto.

À Doutora Anabela Martins Ramos pela Coorientação da tese.

Ao Professor Doutor Pedro Proença da Cunha pelos conhecimentos ministrados ao longo dos vários anos em que faço parte da sua equipa científica e pela sua colaboração nos trabalhos científicos que apresentámos em conjunto.

Aos sucessivos Comandantes da Base Aérea de Monte Real que me têm permitido aceder a informações meteorológicas recolhidas pela Secção de Meteorologia da Base. Assim como aos meteorologistas na cedência e explicações técnicas dessas informações. Os dados fornecidos foram importantes para atingir alguns objetivos, sem eles este trabalho teria ficado menos enriquecido.

Ao Instituto Português do Mar e da Atmosfera pela disponibilidade de dados meteorológicos.

Aos ex-colegas alunos da Academia Militar General Piloto Aviador José Tareco, Coronel Piloto Aviador José Oliveira, Coronel SAM Nuno Arruda e Coronel de Artilharia Artur Fraga, por me terem conseguido acesso a fotografias aéreas, a cartografia militar e a contactos para disponibilização de dados meteorológicos.

À minha esposa, pela ajuda técnica, pela leitura e arranjo do texto, pelo encorajamento para a finalização deste trabalho e ainda pela sua colaboração nos trabalhos científicos que temos apresentado em conjunto.

Ao meu filho Pedro pela ajuda informática que me tem prestado e ainda pela menor atenção que lhe prestei durante a realização deste trabalho, também extensiva à Andreia e ao Marcos.

À minha mãe pela confeção das armadilhas utilizadas na captura das areias eólicas e ainda pela menor atenção que lhe prestei durante a realização deste trabalho.

Às minhas netas, Maily e Aiyana pela menor atenção que lhe prestei durante a realização deste trabalho.

Ao Mestre Micael Jorge pela ajuda que me tem dado nos trabalhos de campo, assim como na ajuda informática.

Ao meu amigo Constantino pela ajuda que me deu no trabalho de campo.

Aos técnicos do Jornal de Leiria na ajuda da paginação.

Resumo

Esta tese de doutoramento aborda a dinâmica litoral, particularmente, a erosão costeira cuja importância para investigadores e governantes aumentou ao longo da segunda metade do século XX, continuando neste século, daí o interesse cada vez maior e mais diversificado (mais valências científicas) no estudo do litoral.

A fachada oeste, onde se insere este estudo, tem um regime de agitação marítima de alta energia, com um transporte sedimentar ao longo da costa elevado, daí a importância do estudo da dinâmica costeira e das intervenções antrópicas conducentes a minimizar os danos que se têm verificado na costa. Além da perda de território nacional está em causa a perda de bens e até de pessoas.

Para compreender o fenómeno do litoral é importante conhecer a evolução da linha de costa, no passado e no presente, e as condições de fornecimento sedimentar em que se deu essa evolução. É, igualmente, relevante o conhecimento, o mais alargado possível no tempo, das variáveis da ondulação que mais, diretamente, contribuem para o fenómeno da alteração da linha de costa.

Esta tese de doutoramento, que se desenvolveu no litoral a sul do Cabo Mondego, entre Buarcos e S. Pedro de Moel, faz uma abordagem aos conceitos aplicados no litoral e à importância do tema. Seguidamente analisa o enquadramento geológico e geomorfológico da área em estudo, assim como a sua caracterização climática e hidrográfica. Numa segunda fase investigou-se a alteração histórica da linha de costa (antes e depois da construção dos molhes na embocadura do Mondego). De seguida e constituindo o cerne deste trabalho acompanhou-se a evolução da linha de costa depois do prolongamento do molhe norte na embocadura do rio Mondego e verificou-se qual o estado do mar que contribuiu para essa evolução.

Também e porque a alteração da linha de costa teve influência direta nos sistemas dunares adjacentes, nomeadamente no cordão dunar frontal longilitoral, procedeu-se a uma análise histórica desses sistemas dunares e à sua evolução. O movimento sedimentar eólico, entre a praia e a duna, foi também objeto de

estudo quantitativo, assim como em que condições meteorológicas (vento e pluviosidade) se processou esse movimento.

Por último apresenta-se uma síntese e conclusões dos vários capítulos tratados nesta tese.

Abstract

This PhD thesis addresses coastal dynamics, particularly coastal erosion, whose importance for researchers and government officials increased over the second half of the twentieth century, continuing in this century, hence the growing and more diverse interest (more scientific expertise) in the study from the coast.

The west façade, where this study is inserted, has a high-energy maritime regime, with a high sedimentary transport along the coast, hence the importance of studying coastal dynamics and anthropic interventions leading to minimizing the damage checked on the coast. Besides the loss of national territory, the loss of property and even people is also at stake.

To understand the phenomenon of the coast it is important to know the evolution of the coastline, in the past and the present, and the conditions of sedimentary supply in which this evolution took place. Equally relevant is the knowledge, as wide as possible over time, of the variables of the swell that most directly contribute to the phenomenon of shoreline alteration.

This thesis, which was developed on the coast south of Cabo Mondego, between Buarcos and S. Pedro de Moel, addresses the concepts applied on the coast and the importance of the theme. Then it analyzes the geological and geomorphological framework of the area under study, as well as its climatic and hydrological characteristics. In a second phase, the historical alteration of the coastline was investigated (before and after the construction of the jetties at the mouth of the Mondego). Then, and at the heart of this work, the evolution of the coastline was followed after the extension of the north jetty at the mouth of the Mondego River and the state of the sea that contributed to this evolution was verified.

Also and because the alteration of the coastline had a direct influence on the adjacent dune systems, namely on the foredune, a historical analysis of these

dune systems and their evolution was carried out. The aeolian sedimentary movement, between the beach and the dune, was also the object of a quantitative study, as well as in which meteorological conditions (wind and rainfall) this movement took place.

Finally, a summary and conclusions of the various chapters treated in this thesis are presented.

Índice geral

1. INTRODUÇÃO

1.1 – Conceitos.....	1
1.1.1 – Conceitos associados à faixa litoral.....	1
1.1.2 – Conceito de linha de costa.....	12
1.2 – Relevância e objetivos do trabalho.....	14
1.3 – Metodologia.....	17
1.4 – Estado da arte.....	20

2. ENQUADRAMENTO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 – Localização geográfica.....	39
2.2 – Geologia.....	41
2.1.1 – A zona emersa.....	41
2.2.2 – A zona submersa (plataforma continental).....	60
2.3 – Caracterização climática.....	66
2.4 – Caracterização hidrográfica.....	81
2.4.1 – O rio Mondego.....	82
2.4.2 – O rio Lis.....	87
2.4.3 – Outros cursos de água permanentes.....	107
2.4.4 – A lagoa da Ervedeira.....	109

3. ALTERAÇÃO HISTÓRICA DA LINHA DE COSTA DO CABO MONDEGO A S. PEDRO DE MOEL

3.1 – Situação antes da construção dos molhes exteriores na embocadura do Mondego.....	116
3.2 – Situação entre a construção dos molhes exteriores na embocadura do Mondego e o seu prolongamento.....	139

4. EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA APÓS O PROLONGAMENTO DO MOLHE NORTE DO RIO MONDEGO

4.1 – Condições de ondulação e de vento durante o período de análise...	161
-------------------------------------------------------------------------	-----

4.1.1 – Características das variáveis da ondulação (altura significativa, período e rumo)	161
4.1.2 – Análise da evolução das variáveis da ondulação (altura significativa, período e rumo).....	165
4.2 – Praias de Buarcos e da Figueira da Foz: Análise de perfis topográficos transversais de praia.....	179
4.3 – Praias a sul do rio Mondego: Análise de perfis topográficos transversais de praia (relação entre os fatores físicos e a movimentação da linha de costa)	192
5. MORFOLOGIA DUNAR ADJACENTE	
5.1 – Evolução histórica.....	233
5.2 – Evolução morfológica atual.....	239
5.3 – Análise dinâmico-sedimentar (relação praia – duna).....	259
6. SÍNTESE E DISCUSSÃO	276
7. CONCLUSÕES	292
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	293
ANEXOS	311

Índice de figuras

Fig. 1 - Limites propostos pelo grupo de trabalho que elaborou as Bases para a Estratégia da Gestão Integrada das Zonas Costeiras.....	6
Fig. 2 - Conceito de zona Costeira (limites) adotada pela ENGIZC, na Resolução do Conselho de ministros n.º 82/2009, de 20 de Agosto de 2009.....	7
Fig. 3 - Morfologia da praia; comparação de classificações e da terminologia francesa, inglesa e portuguesa (adaptado de Moreira, 1984, p. 97).....	8
Fig. 4 - Perfil de praia segundo Carvalho (1985)	9
Fig. 5 - Perfil de praia segundo A. Guilcher (1953).....	9
Fig. 6 - Perfil de praia segundo Paskoff (1981).....	10
Fig. 7 - Terminologia da morfologia das praias, com identificação das zonas de dinâmica das águas (Mendes, 2002).....	10
Fig. 8 - Terminologia da morfologia das praias, com identificação das zonas de dinâmica das águas.....	11
Fig. 9 - Zonamento bidimensional do espaço litoral numa perspectiva geomorfológica.....	13
Fig. 10 - Esboço de localização do troço costeiro em estudo – Buarcos (Figueira da Foz)/S. Pedro de Moel.....	19
Fig. 11 - Esboço de localização da área em estudo.....	41
Fig. 12 - Localização geográfica (relevo). Ramos, 2008.....	42
Fig. 13 - Localização geográfica (geologia). Ramos, 2008.....	43
Fig. 14 - Distribuição geográfica das formações eólicas.....	45
Fig. 15 - Carta Neotectónica da área em estudo (adaptada da Carta Neotectónica de Portugal Continental, escala 1:1 000 000 – Cabral e Ribeiro, 1988)	50
Fig. 15a - Esboço geológico da área de estudo, adaptado de Cabral e Ribeiro (1988) e da Carta Geológica de Portugal.....	51
Fig. 16 - Perfil esquemático da margem continental.....	61
Fig. 17 - Fronteiras da plataforma e da margem continental e da zona costeira...	65
Fig. 18 - Plataforma continental.....	66
Fig. 19 - Gráfico termopluiométrico do posto meteorológico de Monte Real.....	68

Fig. 20 - Gráfico termopluviométrico do posto meteorológico de S. Pedro de Moel	68
Fig. 21 - Totais anuais de precipitação (mm) no posto meteorológico de Monte Real (anos de 1971 2017)	70
Fig. 22 - Variação da temperatura da água do mar e do ar ao longo do ano.....	71
Fig. 23 - Rosa dos Ventos do posto meteorológico de Monte Real.....	74
Fig. 24 - Rosa dos Ventos do posto meteorológico de S. Pedro de Moel.....	75
Fig. 25 - Rio Mondego e principais afluentes (modificado de Cunha <i>et al.</i> , 2002).	86
Fig. 26 - Reprodução parcial do mapa de Portugal de 1560, de Fernando Alvares Seco.....	87
Fig. 27 - “MAPPA dos Pinhaes DE S. MAGESTADE E S. ALTEZA do Concelho de Leiria e Universidade de Coimbra”, feito debaixo das ordens do Ten. Coronel Guilherme Elsdén pelo Discípulo do Numero Maximiano José da Serra, a 1 de Julho de 1769.....	90
Fig. 28 - MAPPA DOS CAMPOS DE LEIRIA PERTENCENTES A REAL CAZA DO INFANTADO – Com as Obras executadas por Ordems de S. MAG. ^{de} para a abertura e segurança da Foz do Rio e para a cultura dos Campos (Pelo Sargento mor Raynaldo Oudinot, em 1783)	91
Fig. 29 - Reconstituição da “Carta Topográfica do Pinhal de Leiria e Seus Arredores”, levantada sob a direção do Coronel d` Engenheiros Frederico Luiz Guilherme de Varnhagen, pelos Tenentes da Armada Francisco Maria Pereira da Silva e Caetano Maria Batalha (André, 1996 ^a).....	92
Fig. 30 - Superfície da base do Quaternário segundo Oliveira, in Dinis (1996)...	94
Fig. 31 - Reprodução parcial do mapa de Portugal de 1560, de Fernando Alvares Seco.....	95
Fig. 32 - Localização geográfica da lagoa da Ervedeira.....	110
Fig. 33 - Sucessão de imagens da lagoa da Ervedeira adaptadas do Google Earth	113
Fig. 33a - Lagoa da Ervedeira em 26/01/2003.....	113
Fig. 33b - Lagoa da Ervedeira em 25/08/2009.....	114
Fig. 33c - Lagoa da Ervedeira em 22/03/2012.....	115
Fig. 33d - Lagoa da Ervedeira em 02/06/2019.....	116

Fig. 34 - Esquema simplificado dos processos que condicionam a posição da linha de costa.....	117
Fig. 35 - Variação média da temperatura atmosférica entre os anos 1000 e 1900, segundo Folland <i>et al.</i> (1990) in Dias, (2005)	119
Fig. 36 - Evolução anual dos quantitativos de sedimentos extraídos no estuário do Mondego (desembocadura e canal de acesso) e na praia, bem como por dragagem na zona portuária.....	143
Fig. 37 – Volumes de areia (m ³) extraídos mensalmente na praia junto do molhe norte e na zona que abrange o anteporto e embocadura, entre janeiro de 1985 e dezembro de 1996.....	144
Fig. 38 - Reprodução de parte da folha 239 da Carta Militar de Portugal (edição 2-S.C.E. – 1983.....	149
Fig. 39 - S. Pedro de Moel (imagem do Google Earth de 21/12/2005)	152
Fig. 40 - S. Pedro de Moel (imagem do Google Earth de 30/10/2006).....	153
Fig. 41 - S. Pedro de Moel (imagem do Google Earth de 16/10/2009)	154
Fig. 42 - Obras de engenharia costeira, molhes e esporões, no troço Leixões – Nazaré.....	160
Fig. 43 - Quantificação do recuo da linha de costa a sul do esporão do Areão.	161
Fig. 44 - Média mensal da altura significativa da onda e do período da onda de 2004 a 2018.....	166
Fig. 45 - Número de dias com ondulação média igual ou superior a 4, 5, 6 e 7 m	166
Fig. 46 - Média da altura significativa da onda em abril, maio, junho, outubro, novembro e dezembro.....	167
Fig. 47 - Média mensal da altura significativa da onda de 2004 a 2018	168
Fig. 48 - Média da altura significativa da onda, do período e das respetivas linhas de tendência lineares de 2004 a 2018.....	173
Fig. 49 - Número de dias com ondulação média igual ou superior a 4 m e com período da onda igual ou superior a 15 s.....	173
Fig. 50 - Evolução do Rumo da incidência da onda em frente da Figueira da Foz (2004 – 2018). Médias móveis 5 (2004 – 2014)	175




Fig. 50a - Rumo de incidência da onda no troço costeiro a sul do Mondego (dados relativos à Figueira da Foz, de janeiro de 2004 a dezembro de 2018	177
Fig. 51 – Evolução de 1989-1998 das médias anuais do rumo e altura da ondulação obtidas a partir das previsões diárias do Instituto de Meteorologia, relativos à costa centro-ocidental portuguesa (a norte do Cabo Carvoeiro)	178
Fig. 51a – Evolução de 2004/2018, das médias anuais do rumo e altura da ondulação (anexo 71).....	178
Fig. 52 - Molhes na embocadura do rio Mondego após intervenção – 2008/2010	179
Fig. 53 - Praia de Buarcos,  localização geográfica do transecto onde foram realizados os perfis topográficos transversais.....	189
Fig. 54 - Perfis topográficos transversais da praia de Buarcos.....	189
Fig. 55 - Praia da Figueira da Foz (defronte da ribeira do Galante/Oásis),  localização geográfica do transecto onde foram realizados os perfis topográficos transversais.....	190
Fig. 56 - Perfis topográficos transversais da praia da Figueira da Foz (defronte da ribeira do Galante/Oásis)	190
Fig. 57 - Praia da Figueira da Foz (defronte da bola de Nívea),  localização geográfica do transecto onde foram realizados os perfis topográficos transversais.....	191
Fig. 58 - Perfis topográficos transversais da praia da Figueira da Foz (defronte da bola de Nívea).....	191
Fig. 59 - Troço costeiro Buarcos/Molhe norte da embocadura do rio Mondego (imagem do Google Earth de 2015/08/03)	192
Fig. 60 - Perfis topográficos transversais da praia da Cova/Gala (150 m a sul do campo de esporões).....	194
Fig. 61 - Esquema de Localização da povoação da Cova/Gala.....	195
Fig. 62 - Perfis topográficos transversais da praia da Costa de Lavos (490 m a norte do esporão).....	200
Fig. 63 - Perfis topográficos transversais da praia da Costa de Lavos (430 m a sul do esporão).....	201

Fig. 64 - Perfis topográficos transversais da praia da Leirosa (250 m a sul do esporão)	202
Fig. 65 - Perfis topográficos transversais do cordão arenoso colocado em dezembro de 2011 na parte sul da Leirosa.....	202
Fig. 66 - Perfis topográficos transversais da praia da Leirosa (700 m a sul do esporão)	204
Fig. 67 - Perfis topográficos transversais da praia do Osso da Baleia.....	206
Fig. 68 - Perfis topográficos transversais a norte da praia do Pedrógão (100 m a norte da rotunda norte)	207
Fig. 69 - Praia norte do Pedrógão/Casal Ventoso (entre os 770 e os 1.270 m a norte do promontório calcário)	209
Fig. 70 - Perfis topográficos transversais da praia norte do Pedrógão/Casal Ventoso.....	211
Fig. 71 - Perfis topográficos transversais da praia do Pedrógão a norte do promontório.....	214
Fig. 72 - Troço costeiro do sul do promontório calcário do Pedrógão à ETAR..	216
Fig. 73 - Perfis topográficos transversais a sul da praia do Pedrógão.....	217
Fig. 74 - Perfis topográficos transversais da praia das dunas do Lis.....	218
Fig. 75 - Perfis topográficos transversais da praia de Vieira de Leiria.....	220
Fig. 76 - Reprodução de parte da Carta Militar de Portugal (folha 272)	221
Fig. 77 - Pormenor do MAPPA DOS CAMPOS DE LEIRIA PERTENCENTES A REAL CAZA DO INFANTADO de 1783 apresentado na fig. 28.....	222
Fig. 78 - Perfis topográficos transversais da praia a 3.260 m a sul da foz do rio Lis (antigo areeiro).....	224
Fig. 79 - Perfis topográficos transversais da praia do Olho do Samouco (de 10/09/2010 a 11/01/2013)	225
Fig. 80 - Perfis topográficos transversais da praia do Olho do Samouco (de 26/04/2013 a 08/09/2014)	226
Fig. 81 - Perfis topográficos transversais da praia a norte das Pedras Negras.	228
Fig. 82 - Perfis topográficos transversais da praia de S. Pedro de Moel imediatamente a sul do ribeiro.....	232
Fig. 83 - Perfis topográficos transversais da praia de S. Pedro de Moel na zona das piscinas.....	232

Fig. 84 - Esboço geomorfológico das dunas das Matas Nacionais do Pedrógão e de Leiria.....	249
Fig. 85 - Troço costeiro entre os 2.800 m e os 4.600 m a sul do rio Lis. Estado de degradação do cordão dunar frontal (imagem do Google Earth de 08/10/2011.....	251
Fig. 85a - Troço costeiro entre os 2.800m e os 4.600 m a sul do rio Lis. Estado de degradação do cordão dunar frontal (imagem do Google Earth de 18/08/2018)	252
Fig. 85b - Representação do limite SSE da duna f exibida também nas figuras anteriores e na fot. 69.....	253
Fig. 86 - Esboço geomorfológico das dunas segundo coberturas aéreas de 1947 ~ e de 1989 ~ (André <i>et al.</i> , 1999).....	257
Fig. 87 - Esboço geomorfológico das dunas entre o rio Mondego e a Leirosa (André <i>et al.</i> , 1997.....	258
Fig. 88 - Localização das armadilhas no cordão dunar na segunda fase de observação (imagem Google Earth 08/10/2011).....	273
Fig. 89 - Sectogramas representativos da percentagem de areia eólica recolhida nas armadilhas colocadas na crista de uma duna do cordão dunar frontal	274
Fig. 90 - Sectogramas representativos da percentagem de areia eólica recolhida nas armadilhas colocadas na crista de uma duna do cordão dunar frontal	275

Índice de fotografias

Fot. 1 - Ventifacto pertencente a cascalheiras de antigas praias (praia do Osso da Baleia)	46
Fot. 2 - Fósseis recolhidos no jazigo da Mina (Ponte Nova) referido por C. de Morais.....	48
Fot. 3 - Ribeiro de Moel a montante da Ponte Nova (cascata com 5 metros)	49
Fot. 4 - Praia de S. Pedro de Moel em período de baixa-mar (afloramentos do Mesozóico a fechar o que resta de uma antiga reentrância)	53

Fot. 5 - Afloramento do material turfoso <i>in situ</i> a sul do promontório calcário do Pedrógão (vista de conjunto).....	55
Fot. 6 - Afloramento <i>in situ</i> a sul do promontório calcário do Pedrógão (vista de pormenor)	55
Fot. 7 - Peça de “lenhite” encontrado na praia.....	56
Fot. 8 - Solo ferro-húmico (surraipa), correspondente ao horizonte B dos solos podzóis.....	57
Fot. 9 - Casa de dois pisos em “surraipa” (Marinha Grande)	58
Fot. 10 - Muro em “surraipa” (Vieira de Leiria)	58
Fot. 11 - Afloramento de calhaus rolados na praia do Pedrógão (vista de conjunto)	98
Fot. 12 - Afloramento de calhaus rolados na praia do Pedrógão (vista de pormenor)	98
Fot. 13 - Margem esquerda do rio Lis (a cerca de 1.600 m da atual foz), seixos transportados pelo rio Lis.....	100
Fot. 14 - Margem esquerda do rio Lis (a cerca de 1.600 m da atual foz), seixos sobre blocos de doleritos.....	101
Fot. 15 - Vertente na margem esquerda do rio Lis, a cerca 7.500 m a montante da atual foz	101
Fot. 16 - Possível estacada de Oudinot.....	103
Fot. 17 - Sector distal do estuário do rio Lis (fotografia aérea vertical de 1947 - escala aproximada 1/30 000)	105
Fot. 18 - Sector distal do estuário do rio Lis (fotografia aérea vertical de 1990 – escala aproximada 1/8 000).....	106
Fot. 19 - Monumento alusivo às obras de defesa, enxugo e rega no vale do rio Lis	107
Fot. 20 - Restos de muralhas e vestígios de construções no local onde parece ter existido a antiga povoação de Paredes.....	121
Fot. 21 - Restos de muralhas e vestígios de construções no local onde parece ter existido a antiga povoação de Paredes.....	122
Fot. 22 - Fotografia aérea vertical de 1947 (escala original aproximada 1/30.000) - Troço costeiro Buarcos/Cova Gala norte - 4.000m. (X) molhe construído na década de 1930)	124

Fot. 23 - Fotografia aérea vertical de 1958 (escala original aproximada 1/25.000) - Troço costeiro Buarcos/Cova Gala - 5.000 m (X) - molhe construído na década de 1930.....	125
Fot. 24a - Fotografia aérea vertical de 1947	128
Fot. 24b - Fotografia aérea vertical de 1958.....	128
Fot. 24c - Fotografia aérea vertical de 1991	129
Fot. 25 - Fotografia aérea vertical de 1958 - Sector distal do estuário do rio Lis e troço costeiro adjacente (5.000 m)	131
Fot. 26 - Praia de Vieira de Leiria defronte da rua da Boavista (início da década de 1950).....	132
Fot. 27 - Praia de Vieira de Leiria defronte da rua da Boavista (final da década de 1950)	132
Fot. 28 - Praia de Vieira de Leiria defronte da rua da Boavista (final da década de 1950).....	133
Fot. 29a - Fotografia aérea vertical de 1947	134
Fot. 29b - Fotografia aérea vertical de 1958.....	134
Fot. 29c - Fotografia aérea vertical de 1990.....	135
Fot. 29d - Fotografia aérea vertical de 2000.....	135
Fot. 30 - Estratigrafia algo dobrada numa arriba a cerca de 500 metros a sul do Farol de S. Pedro de Moel.....	136
Fot. 31 - Extração de areia na embocadura do Mondego (décadas de 1970, 1980 e 1990).....	141
Fot. 32 - Extração de areia junto do molhe norte do Mondego (décadas de 1970,1980 e 1990)	142
Fot. 33 - Terminal ferroviário da Figueira da Foz (embarque de areia para Espanha, décadas de 1980 e 1990)	145
Fot. 34 - Embocadura do Mondego e troço costeiro adjacente (fotografia aérea vertical de 1995 - escala aproximada 1/75 000)	147
Fot. 35 - Ligação do braço norte com o braço sul em período de baixa-mar (imediatamente a jusante da Quinta do Canal), interrompida na primeira metade da década de 1990.....	149

Fot. 36 - Cerca de 400 m a sul do promontório calcário do Pedrógão (1992). O que restava do cordão dunar frontal.....	150
Fot. 37 - Sul da Praia da Leirosa (1994), grua caída para a praia por erosão marinha e eólica do cordão dunar frontal.....	151
Fot. 38 - Fotografia aérea vertical de 1991 (troço costeiro a cerca de 7.000 m a sul de S. Pedro de Moel, entre a Mina e o Vale Furado)	155
Fot. 39 - Troço costeiro entre a Mina e o Vale Furado (abril de 2010)	155
Fot. 40 - Esporão colocado, mais a sul, na praia da Cova/Gala (1995)	157
Fot. 41 - Ondas com período elevado, também designadas ondas de “swell” ...	164
Fot. 42 - Cova/Gala a sul do campo de esporões (março de 2014), destruição do cordão dunar e vestígios de galgamentos oceânicos.....	195
Fot. 43 - Cordão arenoso colocado em 2015 a sul do campo de esporões da Cova/Gala.....	196
Fot. 44 - A cerca de 100 m a sul do cordão arenoso, vestígios de galgamentos oceânicos.....	196
Fot. 45 - Novo cordão arenoso (2018/2019) a sul do campo de esporões da Cova/Gala. Os sacos de geotêxtil estão a ser cobertos de areia (junho de 2019)	197
Fot. 46 - Cordão arenoso colocado no verão de 2019 a sul do campo de esporões da Cova/Gala (novembro de 2019)	197
Fot. 47 - Draga de sucção a largar os sedimentos defronte do campo de esporões da Cova/Gala (18/02/2010)	198
Fot. 48 - Sul da Leirosa (março de 2010) - enraizamento do emissário submarino dos efluentes das fábricas de pasta de papel, destruição dos geotubos colocados para proteção do cordão dunar frontal.....	204
Fot. 49 - Sul da Leirosa (março de 2013) - enraizamento do emissário submarino dos efluentes das fábricas de pasta de papel, destruição dos geotubos colocados para proteção do cordão dunar frontal.....	205
Fot. 50 - Destruição de parte da rotunda norte (março de 2014)	210
Fot. 51 - Muro defronte do Centro Azul da Praia do Pedrógão destruído pela ondulação (março de 2014).....	210

Fot. 52 - Retirada de areia da zona intermareal para formação de um cordão arenoso em substituição do cordão dunar frontal erodido (março de 2014)	212
Fot. 53 - Apoios de praia colocados sobre uma zona dunar (julho de 2017)	212
Fot. 54 - Praia do Pedrógão (norte do promontório). Bancadas de calcário deixadas a descoberto pela ondulação de SW.....	213
Fot. 55 - Sul do promontório do Pedrógão, defesa longitudinal aderente em enrocamento, numa extensão de cerca de 400 m (junho de 2017)	217
Fot. 56 - Praia de Vieira de Leiria (outubro de 2011), imediatamente, a norte de onde foram realizados os perfis (fig. 75)	220
Fot. 57 - Praia do Olho do Samouco no final da década de 1970 - barracas colocadas na crista do cordão dunar frontal (vista do flanco oriental).	226
Fot. 58 - Pedras Negras (vista aérea de conjunto)	227
Fot. 59 - Pedras Negras (vista de proximidade)	227
Fot. 60 - Fotografia aérea vertical de 1991 (troço costeiro de S. Pedro de Moel às piscinas)	231
Fot. 61 - Praia de S. Pedro de Moel (janeiro de 2013)	233
Fot. 62 - Grande cordão dunar/crista de obstáculo com ponto de vigia e casa do Guarda no topo (vista de poente para nascente)	238
Fot. 63 - Colocação do ripado ou paliçada para formação da duna litoral (cordão dunar frontal longilitoral), segunda metade do século XIX.....	238
Fot. 64 - Duna litoral (Cordão dunar frontal longilitoral) em formação, segunda metade do século XIX.....	239
Fot. 65 - Duna simétrica em corte transversal, apresentando os dois flancos inclinações semelhantes.....	250
Fot. 66 - Vestígios do ripado/paliçada no flanco ocidental do cordão dunar frontal	250
Fot. 67 - Cordão dunar frontal em destabilização apresentando “blowout” (outubro de 2017)	254
Fot. 68 - Cordão dunar frontal, corredor de deflação a sotavento de um “blowout” (outubro de 2017)	254
Fot. 69 - Duna (f) em progressão/formação por destabilização do cordão dunar frontal (outubro de 2017)	255

Fot. 70 - Quantificação da progressão de uma duna do cordão dunar frontal...	255
Fot. 71 - Duna parabólica em progressão/formação para SE por erosão eólica do cordão dunar frontal (1995)	256
Fot. 72 - A progressão da duna parabólica anterior (fot. 71) incorporou-se no cordão dunar mais a oriente paralelo ao cordão dunar frontal a ocidente (outubro de 2017)	256
Fot. 73 - Armadilhas colocadas na crista de uma duna do cordão frontal para a quantificação do material deslocado pelo vento.....	273
Fot. 74 - Pinheiro rastejante exposto ao vento com crescimento para SSE.....	274
Fot. 75 - Duna onde estão colocadas as armadilhas para captura das areias eólicas. Fotografia tirada, de N para S, no dia 21 de janeiro de 2013. Observa-se a formação de três corredores de deflação com orientação de NW-SE a WNW-ESE.....	276

Índice de quadros

Quadro I - Localização dos postos meteorológicos.....	66
Quadro II - Totais anuais de precipitação (mm) no posto meteorológico de Monte Real.....	69
Quadro III - Valores da temperatura e da pluviosidade nos postos meteorológicos analisados.....	72
Quadro IV - Índice de aridez.....	78
Quadro V - Classes e respetivos limites definidas por De Martonne.....	79
Quadro VI - Índice de Emberger.....	80
Quadro VII - Rumo/Médias Móveis.....	176
Quadro VIII - Rumo médio da onda nos meses de julho, agosto e setembro....	176
Quadro IX - Dados da ondulação (altura significativa, período e rumo)	211

Índice de anexos

Anexo 1 – Mapa Geológico da Área Estudada obtida por montagem parcial das Cartas Geológicas 1/50.000 19-C, 22-B, 22-D e 23-A.....	312
Anexo 2 - Ficha Climatológica de Monte Real (dados de 1971-2000)	313
Anexo 3 - Ficha Climatológica de Monte Real (dados de 1971-2000)	314
Anexo 4 - Ficha Climatológica de S. Pedro de Moel (dados de 1971-2000)	315
Anexo 5 - Ficha Climatológica de S. Pedro de Moel (dados de 1971-2000)	316
Anexo 6 - Rosa dos Ventos do posto meteorológico de Monte Real.....	317
Anexo 7 - Rosa dos Ventos do posto meteorológico de S. Pedro de Moel.....	318
Anexo 8 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2004.....	319
Anexo 9 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2004.....	320
Anexo 10 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2004.....	321
Anexo 11 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2004.....	322
Anexo 12 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2005.....	323
Anexo 13 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2005.....	324
Anexo 14 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2005.....	325
Anexo 15 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2005.....	326
Anexo 16 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2006.....	327
Anexo 17 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2006.....	328
Anexo 18 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2006.....	329

Anexo 19 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2006.....	330
Anexo 20 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2007.....	331
Anexo 21 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2007.....	332
Anexo 22 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2007.....	333
Anexo 23 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2007.....	334
Anexo 24 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2008.....	335
Anexo 25 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2008.....	336
Anexo 26 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2008.....	337
Anexo 27 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2008.....	338
Anexo 28 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2009.....	339
Anexo 29 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2009.....	340
Anexo 30 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2009.....	341
Anexo 31 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2009.....	342
Anexo 32 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2010.....	343
Anexo 33 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2010.....	344
Anexo 34 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2010.....	345

Anexo 35 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2010.....	346
Anexo 36 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2011.....	347
Anexo 37 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2011.....	348
Anexo 38 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2011.....	349
Anexo 39 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2011.....	350
Anexo 40 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2012.....	351
Anexo 41 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2012.....	352
Anexo 42 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2012.....	353
Anexo 43 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2012.....	354
Anexo 44 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2013.....	355
Anexo 45 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2013.....	356
Anexo 46 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2013.....	357
Anexo 47 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2013.....	358
Anexo 48 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2014.....	359
Anexo 49 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2014.....	360
Anexo 50 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2014.....	361

Anexo 51 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2014.....	362
Anexo 52 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2015.....	363
Anexo 53 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2015.....	364
Anexo 54 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2015.....	365
Anexo 55 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2015.....	366
Anexo 56 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2016.....	367
Anexo 57 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2016.....	368
Anexo 58 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2016.....	369
Anexo 59 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2016.....	370
Anexo 60 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2017.....	371
Anexo 61 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2017.....	372
Anexo 62 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2017.....	373
Anexo 63 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2017.....	374
Anexo 64 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2018.....	375
Anexo 65 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2018.....	376
Anexo 66 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2018.....	377

Anexo 67 - Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2018.....	378
Anexo 68 - Estado do mar na Figueira da Foz - médias mensais e anuais de 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 e 2009.....	379
Anexo 69 - Estado do mar na Figueira da Foz - médias mensais e anuais de 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 e 2015.....	380
Anexo 70 - Estado do mar na Figueira da Foz - médias mensais e anuais de 2016, 2017 e 2018.....	381
Anexo 71 - Estado do mar na Fig. da Foz - médias anuais de 2004 a 2018....	381
Anexo 72 - Estado do mar na Figueira da Foz - médias mensais de 2004 a 2018	382
Anexo 73 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a abril de 2010.....	383
Anexo 74 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a maio de 2010.....	384
Anexo 75 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a junho de 2010.....	385
Anexo 76 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a julho de 2010.....	386
Anexo 77 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a agosto de 2010.....	387
Anexo 78 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a setembro de 2010.....	388
Anexo 79 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a outubro de 2010.....	389
Anexo 80 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a novembro de 2010.....	390
Anexo 81 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a dezembro de 2010.....	391
Anexo 82 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a janeiro de 2011.....	392
Anexo 83 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a fevereiro de 2011.....	393

Anexo 84 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a março de 2011.....	394
Anexo 85 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a abril de 2011.....	395
Anexo 86 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a maio de 2011.....	396
Anexo 87 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a junho de 2011.....	397
Anexo 88 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a julho de 2011.....	398
Anexo 89 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a agosto de 2011.....	399
Anexo 90 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a setembro de 2011.....	400
Anexo 91 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a outubro de 2011.....	401
Anexo 92 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a novembro de 2011.....	402
Anexo 93 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a dezembro de 2011.....	403
Anexo 94 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a janeiro de 2012.....	404
Anexo 95 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a fevereiro de 2012.....	405
Anexo 96 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a janeiro de 2013.....	406
Anexo 97 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a fevereiro de 2013.....	407
Anexo 98 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a março de 2013.....	408
Anexo 99 - Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a abril de 2013.....	409

1. INTRODUÇÃO

1.1 – Conceitos

1.1.1 – Conceitos associados à faixa litoral

A zona costeira tem sido objeto de estudo das ciências naturais (geologia, biologia, geografia física) e engenharia. Nas últimas décadas este interesse virou-se também para as ciências sociais e humanas. “Depois da obra precursora de Alain Corbin - *O território do vazio. A praia e o imaginário ocidental* (1988) – historiadores, geógrafos, antropólogos, sociólogos, economistas e juristas procuram aprofundar a relação entre o homem e o litoral e conhecer as suas metamorfoses ao longo do tempo” (J. Freitas, 2010, p. 19).

Dado que este trabalho se desenvolve, essencialmente, na zona costeira consideramos importante referir alguns conceitos sobre esta zona.

São bastante diversificados os conceitos de Zona Costeira, assim como a sua abrangência em termos territoriais terrestres ou marinhos.

As designações “litoral, costa, faixa costeira, faixa litoral, área/região costeira” são utilizadas de modo indiferenciado por especialistas de diferentes áreas para referir porções do território de dimensões variáveis, na interface entre a Terra e o Oceano (GIZC, 2007, p.35).

“Os limites da zona costeira têm sido fixados arbitrariamente para fins administrativos ou de ordenamento ou em termos subjectivos difíceis de aplicar no terreno” (Carvalho *et al.*, 1997, p. 31).

Com base na reunião plenária da Conferência das Regiões Periféricas Marítimas da CEE, reunida em Creta em 1981, que aprovou a Carta Europeia do Litoral, onde se procura conciliar as exigências do desenvolvimento com os imperativos da protecção e na ausência de planos que contemplem as regras a que deve obedecer a ocupação dos solos da faixa costeira, o governo decretou:

“Entende-se por faixa costeira a banda ao longo da costa marítima, cuja largura é limitada pela linha de máxima preia-mar de águas vivas equinociais e pela linha situada a 2 km daquela para o interior “ (nº 2 do Artigo 1.º - Decreto-Lei n.º 302/90 de 26 de Setembro).

Também o Decreto-Lei 309/93 de 2 de Setembro, no artigo 3º, ao definir o objeto dos POOC cria faixas de proteção. “Faixas de protecção denominam-se zona terrestre de protecção” cuja largura máxima não excede 500 m contados da linha que limita a margem das águas do mar e “faixa marítima de protecção” que tem como limite máximo a batimétrica -30 m.

Carvalho *et al.* (1997, p. 32) referem o conceito de zona costeira definida por Post e Lundin (1996) e por Silva e Trovisco (1997):

- “Área dinâmica fundamentalmente sujeita a modificações nas suas características biológicas, químicas e geológicas, com praias, dunas, florestas de mangal e recifes de coral que são defesas naturais contra as tempestades, as inundações e a erosão, com ecossistemas que podem moderar os impactes provenientes da poluição terrestre e que é uma atracção para grandes concentrações populacionais” (Post e Lundin, 1996);

- “A zona costeira é uma banda que tem uma largura de 10 km para fronteira terrestre” (Silva e Trovisco, 1997). Estes autores referem que esta definição levaria o limite da fronteira terrestre, em certos troços costeiros, a ultrapassar o domínio onde se fazem sentir as influências relevantes do mar na morfologia, na ecologia e nas atividades humanas ou ficaria muito aquém do limite onde se podem reconhecer aquelas influências (correspondentes a geoformas geradas num passado muito próximo, de poucos milhares de anos ou de alguns séculos).

Nas Bases para a Estratégia de Gestão Integrada da Zona Costeira Nacional – GIZC (2007) refere-se que nas várias definições “se há algum consenso no que respeita à complexidade da zona costeira (dos processos atuantes e das respostas dos sistemas), à sua sensibilidade, ao seu dinamismo, à sua importância económica e ecológica, à ocorrência de conflitos entre utilização e equilíbrio natural, à pressão aí exercida, à necessidade de promover o seu uso sustentável, já o mesmo não se passa em relação ao estabelecimento dos seus limites físicos, sendo estes muito variáveis nos diversos conceitos e documentos legais existentes” (p. 35).

Em muitos países litorais os limites costeiros oficiais estão ausentes ou são imprecisas. Em terra são, frequentemente, medidas por distâncias físicas (alguns quilómetros ou algumas centenas de metros do mar) que não coincidem, necessariamente, com o território habitado pelas sociedades costeiras. Se

existem no mar incluem, geralmente, todas as águas territoriais que se estendem para lá das fronteiras da zona costeira.

Em termos gerais costuma-se designar a zona costeira ou faixa litoral pela zona de transição entre o domínio continental e o domínio marinho.

Maria Eugénia Moreira (1972/73, p. 6) considera “que a zona litoral é um cenário da interação do mar e da terra, em que forças poderosas, por processos complexos, dão lugar a formas originais e características”. Apresenta ainda conceitos de outros autores; para Zenkovich (1962) a definição de zona litoral estabelecida para a U.R.S.S. “corresponde à área da litosfera e da hidrosfera onde a evolução morfológica se faz em função da energia das ondas” (p. 6). Kuenen (1950) considera zona litoral “o espaço compreendido entre o nível das marés baixas e das marés altas, ou seja o estrão ou zona intermareal” (p. 6). Esta autora refere, também, que mais perto da realidade parecem estar alguns autores ingleses, norte-americanos e franceses, entre eles Guilcher, ao afirmarem que a zona litoral sai dos limites do estrão, tanto na direção da margem continental como da margem marítima, dividindo-a em três faixas, que se estendem mais ou menos paralelamente à linha de costa: a) uma faixa sempre submersa, onde o limite superior é o nível da maré baixa e o nível inferior é mal definido, variando com a inclinação da plataforma continental e com a amplitude das marés; b) o estrão, que corresponde a uma faixa, alternadamente, emersa e imersa cujos limites, superior e inferior, são, respetivamente, o nível da maré mais alta e o nível da maré mais baixa. Segundo os autores a extensão desta faixa depende, também, da inclinação da plataforma continental, da espessura dos sedimentos depositados, da amplitude das marés e de vários parâmetros da onda; c) uma faixa sempre emersa que tem como limite inferior o nível das marés altas. O limite superior é discutível mas deverá ser marcado pelo limite da existência de formas influenciadas pela ação do mar como arribas, dunas ou lagunas.

A European Code of Conduct for Coastal Zones (Committee for the Activities of the Council of Europe in the Field Biological and Landscape Diversity, 1999, p. 11) considera que através deste Código de Conduta são usados variados termos relacionados com a costa. Não é nossa intenção definir, precisamente, esses termos dada a ampla variedade de definições usadas na bibliografia e, particularmente, nos relatórios usados para escrever este Código de Conduta.

Para utilizações gerais podem ser usadas as seguintes definições:

- Linha de Costa: a fronteira entre o mar e a terra;

- Zona Costeira: uma área que inclui terra e mar, de largura indeterminada, por vezes, incluindo áreas de bacias de drenagem, dependendo de uma ampla variedade de definições, atualmente, em uso. Para a maior parte das finalidades pode ser assumida uma área de alguns quilómetros;

- Faixa Costeira: uma estreita faixa de terreno bordejando a linha de costa, estendendo-se umas centenas de metros para terra;

- Área ou Região Costeira: termo geral que descreve sítios que são influenciados pela sua proximidade ao mar.

Definições de Zona Costeira (p. 12):

“A Zona Costeira pode ser definida como a área onde a terra e o mar interagem com o seu limite em terra definido pelos limites do oceano em terra e o limite marinho, sendo o limite da influência terrestre e da água doce no mar, ou dito de outra maneira, sendo a parte da terra afetada pela sua proximidade ao mar e a parte do oceano afetado pela sua proximidade a terra (US Commission on Marine Science, Engineering and Resources, 1986). Contudo os limites terrestre e marinho não estão espacialmente fixos...” – IUCN (1986);

“A Zona Costeira é a interface onde a terra encontra o oceano englobando ambientes litorais, assim como as águas adjacentes costeiras.

Os limites da Zona Costeira são frequentemente definidos arbitrariamente, diferindo amplamente entre as nações, e são frequentemente baseados em limites jurisdicionais ou demarcados por razões de facilidade administrativa.

Para finalidades práticas de planeamento a Zona Costeira é uma área especial, tendo características especiais das quais os limites são frequentemente determinados pelos problemas específicos em causa.” – World Bank;

“Zona Costeira é uma área geograficamente delineada. Distingue-se por ser caracterizada por uma agregação de ambientes costeiros inter-atuantes e os correspondentes sistemas naturais ou artificiais.” – World Coast Conference;

“A Zona Costeira é definida como uma faixa de terra e território marinho com variada largura dependendo da natureza do ambiente e necessidades de gestão. Raramente corresponde a uma unidade administrativa ou de planeamento existente.

Com respeito às pisciculturas é comum limitar a Zona Costeira às áreas territoriais tal como definida na convenção da lei do mar, apesar deste limite não corresponder com nenhuma unidade biológica ou de gestão distinta.

Os sistemas costeiros naturais e as áreas nas quais as atividades humanas envolvem o uso de recursos costeiros podem conseqüentemente estender-se muito para lá do limite das águas territoriais e muitos quilómetros em terra.” – European Commission.

O Grupo de Trabalho que elaborou as “Bases para a Estratégia da Gestão Integrada das Zonas Costeiras “ (Gomes *et al.*, 2007) adoptou definições propostas pela European Code of Conduct for Coastal Zones (fig. 1 e 2):

- Litoral é o termo geral que descreve porções do território que são influenciadas direta e indiretamente pela proximidade do mar;

- Zona costeira é a porção de território influenciada direta e indiretamente em termos biofísicos pelo mar (ondas), sendo do lado de terra de largura, geralmente, de ordem quilométrica e que se estende do lado do mar até ao limite da plataforma continental;

- Orla costeira é a porção do território onde o mar exerce, diretamente, a sua ação coadjuvado pela ação eólica que, tipicamente, se estende para o lado de terra por centenas de metros e se estende do lado do mar até à batimétrica dos -30 m (englobando a profundidade de fecho);

- Linha de costa é a fronteira entre a terra e o mar, materializada pela interceção do nível médio do mar com a zona terrestre.

O Glossário das Zonas Costeira (APRH, 2007) classifica a costa como faixa de terreno de largura indeterminada (podendo ir até vários quilómetros), que se estende desde a linha de costa para o interior até à primeira grande mudança nas características do terreno.

Também é definida como a zona que se estende do oceano até ao ambiente que é afetado pelos processos marinhos. Ou ainda como faixa de terra de largura variável que se estende da linha de costa para o interior do continente até às primeiras mudanças significativas da fisiografia. Esta faixa varia, normalmente, de alguns quilómetros a algumas dezenas de quilómetros. Conforme a configuração geral da costa pode-se falar em costa baixa (com praia) ou alta (com falésia marinha). Podendo ainda ser definida como uma zona de

largura indeterminada que se estende para o interior a partir da linha de contorno e sobre a qual se faz sentir, de algum modo, a ação do mar. A linha de costa, nas cartas náuticas, corresponde ao limite das marés altas.

A faixa litoral é uma zona dinâmica onde atuam grande parte dos agentes responsáveis pela sua fisiografia, nomeadamente as ondas e as correntes derivadas dessa ondulação. Compreende uma parte emersa com o limite superior (do lado do continente) até onde se faz sentir o máximo da maré alta (maré viva equinocial) e o limite inferior (do lado do mar) que corresponde ao mínimo da maré baixa (maré viva equinocial) e outra submersa que tem o seu limite superior no mínimo da maré baixa e inferior na zona de transição para o mar alto na zona inferior da barra longitudinal.

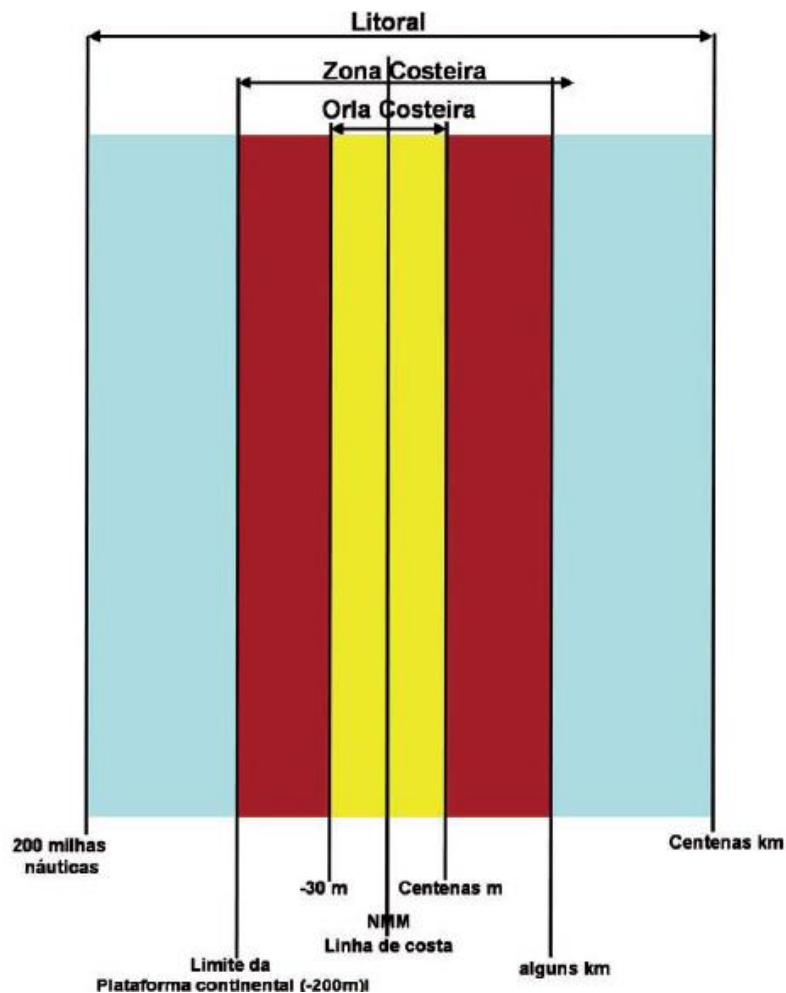


Fig. 1 – Limites propostos pelo grupo de trabalho que elaborou as Bases para a Estratégia da Gestão Integrada das Zonas Costeiras (Gomes et al., 2007 p.107).

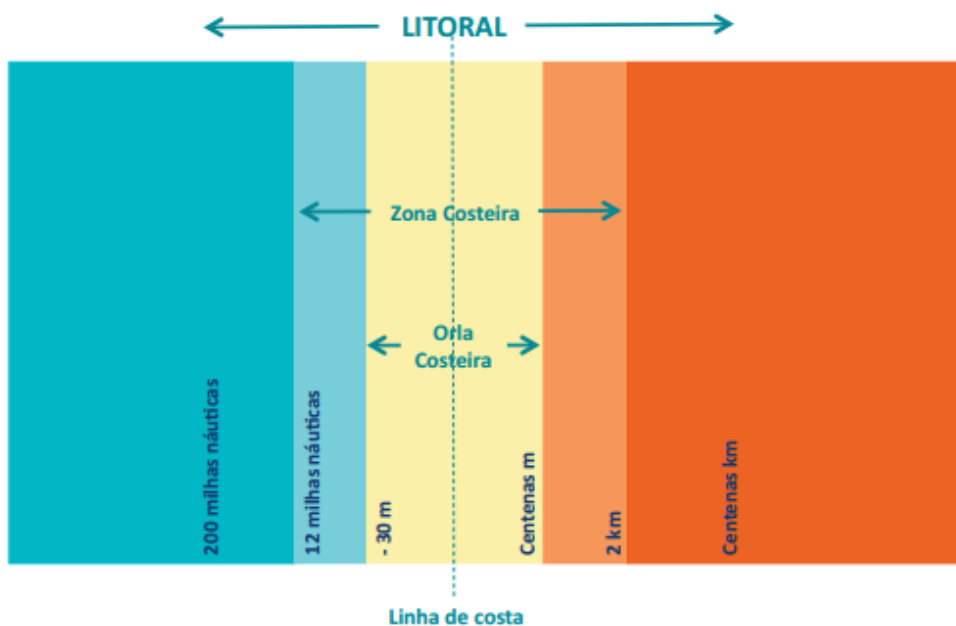


Fig. 2 – Conceito de zona Costeira (limites) adotada pela ENGIZC, na Resolução do Conselho de ministros n.º 82/2009, de 20 de Agosto de 2009.

Os termos utilizados para classificar a morfologia da faixa litoral variam de acordo com os autores. Moreira (1984, p. 97) divide a praia em 5 faixas (do continente para o mar): antepraia, praia-alta, praia média, praia baixa ou terraço-da-maré-baixa e pré-praia, comparando a sua classificação com a de outros autores (fig. 3). S. Carvalho, 1985 (fig. 4), C. King e A. Guilcher, 1953 (fig. 5) dividem a praia em 3 faixas mas com terminologia diferente; E. Bird divide a praia em 4 faixas. Num esquema simples Paskoff (1981) faz a divisão da praia em 3 faixas (fig. 6). Mendes (2002) apresenta uma terminologia para a morfologia das praias, apesar de entrar com outros conceitos, baseia-se na divisão feita por Carvalho (1985) mas, entrando com outras subdivisões inclusive faz referência a uma zona de surf (fig. 7). O Glossário das Zonas Costeiras (<http://www.aprh.pt/rgci/index.html>; consultado em julho de 2014), também apresenta uma terminologia para a morfologia das praias (fig. 8), muito próxima da de Mendes (2002), mas com nomenclatura diferente.

Relativamente à faixa mais interior da praia (antepraia) referida por Carvalho (1985), por Paskoff (1981) e por Moreira (1984) a diferença reside no facto de que para o primeiro ela é limitada do lado continental por uma arriba ou pelo início de um campo de dunas, ou ainda por uma zona onde a vegetação se fixou com certa permanência, enquanto para os outros dois autores a arriba ou o

cordão dunar fazem parte integrante da antepraia. Carvalho (1985) coloca a berma e a crista da berma na antepraia, Moreira coloca-a na transição entre a praia alta e a praia média, designando-a por crista da praia, referindo ainda que a praia alta é formada por um patamar ou berma da praia.

Todos os autores são unânimes na sua terminologia ao designarem a parte inferior da praia, sempre submersa, por pré-praia, referindo que é formada por cristas e sulcos pré-litorais orientados, paralelamente, à faixa litoral. Estas cristas que na terminologia de Mendes (2002) são referidas por barra longilitoral têm importância pois dissipam parte da energia associada às ondas, principalmente, durante a ocorrência de temporais. Evitam, também, que os sedimentos transportados pela onda de refluxo sejam arrastados para o largo. Se o temporal no mar é grande e se não existirem barras arenosas submersas bem desenvolvidas parte das areias são transportadas para maiores profundidades, sendo dificilmente remobilizadas para o “corredor litoral” (Dias *et al.*, 1994, p. 12).

As barras submersas são conhecidas pelos pescadores da arte xávega por contra-banco e representam um perigo para as suas redes quando estas são puxadas para terra. Quando as cristas têm uma dimensão significativa, nomeadamente em altura, as redes ao passarem sobre elas ficam presas e rasgam-se.

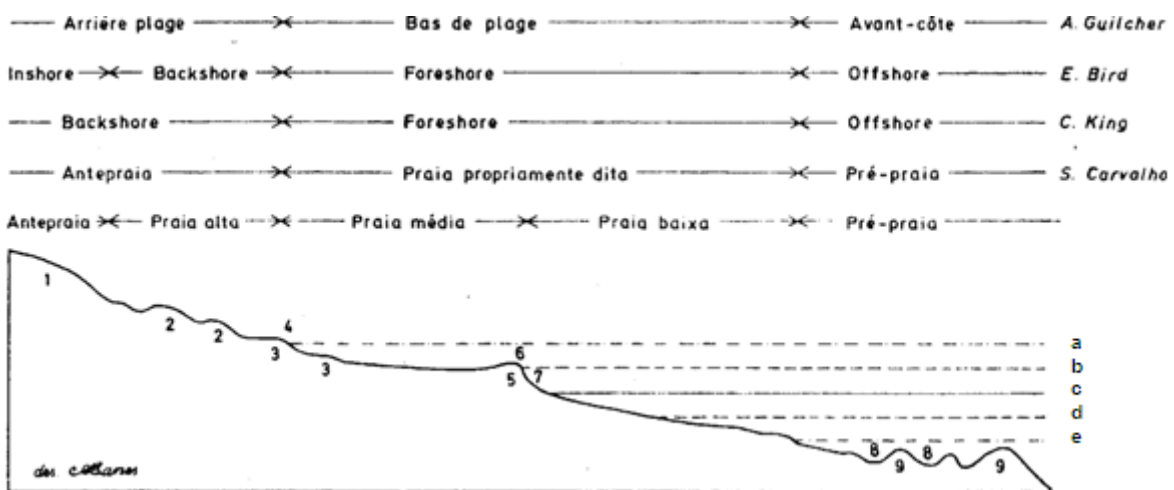


Fig. 3 – Morfologia da praia; comparação de classificações e da terminologia francesa, inglesa e portuguesa. 1 – cordão litoral, 2 – dunas da praia alta, 3 – degraus da praia, 4 – crista da praia, 5 – crescente de praia, 6 – linha de inflexão, 7 – escarpa da praia, 8 – sulcos pré-litorais, 9 – cristas pré-litorais, a – nível da preia-mar de maré viva, b – nível da preia-mar, c – nível médio do mar, d – nível da baixa-mar, e – nível da baixa-mar de maré viva (adaptado de Moreira, 1984, p. 97).

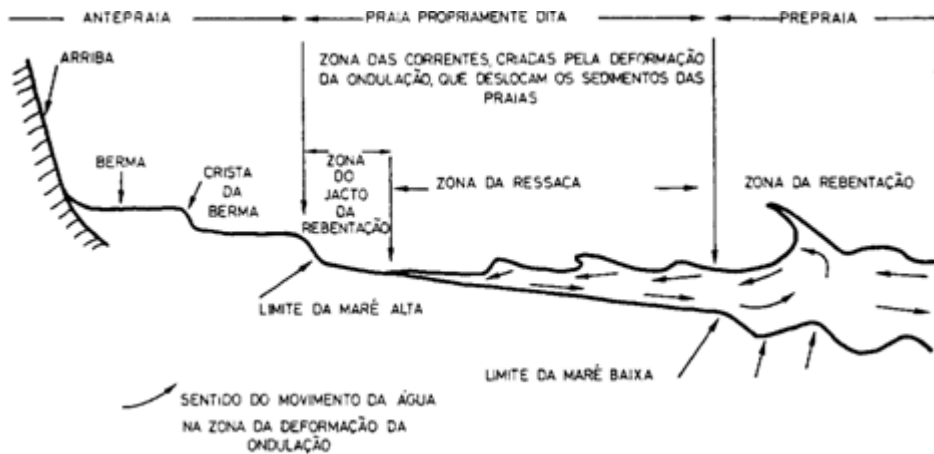
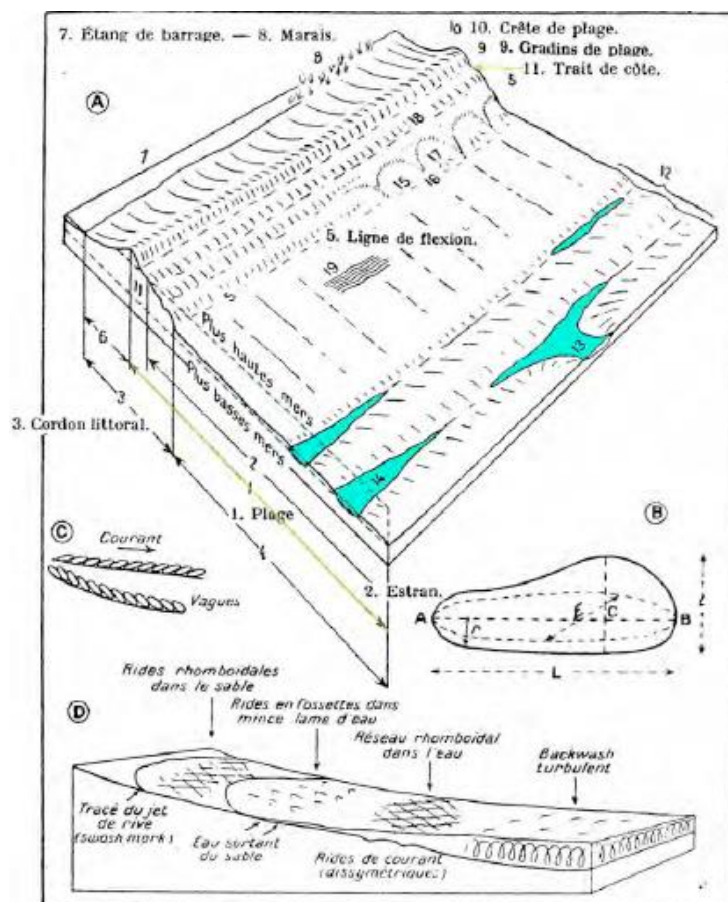


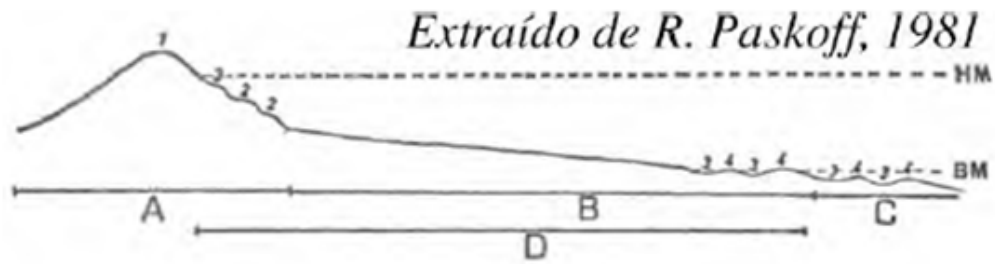
Fig. 4 – Perfil de praia segundo Carvalho (1985).



Terminologie et sédimentologie des plages

- A) Terminologie : 1. Plage. — 2. Estran. — 3. Cordon littoral. — 4. Bas de plage. — 5. Ligne de flexion. — 6. Revers du cordon. — 7. Étang de barrage. — 8. Marais. — 9. Gradins de plage. — 10. Crête de plage. — 11. Trait de côte. — 12. Crêtes et sillons pré littoraux. — 13. Chenal de bas de plage. — 14. Mare de sillon pré littoral. — 15. Croissant de plage. — 16. Corne. — 17. Creux. — 18. Tête. — 19. Rides de plage.
- B) Données morphoscopiques d'un galet. L : longueur. — l : largeur. — E : épaisseur. — r : plus petit rayon de courbure dans le plan principal (d'après Cailleux, Berthois et Tricart).
- C) Les deux types d'imbrication des galets (d'après Tweenhofel).
- D) Formation des rides rhomboïdales (d'après Demarest).

Fig. 5 - Perfil de praia segundo A. Guilcher (1953).



Profil transversal d'une plage

HM: niveau des plus hautes mers; BM: niveau des plus basses mers.

A: haut de plage; B: bas de plage; C: avant-plage; D: estran.

1. Crête; 2. Gradin; 3. Sillon; 4. Barre.

Fig. 6 - Perfil de praia segundo Paskoff (1981).

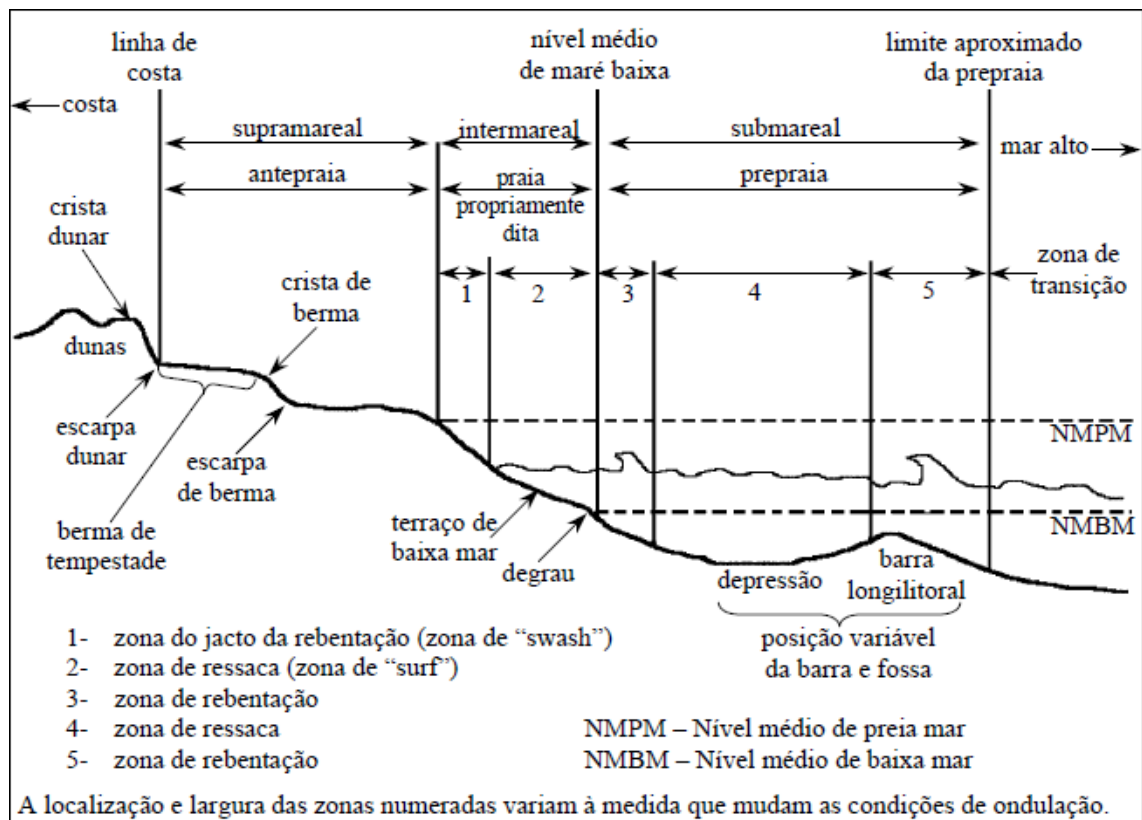


Fig. 7 – Terminologia da morfologia das praias, com identificação das zonas de dinâmica das águas (Mendes, 2002).

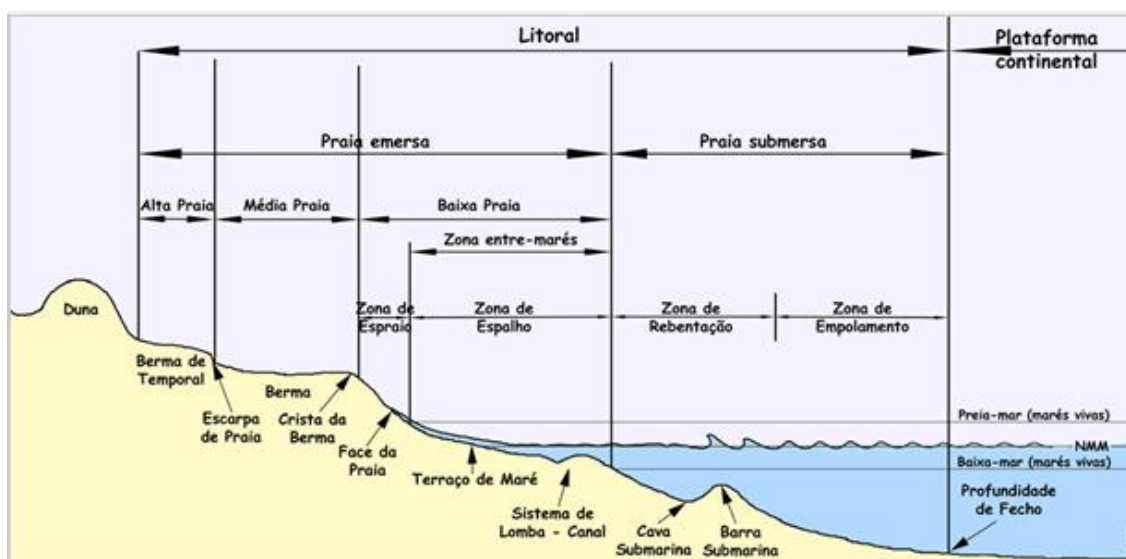


Fig. 8 – Terminologia da morfologia das praias, com identificação das zonas de dinâmica das águas (Glossário das Zonas Costeiras - <http://www.aprh.pt/rgci/index.html>).

Consideramos que os vários conceitos de zona costeira que apresentámos, assim como a sua abrangência em termos territoriais, terrestres ou marinhos, estão relacionados com a visão científica dos autores que os definiram, assim como o fim a que se destinam.

Fazendo uma análise dos conceitos que os vários autores apresentam na divisão da praia consideramos que eles se podem encaixar ou não nessa morfologia, dependendo da época do ano, nomeadamente, do estado do mar (altura significativa da onda, período da onda e rumo) e da disponibilidade de sedimentos que alimentam a praia, isto é do perfil transversal da praia, extensão e morfologia.

A GIZC (Bases para a Estratégia de Gestão Integrada da Zona Costeira Nacional), publicada em 2007, é um documento que pretende congrega os objetivos fundamentais e as estratégias que deverão presidir à política de ordenamento, planeamento e gestão do litoral, no entanto, consideramos que é mais um documento dos vários que já foram produzidos, mas que não traz alterações significativas aos já apresentados.

Em relação a este documento (Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira - Consulta Pública) Alveirinho Dias tomou a seguinte posição:

Pelas razões apontadas considera-se que é mais do que duvidoso que a “Estratégia” agora apresentada venha a conseguir resolver os graves problemas

existentes nas zonas costeiras portuguesas. Na realidade, a “Estratégia” tenta resolver os problemas mantendo os pressupostos que vêm do passado, e que se têm revelado ineficazes. Por outras palavras, tenta-se mudar mantendo o status quo. Recorrendo a plebeísmos pode-se dizer que “é mais do mesmo...”, enquanto o que é necessário é “uma pedrada no charco...”. (Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira - Consulta Pública Posição crítica de J. Alveirinho Dias).

1.1.2 – Conceito de linha de costa

Nas várias definições e representações gráficas sobre a zona costeira poucas são as que referem a linha de costa. Apenas o Grupo de Trabalho que elaborou as “Bases para a Estratégia da Gestão Integrada das Zonas Costeiras” (*ibidem*) apresentou a definição de linha de costa “fronteira entre a terra e o mar; materializada pela intercepção do nível médio do mar com a zona terrestre”. Nas representações gráficas que apresentámos sobre a zona costeira (fig. 1-8), apenas nas figuras 1-2 e 7 é representada a linha de costa. Na figura 1 é coincidente com o nível médio do mar (NMM), portanto a 2 metros acima do zero hidrográfico (ZH). Na figura 2 a linha de costa aparece descrita no centro da zona costeira e da orla costeira, fazendo a transição entre a zona emersa e a zona submersa. Na figura 7 a linha de costa aparece representada na base do flanco da duna frontal voltada ao mar coincidente com o limite interior da antepraia, portanto apenas atingível pelo mar nalguns períodos de maré viva, nomeadamente, em maré viva equinocial ou em maré viva coincidente com maré meteorológica elevada.

Consideramos a dificuldade de definição da linha de costa, nomeadamente, em representações de grande escala (de pormenor) pois move-se, constantemente, em função da maré astronómica, da dinâmica do mar, da maior ou menor alimentação sedimentar da praia e também da maré meteorológica (sobre-elevação do nível do mar provocada pelas tempestades e pela diminuição da pressão atmosférica). “O conceito de linha de costa está habitualmente envolto numa nebulosidade conceptual que em geral permite várias interpretações que lhe retiram a objectividade que se lhe deve exigir, dada a sua importância,

nomeadamente como referência geográfica no Ordenamento do Território” (Silva *et al.*, 2011, p. 2). Estes autores definem a linha de costa como uma linha sinuosa inserida no que consideram o litoral ativo (fig. 9). No entanto, também não trazem nada de novo à representação que na maior parte dos casos se faz da linha de costa, referindo não fazer sentido representar a linha de costa como linha “já que isso não representaria realmente a fronteira entre a terra e o mar, pelo menos de uma forma absoluta. Assim, neste caso, preconiza-se como mais realista a representação de uma faixa que abranja todo o espaço susceptível de estar coberto ou de ser alcançado pela água do mar” (*idem, ibidem*).

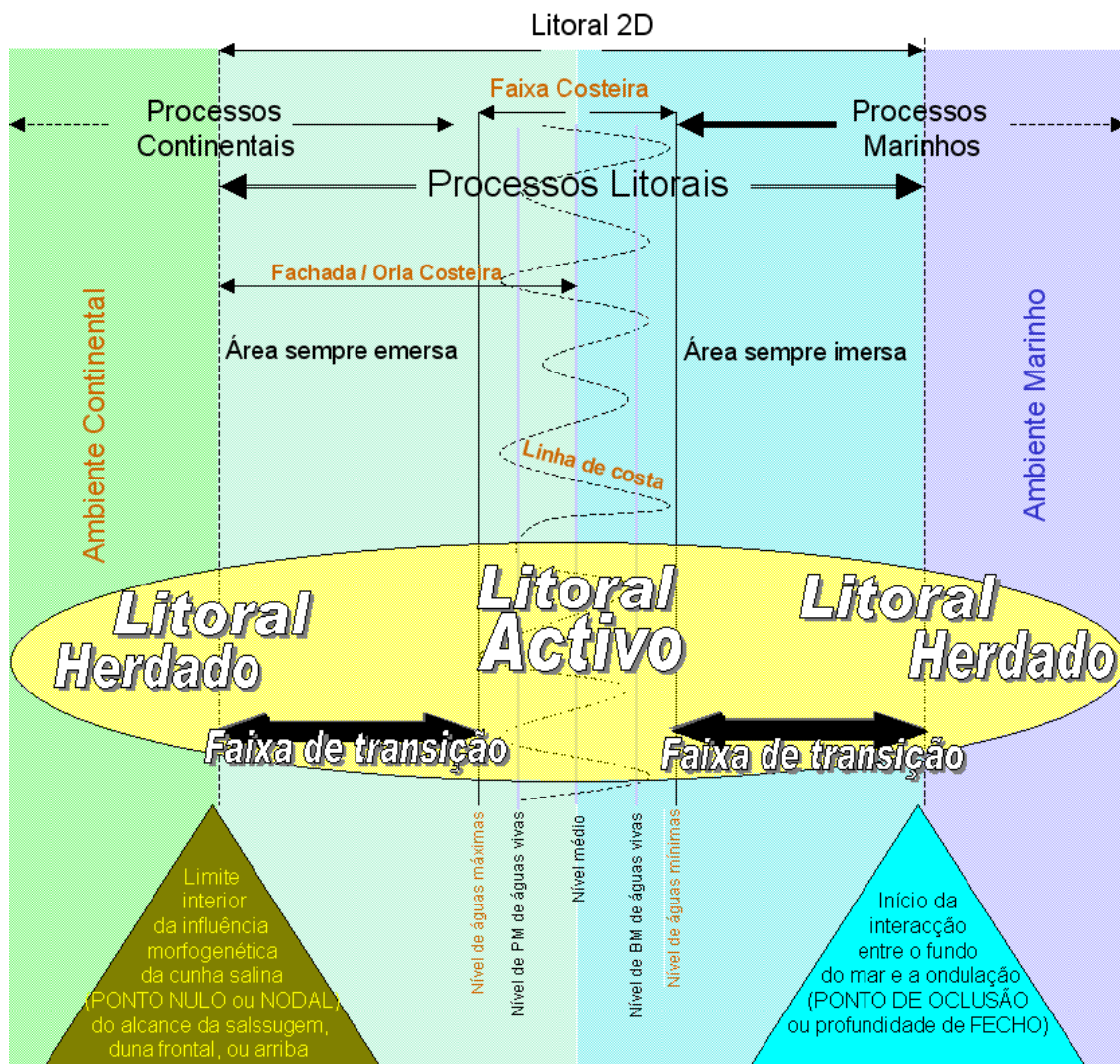


Fig. 9 - Zonamento bidimensional do espaço litoral numa perspectiva geomorfológica (Silva *et al.*, 2011).

1. 2 – Relevância e objetivos do trabalho

O litoral com uma extensão, em Portugal continental, de 987 km representa uma importante faixa do território português cuja preservação importa promover.

De um modo geral o litoral pode ser considerado o ecossistema mais povoado, produtivo, poluído e perturbado do planeta. O litoral português não constitui exceção, a orla costeira portuguesa constitui um vasto sistema onde coexistem ecossistemas diversificados com valores geológicos, geomorfológicos, florísticos e faunísticos de grande interesse, resultado de uma estreita dependência e interação dos processos naturais no âmbito do qual não se pode ignorar a ação do homem.

“O litoral português enfrenta atualmente, numa extensão considerável, uma ameaça significativa decorrente dos fenómenos de erosão costeira, galgamentos/inundações, instabilidade das arribas e movimentos de massa de vertente. Cerca de 1/4 da sua extensão mostra tendência para erosão ou erosão confirmada, independentemente de se tratar de costa baixa ou alcantilada, rochosa ou arenosa” (Andrade *et al.*, 2006). Na zona que estamos a estudar, nomeadamente, todo o troço costeiro a sul da foz do rio Mondego a S. Pedro de Moel enfrenta graves problemas erosivos.

“O litoral é um sistema aberto, extremamente, dependente de forças que lhe chegam do exterior. A alteração num dos parâmetros pode provocar grandes modificações em todo o sistema, por exemplo, as modificações ocorridas nas bacias hidrográficas drenantes, as mudanças surgidas na bacia oceânica adjacente e as alterações verificadas no sistema atmosférico” (Dias, 2005, p. 26).

São múltiplos os fatores responsáveis pela alteração da linha de costa, embora alguns desses fatores sejam (ou possam ser considerados) naturais, a maior parte é consequência direta ou indireta de atividades antrópicas.

“Os principais fatores responsáveis pela modificação costeira são a diminuição da quantidade de sedimentos fornecidos ao litoral, a degradação antropogénica das estruturas naturais, as obras de engenharia costeira e a elevação do nível médio do mar” (Dias *et al.*, 1994, p. 129).

Relativamente à subida do nível do mar até ao final deste século, os valores apontados são bastante díspares. As projeções apresentadas, no quinto relatório

do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC), de 27 de setembro de 2013, caso as emissões de gases com efeito de estufa continuem a aumentar, às atuais taxas, ao longo dos próximos anos, apontam para vários cenários

(http://agencia.fapesp.br/quinto_relatorio_do_ipcc_mostra_intensificacao_das_mudancas_climaticas/17944/):

- a temperatura do planeta poderá aumentar até 4,8 °C neste século – o que poderá resultar numa elevação de até 82 centímetros no nível do mar e causar danos importantes na maior parte das regiões costeiras do globo. Muitas regiões costeiras vão sofrer forte erosão e milhões de pessoas terão de ser deslocadas de onde vivem hoje (cenário mais pessimista);

- o aumento da temperatura terrestre poderá variar entre 0,3 °C e 1,7 °C, de 2010 até 2100, e o nível do mar poderá subir, entre 26 e 55 centímetros, ao longo deste século (cenário mais otimista).

Relativamente ao IPCC, João Corte-Real, Professor Catedrático em meteorologia, numa entrevista publicada na edição do Expresso de 9 de Fevereiro de 2008 *referiu* “São pessoas credíveis, agora não podemos esquecer que o Painel é politicamente orientado, as suas conclusões não são puramente científicas. E são apresentadas em termos probabilísticos, porque o IPCC toma as suas precauções na forma como fala. Mas também reconheço que muitas das pessoas que, em Portugal e fora do país, estão ligadas a esta problemática das alterações climáticas não são cientistas do clima.”

Também já vimos outras projeções “Segundo o Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas, o oceano irá subir uma média de dois metros até 2100. Nos séculos seguintes, o aumento das temperaturas e o degelo podem mesmo levar a uma subida de entre seis a nove metros” (<http://greensavers.sapo.pt/2013/04/16/como-ficarao-as-cidades-com-o-aumento-do-nivel-do-mar-com-infografia/>).

Segundo o Instituto Hidrográfico (Capítulo 1 do Volume I - 2019 da Tabela das Marés, p. 4) “A partir da análise sistemática das longas séries de observações maregráficas disponíveis para alguns locais do globo, concluiu-se que o nível médio do mar se encontra em fase de subida, com uma tendência de cerca de 1.75 ± 0.13 milímetros por ano”.

No que se refere à subida do nível do mar durante o século XX as discrepâncias entre os vários autores que tratam o tema são menores, sendo que a maioria dos autores aponta para uma subida média de 2 mm/ano.

Dias *et al.* (1988, p. 83) com base nas estações maregráficas de Cascais e Lagos dizem que os resultados obtidos para estas duas estações apontam para uma elevação média do nível mar, desde o início do século, de 1.3 ± 0.1 mm/ano e 1.5 ± 0.2 mm/ano respetivamente.

O Instituto Hidrográfico diz: *dado que o plano do Zero Hidrográfico (ZH) foi fixado em relação a níveis médios adoptados há várias décadas, existe presentemente uma diferença sistemática de cerca de + 10 cm entre alturas de água observadas e as alturas de maré previstas, para os portos indicados* (<http://www.hidrografico.pt/previsao-mares.php>).

Loureiro (1901, p. 101) ao analisar o nível do mar na Figueira da Foz refere: *O nível médio do Oceano, deduzido de 200 marés observadas, excluídas aquelas em que a diferença das cotas dos preamares e baixamares sucessivos excedia um determinado valor, achou-se, em conclusão, ter a cota de 1^m,790*. Referindo ainda: *Convém aguardar a determinação d'este nível médio deduzido com todo o rigor do largo período das observações feitas em Cascaes*. Presentemente aponta-se para um valor de 2000 mm.

Os concelhos do litoral suportam cerca de 3/4 da população e geram cerca de 80% do PIB. A tendência migratória para o litoral persiste, aumentando a atividade económica especialmente o turismo e gerando, frequentemente, pressões e conflitos com os valores ambientais (Santos, *et al.*, 2014, p.1).

Segundo outros autores é nos distritos do litoral que se concentra 76% da população portuguesa responsável pela produção de 85% do produto interno bruto (PIB), (Instituto da Água, 1994). Monteiro (1991) refere que 75% da população portuguesa está instalada num corredor, junto ao litoral, de 400 km de comprimento por 50 km de largura. No século XVI cerca de 47,7% da população do reino vivia na faixa litoral que se estendia do Minho a Setúbal e depois se prolongava no Algarve (Freitas, 2010, p. 57). Santos, *et al.* (2001, p. 12) dizem que, aproximadamente, 75% da população portuguesa vive na zona costeira onde se localiza, igualmente, a grande maioria das grandes cidades (Porto, Aveiro, Lisboa, Setúbal, Faro). Continua a verificar-se um aumento da percentagem da

população que vive na zona costeira e, presentemente, cerca de 85% do Produto Interno Bruto é aí gerado.

A nível mundial a tendência de concentração da população junto do litoral mantém-se; 44% da população mundial vive na zona costeira, numa faixa com cerca de 150 km. Em 2001 mais de metade da população mundial vivia numa faixa com cerca de 200 km (UN 2003).

A quantificação das alterações da linha de costa e a sua cartografia constitui uma ferramenta importante no ordenamento, na gestão e no planeamento das zonas costeiras.

Desde meados do século XX que, a sul do Cabo Mondego, assistimos a grandes alterações da linha de costa com reflexos negativos no cordão dunar frontal, último obstáculo ao avanço do mar. Nos últimos anos a acreção da praia, a norte do molhe norte da embocadura do Mondego, atingiu valores por volta de 22 m/ano. A sul os recuos erosivos da linha de costa chegaram, nalguns casos, a ser superiores a 10 m/ano, com destruição total do cordão dunar frontal longilitoral (André *et al*, 2016, p. 130).

Estas alterações têm tido impactos negativos para as povoações ribeirinhas, nomeadamente, no turismo balnear, na segurança das habitações, nas atividades piscatórias e na salinização dos solos agrícolas.

O objetivo deste trabalho, assim como o de todos os outros que ao longo de cerca de quatro décadas temos vindo a publicar é procurar contribuir para o ordenamento deste território ribeirinho, tentando evitar intervenções negativas, que de uma forma ou de outra se têm vindo a verificar neste e noutros trechos do litoral.

Para a realização deste trabalho temos vindo a monitorizar o troço costeiro de Buarcos/Figueira da Foz a S. Pedro de Moel.

Esta monitorização tem consistido na análise da alteração da linha de costa e do sistema dunar adjacente.

1.3 – Metodologia

Para a monitorização do troço costeiro de Buarcos/Figueira da Foz a S. Pedro de Moel recorreremos à elaboração de perfis topográficos transversais de

praia, à análise de imagens de satélite disponíveis no Google Earth, à análise de fotografias aéreas verticais de 1947, de 1958, de 1991, de 1995 e de 2000, à análise de pontos de referência e de visitas frequentes à costa.

Os perfis topográficos transversais de praia utilizados, principal instrumento na análise da alteração da linha de costa e na quantificação dos sedimentos que foram erodidos ou que se acumularam, foram realizados em vinte transectos (fig. 10), em período de baixa-mar de maré viva, com a altura da maré entre 20 e 50 centímetros acima do zero hidrográfico (ZH). A medição foi feita a partir de um ponto fixo colocado no cordão dunar frontal, terminando junto da linha de água. No caso das praias da Figueira da Foz, de Buarcos e de S. Pedro de Moel, o ponto fixo foi colocado na antepraia, utilizando-se outro ponto de referência, para o caso deste desaparecer o que aconteceu com frequência. Quando a praia é limitada interiormente por um paredão, caso da Praia de Vieira de Leiria, a medição foi realizada a partir de uma referência feita nessa estrutura.

As medições do perfil de praia foram realizadas com um nível de 2 m de comprimento que nos dava a diferença de cota. Os dados obtidos foram tratados no programa Microsoft Office Excel, que nos forneceu o gráfico correspondente a cada perfil, o comprimento do perfil e a área da secção transversal abaixo de cada perfil. A visualização dos sucessivos perfis permitiram-nos ter uma noção da evolução sedimentar das praias ao longo do tempo de análise. A área das secções transversais abaixo dos perfis permitiram-nos analisar se houve acreção ou erosão, quando os transectos onde foram realizados os perfis estavam relativamente próximos, caso do 2 (Oásis) e do 3 (bola de Nívea), extrapolámos esses valores (área das secções transversais) para quantificar o volume de sedimentos que foram erodidos ou que pelo contrário se acumularam num determinado troço da costa.

Procurámos realizar estes perfis com uma periodicidade de três meses; no entanto, e especialmente no inverno, com condições meteorológicas agrestes, de vento e pluviosidade forte, nem sempre foi possível a sua realização.

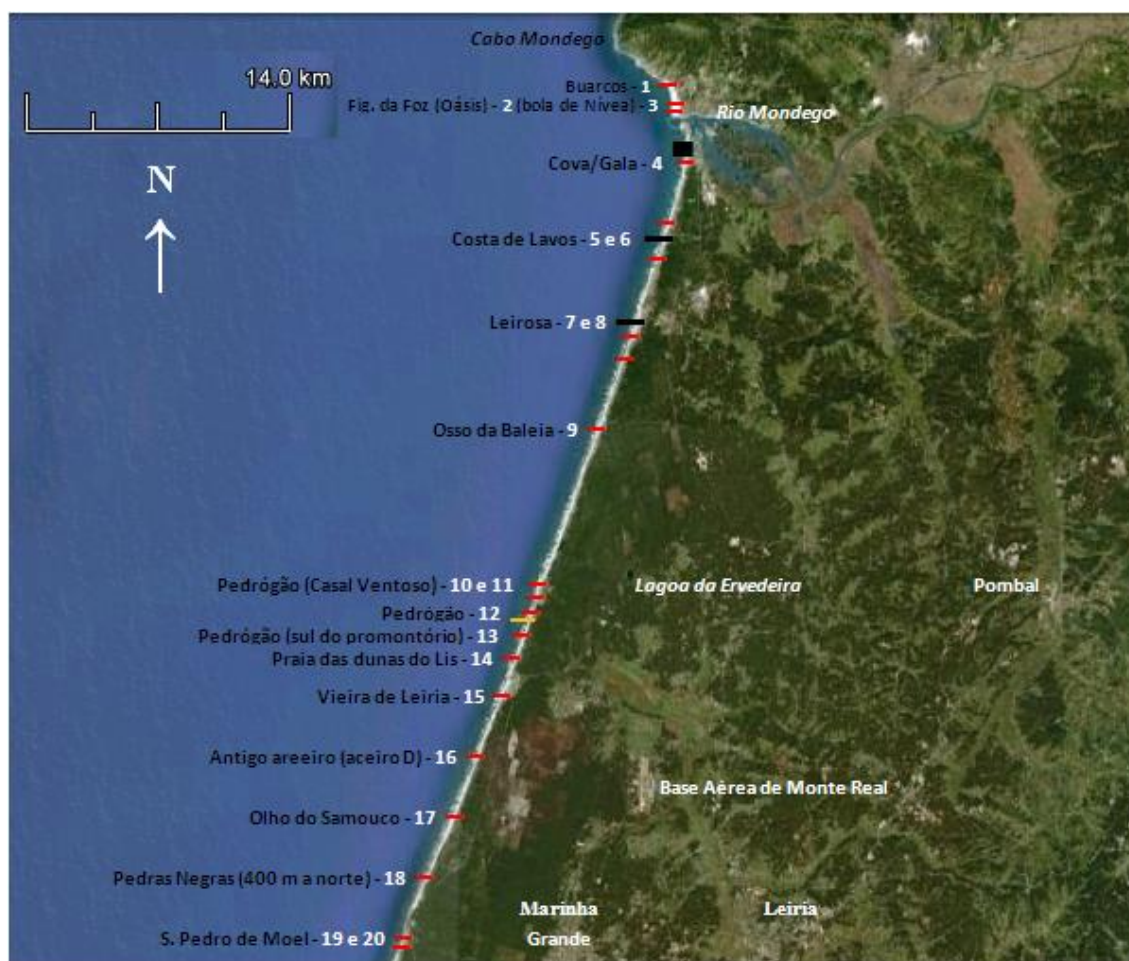


Fig. 10 – Esboço de localização do troço costeiro em estudo – Buarcos (Figueira da Foz) - S. Pedro de Moel.

— Transectos onde foram realizados os perfis topográficos transversais de praia (vinte);
 ■ campo de esporões (cinco); — esporões; — esporão natural (promontório calcário).

Na análise das imagens disponíveis no Google Earth tivemos algumas reservas, apesar de termos feito uma análise do estado do mar no dia em que elas foram realizadas; não temos a hora, o que poderá originar alguns metros de variação na altura da maré, com reflexos na variação da linha de costa (linha de água) de vários metros. Devemos ter presente que as marés em Portugal Continental são classificadas de mesomareais, com variações entre a baixa-mar e a preia-mar que chegam a atingir 3,70 m (marés vivas equinociais).

Relativamente à interpretação e comparação de fotografias aéreas verticais de diferentes datas, para podermos fazer uma análise mais aproximada da realidade e porque não sabíamos se foram tiradas no período de baixa-mar ou preia-mar, tentámos junto da entidade que as produziu, Força Aérea Portuguesa,

saber a data e hora em que se realizou o voo. Posteriormente procurámos, nas previsões de marés fornecidas pelo Instituto Hidrográfico, a altura da maré no momento do voo. Quando não nos foi possível obter estas informações privilegiámos a análise da variação da linha de costa a norte e a sul dos acidentes naturais (promontórios) e das estruturas introduzidas nas praias (molhes e esporões).

O sistema dunar adjacente à costa tem sido monitorizado, também, através de pontos de referência (estacas que quantificam a deslocação do material eólico), de imagens disponíveis no Google Earth e de frequentes observações diretas à costa.

Ainda e com o objetivo de analisar e quantificar a importância dos vários rumos do vento na deslocação da areia e assim verificar o seu contributo na movimentação desse cordão dunar frontal, análise dinâmico-sedimentar (relação praia-duna), colocámos na crista de uma duna desse cordão armadilhas para capturar a areia em movimento. Esta análise tem vindo a ser realizada ao longo de vários anos, tendo terminado em abril de 2013, num total de 41 meses (anexos 73-99).

1.4 – Estado da arte

Quando falamos no mar não nos podemos esquecer de D. Luís (1838-1889), homem das ciências, com uma grande paixão pela oceanografia. Investiu grande parte da sua fortuna no financiamento de projetos científicos e de barcos de pesquisa oceanográfica.

Foi no reinado de D. Luís que se estabeleceu, de forma inovadora, a dominialidade pública dos leitos e das margens (decreto de 31 de Dezembro de 1864), prescrevendo o seu art. 2.º que são “do domínio público imprescritível, os portos do mar e praias e os rios navegáveis e flutuáveis, com as suas margens, os canais e valas, os portos artificiais e docas existentes ou que de futuro se construam...” (Bargado, 2013, p. 11). Trata-se da primeira lei sobre o Domínio Público Marítimo que tem sofrido sucessivas alterações sem no entanto deixar de suscitar alguma polémica (Camelo, 2013). A última é a Lei n.º 54/2005, de 15 de Novembro.

De acordo com o seu artigo 3.º o Domínio Público Marítimo compreende:

- As águas costeiras e territoriais;*
- As águas interiores sujeitas à influência das marés, nos rios, lagos e lagoas;*
- O leito das águas costeiras e territoriais e das águas interiores sujeitas à influência das marés;*
- Os fundos marinhos contíguos da plataforma continental, abrangendo toda a zona económica exclusiva;*
- As margens das águas costeiras e das águas interiores sujeitas à influência das marés.*

O artigo 4.º do mencionado diploma, refere que o domínio público marítimo pertence ao Estado.

O leito das águas do mar, bem como das demais águas sujeitas à influência das marés, é limitado pela linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais. Essa linha é definida, para cada local, em função do espraiamento das vagas em condições médias de agitação do mar, no primeiro caso, e em condições de cheias médias, no segundo.

A margem das águas do mar, bem como a das águas navegáveis ou flutuáveis que se encontram à data da entrada em vigor da Lei n.º 54/2005, de 15 de novembro, sujeitas à jurisdição das autoridades marítimas e portuárias, tem a largura de 50 metros. A margem das restantes águas navegáveis ou flutuáveis tem a largura de 30 metros. Quando tiver natureza de praia em extensão superior à estabelecida nos números anteriores, a margem estende-se até onde o terreno apresentar tal natureza.

A largura da margem conta-se a partir da linha limite do leito. Se, porém, esta linha atingir arribas alcantiladas, a largura da margem é contada a partir da crista do alcantil.

São particulares, sujeitos a servidões administrativas, os leitos e margens de águas do mar e de águas navegáveis e flutuáveis que forem objeto de desafetação e ulterior alienação, ou que tenham sido, ou venham a ser, reconhecidos como privados por força de direitos adquiridos anteriormente, ao abrigo de disposições expressas desta lei, presumindo-se públicos em todos os demais casos.

Os leitos dominiais que forem abandonados pelas águas (reco das águas), ou lhes forem conquistados, não acrescem às parcelas privadas da margem que porventura lhes sejam contíguas, continuando integrados no domínio público se não excederem as larguras fixadas para a margem, entrando automaticamente no domínio privado do Estado no caso contrário.

Quando haja parcelas privadas contíguas a leitos dominiais, as porções de terreno corroídas lenta e sucessivamente pelas águas (avanço das águas) consideram-se automaticamente integradas no domínio público, sem que por isso haja lugar a qualquer indemnização.

Se as parcelas privadas contíguas a leitos dominiais forem invadidas pelas águas (avanço das águas) que nelas permaneçam sem que haja corrosão dos terrenos, os respetivos proprietários conservam o seu direito de propriedade, mas o Estado pode expropriar essas parcelas.

Uma das polémicas surgidas com esta Lei (n.º 54/2005) deve-se ao facto dela prever que os donos de edifícios ou terrenos no Domínio Público Marítimo perdessem o direito a reclamar a sua propriedade como privada, caso não entrassem com uma ação judicial num determinado prazo e que essas ações fossem baseadas em provas documentais que demonstrassem que as propriedades são privadas antes de 1864. Foi dado um prazo até janeiro de 2014 para as ações darem entrada nos tribunais, posteriormente, alargado para Julho de 2014, com as emendas à lei este foi abolido. Mas, mesmo com as emendas propostas a lei continua a exigir que os proprietários recorram aos tribunais, em ações cíveis, para as propriedades serem reconhecidas como privadas. Como não há prazo, existe a possibilidade de que muitos não o façam, a não ser que o Estado venha a reclamar as propriedades como suas.

Em Portugal a ligação ao mar é muito antiga, sendo que a epopeia dos descobrimentos consolidou uma longa tradição que associava os portugueses às atividades marítimas, no entanto, os frequentes ataques dos piratas, os temporais e até a mistificação que se verificou, essencialmente, durante a Idade Média e se prolongou, praticamente, até finais do século XVIII (monstros marinhos e sereias que apareciam com regularidade), contribuiu para que a população, durante vários séculos, não se fixasse junto do litoral. Apenas aqueles que se dedicavam à pesca, à defesa, ao serviço de faróis, ou que se concentravam em grandes aglomerados populacionais, principalmente junto à foz dos grandes rios, permaneciam junto à costa.

Os pequenos aglomerados junto ao mar, mesmo na primeira metade do século XX, não passavam de conjuntos de pequenos barracos ou palheiros, que receberam o nome da povoação que se encontrava mais próximo, mas a alguns quilómetros de distância: Praia da Vagueira, Palheiros da Tocha, Palheiros de Mira, Palheiros de Quiaios, Costa de Lavos, Praia da Vieira.

A atração pelo litoral iniciou-se em Inglaterra e França a partir de meados do século XVIII e em Portugal na segunda metade do séc. XIX (Freitas, 2010, p. 41). Esta atração, corrida para a praia, no dizer de Dias (2005, p.11), começou no

início do último quartel do século XIX com fins, essencialmente, terapêuticos (talasso-terapêutica) praticados por estratos sociais mais elevados. No entanto a maior apetência pelo litoral (litoralização) só em meados do século XX é que se começa a verificar, essencialmente, devido às melhores condições sociais da população a praia deixou de ser elitista.

Este processo intensificou-se nas últimas décadas do século XX e tem contribuído para criar situações de conflito do uso do solo com graves consequências para o ambiente costeiro e para os recursos naturais que lhe estão associados.

Não são apenas as atividades humanas a exercer influência direta no litoral, também a dinâmica natural, em certos casos, intensificada por causas antropogénicas estão na base da degradação desse ambiente.

“A intensa ocupação demográfica e urbanística deste território, feita de forma caótica e desordenada, sem respeito pela capacidade de carga dos ecossistemas locais, bem como a sobre-exploração dos recursos naturais e a adopção de medidas de intervenção incorrectas, estão na origem de situações graves de desequilíbrio dos sistemas litorais, que se manifestam na intensificação da erosão costeira generalizada, na destruição da biodiversidade, na poluição das águas e na descaracterização da paisagem” (Freitas, 2010, p. 22).

Esta situação tem levado a que nos últimos anos se tenham multiplicado as intervenções governamentais e da própria comunidade científica, dando prioridade à ampliação de conhecimentos sobre esta complexa e fragilizada parcela do território nacional.

O número de encontros científicos e de trabalhos académicos sobre esta temática tem aumentado. Inicialmente, estavam apenas ligados às ciências naturais (Biologia, Geologia, Geografia Física e Climatologia) e à Engenharia e ultimamente também se têm desenvolvido no campo das Ciências Sociais, nomeadamente, da História, da Arqueologia e da Sociologia.

Breve referência a autores e organizações que desenvolveram trabalhos sobre o litoral:

No âmbito das Ciências Sociais, nomeadamente, da História é de referir o trabalho de doutoramento já mencionado de Joana Freitas (2010), *O litoral português na época contemporânea: representações, práticas e consequências. Os casos de Espinho e do Algarve (c. 1851 a c. de 1990)*. Na primeira parte deste trabalho: evolução da ocupação histórica no litoral na época contemporânea, além de uma descrição histórica é feita uma análise da importância estratégica, política e económica da orla costeira e das consequências do impacte antrópico; onde também é feita uma análise da evolução da linha de costa, dos aspetos erosivos, das suas causas e consequências. Esta busca e análise do conhecimento científico do litoral num trabalho de índole histórica terá por base os estudos do Professor Alveirinho Dias, um dos orientadores da tese e um dos maiores investigadores sobre o tema (litoral).

No trabalho Joana Freitas encontramos referência ao estudo de Alain Corbin - *O território do vazio. A praia e o imaginário ocidental* (1988), sobre a percepção do litoral no imaginário ocidental desde tempos clássicos até ao nascimento da vilegiatura marítima e do desenvolvimento do turismo de massas no século XX. Este trabalho, praticamente, precursor no campo historiográfico do litoral, aumenta o interesse das Ciências Sociais por este tema. Joana Freitas faz ainda referência a outros trabalhos que se seguiram realizados por sociólogos no domínio do litoral.

No âmbito das Ciências Naturais a maior parte dos autores que se têm dedicado ao estudo do litoral, com uma abordagem analítica, surgem a partir da segunda metade do século XX. Até esta data os trabalhos eram essencialmente descritivos.

Custódio de Moraes – na *Geologia e Geografia da Região do Pinhal de Leiria* (1936), deixa-nos preciosas informações sobre a evolução da costa e do sistema dunar da região em estudo. Trabalho que tantas vezes temos consultado e citado.

Amorim Girão - *Geografia de Portugal* (1949-1951), dedica o Capítulo V ao litoral: relevo continental e submarino, evolução da topografia litoral, alterações

litorais dentro do período histórico, alterações litorais e questões jurídicas, descrevendo ainda os principais acidentes do litoral.

Orlando Ribeiro e Hermann Lautensach (organização, comentário e atualização por Suzanne Daveau) – *Geografia de Portugal, A Vida Económica e Social* (1991), volume IV, no capítulo XI, além de fazer uma descrição sobre o litoral, pesca, atração, modos de vida e evolução, também, faz uma análise do ordenamento do litoral, onde começa a interrogar-se sobre as consequências das intervenções antrópicas, nomeadamente, exploração exagerada de areias e a construção de estruturas portuárias (molhes). Também no volume I, *A posição geográfica e o território* (1987), dos mesmos autores, é feita uma análise sobre a evolução recente do litoral.

Fernandes Martins - na sua tese de licenciatura *O esforço do homem na bacia do Mondego* (1940), no capítulo sobre as vias de comunicação – *um pôrto de mar*, dá-nos preciosas informações sobre a evolução do porto e da barra da Figueira. Neste trabalho colhemos, também, informações sobre o rio Mondego. Ainda deste autor refira-se o trabalho - *A configuração do litoral português no último quartel do século XIV- Apostila a um mapa* (1947), onde critica o traçado do litoral, representado no mapa *O litoral português em 1383-85*, segundo F. B. Ferreira, apresentando com argumentação científica como deveria ser esse traçado.

Maria Eugénia Moreira apresentou vários trabalhos sobre o litoral, em que uma das referências bibliográficas é o *Glossário de Termos Usados em Geomorfologia Litoral* (1984) que surge para completar outro trabalho seu, *Apontamentos de Geomorfologia Litoral – Curso de Geografia Física I* (1972 – 1973). Estes trabalhos foram importantes na definição e normalização dos termos/conceitos usados em geomorfologia litoral. Outro trabalho de relevo foi o “Estudo Fitogeográfico do Ecossistema de Sapal do Estuário do Sado” (Moreira, 1987), fazendo uma caracterização dos Biótopos, da Flora e da Vegetação e uma subdivisão do sapal, tendo concluído que apesar das pressões antrópicas, a vegetação está em equilíbrio morfopedológico e climático.

Fernando Rebelo apresentou vários artigos sobre o litoral, alguns em que fomos coautores; refira-se “Sobre a Evolução Actual das Dunas na Área de S. Pedro de Moel (Distrito de Leiria)” (Rebelo *et al.*, 1986) e também publicado no

livro “Riscos Naturais e Acção Antrópica” (Rebelo *et al.*, 2001), com ligeiras alterações e bibliografia complementar, faz uma descrição da morfologia dunar na área de S. Pedro de Moel em várias datas: analisa a movimentação das areias, comparando essa deslocação com as rajadas de vento. Também, neste trabalho, é apresentado pela primeira vez uma metodologia de recolha e quantificação do material eólico em deslocação. Esta metodologia, com alguma alteração, continuou a ser utilizada, sendo apresentados no presente trabalho (capítulo - Análise dinâmico-sedimentar - relação praia – duna) os resultados obtidos. É ainda de referir o trabalho de Fernando Rebelo “Um caso concreto de manifestação de risco climático – os temporais de 25/26 de Fevereiro de 1978 no Centro Litoral Português”, também, publicado no livro “Riscos Naturais e Acção Antrópica” (Rebelo *et al.*, 2001), em que no ponto 2 (Prejuízos no Litoral) faz uma análise dos estragos causados pelo temporal, dos dias 25 e 26 de fevereiro de 1978, ao longo do litoral do Centro do País.

Fernando Rebelo colaborou ainda nos trabalhos “Evolução da Morfologia dunar entre o Rio Mondego e S. Pedro de Moel” (André *et al.*, 1997) e “Morfologia dunar e movimentação de areias entre a lagoa da Ervedeira e o limite sul da Mata Nacional de Leiria” (André *et al.*, 2001). Nestes trabalhos, além de se fazer a análise da morfologia dunar e da quantificação dos sedimentos eólicos movimentados são apresentados os esboços geomorfológicos das dunas entre a Cova/Gala e a Leirosa e entre os paralelos da lagoa da Ervedeira e de S. Pedro de Moel. Também, no segundo trabalho (André *et al.*, 2001) é feita uma crítica ao Plano de Ordenamento da Orla Costeira do Centro (POOC), que em vez de restringir os apoios de praia existentes preveem a sua triplicação. Os apoios de praia, grande parte colocados sobre o cordão dunar frontal, são responsáveis pelo aumento do pisoteio antrópico.

Gaspar Soares de Carvalho é também um dos estudiosos do litoral, os seus primeiros trabalhos surgem no início da segunda metade do século XX, prolongando-se até final desse século. Podemos considerar que ele fez a “ponte” entre os autores clássicos descritivos e os atuais analíticos. Refira-se os trabalhos desenvolvidos sobre a zona costeira do noroeste de Portugal relacionados com a sua evolução recente e com os riscos por que passa o litoral. Foi ele que aplicou pela primeira vez o método dos traçadores luminescentes na análise da dinâmica

de praias, “Dinâmica de praias e aplicação de traçadores luminescentes no litoral do terminal oceânico da Ponta Dobela” (1973). Um dos seus trabalhos “Realismo e Pragmatismo: uma necessidade para o aproveitamento dos recursos naturais da Zona Costeira (o exemplo da zona costeira do noroeste de Portugal) ” publicado na Colectânea de Ideias sobre a Zona Costeira de Portugal. Associação Eurocoast-Portugal (1997, pp. 25-66). Nas conclusões deste trabalho Soares de Carvalho aponta uma mudança global que centra “em dois factores: os de natureza climática e os derivados de uma estrutura instável do globo”, como a primeira responsável pela degradação e perda da zona costeira, sendo a transgressão do mar atual uma consequência dessa mudança global “que se manifesta pela *migração das praias para o interior* e não pode ser apenas explicada pelo *reforço antrópico do efeito de estufa* e muito menos pela *retenção de sedimentos nas barragens*”, referindo ainda que “existem factos que provam que muitos dos sedimentos das praias têm como fontes de alimentação as acumulações detríticas conservadas na prepraia (submersa) e nas formações que afloram nas praias e nas arribas em recuo.” Conclui também que a migração das praias para o interior é “explicada por *causas globais*, como as *modificações climáticas* e a subsidência do continente depende da *deformação marginal da interface oceano-continente*, onde se situam as zonas costeiras, consequência da instabilidade da estrutura do Globo (sintetizada no *modelo da teoria das placas tectónicas*).” Ainda neste trabalho os autores manifestam-se contra a alimentação artificial das praias “... que muitos apontam como “panaceia” para o problema, em faixas costeiras com a agitação marítima que caracteriza a zona costeira do NO de Portugal, parece-nos um *paliativo* de luxo apenas para manter praias na época de verão e para turista ver.”.

Uma nova abordagem no estudo do litoral surge na década de 80 do século XX. Os investigadores franceses J. Vanney e D. Mougnot (1981), baseados em técnicas e conceitos recentemente desenvolvidos, apresentam um estudo da faixa atlântica, submersa e emersa, a partir do Triássico, que diz respeito à plataforma continental portuguesa. Este estudo “veio abrir horizontes novos sobre a majestosa desapareição da Meseta ibérica por baixo das ondas atlânticas e sobre a importância que o estudo da faixa litoral apresenta para a compreensão do interior”, S. Daveau (1991, p. 205).

Em 1988 foi criado o grupo DISEPLA, coordenado por Galopim de Carvalho e J. Alveirinho Dias, que propiciou uma estreita colaboração entre o Instituto Hidrográfico e as universidades, dando-se início ao estudo sistemático da plataforma continental e do litoral. Ainda na década de 1980 criam-se cursos de mestrado sobre o litoral – Mestrado em Estudos Marinhos e Costeiros, na Universidade do Algarve; Mestrado em Geologia Dinâmica, na Universidade de Lisboa; Mestrado em Ciências da Zona Costeira, na Universidade de Aveiro.

Surgem doutoramentos sobre o litoral, dos quais se salientam as teses do geólogo Alveirinho Dias (1987), da geógrafa Ana Ramos Pereira (1990), da geóloga Helena Granja (1990) e da geógrafa Assunção Araújo (1991):

A tese de Ana Ramos Pereira – *A Plataforma Litoral do Alentejo e Algarve Oriental. Estudo de Geomorfologia* (1990), depois de expor o conceito de plataforma litoral e os problemas específicos que esta apresenta no sudoeste de Portugal, faz o enquadramento do espaço estudado nas grandes unidades estruturais e geomorfológicas do sul de Portugal e do Atlântico próximo. Segue-se a caracterização da plataforma estudada através de perfis longitudinais e transversais. “Esta dissertação é um dos primeiros produtos do que se pode considerar uma nova fase da investigação geomorfológica em Portugal, na qual a preocupação principal já não é a destriça dos traços gerais da evolução do relevo, mas as variações que esta apresenta à escala das diversas sub-unidades...”, Daveau (1991, p. 211).

A tese de Helena Granja – *Repensar a Geodinâmica da Zona Costeira: o Passado e o Presente; Que Futuro? (O Minho e o Douro Litoral)* (1990), a maior parte relacionada com a evolução quaternária da faixa litoral emersa estuda com maior pormenor entre os rios Neiva e Ave. O trabalho está estruturado em quatro secções, ao longo das quais se tentou desvendar as marcas deixadas pelo passado e o seu significado, tendo analisado factos e processos ocorridos no presente e arriscou um esboço do que será o futuro na zona costeira. Helena Granja elaborou um modelo que aplicou a norte do rio Ave e que “admite a existência de sete unidades geomorfológicas e formas associadas, correspondentes a diferentes fases de estacionamento do mar, desde o pliocénico até à Idade Moderna. O sincronismo entre factos geológicos e ocupação humana desta zona costeira delinea-se bem através dos achados arqueológicos e outros

documentos históricos, ferramenta importante na reconstituição dos acontecimentos geológicos ocorridos no modelo proposto”. Parte das conclusões deste trabalho são questões que a autora resolveu deixar, dizendo que “A estas e outras questões se procurará responder num futuro próximo, na tentativa de desvendar o que, neste momento, se encontra ainda indefinido ou mal compreendido.” Granja (1990, p. 294).

A tese de Assunção Araújo – *Evolução Geomorfológica da Plataforma Litoral da Região do Porto* (1991), trata uma área situada, imediatamente, a sul da que estudou Helena Granja, num troço de 60 km, onde o Maciço Antigo entra diretamente em contacto com o mar. Apenas a extremidade sul deste troço (sul de Espinho) está inserida na orla ocidental.

“Assim, em conclusão pretendemos apresentar uma visão global e comparativa da evolução geomorfológica que se processou nos diversos sectores, bem como uma tentativa de definição das causas prováveis dessa variação espacial.” Araújo (1991, p. 442).

Mais tarde (1998) o geólogo Óscar Ferreira apresenta a tese de doutoramento - *Morfodinâmica de Praias Expostas: Aplicação ao Sector Costeiro Aveiro-Cabo Mondego* desenvolvida numa área, imediatamente, a norte da que estamos a estudar.

Com base em modelos efetuou simulações para um temporal médio e para um temporal centenário. Concluindo que as praias (Aveiro – Cabo Mondego) possuem capacidade de resposta para o primeiro (temporal médio, com um período de retorno de 0,7 anos), sem ocorrer recuo dunar, apenas nos locais mais frágeis foi prevista uma redução acentuada das bermas. Para o temporal centenário (retorno de 100 anos) “será de esperar recuos dunares importantes, com franca possibilidade de ruptura total do cordão dunar em locais onde este se encontra fragilizado”, referindo também que neste cenário (temporal centenário) se prevê “uma erosão generalizada do cordão dunar frontal na área de estudo que levaria, inclusive, ao seu total desaparecimento nos locais mais frágeis. Neste cenário, seria igualmente provável a ocorrência de galgamentos e de inundações, com possível destruição de edificações”.

Claudino Vicente no trabalho - *Evolução costeira devida a obras portuárias: caso da Praia da Figueira da Foz e da Embocadura da Ria de Aveiro* (1990), faz

uma análise da alteração da morfologia, na praia da Figueira da Foz, após a construção dos molhes na década de 60 do século XX. Análise que nos permite comparar com a que está a ocorrer após o prolongamento do molhe norte em 2008/2010.

Veloso Gomes – é outra referência no estudo do litoral e surge, também, na década de 80 com trabalhos sobre geomorfologia litoral. A “Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira em Portugal” foi coordenada por ele.

Taveira Pinto – tem publicações sobre o litoral, muitas em associação com Veloso Gomes. “A utilização de sistemas de confinamento de areias em material geossintético para proteção costeira em Portugal” é uma publicação em associação com outros autores: Lopes, M. de L., Neves, L. das., Gomes, F. V., Pinto, F. T. (2016). A metodologia foi aplicada na nossa área de estudo, sul da praia da Leirosa, e iremos referir-nos a ela mais à frente. Na publicação é referido que “Em fevereiro de 2005, foi instalado um projeto experimental incorporando um sistema aberto de confinamento de areias, num trecho com cerca de 120 m. No entanto, esta estrutura não correspondeu inteiramente às expectativas, embora tenha sido eficaz na manutenção do alinhamento do sistema dunar. Durante os primeiros anos, os sistemas foram esvaziando em vários lugares, aparentemente em consequência de problemas relacionados com a construção. Esses problemas verificavam-se sobretudo nas juntas do sistema, que foram materializadas por sobreposição e ligadas *in situ* através de ar quente. Em 2008, a estrutura foi reparada com tubos construídos com um geotêxtil não-tecido”. Presentemente, (2019) a mesma técnica está a ser utilizada a sul do campo de esporões da praia da Cova/Gala, onde o cordão dunar foi erodido.

Outro trabalho destes autores (Veloso Gomes e Taveira Pinto) “A opção “protecção” para a costa Portuguesa” publicado na Colectânea de Ideias sobre a Zona Costeira de Portugal. Associação Eurocoast-Portugal, (1997, pp. 163-190), nele é feita uma crítica aos aproveitamentos hidráulicos que “estão a reduzir drasticamente o caudal sólido transportado para o mar, agravando as erosões costeiras”. Apontam, ainda, como causas da erosão a construção de quebramares, extração de areia, dragagens, canais de navegação, construções nas zonas de interação fisiográfica, esporões, obras aderentes, aterros sobre praias, destruição de dunas, assim como a subida do nível médio das águas do

mar e a hipótese de ocorrência de movimentos neotectónicos e de alterações meteorológicas. É feita, ainda, uma crítica à “Protecção Costeira” que até ao final da década de oitenta se associava, exclusivamente, à construção de obras de defesa (esporões e obras aderentes). “Não existiu uma aposta no ordenamento o qual tem objectivos muito mais vastos do que a redução desses riscos...”.

Estes mesmos autores defendem a transposição artificial de areias (*bypass*) nas zonas portuárias onde existem extensos quebramares. Situação que vimos defendendo, há vários anos, para o Mondego. Referem a não autorização da implantação de novos quebramares extensos em portos de pesca ou de recreio. Veja-se o que está a acontecer na nossa área de estudo com o prolongamento em 400 m do molhe norte do Mondego (2008-2010) e que constitui, em parte, o âmbito do nosso estudo. Neste trabalho é feita uma pequena alusão à praia de Vieira de Leiria mas apenas é dito que apresentava uma exígua faixa de areia e que a população defende a construção de um esporão, enraizado a sul da povoação. Esta praia tem sido monitorizada por nós e iremos referir-nos a ela.

Mota Oliveira - A dicotomia proteger ou não proteger o litoral face à erosão costeira foi uma das suas preocupações. Num dos seus trabalhos “Proteger ou não proteger ou sobre a viabilidade de diferentes opções face à erosão da costa Oeste Portuguesa” publicado na Colectânea de Ideias sobre a Zona Costeira de Portugal. Associação Eurocoast-Portugal (1997, pp. 205-227). Este autor tal como os anteriores refere que o enfraquecimento das fontes aluvionares é a causa fundamental do processo erosivo que vem afetando a costa oeste portuguesa a norte da Nazaré. O desregramento da ocupação da faixa litoral e a subida do nível do mar, também, intervêm mas com uma importância secundária. Refere que “A reversão do processo num horizonte previsível é impensável: pelo contrário, deverá contar-se com a sua acentuação progressiva”. Aponta como solução mais recomendável para resolver os problemas de erosão costeira a alimentação artificial. Contudo dado o valor elevado do défice sedimentar a compensar e a dificuldade em encontrar jazigos de areia não se lhe afigura viável. Pelo que “Restará a opção entre a aceitação passiva do processo erosivo e a execução de obras de protecção costeira”, apresentando uma solução de compromisso que concilia a defesa dos núcleos urbanos com a aceitação do recuo litoral nos trechos

intermédios. Outro trabalho do mesmo autor que será referido, posteriormente, “Erosão Costeira no Litoral Norte Considerações sobre a sua Génese e Controlo”, publicado em 1990, nas *Actas do 1º Simpósio sobre a Protecção e Revalorização da Faixa Costeira do Minho ao Liz*, Porto, pp. 201-233. Concluiu que “Para a Protecção e Revalorização da faixa costeira, a simulação de fenómenos hidrodinâmicos e hidromorfológicos é indispensável na fundamentação dos projectos e do processo decisório. Essa simulação é uma das componentes do trinómio “necessidade de previsão” e “riscos a assumir””.

Trigo Teixeira - com trabalhos realizados em dinâmica costeira, entre eles - *Prolongamento do Molhe Norte do Porto da Figueira da Foz*, Relatório de Demonstração do Cumprimento das Disposições da DIA na Fase de Construção. DSIA/DAOP (2011) e *Evolução da Linha Litoral a Sul do Porto da Figueira da Foz – estudos em modelo matemático*. Instituto Superior Técnico, CEHIDRO - Grupo de Costas e Portos (2006), estes trabalhos por dizerem respeito à área que estamos a estudar e por se referirem concretamente à problemática que, em parte, está na base da alteração da linha de costa que estamos a analisar são um instrumento precioso na nossa pesquisa bibliográfica, pelo que serão objeto de análise mais detalhada à frente.

Carlos Coelho - na sua tese de doutoramento - *Riscos de Exposição de Frentes Urbanas para Diferentes Intervenções de Defesa Costeira* (2005), além de fazer uma análise da dinâmica do litoral e das suas condicionantes, aponta para modelos de configuração da linha de costa e suas aplicações à faixa costeira da ria de Aveiro. O autor propôs um novo modelo numérico para auxiliar a projetar cenários de evolução da linha de costa em função de diferentes tipos de intervenção costeira, apresentando uma nova proposta de análise e classificação de vulnerabilidades e riscos. “No entanto, para além de alguma subjectividade, a apresentação de resultados tem que ser exposta em função de diferentes horizontes em análise (10 anos, 50 anos, 100 anos, etc.) obrigando a projectar comportamentos das zonas costeiras e intervenções futuras”. Refere que os dados relativos às características da ondulação, nomeadamente, alturas e períodos de onda e rumos, adquiridos ao Instituto Hidrográfico, apresentam lapsos importantes nas sequências de registos. Carlos Coelho refere também que “A inclinação da praia relaciona-se directamente com o comportamento dissipativo

ou reflectivo da própria praia, sendo o primeiro correspondente a praias de menor inclinação, enquanto o segundo corresponde a praias mais inclinadas”.

Antunes do Carmo - tem publicado trabalhos sobre gestão costeira, onde se destaca o projecto de recuperação do sistema dunar da Leirosa através do uso de técnicas de aplicação de geotêxteis (Carmo, 2013). Concluindo que utilizando o geotêxtil foi possível fixar a frente da duna intervencionada. No entanto, como a onda continua a rebentar na base da duna ou sobre a estrutura de defesa criada fragilizando-a, aponta para a dissipação da energia da onda ao largo, através da criação de recifes artificiais, considerando-os “mais simples, mais baratos e mais funcionais que as estruturas convencionais construídas exclusivamente para efeitos de proteção”. A metodologia utilizada por Antunes do Carmo já foi referida quando citámos Taveira Pinto “A utilização de sistemas de confinamento de areias em material geossintético para proteção costeira em Portugal”. Também iremos voltar a referir esta metodologia e a sua aplicação na praia a sul da Leirosa no capítulo 4.3 – Praias a sul do rio Mondego: Análise de perfis topográficos transversais de praia.

Na década de 80 surge o projeto CORINE que integra o programa da Comissão das Comunidades Europeias chamado de CORINE-EROSÃO COSTEIRA e foi dado por terminado em 1989. Neste projeto colaboraram especialistas de 11 países da Comunidade Europeia, segundo uma metodologia elaborada por B.R.G.M. (“Bureau de Recherches Géologiques et Minières”), sediado em Marselha (França). O Projeto mostrou a necessidade da criação de uma Associação europeia de natureza multidisciplinar, que estimulasse os contactos e trocas de ideias entre aqueles que trabalham nos vários domínios científicos e técnicos da Zona Costeira. Com esse fundamento nasceu a Associação EUROCOAST que foi registada, oficialmente, em França em 6 de Março de 1989.

Os membros fundadores da Associação EUROCOAST, reunidos em Bruxelas em 7 de Junho de 1989, estabeleceram os princípios que orientaram a organização e os temas para um simpósio internacional que se realizou em Marselha sob a designação de “Litoral/90”.

A Comissão Executiva da Associação tem fomentado o contacto entre os membros interessados nos vários domínios costeiros, estimulando a criação de Comissões Nacionais.

O número de membros da Associação EUROCOAST, nos vários países, chegou a ultrapassar os 700.

Foram criados grupos de trabalho organizados em vários temas:

- linhas de costa da Europa: um guia para o público em geral;
- base de dados: aplicação, realização e aprendizagem;
- ordenamento costeiro: organização e políticas;
- cidades costeiras-comunidades: desenvolvimento urbano e zona costeira, proteção e recuperação,

Em Portugal foi criada a Associação EUROCOAST – Portugal, os objetivos desta Associação eram:

“- organização de uma rede científica europeia com o fim de promover a cooperação científica e técnica, e aperfeiçoar os conhecimentos sobre proteção, ordenamento e gestão das Zonas Costeiras;

- constituição de bancos de dados e de referências documentais sobre os espaços litorais;

- apoiar o desenvolvimento da informação, da comunicação e da formação sobre aqueles temas;

- tomar iniciativas e promover acções que permitam facilitar a concretização dos objetivos”.

Produziram-se centenas de trabalhos portugueses e estrangeiros sobre o litoral, muitos deles saídos de teses de Doutoramento e de Mestrado. Podemos considerar que se deve à Associação EUROCOAST – Portugal muito do conhecimento científico que hoje existe sobre esta temática. Cabe aqui uma referência especial ao Prof. Gaspar Soares de Carvalho, não só pelos trabalhos científicos que publicou nas atas destes encontros, mas, também, pelo mérito que teve como Presidente deste Órgão Associativo.

Não podemos terminar esta parte do trabalho sem fazer referência a outros Professores da Universidade de Coimbra, nomeadamente, do Dep. Ciências da Terra, que se têm dedicado ao estudo do litoral e ainda porque se referem à área por nós estudada. Os Doutores Pedro Cunha e Jorge Dinis têm estudado

conosco a dinâmica costeira e os sistemas dunares da Figueira da Foz à Nazaré. Além de outros trabalhos, por eles publicados, salienta-se o trabalho realizado no âmbito do Projecto PEAM/C/GEN/243/93 *Avaliação das modificações antrópicas actuais nos sub-ambientes sedimentares do Estuário do Mondego* (Cunha *et al.*, 1997a). Neste trabalho, em que fui consultor para o campo dunar eólico, foi feita a caracterização e a monitorização ambiental dos subsistemas sedimentares do Estuário do Mondego, a avaliação das modificações induzidas por controlos naturais e antrópicos, nomeadamente, obras de regularização do rio Mondego, construção do porto, dragagens, extrações de areia, ocupação de áreas estuarinas, turismo e ainda atividades agrícolas e industriais. Foi, também, feita a caracterização dos principais fatores intervenientes na dinâmica sedimentar, identificação e caracterização dos subambientes sedimentares, a avaliação das modificações nos sistemas sedimentares por controlos externos e previsão das tendências futuras. Ainda, neste trabalho, foi feita a análise da evolução da área estuarina e da zona costeira adjacente, a caracterização hidrodinâmica, físico-química e sedimentológica do estuário e a síntese integradora do funcionamento natural e dos impactes antrópicos, incluindo propostas de atuação. Neste trabalho foi referido que as intervenções antrópicas recentes, posteriores a 1960, ocasionaram significativos impactes nos sistemas sedimentares do estuário e área litoral envolvente. Como síntese é referido “o presente estudo pretende evidenciar que a expansão urbana/industrial sem um conveniente ordenamento e os impactes de grandes obras (estruturas portuárias, regularização estuarina e fluvial, construção de grandes vias de comunicação, etc.), associadas ao somatório de múltiplas e sucessivas intervenções antrópicas de pequena escala, podem levar progressivamente ao desequilíbrio dos sistemas naturais onde se inserem, nas componentes morfossedimentar, hidrodinâmica e ecológica”. Ainda neste trabalho é feita alusão à interferência que os molhes exteriores do porto fazem à deriva sedimentar litoral, fazendo referência à acumulação de areias marinhas a norte dos molhes, à sua extração e à erosão a sul, entre a Cova e a Costa de Lavos. Como medidas minimizadoras destes impactes propõem: - utilizar os volumes de sedimentos dragados nas áreas portuárias na alimentação das praias; - condicionar os montantes de extração de areia na praia junto do molhe norte e proceder à transposição artificial dessas areias para sotamar das

zonas portuárias; - evitar a construção de novas estruturas que interfiram com a deriva litoral; - conservar e reconstruir dunas eólicas litorais para evitar espraamentos e galgamentos do mar. Ulteriormente, têm efectuado muitas publicações sobre estas temáticas (Cunha et al., 1995, 1997a, 1997b, 1997c; Cunha & Dinis, 1998, 2000; Dinis & Cunha, 1998, 1999; Cunha & Mendes, 2000).

Um Professor da Universidade de Coimbra que se tem dedicado ao estudo da faixa costeira, nomeadamente, da morfologia dunar é o Doutor A. Campar de Almeida, geógrafo, com uma tese de doutoramento, *Dunas de Quiaios Gândara e Serra da Boa Viagem – Uma abordagem ecológica da Paisagem* (1995). A área de estudo deste trabalho apesar de se localizar, imediatamente, a norte da que estamos a analisar, apresenta, em parte, as mesmas características da paisagem que a nossa; uma morfologia eólica com uma cobertura vegetal semelhante. O relatório elaborado para apresentação das provas de agregação em Geografia *Ambientes Litorais Programa, Conteúdos e Métodos de Ensino* (2009) é também rico em ensinamentos sobre o litoral, apresentando uma bibliografia específica para cada capítulo.

O Prof. Dr. Pedro Dinis desenvolveu uma tese de mestrado na nossa área de estudo, “Dinâmica Sedimentar e Evolução do Estuário do Lis”. Dissertação de Mestrado em Geociências, Universidade de Coimbra (1996, 205 p.). Este trabalho foi consultado e referenciado quando falamos na caracterização hidrográfica e refere que a posição atual do Lis é condicionada por um jogo de falhas meridianas e, posteriormente, com direção E-W. Ainda segundo este autor, o rio Lis teria, durante o Quaternário, por altura do Wurm, o seu trajeto para Norte, desaguardo nas proximidades da Praia do Osso da Baleia (aproximadamente 15 km a Norte da posição atual). Este antigo troço terá sido abandonado no final do Plistocénico ou já no Holocénico. Pedro Dinis sustenta esta afirmação pelo facto de a Norte do Fosso do Lis, alinhando-se com este, se encontrar um paleovale definido na superfície basal do Quaternário e que está, atualmente, coberto por dunas holocénicas, “Este paleovale deve materializar um curso antigo do Lis”.

Na dissertação de mestrado, que apresentámos à Universidade de Coimbra em 1996 – “Morfologia Litoral da Área compreendida entre o Cabo Mondego e S. Pedro de Moel”, já referíamos o recuo da linha de costa que se estava a verificar na área em estudo, resultado do enfraquecimento das fontes

aluvionares devido às barragens e à exploração de sedimentos, nas praias e rios; da subida do nível do mar nas últimas décadas; da degradação dos sistemas sedimentares devido à intensa pressão urbana no litoral com ocupação, por vezes, caótica e abusiva. Referimo-nos, também, aos efeitos negativos dos molhes do Mondego (antes do prolongamento) e das estruturas introduzidas no litoral, que provocavam a modificação ou interrupção das correntes de deriva. A morfologia dunar foi também objeto de análise, nomeadamente, a destruição do cordão dunar eólico frontal devido à erosão marinha e eólica esta, essencialmente, desencadeada por pisoteio da vegetação. Apontámos para necessidade de disciplinar o acesso às praias, nomeadamente, com passagens superiores elevadas sobre as dunas para evitar os efeitos negativos sobre a vegetação dunar. Os apoios de praia que têm proliferado sobre as dunas foram objeto de reparo. Foi, ainda, referido que os cortes florestais que se estavam a verificar, agravados pelos incêndios poderiam, em termos históricos, contribuir para a movimentação das areias eólicas e para a penetração dos ventos marítimos mais para o interior, afetando as culturas que se desenvolvem nas áreas limítrofes ao pinhal.

Com base no conhecimento adquirido na elaboração desta dissertação de Mestrado e depois de uma investigação científica mais aprofundada foram feitos outros trabalhos que deram origem a comunicações e publicações sobre o litoral e morfologia dunar adjacente. Continuou a documentar-se uma tendência generalizada do recuo da linha de costa nas praias a sul do rio Mondego, mais acentuado a sul de saliências na costa, esporões e promontórios. A morfologia dunar, nomeadamente, o cordão dunar frontal continuou a sofrer erosão marinha e eólica. No campo dunar que se estende entre a Figueira da Foz e a Nazaré foram identificadas três fases principais de atividade eólica, separadas por períodos de desenvolvimento de coberto vegetal e formação de solos do tipo podzol. Nas sucessivas fases de movimentação eólica a penetração para oriente foi-se reduzindo. Esta evolução reflete não só uma diminuição da energia do vento mas também, mais recentemente, intervenções antrópicas conducentes à fixação das dunas (por vegetação e paliçada). Com base na fotografia aérea vertical foi elaborado um esboço cartográfico da disposição das dunas a sul do Mondego e até ao limite sul da Mata Nacional de Leiria (cerca de 3 km a sul de S. Pedro de

Moel). Este esboço cartográfico mostra que as formações eólicas apresentam um predomínio de dunas lineares com cristas WNW-ESE que chegam a atingir 2 km de comprimento. A observação de campo documenta que as dunas são simétricas em cortes transversais, apresentando os dois flancos inclinações semelhantes, o que permite supor gênese por ventos com rumos alternantes de NNW e WSW. A norte do ribeiro de Moel, na área compreendida entre os aceiros K e O e os arrifes 22 e 18, existem dunas parabólicas. Algumas apresentam a crista multilobada, ocupando uma área com cerca de 440 ha e poderão ter-se formado a partir de dunas móveis pré-existentes. A partir do esboço geomorfológico das dunas a sul do Mondego e da interpretação da Carta Topográfica do Pinhal Nacional de Leiria e seus arredores, datada de 1841, concluiu-se que um grande cordão dunar com orientação, sensivelmente, norte-sul localizado a cerca de 2,5 km a nascente da atual linha de costa e que apresenta dunas com cerca de 70 m de altura. Este cordão formou-se pelo obstáculo que a orla ocidental do pinhal, tradicionalmente, atribuído a D. Dinis fez durante cerca de seis séculos ao avanço das areias eólicas vindas de ocidente (faixa apenas arborizada a partir do início do século XIX). A gênese deste grande cordão dunar (com dunas das mais altas da Europa) levou a que também seja identificado por crista de obstáculo. Com o objetivo de analisar e quantificar a importância dos vários rumos do vento na deslocação da areia e assim verificar o seu contributo na movimentação do cordão dunar frontal colocámos, na crista de uma duna desse cordão, armadilhas para capturar a areia em movimento. Os valores obtidos foram confrontados com as condições meteorológicas (vento e pluviosidade) que se verificaram nesses dias. O sentido da deslocação dos sedimentos foi, essencialmente, de norte e de noroeste, o que está de acordo com a maior velocidade e, especialmente, com a maior frequência do vento destes rumos; a maior parte da movimentação fez-se por reptação ou em “pequenos saltos”, o que terá a ver, em parte, por o maior fluxo de sedimentos estar associado a queda pluviométrica no dia ou na véspera; a contribuição do vento de SW na movimentação de sedimentos é praticamente nula, visto que está associado a perturbações da frente polar, normalmente, com ventos fortes mas que são acompanhados de pluviosidade, ficando os sedimentos mais pesados e com mais aderência entre si, porque a água preenche os interstícios entre os grãos de areia.

Ulteriormente e depois do prolongamento do molhe norte do Mondego, que decorreu entre junho de 2008 e agosto de 2010, a nossa investigação incidiu mais na alteração da linha de costa provocada por esta intervenção, tendo-se concluído que este prolongamento tem dado origem a acreção a norte na praia da Figueira da Foz e erosão a sul em todas as praias monitorizadas. Também se verificou o estado do mar que originou essa evolução (altura significativa, período e rumo).

2. ENQUADRAMENTO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 – Localização geográfica

A área em estudo localiza-se, imediatamente, a sul do Cabo Mondego, mais propriamente de Buarcos/Figueira da Foz a S. Pedro de Moel, entre os paralelos de 40° 09` 50`` N e 39° 45` 10`` N a que corresponde um troço costeiro de cerca de 48.000 m.

Está inserida (de norte para sul) no concelho da Figueira da Foz, a que pertencem as praias de Buarcos, da Figueira da Foz, da Cova/Gala, da Costa de Lavos e da Leirosa; no concelho de Pombal, a que pertence a praia do Osso da Baleia; no concelho de Leiria, a que pertence a praia do Pedrógão e no concelho da Marinha Grande, a que pertencem as praias de Vieira de Leiria e de S. Pedro de Moel.

A jurisdição da orla costeira pertence á Agência Portuguesa do Ambiente do Centro (APA centro).

Relativamente à nomenclatura das unidades territoriais para fins estatísticos (NUTs), 1989, nível 3, a área em estudo insere-se no Baixo Mondego (concelho da Figueira da Foz) e Pinhal Litoral (concelhos de Pombal, Leiria e Marinha Grande). Em 2015, com a entrada em vigor de uma nova divisão regional de Portugal, com a designação de “Unidades Administrativas”, a zona do Baixo Mondego passou a designar-se Região de Coimbra e a zona do Pinhal Litoral passou a designar-se Região de Leiria.

Delimitações geográficas da área em estudo:

- a delimitação a norte, na praia de Buarcos, teve por base até onde se faz sentir (no troço costeiro a norte) a influência dos molhes portuários do Mondego. Para norte e até ao Cabo Mondego a orientação da costa roda para ocidente, pelo que a movimentação sedimentar na praia será, além da agitação marítima e da quantidade de sedimentos que transpõem o Cabo Mondego consequência da orientação da ondulação;

- a sul, a área em estudo termina na parte meridional da praia de S. Pedro de Moel onde existe um estrangulamento da praia provocado por um pequeno promontório de calcário margoso do Toarciano (J¹_g). Consideramos que seria importante termos estendido o nosso estudo mais para sul, até á Praia do Norte (Nazaré), onde parte do movimento sedimentar que vem de norte é introduzido no canhão submarino. Porque se trata de mais cerca de 20 km de costa, não nos era possível fazer uma análise exaustiva como a que fizemos no troço a norte, no entanto, sem termos efetuado uma monitorização pormenorizada (com perfis topográficos), iremos referir-nos, sempre que considerarmos importante, a este troço costeiro;

- a delimitação da área em estudo a nascente suscitou-nos também algumas dúvidas. O nosso objetivo é fazer uma análise da zona costeira no troço de Buarcos a S. Pedro de Moel, com destaque para a evolução da linha de costa e da morfologia dunar adjacente. Como já referimos, no respetivo capítulo, o conceito de zona costeira varia espacialmente consoante o autor, daí a nossa dificuldade nesta delimitação. Optámos por abranger no nosso estudo toda a área com características de praia e de duna (fig. 11).

A delimitação a ocidente é a linha de baixa-mar de maré viva, que corresponde ao final dos transectos onde efetuámos os perfis topográficos transversais. No entanto, na análise da área submersa fazemos uma breve descrição da plataforma continental.

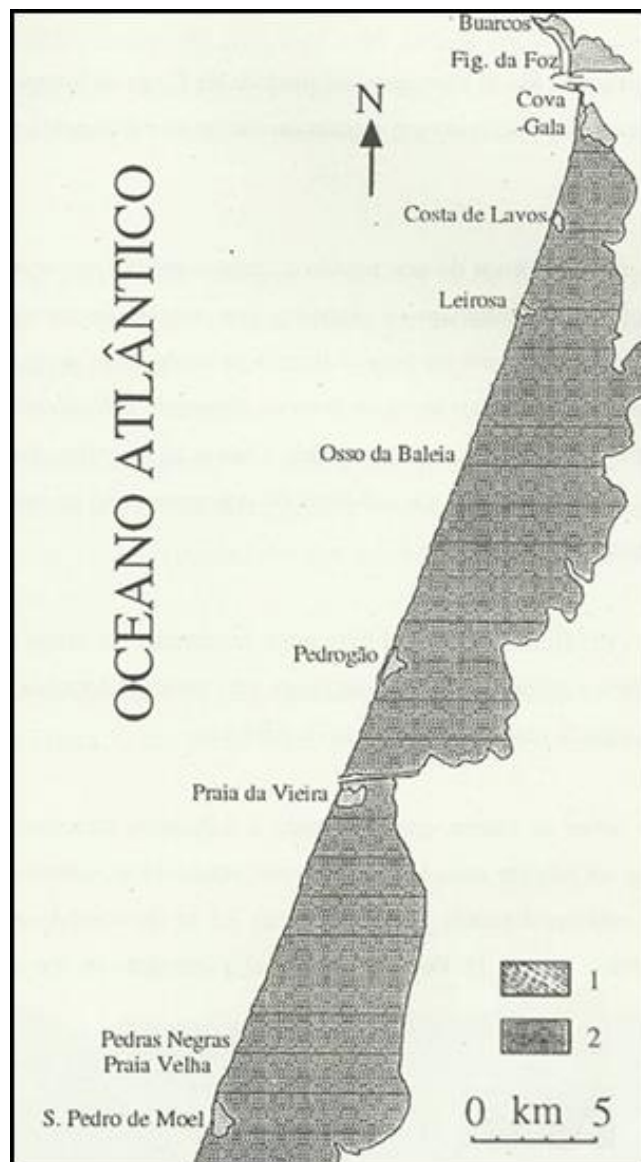


Fig. 11 – Esboço de localização da área em estudo (adaptado de André *et al.*, 1997).
(1 – área urbana; 2 – praia/duna).

2. 2 – Geologia

2. 1. 1 – A zona emersa

A área em estudo encontra-se inserida na Orla Mesoceno-zóica-Occidental, inclui-se na planície costeira delimitada a norte pela serra da Boa Viagem, a sul pela serra das Pescarias e a nascente pelos maciços calcários de Condeixa-Sicó e Candeeiros (fig. 12). É constituída, essencialmente, por rochas sedimentares

meso-cenozóicas (fig. 13 e anexo1), estando a sua coluna estratigráfica afetada por algumas lacunas importantes. “Possui grandes fraturas, possivelmente tardi-hercínicas reactivas, e dobras amplas com orientação Norte-Sul, relacionadas com deformações no soco. Ocorrem ainda dobras e falhas relacionadas com tectónica diapírica” (Dias *et al.*, 1994, p. 5).

No contacto com o mar, desde o Cabo Mondego até à Praia Velha (cerca de 700 m a norte do farol de S. Pedro de Moel), apenas com uma interrupção a sul da Praia do Pedrógão, estende-se uma faixa de areia indicada na carta geológica por areias de praia (A), (anexo 1). Trata-se de areias, essencialmente, de deposição marinha, por vezes mal calibradas, com seixos e calhaus rolados imaturos.

Para este, a partir do limite oriental da antepraia, encontramos uma cobertura de areias eólicas que se estende até cerca de 13 km para o interior (fig. 14). Estão representadas na carta geológica por dunas e areias de dunas (d), (anexo 1). São de granulometria fina e bem calibradas.

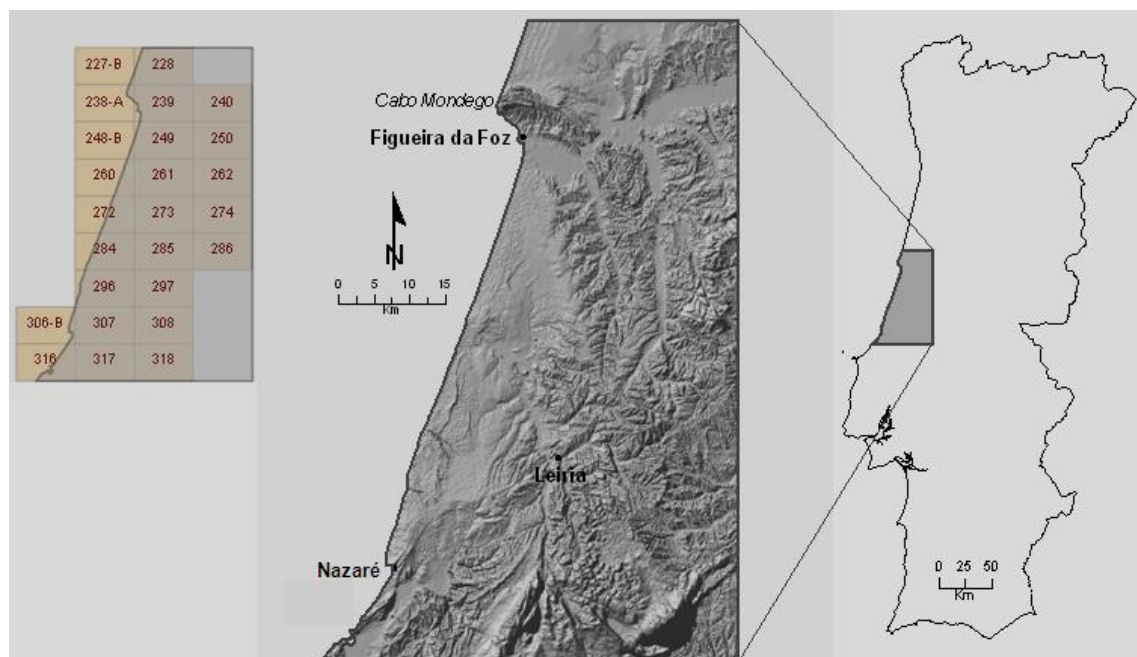


Fig. 12 - Localização geográfica (relevo). Ramos, 2008.

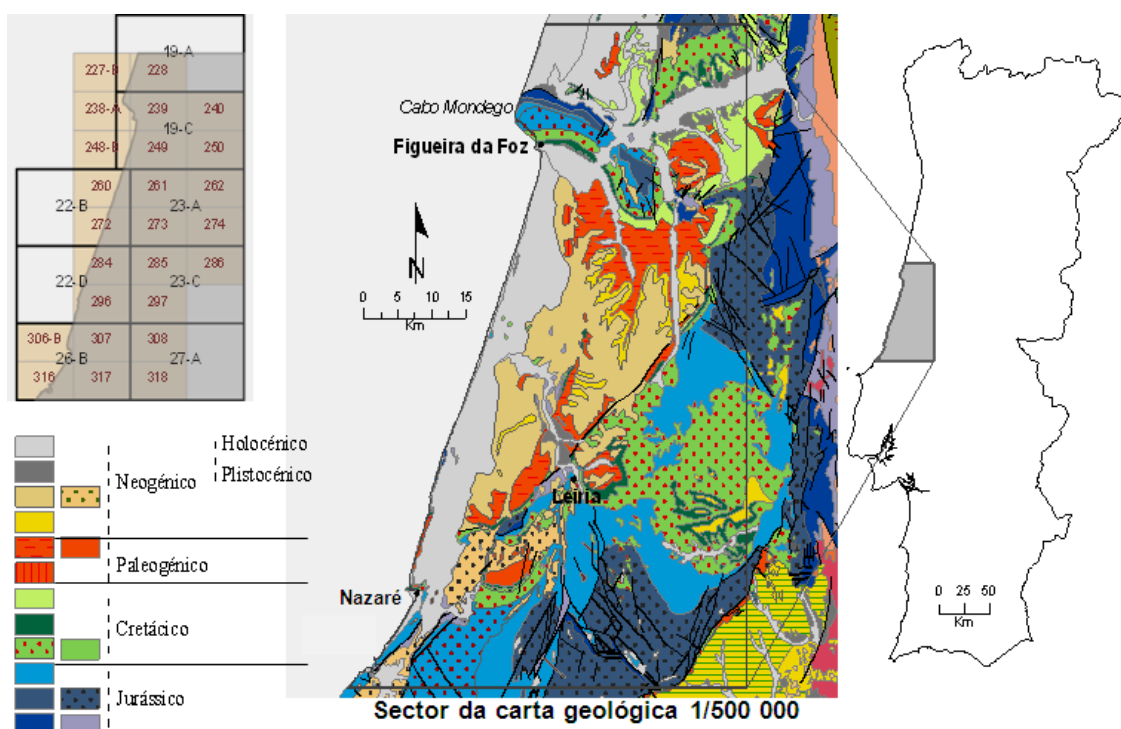


Fig. 13 - Localização geográfica (geologia). Ramos, 2008.

As características morfo-sedimentares deste extenso campo dunar, identificado por análise de fotografias aéreas e reconhecimento de campo, foram usadas para propor a definição de três formações eólicas (FE1, FE2 e FE3) (fig. 14) (André, *et al.*, 2009, p. 40).

As duas formações mais antigas apresentam, no topo, paleossolos de tipo podzol com horizonte B endurecido (surraipa). É provável que os períodos de atividade eólica correspondam a: FE1 – Plistocénico final (Pleni-Glaciário a Tardi-Glaciário würmiano; 30 a 15 ka); FE2 – Holocénico inicial a médio (Pré-Boreal a Sub-Boreal; 10 a 3 ka); FE3 – idade Média à atualidade (1,4 ka à 1ª metade do Século XX), com um máximo de atividade durante a Pequena Idade do Gelo (André, *et al.*, 2009, p. 39). A formação eólica mais antiga (FE1) ocupa a faixa mais oriental, apresentando uma morfologia aplanada, eventualmente, incluindo dunas mal definidas e está, intensamente, agricultada. As formações FE2 e FE3 compreendem abundantes dunas lineares e algumas dunas parabólicas. A estabilização antrópica das dunas ter-se-á iniciado por volta do século XIII com sementeiras de *Pinus pinaster* (início da formação do Pinhal do Rei). O predomínio de dunas lineares, com cristas simétricas segundo WNW-ESE, permite supor uma génese por ventos com rumos alternantes de NNW e WSW, em contraste com o

regime atual de ventos provenientes, predominantemente, de N e de NW (André *et al.*, 2009, p. 42).

A norte da praia do Pedrógão, com maior área visível na zona da praia do Osso da Baleia, ocorrem a poucas centenas de metros da atual linha de costa, à cota atual dos 8 a 15 m, afloramentos referidos na *Notícia explicativa* da folha 22-B da Carta Geológica de 1/50 000 (G. Zbyszewski, 1965, p. 6) como cascalheiras de antigas praias, formando retalhos estreitos e alongados no sentido N-S, de idade Plistocénica (fig. 13). A norte este depósito apresenta-se mais grosseiro, encontrando-se calhaus com 30 cm de eixo maior. Ao longo deste depósito encontramos bastantes ventifactos (fot. 1), sinal de uma exposição prolongada à erosão eólica (André *et al.*, 2002, p. 127). Dinis (1996) considera este depósito cascalhento equivalente ao da praia da Murtinheira, vertente ocidental da Serra da Boa Viagem, atribuído ao Riss-Wurm por Soares *et al.*, 1989, 1992, 1993.

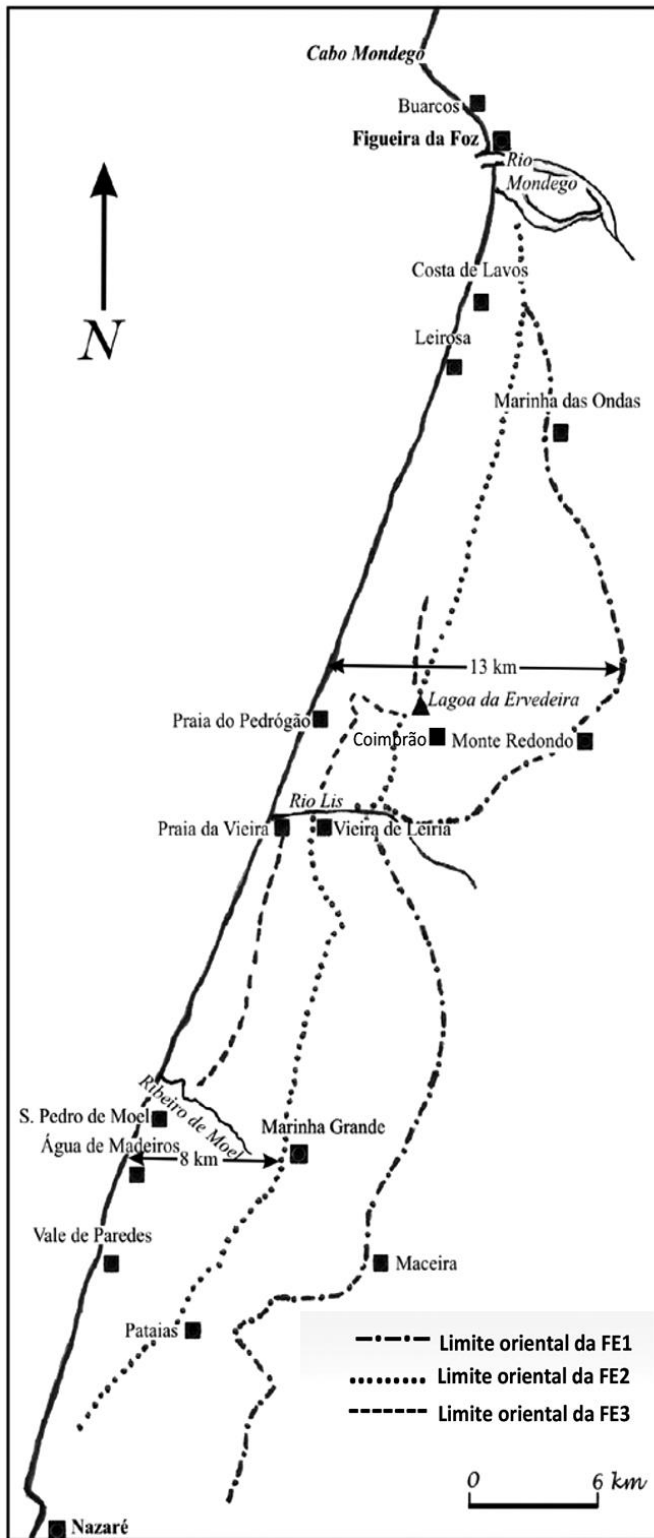


Fig. 14 – Distribuição geográfica das formações eólicas (André, et al., 2009).



Fot. 1 – Ventifacto pertencente a cascalheiras de antigas praias (praia do Osso da Baleia).

A existência de vários afloramentos mesozóicos, na área em estudo (fig. 13 e anexo 1), mostra que intensos fenómenos tectónicos se desenvolveram, alterando a disposição normal dos estratos, fazendo aflorar materiais mais antigos. Estes afloramentos aparecem próximo da praia do Pedrógão onde fazem como que um semicírculo à sua volta. Aparecem ainda na parte sul da área em estudo, nas Pedras Negras, ao longo e nas imediações do ribeiro de Moel, no litoral a norte e a sul da praia de S. Pedro de Moel, formando arribas e ainda a este e nordeste desta povoação, onde surgem, também, formações de rochas eruptivas: andesitos, teschenitos e doleritos (anexo 1). Estes últimos surgem num pequeno afloramento no ribeiro de Moel (ribeira de S. Pedro) a jusante da Ponte Nova (Carta Geológica de Portugal, escala 1:50.000, folha 22-D, anexo 1). Trata-se de uma rocha halo-cristalina com grão muito fino, constituída, essencialmente, por plagioclase e augite, que Carlos Ribeiro (referido por C. de Morais, 1936, p. 9) designou por dioritos de augite.

P. Choffat (1927) e Custódio de Morais (1936, p. 6-8) referem a existência, nesta parte da costa (prolongando-se para sul), de um vale tifónico coberto de areias, cujo eixo maior é marcado, em parte, por materiais margosos salinos

(Margas de Dagorda). Segundo estes autores, a formação deste vale tifónico deveu-se a um escorregamento das massas calcárias, devido à pressão vinda do lado do mar. Freire de Andrade (1933) considera que esta estrutura foi originada, principalmente, por compressão horizontal. C. de Morais (1936, p. 25) refere que um jazigo de fósseis da Mina (próximo da Ponte Nova – ribeiro de Moel, fot. 2) mostra que no Pliocénico Superior o mar atuava sobre os blocos de dioritos já vindos à superfície, mas que o seu afloramento não terá sido muito anterior, caso contrário nessa altura já estariam erodidos. Houve provavelmente no Quaternário um novo levantamento, elevando esta parte da costa à cota atual. Cabral e Ribeiro (1988) e Cabral *et al.* (2018) caracterizam, nesta área, estruturas tectónicas ativas durante o Pliocénico e Quaternário (fig. 15 e 15a).



Fot. 2 – Fósseis recolhidos no jazigo da Mina (Ponte Nova) referido por C. de Morais.

A hipótese de levantamento recente nesta área tifónica pode ser demonstrada pelo facto do ribeiro de Moel apresentar erosão recente, visto que as suas margens (vertentes) são abruptas, por vezes quase verticais. O forte declive deste Ribeiro, aumentando a velocidade das águas foi aproveitado, em

tempos, para instalar serrações de madeira e, posteriormente, moinhos de farinha facto que lhe deu o nome de Moel. Ainda hoje podem ver-se restos de muralhas que serviram de barragem e pequenas cascatas, algumas atingindo cerca de 5 m, como a que se encontra a cerca de 100 m a montante da Ponte Nova (fot. 3). Também noutros vales deste trecho da costa, S. Pedro de Moel, Água de Madeiros e Vale de Paredes (estes dois últimos a sul da área em estudo) ainda há pouco tempo se viam algumas azenhas (André, *et al.*, 1999, p. 51).



Fot. 3 – Ribeiro de Moel a montante da Ponte Nova (cascata com 5 metros).

A norte, próximo da praia do Pedrógão, a coincidir com a área onde surgem os afloramentos mesozóicos é referido na Carta Neotectónica de Portugal Continental um diapiro provavelmente ativo (fig. 15).

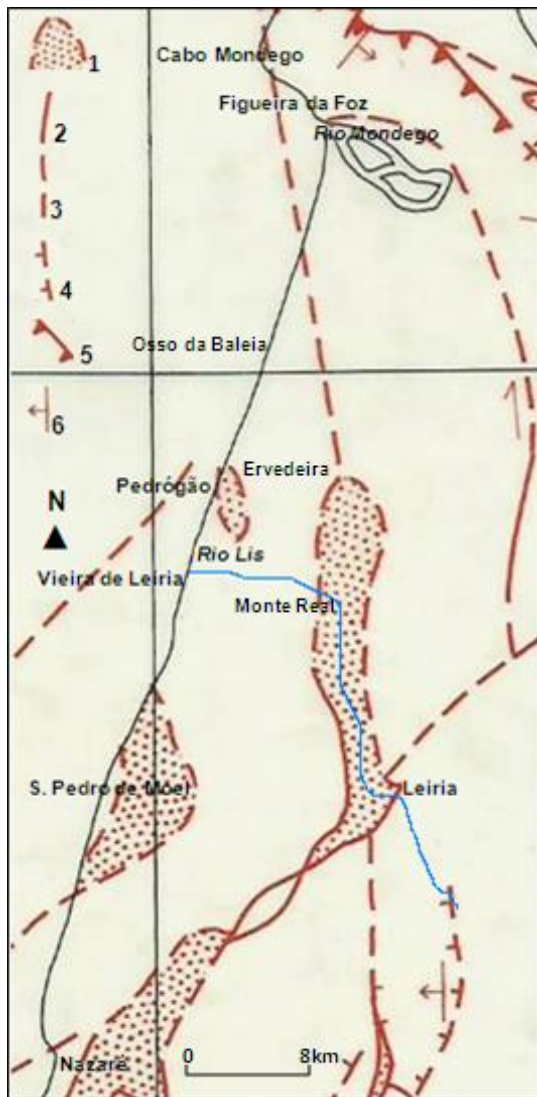


Fig. 15 – Carta Neotectónica da área em estudo (adaptada da Carta Neotectónica de Portugal Continental, escala 1:1 000 000 – Cabral e Ribeiro, 1988).

- 1 – Diapiro ativo, provável,
- 2 – Falha certa,
- 3 – Falha provável,
- 4 – Falha de inclinação desconhecida, com componente de movimento vertical (provável),
- 5 – Falha com componente de movimentação vertical de tipo inverso (certa),
- 6 – Basculamento.

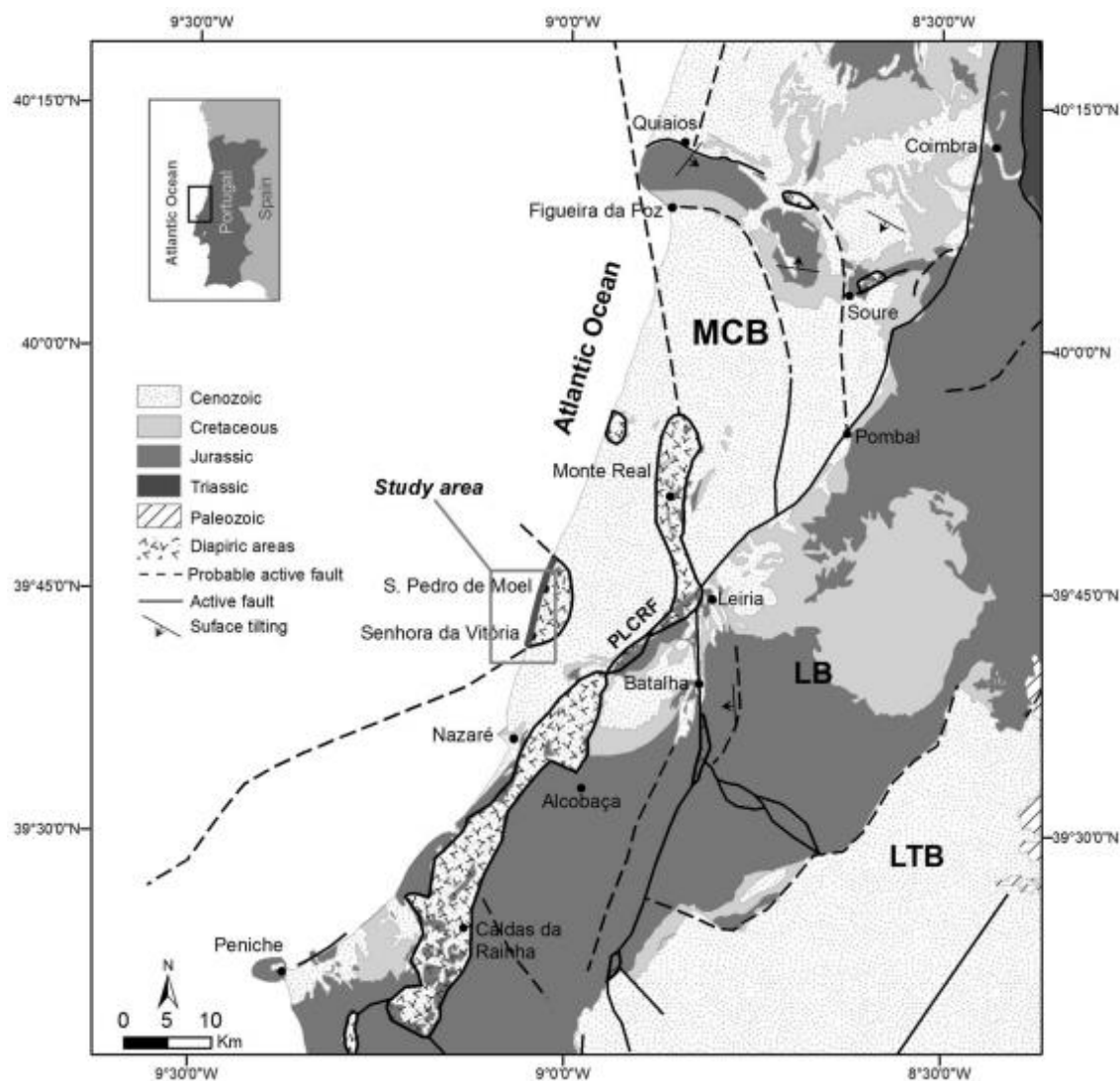


Fig. 15a – Esboço geológico da área de estudo, adaptado de Cabral e Ribeiro (1988) e da Carta Geológica de Portugal, 1: 500,000 escala (I.G.M. 1992). LB Lusitanian Basin; LTB Lower Tagus Cenozoic Basin; MCB Mondego Cenozoic Basin, Cabral *et al.* (2018, p. 432).

F. M. Pereira da Silva e C. M. Batalha (1841, *apud* Pinto, 1938, p. 266) referem que “O Pinhal de Leiria, ainda que banhado pelo Oceano oferece em geral uma costa batida e pouco aportável; porém nos seus extremos esta circunstância se modifica. Em S. Pedro de Moel, extremo Sul, era o único depósito onde se embarcavam tôdas as madeiras do pinhal no tempo do Ministro Martinho de Melo. Os embarques ali se faziam constantemente durante todo o ano, e nunca faltou madeira no Arsenal de Marinha em Lisboa; sendo então incomparavelmente maior o número de construcções e fabricas navaes. Hoje porém, depois que o fogo consumiu todo o pinhal ali contíguo, só convém fazer êste embarque na praia da

Vieira...”. Martinho de Melo e Castro foi Ministro e Secretário de Estado dos Negócios da Marinha e Ultramar nos finais do século XVIII.

Adolpho Loureiro, no seu livro “Os Portos Marítimos de Portugal e Ilhas Adjacentes” (1901, p. 241), além do Porto de S. Pedro de Moel também faz referência ao Porto das Pedras Negras (lugar situado a cerca de 2,5 km a norte da povoação de S. Pedro de Moel) “...o chamado Porto de Rei (refere-se ao porto da Vieira) ou outro junto das Pedras Negras, e o de S. Pedro de Muel, pelos quaes se fazia, principalmente, a exportação de madeiras do pinhal real...”. Relativamente ao Porto de S. Pedro de Moel este autor refere: “O mar, porém, no seu contínuo avançamento pela terra dentro, levou as areias que cobriam as restingas e as rochas que eriçavam a costa, tornando-se impossível o antigo serviço por não poderem varar na praia os barcos, nem os navios approximar-se de terra”.

Ainda relativo ao Porto de S. Pedro de Moel, Morais (1936, p. 33) refere “... que não é devido ao assoreamento dos portos pela areia, pois que o seu fundo é de rocha firme.

Todos estes factos podem ter como explicação o levantamento recente da costa”.

Presentemente, é impensável a acostagem em S. Pedro de Moel de qualquer tipo de embarcação por menor calado que tenha, os afloramentos do Mesozóico surgem a fechar o que ainda resta dessa antiga reentrância (fot. 4).

Loureiro diz que o mar levou as areias que cobriam as restingas e as rochas. Morais afirma que não é devido ao assoreamento dos portos pois o fundo é rochoso. Falar em neotectónica recente (em cerca de três séculos) parece-nos ousado. Ainda Loureiro (1901, p. 250) refere “Para se dar idéa da conquista feita pelo mar sobre a terra bastará citar um único facto: o de só restarem hoje os alicerces do altar-mór da capella de S. Pedro de Muel, que tinha em frente um alpendre voltado ao mar, e que ficava a distancia d'este de 300 a 400 metros, tendo isto succedido em um curto periodo.”

O que não temos dúvida é que o Porto de S. Pedro de Moel teve grande importância. Loureiro (1901, p. 244) refere que “ Fora em 1790 que Martinho de Mello e Castro, ministro da marinha e ultramar, com o fim de dar importância a

este porto, proibiu a exportação de madeiras por S. Martinho e Figueira, e que mandou construir em S. Pedro de Muel diversas tercenas.”



**Fot. 4 – Praia de S. Pedro de Moel em período de baixa-mar
(afloramentos do Mesozóico a fechar o que resta de uma antiga reentrância).**

No período de inverno, em situações de erosão costeira, encontramos na praia afloramentos que julgamos tratar-se de lignite e/ou de turfa, alguns contêm restos de plantas e outros têm conchas incorporadas (fot. 5-7). Estes afloramentos só foram encontrados *in situ* do sul da praia da Costa de Lavos até cerca de 1.000 m a sul do promontório calcário do Pedrógão. Trata-se de uma formação lagunar que nos poderá dar informações sobre a ocorrência de transgressões ou regressões marinhas e de paleoclimas. Poderá ser equivalente às amostras de turfa e de troncos de árvores que G. S. Carvalho e colegas colheram nas praias de Silvalde a sul de Espinho e que deram idades entre 1010 ± 80 e 1240 ± 35 anos BP (Carvalho *et al.*, 1991, p. 92).

Mateus *et al.* (2003, p. 117) referem que o clima atual de Portugal (temperado mediterrâneo) não é propício à formação de turfeiras, a época estival (quatro meses secos) impede a acumulação de turfa ou lodo orgânico devido à rápida decomposição por oxidação e confere grande instabilidade ecológica.

Os pântanos em Portugal estão associados a situações de deficiente drenagem (pântanos minero-trófico-topogénicos) (Mateus *et al.*, 2003, p. 117). Este autor refere que a geogénese palustre das águas superficiais confinadas é, em geral, uma característica das paisagens de modelação geodinâmica recente (Quaternário recente) e prende-se com a existência de estruturas sedimentares e erosivas de origem glacial, periglacial, fluvial, fluvio-marinha, marinha, ou dunar.

“No litoral, sobretudo no litoral de substrato arenoso, a paludização está em geral associada aos cursos de água e constitui uma consequência indireta das transgressões e regressões do mar. Os pântanos peri-marinhos surgem no seio de bacias originalmente mais amplas do que hoje em dia, profundamente escavadas pelas águas continentais, quando o nível do mar se encontrava muito mais baixo do que o atual, há 20/30 mil anos, durante os estádios mais frios da última glaciação. Com a progressiva subida do nível do mar estas bacias foram sendo parcialmente colmatadas pelo assoreamento fluvial, pelo envasamento fluvio-marinho, ou pela intrusão de areias da plataforma continental.” (Mateus *et al.*, 2003, p. 117).



Fot. 5 – Afloramento do material turfoso *in situ* a sul do promontório calcário do Pedrógão (vista de conjunto).



Fot. 6 – Afloramento *in situ* a sul do promontório calcário do Pedrógão (vista de pormenor).



Fot. 7 – Pedaco de “lenhite” encontrado na praia.

Coberto por areias eólicas com alguma matéria orgânica, a uma distância variável da superfície, podendo ir de poucos centímetros a meio metro de profundidade, encontra-se um solo ferro-húmico, de tipo podzol, que pode atingir cerca de 1 m de espessura (fot. 8). É formado por areias eólicas cimentadas, uniformemente, por óxidos de ferro, contendo substâncias orgânicas. Designado, vulgarmente, na região por surraipa foi devido à sua consistência utilizado como material de construção. Ainda hoje se podem ver muros e casas, algumas com dois pisos, construídas com este material protegido por uma camada de cal para evitar a erosão (fot. 9 e 10).

O limite ocidental deste solo é variável e está relacionado com a idade das primeiras coberturas de *Pinus*; a norte do ribeiro de Moel está a cerca de 2km a 3km da atual linha de costa; a sul, porque as primeiras coberturas de *Pinus* se estendem mais para ocidente, este solo está presente nas formações eólicas FE1 e FE2 que cobrem o substrato mesozóico.

Almeida (1997) refere, também, a existência de “surraipa” na sua área de estudo; “Nas vertentes que podem chegar a atingir 40° de declive, destaca-se uma

pequena cornija, no máximo com um metro de espessura, formada por um leito particularmente duro que é o horizonte B do solo podzol, tão generalizado nestas areias.” Apresentando uma foto (Est. III-D, p. 142-143), semelhante à nossa foto 8.



Fot. 8 - Solo ferro-húmico (surraipa), correspondente e ao horizonte B dos solos podzóis.



Fot. 9 - Casa de dois pisos em “surraipa” (Marinha Grande).



Fot. 10 - Muro em “surraipa” (Vieira de Leiria).

A gênese deste horizonte ferro-húmico deverá estar relacionada com fenômenos de lixiviação e com a presença de húmus ácido produzido pelas folhas acerosas da vegetação predominante (*Pinus*) que, com a areia, formam um horizonte A2, tipicamente eluvial, em geral de cor branca, caracterizado pela eluviação da argila, do ferro, do alumínio ou de todos estes constituintes, com a consequente concentração residual dos materiais mais resistentes à alteração no horizonte B, que adquire cores castanha, avermelhada e amarelada.

Deste modo, a gradual acumulação à superfície de matéria orgânica e a sua decomposição lenta resulta na produção importante de compostos húmicos muito ácidos e solúveis que migram em profundidade, provocando a eluviação de certos constituintes minerais para o horizonte iluvial. Estes reduzem-se na passagem à totalidade de ferro livre e alteram os coloides minerais, provocando a libertação de alumínio e sílica. O conjunto dos elementos (ferro, sílica e alumínio) e compostos húmicos são arrastados pelas águas de infiltração e depois precipitam. A lixiviação é um processo importante em todo este fenómeno de podzolização (Cordeiro, 1999, p. 25).

Os podzóis associados a regossolos êutricos situam-se nas áreas litorais ocupadas por areias eólicas, onde predominam resinosas, são moderadamente ácidos (Freitas, 1984). Outro tipo de podzol está associado a cambissolos êutricos; estes ocupam terrenos Pliocénicos, também com predomínio de resinosas (Grupo de Trabalho do Atlas do Ambiente, 1985).

Nos podzóis, segundo Costa (1979), a mineralização dos detritos é lenta; com a intervenção de fungos a humificação também é muito lenta porque se verifica ausência de minhocas nestes solos e a fauna é constituída, principalmente, por artrópodes. Neste caso, a surraipa deverá corresponder ao horizonte B de um solo evoluído, visto que é o único horizonte de acumulação férrica. Sob esta camada encontra-se, de novo, areia branca eólica sem detritos orgânicos.

Em laboratório verifica-se que o aquecimento da surraipa queima toda a matéria orgânica, reduzindo-se a areia branca e, diminuindo o seu peso para cerca de metade. Sinal de que se trata do primeiro horizonte de acumulação do horizonte B, o Bh que tem uma mistura de matéria orgânica arrastada de cima com areia e eventualmente algum ferro; por baixo vem o horizonte ferruginoso,

avermelhado ou amarelado e que é o Bs (s de sesquióxido). Portanto tratar-se-á de um podzol humo-ferruginoso.

Próximo da Ponte Nova, nas margens do Ribeiro de Moel, encontra-se surraipa de cor amarelada, de constituição e origem diferente, apesar de apresentar a mesma resistência; o seu aquecimento prova que é constituída por grãos de quartzo cimentados por argila com limonite (Morais, 1936, p. 28).

Nas áreas onde a surraipa surge a menor profundidade, esta influencia negativamente o crescimento vegetativo. Impenetrável pelas raízes obriga as plantas a modificarem o seu desenvolvimento radicular, tornando-as pouco vigorosas e incapazes de resistir, por vezes, à impetuosidade do vento. Também, a impermeabilidade da surraipa, provoca acumulação das águas pluviais durante longos períodos, impedindo a respiração das raízes. Para resolver estas situações os Serviços Florestais têm procedido à sua desagregação.

O aparecimento da surraipa, devido à sua génese, dá informação sobre a antiguidade da cobertura vegetal de *Pinus* na área onde se encontra. Nas características morfossedimentares do campo dunar, referidas anteriormente, a formação mais recente (FE3), pela sua juventude (da idade Média à atualidade), não apresenta qualquer indício de surraipa.

2. 2. 2 – A zona submersa (plataforma continental)

Plataforma continental é a unidade geomorfológica submersa do continente que começa na linha de costa e desce com um declive suave, em média apresenta um ângulo de $0,1^\circ$, até ao talude continental (onde o declive é muito mais pronunciado). Em média a plataforma continental desce até uma profundidade que pode ir até 200 metros, ao cimo do talude continental, que faz a passagem para as bacias oceânicas. Ribeiro (1945, p. 4) define a plataforma continental portuguesa como “zona de declive suave até à curva de - 200 metros, tão desenvolvida no Noroeste da Europa, reduz-se aqui, a uma franja estreita”.

Não existe unanimidade quanto à definição do limite superior da plataforma: para uns é a linha atingida pelas mais baixas marés; para outros é a linha média da baixa-mar; ainda para outros é a própria praia. A maioria aceita que o limite superior é a linha atingida pela maré baixa de sizígia das marés equinociais. O

limite inferior é a linha correspondente à rutura de pendor de ordem máxima, o Bordo da Plataforma (*Shelf Break*), que ocorre, geralmente, entre os 140 e os 200 metros de profundidade (Dias, 1987, p. 39).

A plataforma continental juntamente com o talude continental e os depósitos sedimentares, quando existentes, constituem aquilo que é chamado de margem continental, isto é, a parte ainda pertencente à crosta continental, porém submersa. Dias (1987) refere *que segundo alguns autores a Plataforma Litoral integra-se na Margem Continental, assim como há outros que colocam reservas quanto à inclusão da Rampa Continental na Margem Continental pois que, frequentemente, sob a rampa, em profundidade, se encontra a crosta oceânica e não a crosta continental. O conjunto plataforma continental - vertente continental constitui o terraço continental (fig. 16).*

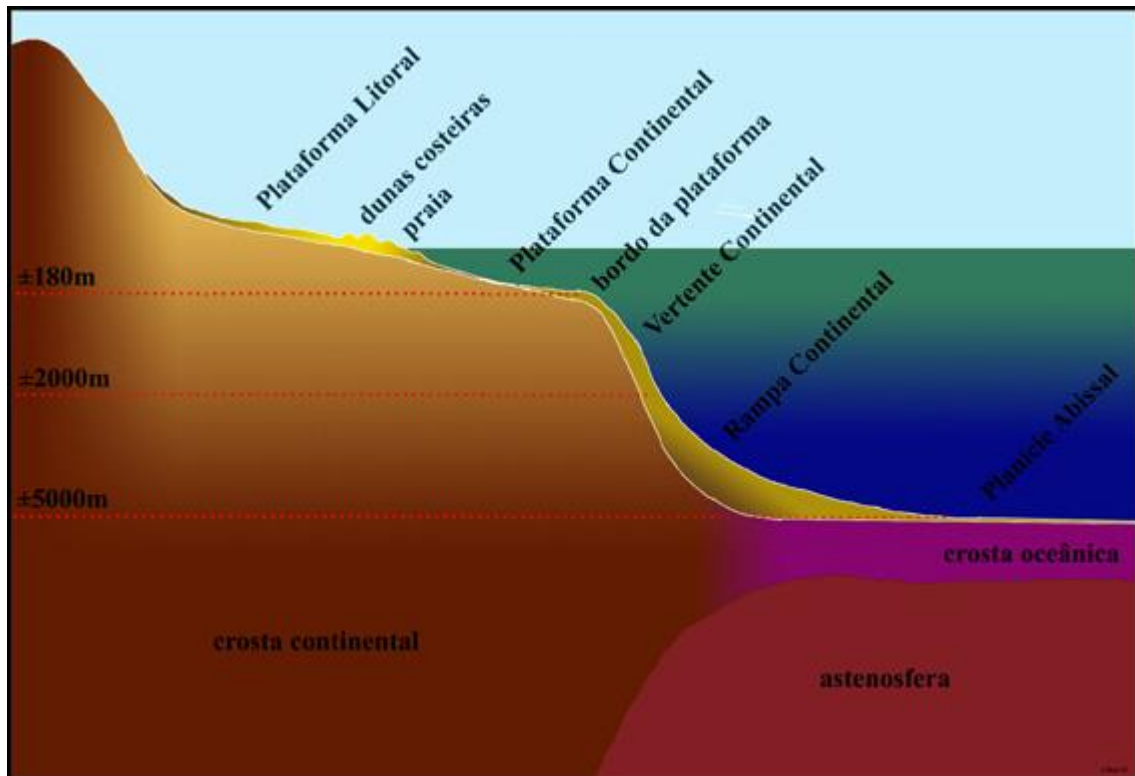


Fig. 16 - Perfil esquemático da margem continental.

(http://w3.ualg.pt/~jdias/OCEANGEOL/2_FISIOGRAFIA/2_Figpages/2b_MargemCont.html)

A plataforma continental divide-se em plataforma interna (até ± 40 m de profundidade), plataforma média (de ± 40 a ± 80 m) e plataforma externa (> 80 m); ou em plataforma continental proximal, plataforma continental média e plataforma

continental distal, cada uma delas com as suas especificidades nos domínios da geomorfologia, da sedimentologia e da biologia marinha.

A ondulação faz-se sentir mais na plataforma interna, onde os sedimentos são, em geral, mais arenosos e terrosos. A salinidade, a temperatura e a iluminação são variáveis, permitindo um maior ou menor desenvolvimento da vida vegetal e animal.

A plataforma continental é limitada por duas barreiras energéticas: a barreira energética litoral definida, essencialmente, pela zona de rebentação (que dificulta a passagem de partículas para a plataforma); e a zona transacional do bordo da plataforma onde, frequentemente, se verifica a rebentação de ondas internas e onde, muitas vezes, se localiza um picnoclina (camada de água com uma alteração súbita da densidade associada com a profundidade, variações da temperatura e da salinidade), que dificulta a transferência de partículas para maiores profundidades.

A geologia da plataforma é, normalmente, semelhante à da área emersa adjacente.

A Plataforma Continental esteve quase totalmente emersa durante a última glaciação, principalmente, quando ocorreu o último máximo glaciário (o que se verificou, no hemisfério norte, há cerca de 18 000 anos). A linha de costa estaria, na plataforma continental norte-portuguesa, a c. dos 120 m de profundidade (Dias, 1987, p. 332).

Durante este período (último máximo glaciário) a plataforma continental portuguesa era sulcada por linhas de água de grande caudal; os sedimentos de natureza detrítica depositavam-se na vertente continental, na rampa continental e na planície abissal (Rodrigues *et. al.*, 1989, p. 39).

A elevação do nível relativo do mar desde o último glaciário até à atualidade não obedeceu a uma subida gradual e constante desse nível. Pelo contrário, a tendência de elevação foi, frequentemente, interrompida por curtos períodos de abaixamento do nível do mar. Por outro lado, os períodos de elevação caracterizaram-se por taxas de subida substancialmente diferentes, que por vezes foram de ordem milimétrica mas, por outras, atingiram a ordem centimétrica, por ano. Em grande parte esta diversidade de comportamento e variabilidade das

taxas de subida refletem quer fenómenos de ajustamento isostático, quer modificações climáticas de grande amplitude (Rodrigues *et. al.*, 1989, p. 41).

Segundo Dias a plataforma continental portuguesa estende-se por cerca de 550 km de comprimento meridiano, apresentando uma largura que varia entre menos de 5 milhas marítimas (9,260 km) frente ao Cabo Espichel e mais de 60 milhas marítimas (111,120 km) no paralelo 39°N, mais ou menos em frente à ponta da Lamparoeira, norte da Ericeira, chegando mesmo a cerca de 80 milhas marítimas (148 km) frente a Vila Nova de Milfontes. Aqui o seu limite externo é mal definido. A profundidade do bordo da plataforma é, também, muito variável, oscilando entre cerca de 120 m de profundidade (nas imediações do cabo Raso) e mais de 400 m (no paralelo 39°N) ou mesmo 1000 m (a sul de Sines onde os conceitos clássicos de plataforma continental e bordo da plataforma perdem significado). A plataforma continental portuguesa apresenta, na generalidade, relevo regular e suave. Quatro grandes acidentes marcam, de forma profunda, esta plataforma: os canhões submarinos da Nazaré, de Lisboa, de Setúbal e de S. Vicente (Dias, 1987, p. 39).

A plataforma continental adjacente à área em estudo (cabo Mondego – Nazaré) é dominada por formações sedimentares meso-cenozóicas que assentam em discordância sobre o soco ante-mesozóico e apresenta pendor regular e suave. As batimétricas dispõem-se, de um modo geral, paralelas à costa e atingem uma profundidade média de 160 m. A plataforma continental, defronte do cabo Mondego, chega às 60 milhas marítimas de largura (111,120 km), diminuindo ligeiramente até ao canhão submarino da Nazaré (Musellec, 1974), onde este a corta quase completamente.

A plataforma entre o paralelo da foz do rio Minho e o canhão submarino da Nazaré devido à existência de vários rios, alta pluviosidade na região emersa adjacente e do acidentado do relevo permite pressupor uma plataforma continental bem abastecida em partículas terrígenas provenientes do continente. No entanto, pelo estado atual de assoreamento dos estuários, principalmente, nos rios a sul do paralelo 41°N, pode deduzir-se que esse abastecimento se atenuou recentemente. Devido à regularidade e suavidade do relevo da plataforma o padrão de distribuição dos sedimentos não é aqui, possivelmente, complexo (Dias, 1987, p. 58).

Entre os paralelos do Cabo Mondego e do rio Lis define-se uma zona de Mondego-Pedrogão, em aparente continuidade geográfica com áreas diapíricas reconhecidas em terra – Monte Real, Ervedeira e S. Pedro de Moel (fig. 15). O tipo de tectónica específica desta zona, originando sistemas complexos de falhas deu origem na plataforma a uma morfologia conturbada, em que é difícil distinguir as características regionais das características locais (Dias, 1987, p. 296-298).

A Carta Geológica de Portugal, escala 1/500 000, de 1992, refere que a sul do paralelo do Cabo Mondego, estendendo-se para sul do paralelo de S. Pedro de Moel, mas com maior desenvolvimento a norte do Pedrógão, se desenvolve, ao largo, uma unidade correspondente a formações de enchimento de paleovales ou de progradação sigmoide (p-a).

Com a Convenção sobre o Direito Marítimo, celebrada em Montego Bay (Jamaica), em 1982, o conceito geomorfológico de plataforma continental foi alterado, pode ir para além do talude continental e até englobar parte das bacias oceânicas.

Segundo esta Convenção "A plataforma continental de um Estado costeiro compreende o leito e o subsolo das áreas submarinas que se estendem além do seu mar territorial, em toda a extensão do prolongamento natural do seu território terrestre, até ao bordo exterior da margem continental, ou até uma distância de 200 milhas marítimas das linhas de base a partir das quais se mede a largura do mar territorial, nos casos em que o bordo exterior da margem continental não atinja essa distância."

Sousa (1999, p. 1) considera que "A Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM) introduz e/ou consagra os conceitos de mar territorial, zona económica exclusiva e plataforma continental, que, embora distintos e aplicáveis a espaços oceânicos próprios, têm sido frequentemente confundidos e erroneamente utilizados". Este autor faz a distinção entre plataforma continental geomorfológica (PCG) e plataforma continental jurídica (PCJ). Considera que:

- a primeira (PCG) é uma área plana com relevo muito suave e gradiente sempre inferior a 1:1000. Mundialmente, está limitada a profundidades menores que -460 m, com predominância de profundidades inferiores a -185 m, razão pela qual comumente se utiliza a isóbata de 200 m como o limite da PCG. A sua largura varia de poucas milhas a mais de 200 milhas marítimas. A sua borda

externa ou "quebra da plataforma" é marcada quando o gradiente passa, bruscamente, de menos de 1:1000 para mais de 1:40;

- a segunda (PCJ), pela definição pode englobar as feições fisiográficas conhecidas como plataforma, talude e elevações continentais e, em algumas circunstâncias, inclusive regiões da planície abissal. O conceito de PCJ não se aplica à massa líquida sobrejacente ao leito do mar, mas apenas ao leito e ao subsolo desse mar.

Resumindo: enquanto o conceito geomorfológico de plataforma continental tinha a delimitação externa no talude continental, não o englobando (fig. 17) o conceito atual (plataforma continental jurídica), engloba também o talude continental e as elevações continentais (declive continental) (fig. 18).

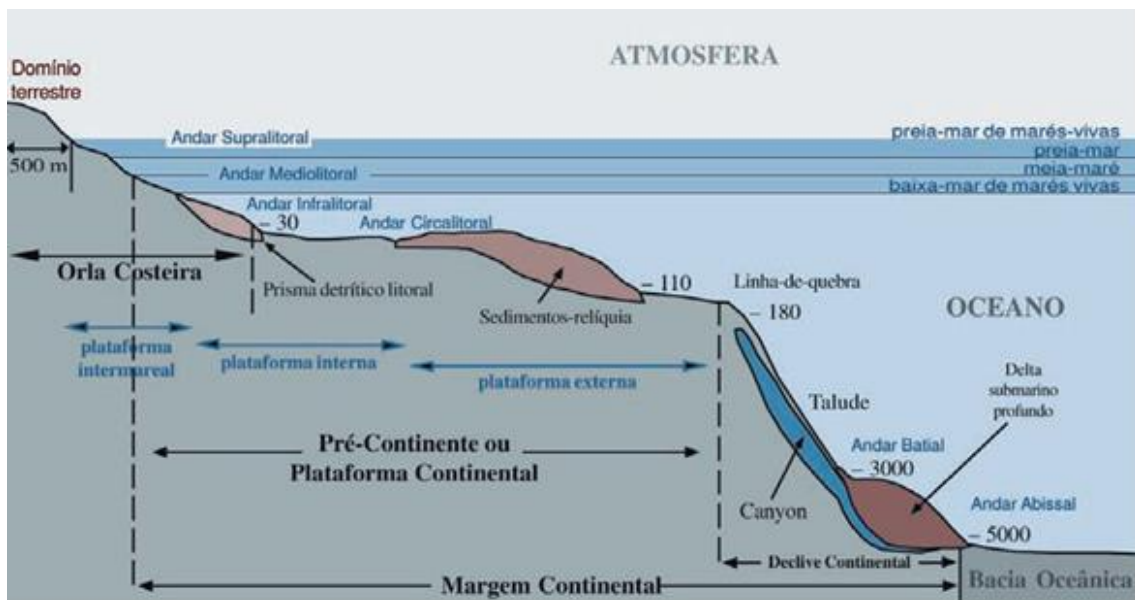


Fig. 17 - Fronteiras da plataforma e da margem continental e da zona costeira (Ribeiro, 2006).

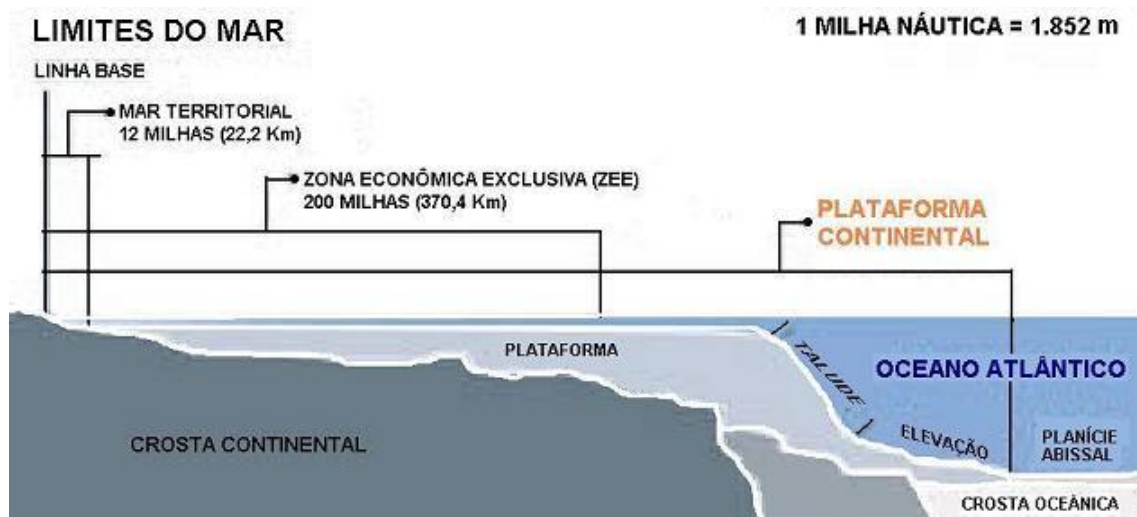


Fig. 18 – Plataforma continental.

Fonte: Comissão Interministerial brasileira para os Recursos do Mar.

2. 3 – Caracterização climática

Na caracterização climática foram considerados os dados relativos aos postos meteorológicos de Monte Real (Base Aérea) e S. Pedro de Moel (quadro I) os únicos existentes, presentemente, na área em estudo ou próximo dela.

Quadro I

Localização dos postos meteorológicos

Posto	Latitude (N)	Longitude (W Gr)	Altitude (m)	Distância do Mar (km)
Monte Real	39° 49` 40.89``	8° 52` 58.15``	52	9,5
S. Pedro de Moel	39° 45` 49.48``	9° 01` 50.68``	40	0,1

Apenas o posto meteorológico de S. Pedro de Moel se encontra, relativamente, próximo do mar numa duna localizada sobre as arribas a SE do Farol de S. Pedro; o posto de Monte Real fica na Base Aérea a cerca de 9,5 km da linha de costa.

A área em estudo, assim como todo o território de Portugal continental, apresenta clima temperado mediterrâneo. As características fundamentais são a presença de duas estações bem contrastadas, tanto do ponto de vista térmico como pluviométrico. A um verão quente e seco opõe-se um inverno de

temperatura suave e, em regra, pluvioso. As estações intermédias, primavera e outono, apresentam características de tempo bastante variáveis entre as situações consideradas típicas ora de verão ora de inverno.

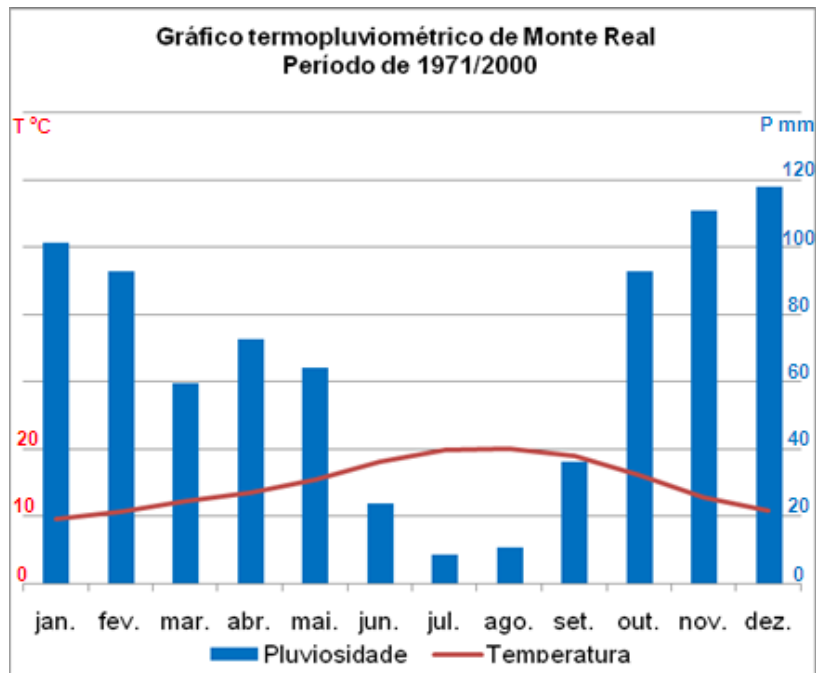
Os principais elementos de clima (temperatura e pluviosidade) e a sua variação sazonal e espacial estão representados nos gráficos da figura 19-20. Os valores normais segundo recomendação da OMM (Organização Meteorológica Mundial) devem ser médias de 30 anos; nos postos de Monte Real e de S. Pedro de Moel referem-se aos períodos de 1971/2000 (anexos 2-7).

Na elaboração dos gráficos termopluviométricos utilizámos o método de Gaussen, isto é, a 1°C de temperatura fizemos corresponder 2 mm de precipitação. Para este autor, os meses em que a precipitação em milímetros é inferior ao dobro da temperatura em graus centígrados são meses secos. Assim, esta representação vai permitir determinar, diretamente, os meses secos e húmidos do ano.

São poucos os dias em que se verificam temperaturas negativas, assim como é rara a formação de geada e praticamente nula a queda de neve.

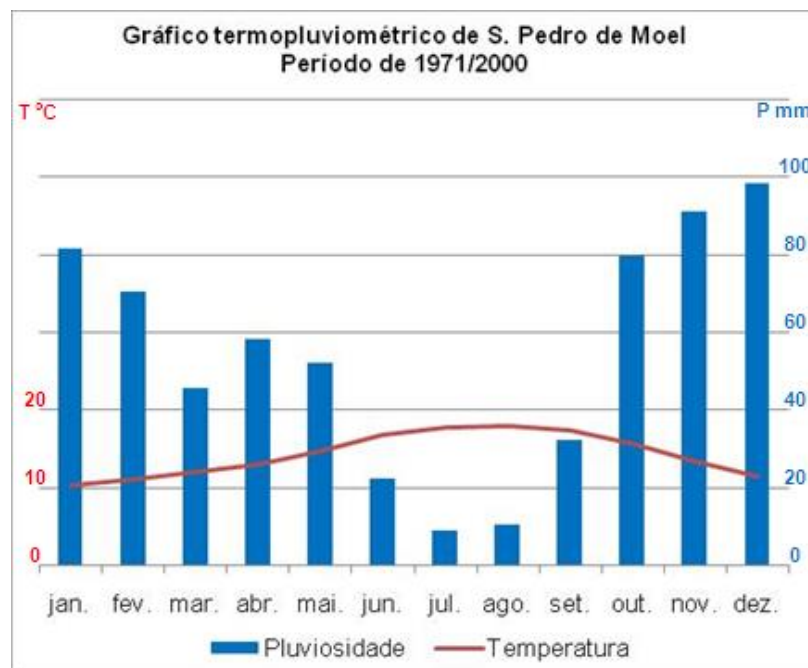
A precipitação é sob a forma de chuva, podendo, por vezes, atingir valores próximos dos 1.000 mm anuais ou até ultrapassar, dos quais cerca de 80% ocorrem normalmente entre os meses de outubro e de abril (quadro II e figura 21).

Regista-se forte variabilidade interanual nos valores de pluviosidade, situação considerada característica deste tipo de clima.



	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura °C	9,6	10,7	12,3	13,5	15,5	18,2	20,0	20,1	19,1	16,2	12,8	10,8
Pluviosidade mm	101,2	92,9	59,7	72,6	64,0	23,6	8,5	10,6	36,0	92,7	110,8	118,1

Fig. 19 - Gráfico termopluiométrico do posto meteorológico de Monte Real.



	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura °C	10,4	11,2	12,1	13,1	14,7	16,8	17,8	18,0	17,4	15,7	13,4	11,6
Pluviosidade mm	81,7	70,4	45,9	58,3	52,3	22,3	9,0	10,6	32,2	79,8	91,2	98,2

Fig. 20 - Gráfico termopluiométrico do posto meteorológico de S. Pedro de Moel.

Dados cedidos pelo posto de Monte Real referem que, no período de 1971 a 2019, os totais de pluviosidade anual variaram entre os 1127,3 mm e os 422,2 mm, respetivamente, em 1977 e 2005 (quadro II e figura 21). Isto significa que no ano mais pluvioso ocorreu quase o triplo da pluviosidade que ocorreu no menos pluvioso.

Quadro II

Totais anuais de precipitação (mm) no posto meteorológico de Monte Real

Ano	Total	Ano	Total	Ano	Total
1971	644,4	1988	708,2	2005	422,2
1972	1001,4	1989	995,9	2006	892,1
1973	669,7	1990	727,0	2007	484,2
1974	696,8	1991	670,5	2008	674,4
1975	598,0	1992	559,4	2009	903,2
1976	1029,9	1993	842,6	2010	1011,2
1977	1127,3	1994	604,1	2011	784,2
1978	939,8	1995	678,0	2012	583,6
1979	1001,2	1996	1002,0	2013	874,3
1980	454,5	1997	1049,6	2014	1019,0
1981	650,1	1998	663,7	2015	489,0
1982	629,0	1999	636,9	2016	852,0
1983	755,0	2000	1039,6	2017	506,0
1984	886,7	2001	880,1	2018	830,4
1985	818,6	2002	948,4	2019	644,3
1986	794,2	2003	968,0		
1987	982,2	2004	583,1		

Média (1971 – 2019) = 779,7 mm

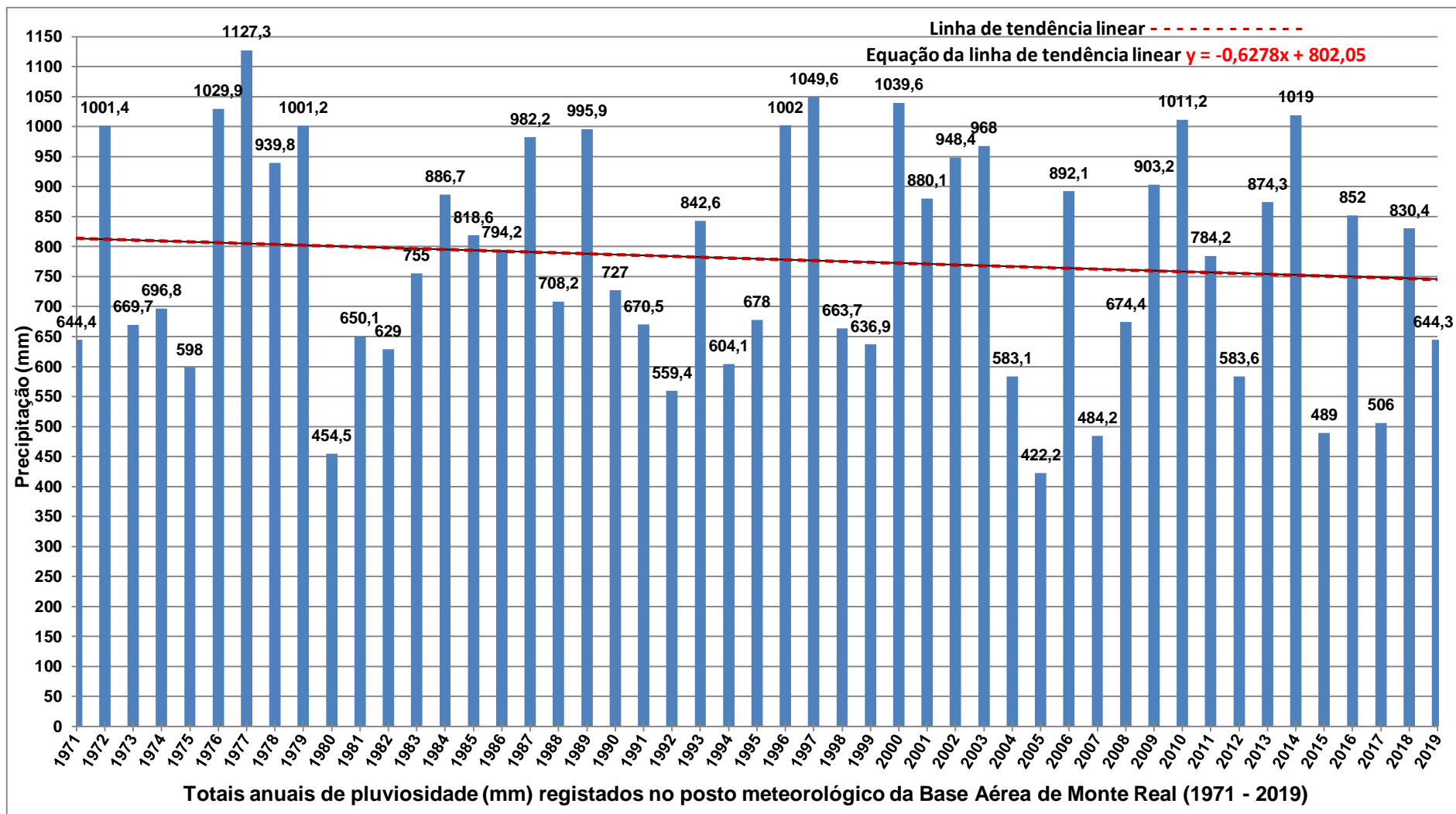


Fig. 21 – Totais anuais de precipitação (mm) no posto meteorológico de Monte Real (anos de 1971 a 2019).

Variação espacial dos elementos climáticos

Temperatura:

A influência do mar é significativa, principalmente, nos meses mais frios. A temperatura da água do mar é maior do que a do ar nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, outubro, novembro e de dezembro, verificando-se a maior diferença nos meses de janeiro e dezembro com respetivamente 2,5°C e 2,7°C (fig. 22). Estas diferenças, no comportamento geral das temperaturas do ar e do mar, devem-se ao maior calor específico da água (a quantidade de calor necessária para elevar de 1°C a temperatura de um volume de água, eleva de 1°C a temperatura de um volume de ar três vezes maior).

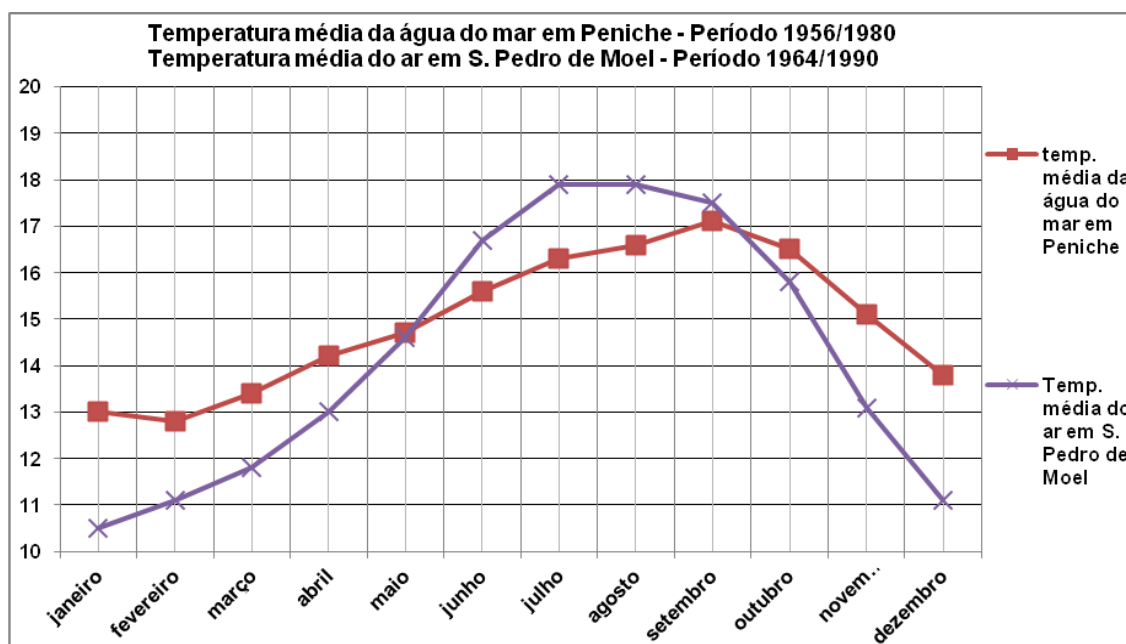


Fig. 22 – Variação da temperatura da água do mar e do ar ao longo do ano.

Fonte: Adaptado do Esboço Climatológico do Distrito de Leiria (Força Aérea Portuguesa – Centro de Informação Meteorológica).

Os valores médios da temperatura do ar nos postos meteorológicos analisados variam, regularmente, ao longo do ano, apesar da maior média das máximas ser de 25,1°C, em agosto (Monte Real), e a menor média das mínimas de 4,9°C, em janeiro (Monte Real), para usar a classificação de S. Daveau *et al.* (1985) (quadro III).

Não se verificam diferenças significativas entre os dois postos no que respeita às temperaturas médias anuais (apenas décimas), 14,9°C, em Monte

Real, e 14,35°C, em S. Pedro de Moel. No entanto, a média das máximas do mês mais quente (agosto) é de 25,1°C, em Monte Real, enquanto é de 21,1°C, em S. Pedro de Moel (quadro III).

Segundo a classificação de Daveau *et al.* (1985, p. 51), apenas no posto situado mais próximo do mar, S. Pedro de Moel, o verão pode ser considerado fresco, o valor máximo médio do mês mais quente é inferior a 23°C (21,1°C) e o número de dias com temperatura máxima >25°C é <20 (11,0°C); em Monte Real, o verão é moderado, o valor máximo médio do mês mais quente está compreendido entre 23°C e 29°C (25,1°C) e o número de dias com temperatura máxima >25°C está compreendido entre 20 e 100 (52,3). O inverno é moderado, em Monte Real, pois apresenta o valor mínimo médio do mês mais frio compreendido entre 4°C e 6°C (4,9°C) e o número de dias com temperatura mínima <0°C está entre 10 e 15 (10,7); em S. Pedro de Moel é ténido pois apresenta o valor mínimo médio do mês mais frio <6°C (6,6°C). No entanto, o número de dias com temperatura mínima <0°C deveria ser de menos de 2 e na realidade é de 2,8.

Quadro III

Valores da temperatura e da pluviosidade nos postos meteorológicos analisados

Posto Meteorológico	Temperatura (°C)			Tipo de Verão	Temperatura (°C)		Tipo de Inverno	Pluviosidade (mm)	
	Média anual	Máxima média mês mais quente	Máxima diária		Mínima média mês mais frio	Mínima diária		Total anual médio	Máximo diário
Monte Real	14,9	25,1 (ago.)	42,3 (14 jun. 1981)	Moderado	4,9 (jan.)	-5,6 (10 jan. 1985)	Moderado	790,7	66,8 (30dez. 1998)
São Pedro de Moel	14,35	21,1 (ago.)	38,5 (02ago. 1987)	Fresco	6,6 (jan.)	-5,5 (17 dez. 1974)	Ténido	651,9	62,0 (05mai. 1988)

Apesar das diferenças de localização entre os dois postos meteorológicos não serem significativas (em latitude 5', em longitude 9' e em altitude 12 m)

verifica-se, em S. Pedro de Moel, uma menor variação térmica anual, enquanto a temperatura média anual é muito semelhante. Não podemos considerar significativos os fatores continentalidade e altitude mas, em S. Pedro de Moel, a proximidade do mar e a exposição são, sem dúvida, fatores importantes para justificar as diferenças verificadas.

Precipitação:

A precipitação é o elemento de clima que pode apresentar maior variação de ano para ano. De um ano para outro, não é raro chover o dobro (Quadro II e figura 21). Daí que, em termos climáticos, este elemento só terá interesse em valores médios.

Os meses mais pluviosos nos dois postos meteorológicos são novembro e dezembro, apesar do máximo diário ter ocorrido em dezembro em Monte Real e em maio em S. Pedro de Moel. O total anual mais elevado ocorre em Monte Real com uma diferença significativa em relação a S. Pedro de Moel, respetivamente, 790,7 mm e 651,9 mm (quadro III). A maior concentração de precipitação verifica-se nos meses de inverno, podendo também ser significativa nos meses de outono e primavera.

Há quatro meses (junho, julho, agosto e setembro), em que o valor da precipitação em milímetros é inferior ao dobro da temperatura em graus centígrados (fig. 19 e 20). Segundo Bagnouls e Gausson (1957, p. 194), esses meses são considerados secos e, nestes postos meteorológicos são também os meses mais quentes. Podemos considerar que a precipitação é o elemento climático mais “variável” quer anual quer interanual.

Vento:

O vento influi diretamente na temperatura, pelo transporte de massas de ar com características diferentes. Os parâmetros de análise deste elemento de clima são o rumo e a velocidade. O vento é mais irregular do que a temperatura, como podemos verificar ao comparar as frequências por rumo, nos dois postos (anexo 6 e fig. 23) e (anexo 7 e fig. 24).

No verão o vento de norte refresca toda a área, tornando as temperaturas moderadas ou mesmo frescas, como se verifica, especialmente, no posto de S. Pedro de Moel.

A velocidade média do vento é, também, de um modo geral, elevada na primavera e no verão. Este facto é mais significativo no posto de Monte Real, especialmente, dos rumos de norte e de noroeste. Por vezes, a nortada, que se faz sentir, principalmente, durante a tarde e princípio da noite pode ultrapassar os 50 km/h, provocando uma descida acentuada nos valores da temperatura.

Embora, em valores médios, o vento predomine dos quadrantes de norte e de noroeste, durante o inverno esta predominância é atenuada, havendo um aumento de intensidade dos rumos de sul e de sudoeste.

O maior número de dias com velocidade máxima instantânea (rajada) superior a 80 km/h ocorre em outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro. Os valores de rajadas são referentes ao posto meteorológico de Monte Real. Não existem dados relativos ao posto de S. Pedro de Moel.

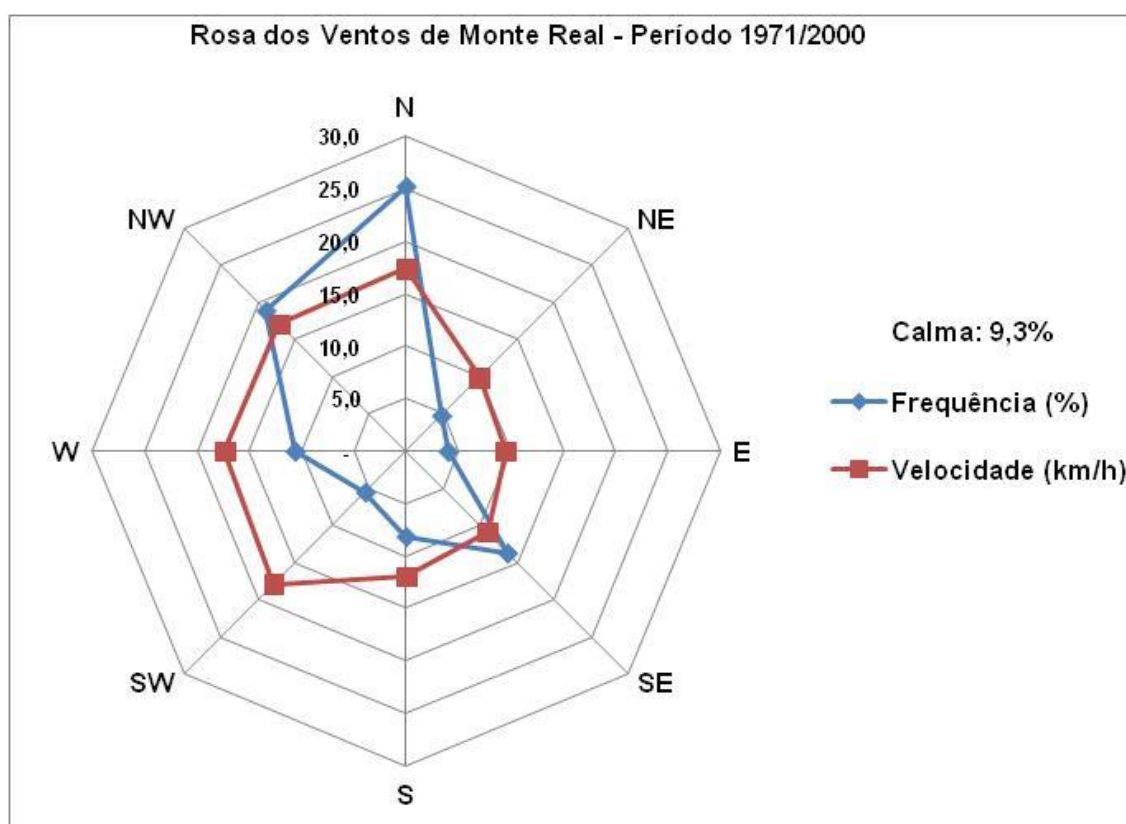


Fig. 23 - Rosa dos Ventos do posto meteorológico de Monte Real.

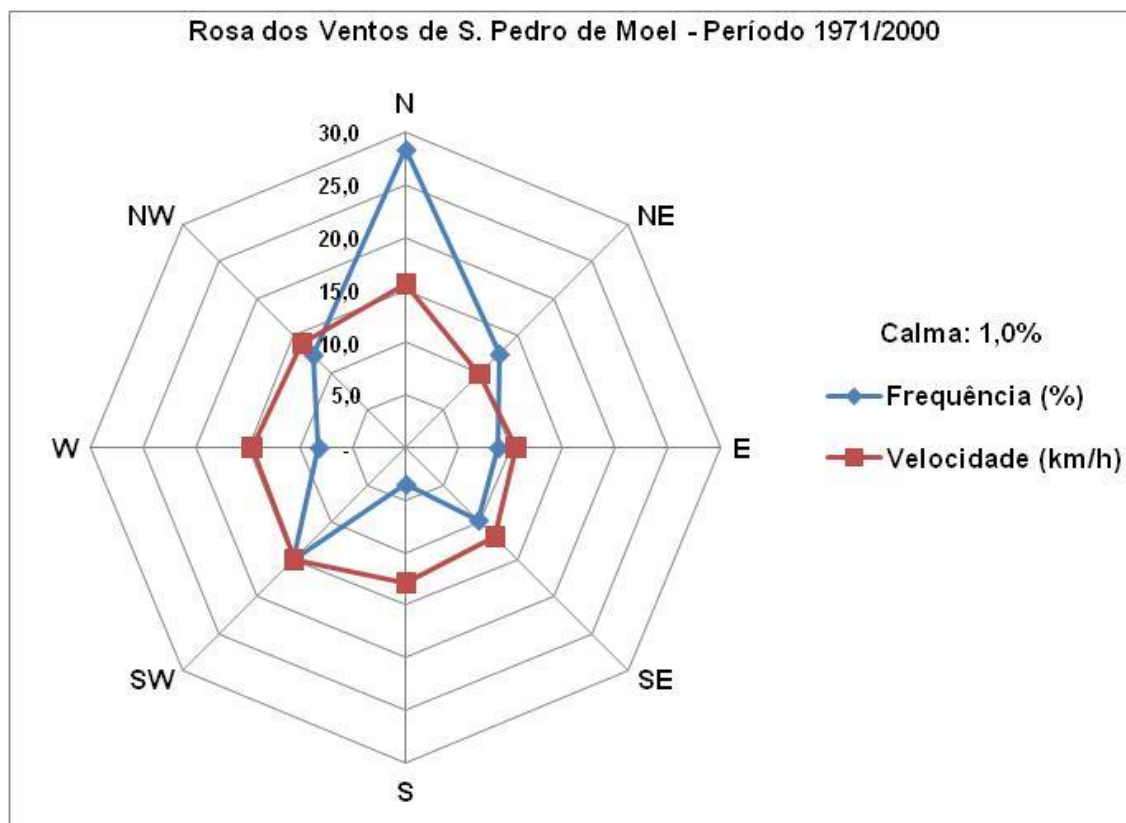


Fig. 24 - Rosa dos Ventos do posto meteorológico de S. Pedro de Moel.

Breve análise dos elementos menores:

Após a referência ao comportamento dos principais elementos de clima (temperatura, precipitação e vento), bem como à sua variabilidade espacial e temporal, importa referir outros elementos climáticos que, embora considerados menores e muitas vezes dependentes dos anteriormente tratados, quer dizer, de menor significado para a compreensão geral do clima da área têm, no entanto, uma grande importância em termos aplicados.

Assim, os meses em que o valor da humidade relativa do ar é mais elevado são janeiro (95%) e dezembro (90%) em Monte Real (anexo 3), mas em S. Pedro de Moel são julho (88%), agosto (88%) e setembro (87%) (anexo 5). Os valores médios mensais da humidade relativa do ar são mais irregulares em Monte Real (máximo de 95 % em janeiro e mínimo de 77% em junho) do que em S. Pedro de Moel (máximo de 88% em julho e agosto e mínimo de 80% em março e abril). No entanto, os valores médios anuais para os dois postos meteorológicos são muito semelhantes (85% em Monte Real e 84% em S. Pedro de Moel). Como a humidade relativa varia na razão inversa da temperatura na variação diurna os

valores mais baixos ocorrem, geralmente, às primeiras horas da tarde e correspondem aos valores mais altos da temperatura e os valores mais altos ocorrem, geralmente, às primeiras horas da manhã e correspondem aos valores mais baixos da temperatura.

A nebulosidade, variável ao longo dos dias e das épocas do ano, regista valores máximos no inverno e mínimos no verão; é nos meses de junho, julho e agosto que há mais dias de céu pouco nublado ou limpo, por outro lado, é no mês de dezembro que os dias de céu nublado atingem os valores mais altos, principalmente, no período da manhã.

O elevado grau de humidade, que se verifica ao longo de todo o ano, origina nevoeiros serrados e persistentes, mesmo no período estival.

A nível anual verificam-se mais dias de céu totalmente encoberto do que de céu limpo, assim, os valores da insolação mostram a variação anual; mínimos em dezembro, com uma média de 128,3 horas de insolação e máximos em julho, com uma média de 285,7 horas de insolação. A média total anual é de 2.470 horas. Estes valores referem-se ao posto de Monte Real (anexo 3). A ficha climatológica de S. Pedro de Moel não apresenta valores de insolação.

Em consequência da proximidade do mar a área em estudo é, normalmente, atingida por nevoeiros de advecção litoral (deslocação horizontal de uma massa de ar originando transmissão de calor) que se fazem sentir sobretudo no verão.

Síntese:

Tendo em conta o exposto podem-se tirar algumas conclusões que nos permitem precisar as características do clima da região em estudo que, como já referimos, se enquadra no clima temperado mediterrâneo, afeiçoado pela influência direta do oceano atlântico cujas características fundamentais são a presença de duas estações bem contrastadas, tanto do ponto de vista térmico como pluviométrico.

Deste modo verificámos muitas semelhanças nos gráficos dos dois postos meteorológicos quer no traçado das temperaturas quer da precipitação. Em todos eles há quatro meses secos (junho, julho, agosto e setembro).

Determinámos o índice de aridez, para cada mês, a partir da aplicação do modelo de De Martonne (quadro IV). Este índice obtém-se dividindo a média da quantidade total de precipitação do mês considerado pela temperatura média desse mês, adicionando a esta o valor 10, o resultado multiplica-se por 12.

Índice de aridez de De Martonne: $i_a = P/(T+10)$

Onde:

P = pluviosidade anual (mm);

T = temperatura média anual (°C).

Para o cálculo do índice de aridez referente a um mês específico aplicámos a equação:

$$I_a = \frac{P_{mm}}{(T_m + 10)} \times 12$$

Onde:

P_{mm} = média da quantidade total precipitação do mês considerado em mm;

T_m = temperatura média do mesmo mês em °C.

Concluimos que o índice de aridez, assim como a classificação climática inerente, varia de mês para mês, assim como de posto para posto.

Monte Real tem dez meses em que o índice de aridez é superior a S. Pedro de Moel, apenas em julho e agosto é inferior. O índice de aridez anual também é maior em Monte Real (34,7) do que em S. Pedro de Moel (28,3).

Com base no índice de aridez a classificação climática é de:

Monte Real - 2 meses super-húmidos, 6 meses húmidos, 2 meses semi-áridos de tipo mediterrâneo e 2 meses desérticos;

S. Pedro de Moel – 6 meses húmidos, 2 meses sub-húmidos, 1 mês semi-árido de tipo mediterrâneo, 1 mês semi-desértico (árido) e 2 meses desérticos.

No quadro V apresentamos as classes e os respetivos limites definidas por De Martonne.

Quadro IV
Índice de aridez

Mês	Índice de aridez		Classificação climática	
	Monte Real	S. Pedro de Moel	Monte Real	S. Pedro de Moel
Janeiro	62,0	48,1	Super-húmido	Húmido
Fevereiro	53,9	39,8	Húmido	Húmido
Março	32,1	24,9	Húmido	Sub-húmido
Abril	37,1	30,3	Húmido	Húmido
Maio	30,1	25,4	Húmido	Sub-húmido
Junho	10,0	9,9	Semi-árido de tipo mediterrâneo	Semi-desértico (Árido)
Julho	3,4	3,9	Desértico	Desértico
Agosto	4,2	4,5	Desértico	Desértico
Setembro	14,8	14,1	Semi-árido de tipo mediterrâneo	Semi-árido de tipo mediterrâneo
Outubro	42,5	37,3	Húmido	Húmido
Novembro	58,3	46,8	Húmido	Húmido
Dezembro	68,1	54,6	Super-húmido	Húmido
Anual	34,7	28,3	Húmido	Sub-húmido

Quadro V

Classes e respetivos limites definidas por De Martonne

Valor da Zona	Zona
0 – 5	Desértico (Hiperárido)
5 -10	Semi-desértico (Árido)
10 – 20	Semi-árido de tipo mediterrâneo
20 – 30	Sub-húmido
30 – 60	Húmido
>60	Super-húmido

Quanto ao índice de aridez, Girão (1949-1951, p. 188) divide Portugal continental em três zonas (húmida, intermédia e seca), subdividindo-as em duas mas não designando estas subdivisões. Engloba, a região em estudo, na zona intermédia. Girão (p. 187) calculou o índice de aridez segundo o método de Martonne e baseou-se na média da pluviosidade e da temperatura relativas ao período de 1901-1930, aplicando as designações correspondentes ao grau de *secura* que apresentam.

Não determinámos o índice xerotérmico de F. Bagnouls e H. Gaussen porque este só é aconselhado para regiões em que a *secura* ultrapassa os seis meses. Como já referimos, nos postos meteorológicos que considerámos, temos apenas quatro meses secos.

Tomando em consideração a precipitação média anual (P), a temperatura máxima (M) (média do mês mais quente em graus Kelvin) e a temperatura mínima (m) (média do mês mais frio em graus Kelvin) pode-se determinar o índice de Emberger (Q – quociente pluviométrico) que, indiretamente, traduz o grau de continentalidade (Alcoforado *et al.*, 2009, p. 31). Estes autores consideram que este quociente “foi concebido para regiões onde o ritmo dos elementos climáticos é semelhante ao que ocorre em Portugal (um máximo de precipitação no inverno e um único máximo de temperatura), a sua aplicação é aqui válida”.

$$Q = \frac{1000 P}{\frac{(M + m)(M - m)}{2}}$$

Onde:

P_{mm} = média da quantidade de precipitação total anual em mm;

M = média da temperatura do mês mais quente em graus kelvin;

m = média da temperatura do mês mais frio em graus kelvin.

Determinámos esse índice (quadro VI) para os dois postos meteorológicos e verificámos que o valor é semelhante entre eles, permitindo considerá-los no andar de clima mediterrâneo húmido com Inverno temperado.

Quadro VI
Índice de Emberger

Posto	Média da precipitação total anual Mm	Temperatura °C		Índice de Emberger (Q)	Designação do andar climático
		Máximo médio, mês mais quente	Mínimo médio, mês mais frio		
Monte Real	790,7	25,1 (ago.)	4,9 (jan.)	135,84	Mediterrâneo Húmido
S. Pedro de Moel	651,9	21,1 (ago.)	6,6 (jan.)	156,65	

Segundo a classificação de Koppen, o clima da área em estudo é *chuvoso e moderadamente quente, com chuvas preponderantes no inverno* (Cs); como a temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C, trata-se do subtipo Csb; verificámos, também, a ocorrência de pelo menos quatro meses com temperatura média superior a 10°C.

O clima é considerado, segundo Thornthwaite, mesotérmico húmido, com o verão mais seco do que o inverno, BB's.

“A influência do mar enriquece de cambiantes a transição entre o norte e o sul. Como na Beira Litoral, grandes manchas de areia soltas reaparecem ao sul do Mondego, revestidas de pinhais intermináveis (Ribeiro *et al.*, 1987/1991, p. 1253). No verão a temperatura elevada e a ausência de precipitação refletem as

condições climáticas do mediterrâneo, apesar da proximidade do atlântico justificar a humidade relativa elevada que se verifica ao longo do ano. No inverno as massas de ar carregadas de humidade do atlântico, trazidas pelos ventos dos quadrantes de oeste, fazem aumentar a precipitação” (Ribeiro, 1967).

No Atlas de Portugal (1958), Girão considera que esta área pertence a uma zona mediterrâneo - atlântica, “Nesta faixa de transição poderemos distinguir de Norte a Sul: uma zona correspondente mais ou menos às bacias inferiores do Vouga, do Mondego e do Lis, onde as influências atlânticas têm ainda o predomínio sobre as mediterrâneas” (Girão, 1949-1951, p. 206).

Ribeiro (1967, p. 39) refere “Portugal é mediterrâneo por natureza, atlântico por posição”. No entanto, e relativamente à indefinição/variabilidade do clima de Portugal continental refere “Qualquer definição que se tente dar dos climas portugueses corre o risco de ser desmentida pela mais breve observação de um viajante fortuito” (Ribeiro, 1970, p. 297).

2. 4 – Caracterização hidrográfica

“Se as águas que permanecem importam sempre ao estudo da geografia de um País, muito mais interesse têm as águas que correm”, (Girão, 1949-1951, p. 135).

Dada a grande permeabilidade dos principais materiais que constituem a zona em estudo, areias de dunas e areias de praia, os cursos de água que chegam ao mar são bastante reduzidos. Apenas alguns, aproveitando a impermeabilidade da surraipa sobre a qual correm, chegam próximo da praia, mas quando esta (surraipa) lhes falta e dado o seu fraco caudal, infiltram-se.

Os únicos rios que encontramos são: O Mondego, o maior rio que nasce em Portugal (Serra da Estrela) a 1.425 m de altitude (segundo Martins, 1940, p. 82 a), desagua junto da cidade da Figueira da Foz e o Lis que tem a sua exsurgência no lugar das Fontes, a cerca de 8 km a SSE da cidade de Leiria, na base do Maciço Calcário Estremenho e desagua, imediatamente a norte da Praia de Vieira de Leiria.

2.4.1 - O rio Mondego

“O Mondego é o fulcro de todos os rios que drenam o planalto beirão, ele será o único a atingir o mar. Por isso os outros lhe prestam vassalagem – pagam-lhe o tributo das suas águas” (Martins, 1940 p. 77). Foi conhecido pelo “Munda” dos romanos e pelo “Muliades” de Strabão, (Loureiro 1901, p. 93).

Pela irregularidade do seu caudal, ora de grandes cheias ora diminuto, pode ser considerado de regime semitorrencial, o que lhe granjeou o nome popular de "bazófiás".

Com uma bacia de 6.645 km² e um comprimento de aproximadamente 227 km (segundo Martins, 1948, p. 82) fig. 25, pode dividir-se em três sectores:

- a) alto Mondego – inserido no maciço da Serra da Estrela;
- b) médio Mondego – a jusante do maciço da Serra da Estrela até Coimbra;
- c) baixo Mondego – a jusante de Coimbra, onde o rio corre num canal artificial, sobre uma planície aluvial, que ocupa cerca de 15.000 ha, com cerca de 4 km de largura máxima, 40 km de comprimento e apenas 15 m de desnível. A partir de Montemor-o-Velho forma-se um estuário com cerca de 25 km de comprimento e 3,5 km² de área. Nos últimos 7,5 km do seu troço desdobra-se em dois braços (norte e sul), que voltam a unir-se junto à foz, formando entre si a pequena ilha da Morraceira.

Martins (1940) divide o Mondego em quatro secções:

“À primeira, com um declive médio de 23,5 metros por 1.000, corresponde o curso do Mondego, enquanto serrano, isto é, desde que brota na Fonte-dos-Ferreiros até ao Pôrto-da-Carne”.

“Desde o Pôrto-da-Carne à Foz-Dão e com um declive médio agora muito menor – 3,6 metros por 1.000 – estende-se a segunda secção”.

A terceira secção que se estende da Foz-Dão até à Portela, “com um declive médio de 1,1 metros por 1.000, recebe o Mondego os seus afluentes principais; está na plenitude das suas funções de transporte”.

“Finalmente, a 4.^a secção tem início mal o rio entra na orla mesozóica e vai até ao mar com um declive médio de 0,40 metros por 1.000”.

“O vale, logo na Portela, começa a alargar, o Mondego corre nos terrenos que depositou, o cenário muda por completo. Os meandros encaixados cedem lugar aos meandros divagantes.”

Embora de rara ocorrência e de curta duração, as situações de cheia são de grande interesse para o conhecimento da hidrodinâmica sedimentar e muito, frequentemente, são responsáveis por significativas alterações nas características geomorfológicas do sistema fluvial e estuarino (Cunha, 2002, p. 16).

A precipitação na bacia hidrográfica do Mondego é de 2.800 mm de média anual nas zonas montanhosas, descendo até aos 900 mm nas zonas costeiras, sendo a média de 1.200 mm, concentrada entre outubro e março, com um valor de 73% do total (Rocha *et al.*, 1998, p. 4), o que tem levado à ocorrência, ao longo dos séculos, de episódios de cheias que têm afetado não só a cidade de Coimbra mas, especialmente, os campos marginais a jusante e as povoações localizadas na planície aluvial. São conhecidos episódios de cheias desde o século XIV.

Na tentativa de controlar as cheias, o rio tem sido desviado para troços artificiais.

“Junto da Estação-Vélha, há cerca de dois séculos, o homem abriu um caminho novo, quási recto, para um rio que gostava de andar às voltas pelos campos. As águas zombaram dessa obra – o assoreamento continua e, às vezes, a planície transforma-se em lago. Caprichos dum rio que só a serra dominou “ (Martins, 1940, p. 81-82).

Também Amorim Girão (1949-1951, p. 153) nos fala nos desvios antrópicos do Mondego. “...o desvio do curso do rio segundo os projectos do P.^e Estêvão Cabral, hidráulico de renome, que no princípio do século passado traçou as duas grandes rectas de Coimbra a Pereira e de Pereira a Montemor. O Mondego tem assim um leito antigo e outro moderno, aplicando-se mesmo ao primeiro o nome de *Rio Velho*”.

A intervenção no rio Mondego continuou, praticamente, até aos nossos dias (décadas de 1980 e de 1990), e incluiu a regularização dos leitos fluviais e a construção de barragens hidroelétricas e de rega (barragens da Aguieira e das Fronhas e os açudes da Raiva e de Coimbra, fig. 25). Os caudais de cheia em Coimbra, que eram da ordem dos 2.500 m³/s, passaram para 1.200 m³/s depois da construção destas barragens (Aguieira e Fronhas). Na foz estão previstos caudais de 3.000 m³/s (Lencastre, 1980, *apud* Rocha *et al.*, 1998, p. 8).

A sedimentação nos canais e nas planícies agrava as consequências das cheias.

Um estudo do transporte sólido do Mondego, anterior à construção das barragens e das infraestruturas de rega que referimos, efetuado em Coimbra e a cerca de 10 km a jusante (Vila Pouca do Campo) revelou que os volumes globais transportados pelo rio Mondego em Coimbra eram de 223.000 m³/ano por arrastamento e 72.000 m³/ano em suspensão; passando a 40% desses valores em Vila Pouca; e que o caudal sólido específico na bacia é de 55 m³/km²/ano. Verificou-se assim que teria existido, entre as duas secções de medição, um assoreamento de cerca de 131.000 m³/ano, o que equivale a uma taxa de assoreamento de cerca de 10 cm/ano (Rocha *et al.*, 1998, p. 6).

Relativamente à sedimentação do Mondego, Martins (1940, p. 87) refere: “Calcula-se que o leito actual se elevou acima do álveo do século XII cêrca de 11 metros, admitindo-se portanto que, nessa época, a diferença entre o nível da estiagem em Coimbra e o zero hidrográfico da foz era 6^m,5, enquanto hoje é de 17^m,35”.

Martins (1940, p. 87) atribui a causa deste assoreamento à “ausência de revestimento vegetal nas encostas graníticas e pré-câmbricas das secções alta e média da bacia; pelo fácil desagregamento dos terrenos modernos da bacia inferior e ainda pela faina do homem que, remexendo a terra para as culturas, auxilia a acção das enxurradas”.

Estes valores de deposição de sedimentos, subida do leito de cheia, são elucidativos para se compreender a perda da navegabilidade que se verificava até Coimbra.

“Antes que se fundasse a Monarquia, Montemor, Coímbra, e até Soure, eram portos fluviò-marítimos, onde ancoravam barcos de mercadorias árabes e normandos. Ainda no tempo de D. Afonso Henriques chegavam a Coímbra navios de pequeno calado, conforme se depreende de documentos coevos” (Martins, 1940, p. 164).

No entanto, Martins (1940, p. 165) continua a falar de uma navegabilidade mais recente no Mondego. “Não são passados talvez 100 anos sobre a época em que, todo o sal consumido na região interior da bacia vinha das salinas de Lavos, transportado pelas barcas serranas até à Foz-Dão, onde os almocreves o

recebiam. ...Hoje, ainda que com certa dificuldade, sobretudo acentuada no Verão por causa da falta de água, o tráfego mantém-se no Mondego, embora reduzido ao transporte para Coimbra de lenhas e carqueja dos concelhos de Tábua, Mortágua e Penacova e, uma vez por outra, a um barco que vai à Figueira buscar sal”.

Também Cunha *et al.* (1997a), citando Loureiro (1882) referem que “em eras remotas, o estuário do Mondego, ou o mar interior da Figueira devia ter sido grande. Que todos os vales são formados por aluviões moderníssimas. No máximo da transgressão flandriana (há cerca de 5.000 anos), uma ria com uma largura média de 3 km, estendia-se por 40 km até Coimbra” (Cunha *et al.*, 1997a, p. 30). No mapa de Portugal de 1560 de Fernando Alvares Seco esta ria/estuário já só se prolongava até cerca de 20 km da embocadura e com menor largura (fig. 26).

Loureiro (1901, p. 99) referiu que “Fica o porto da Figueira na foz do Mondego, rio navegável até á Foz-Dão, em 84 kilometros de extensão, tendo como afluentes, navegáveis também, mas em pequena extensão para cima das suas fozes, os rios Dão, Alva, Ceira, Soure, Foja e Pranto, ou rio do Louriçal.

Os primeiros só dão navegação a pequenos barcos e bateiras nos primeiros kilometros do seu curso; os três últimos dão-na em 20, em 9 e em 18 kilometros”. Dizendo, ainda, que a influência das marés se faz sentir em 18.958 m, mas nos rios do Pranto, de Foja, de Verride e de Soure, vão a maior distância do que no Mondego por estarem os seus leitos menos levantados do que naquele.

A construção de barragens e de infraestruturas de rega e ainda a intensificação do revestimento florestal em toda a sua bacia hidrográfica diminuíram os caudais líquidos e sólidos que chegam à desembocadura, aumentando a dinâmica marinha relativamente aos processos fluviais no estuário (Cunha *et al.*, 1994). Este aumento da dinâmica marinha estará, também, relacionado com a tendência atual para a subida do nível do mar na costa portuguesa.

Relativamente à evolução do estuário e porque está relacionada com a alteração da linha de costa adjacente, quer como causa quer como consequência, trataremos do tema no capítulo 3. ALTERAÇÃO HISTÓRICA DA LINHA DE

COSTA DO CABO MONDEGO A S. PEDRO DE MOEL, 3.1 - Situação antes da construção dos molhes na embocadura.

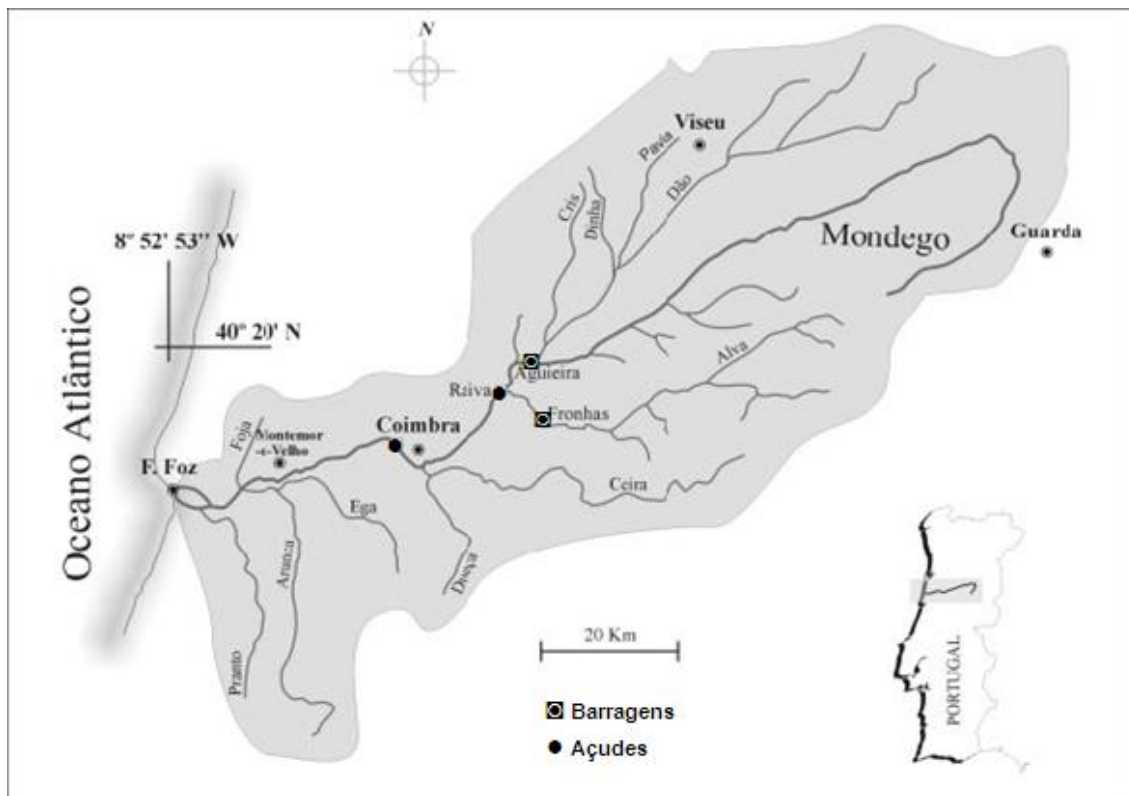


Fig. 25 – Rio Mondego e principais afluentes (modificado de Cunha *et al.*, 2002).

“No caso do rio Lis, cujas cabeceiras se estendem até aos calcários, a delimitação da bacia hidrográfica não pode ser feita tendo apenas por base os escoamentos superficiais. As condições hidrológicas particulares deste tipo de rocha, nomeadamente a tendência das águas para percorrerem interiormente os calcários, leva à integração na bacia de sectores significativos do planalto de Santo António e de São Mamede, responsáveis pelos escoamentos verificados nas exurgências do Lis e do Lena que alimentam estes cursos de água” (Campar *et al.*, 1989, p. 15).

Pelas consultas que efetuámos deveria ter havido uma troca de nome do rio Lena pelo rio Lis: na descrição da freguesia da Azoia, feita pelo Padre João Nogueira e datada de 12 de Abril de 1758, é atribuída ao rio Lis a designação de rio Lena e de Lena ao Lis. “É este Lis um rio que, tem o seu nascimento na terra de Porto de Mós. ...No distrito desta freguesia não tem horto, ponte, nem nora; e, conservando sempre o nome de Lis, se vai juntar com as águas do rio Lena, por detrás do castelo da cidade de Leiria, junto à ponte das Mestras”.

Santo (1989) refere que: “Segundo alguns, o rio Lis ter-se-ia chamado Lena, e vice-versa, ao ponto de não se saber qual será o tributário e o tributante; a confusão já é antiga, uma vez que Lena e Liz têm a mesma origem, e são sinónimo”.

Martins (1949, p. 19), nas críticas que faz aos levantamentos topográficos refere um erro em relação ao rio Lis “... segundo a carta, também o Lis parece que não nasce perto do lugar das Fontes, como na realidade acontece, mas uns poucos de quilómetros para montante, a oriente do Alqueidão da Serra...”. Este erro é de cerca de 8,5 km e ainda hoje se mantém em algumas cartas. Este autor, também, refere um erro cartográfico na localização da nascente do rio Lena, principal afluente do Lis. “...quero acrescentar que os topógrafos, com a maior naturalidade; *transportaram* a nascente do Lena das proximidades da Ribeira, junto de Porto de Mós, para o sul da Bezerra, ampliando o curso de 7 quilómetros”, (Martins 1949, p. 19).

As cartas antigas que consultamos referem:

- no “MAPPA dos Pinhaes DE S. MAGESTADE E S. ALTEZA do Concelho de Leiria e Universidade de Coimbra”, feito debaixo das ordens do Ten. Coronel Guilherme Elsdén pelo Discípulo do Numero Maximiano José da Serra, a 1 de

Julho de 1769 (fig. 27), o rio que, até á Ponte da Bajanca, a cerca de 3 km da atual desembocadura, corre entre a Vala Real e o Rio Negro, aparece com a designação de Rio Lena;

- a “Carta Topográfica do Real Pinhal de Leiria”, datada de 1807, consultada no Instituto de Cartografia e Cadastro, continua a fazer referência ao rio Lena;

- o Mapa dos Campos de Leiria pertencentes à Real Casa do Infantado de 1783 (fig. 28), faz referência à Foz do Rio de Leiria, a cerca de três quilómetros a montante (Bajanca) continua a designar Rio de Leiria. No entanto na zona de Leiria já é referido por rio Lis, assim como o curso de água que desagua nele, imediatamente, a jusante daquela cidade é indicado por Rio Lena;

- na “Carta Topográfica do Pinhal de Leiria e Seus Arredores”, levantada sob a direção do Coronel d` Engenheiros Frederico Luiz Guilherme de Varnhagen, pelos Tenentes da Armada Francisco Maria Pereira da Silva e Caetano Maria Batalha, em 1841 (fig. 29), o curso de água que desagua a Norte da Praia de Vieira já é também referido por rio Lis.

Terá, efetivamente, havido troca do nome do rio Lena pelo rio Lis ou tratar-se-á apenas de uma confusão etimológica?

Atualmente, o rio Lena na margem esquerda do rio Lis é o seu maior afluente.

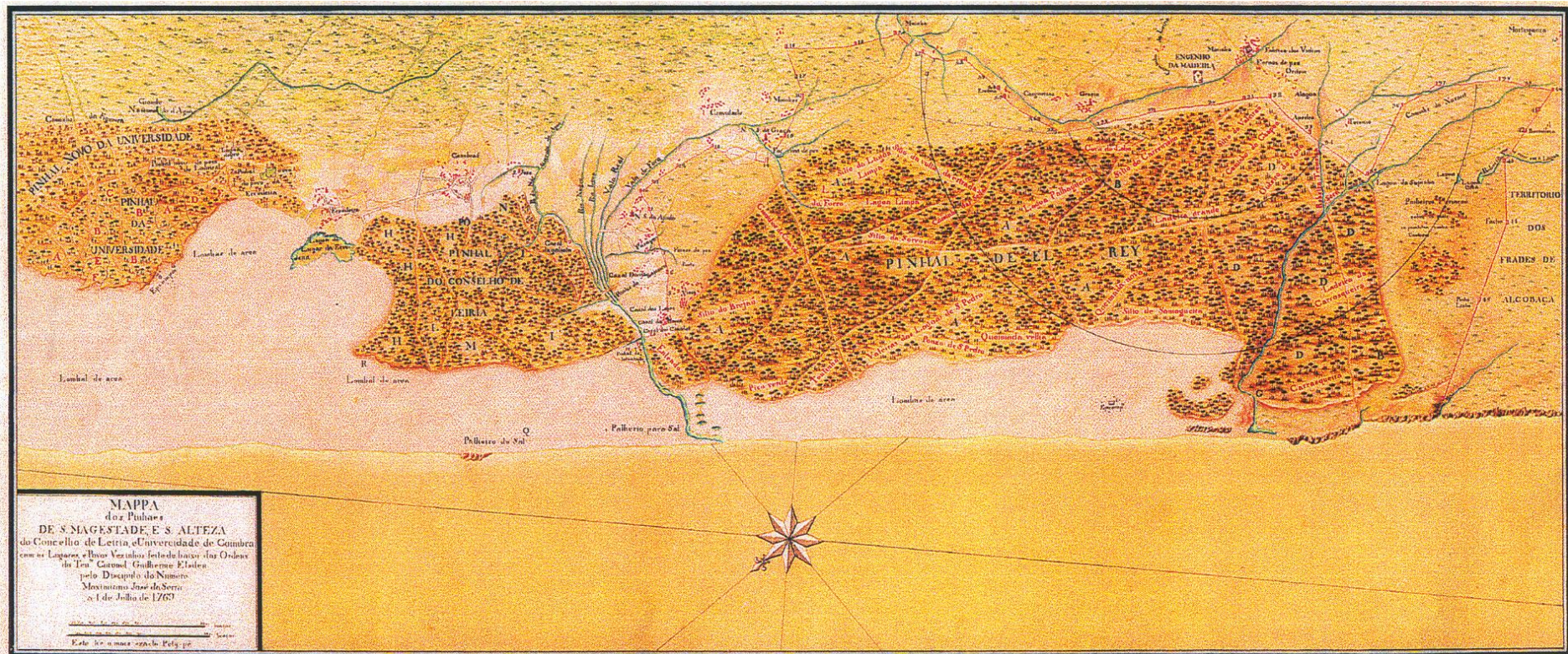


Fig. 27 – “MAPPA dos Pinhaes DE S. MAGESTADE E S. ALTEZA do Concelho de Leiria e Universidade de Coimbra”, feito debaixo das ordens do Ten. Coronel Guilherme Elsdon pelo Discipulo do Numero Maximiano José da Serra, a 1 de Julho de 1769.



Fig. 28 – MAPPA DOS CAMPOS DE LEIRIA PERTENCENTES A REAL CAZA DO INFANTADO – Com as Obras executadas por Ordems de S. MAG.^{de} para a abertura e segurança da Foz do Rio e para a cultura dos Campos (Pelo Sargento mor Raynaldo Oudinot, em 1783).

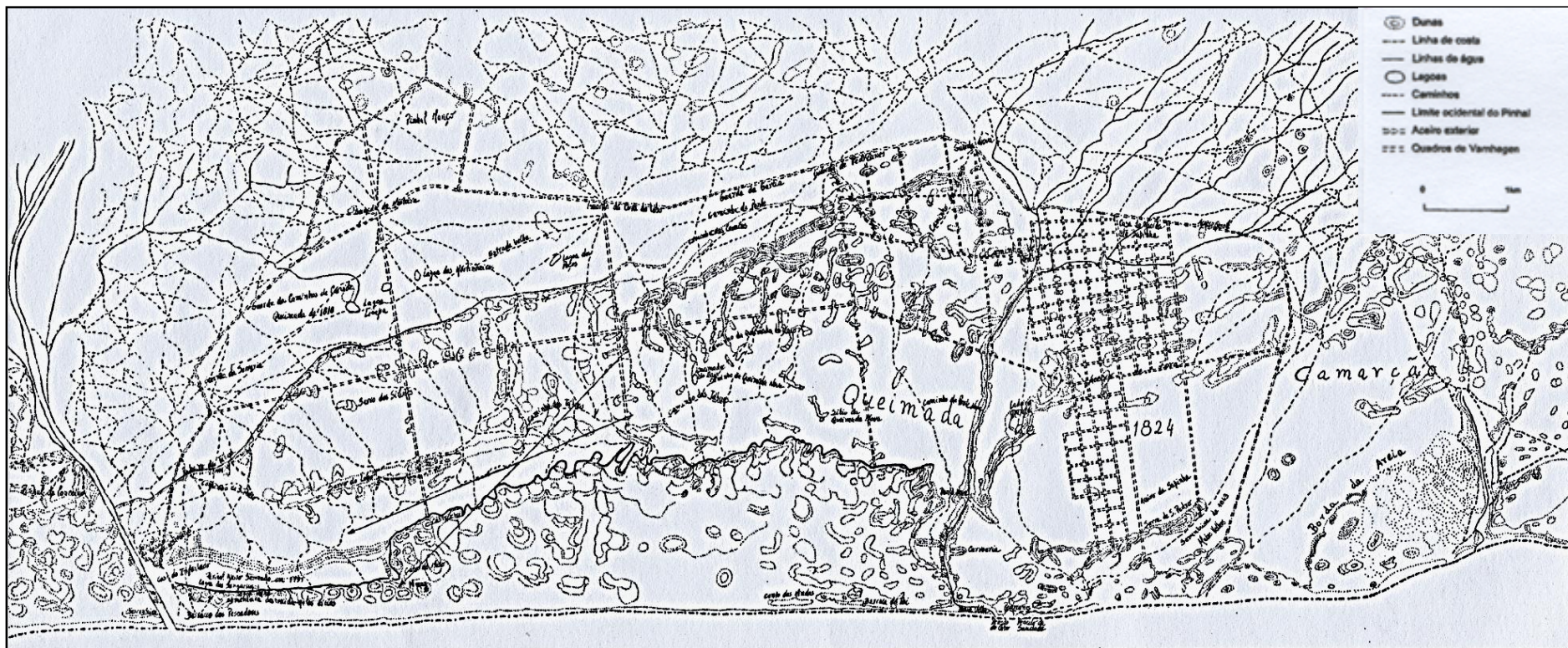


Fig. 29 – Reconstituição da “Carta Topográfica do Pinhal de Leiria e Seus Arredores”, levantada sob a direção do Coronel d` Engenheiros Frederico Luiz Guilherme de Varnhagen, pelos Tenentes da Armada Francisco Maria Pereira da Silva e Caetano Maria Batalha (André, 1996^a).

O Lis apresenta um declive médio do seu perfil longitudinal de cerca de 0,26%. A curva de nível dos 25 m corta-o imediatamente a jusante da cidade de Leiria, o que significa um declive de cerca de 0,63% para este primeiro troço do rio (com cerca de 12 km). Aos últimos 26 km corresponde um perfil médio de cerca de 0,10%, com um vale consideravelmente mais largo. A jusante de Leiria o leito de cheia tem cerca de 1.000 m de largura, mas ultrapassa os 2.000 m desde Monte Real até um pouco a jusante do planalto de Carvide (André *et al.*, 2002, p. 126).

O atual sector estuarino ocupa uma extensão de cerca de 4 km, limitando a Mata Nacional do Pedrógão a Sul e a Mata Nacional de Leiria a Norte.

A evolução do troço terminal do Lis poderá ter sido condicionada por atividade tectónica responsável por o rio, na zona de Monte Real, ter abandonado o seu percurso para norte e infletido para poente (Dinis, 1996), tendo em conta a hipótese de um traçado geral segundo direção SSE-NNW durante o Plistocénico/Holocénico, passando pela atual praia do Osso da Baleia. A evolução caracterizou-se por uma significativa rotação para oeste do troço vestibular. Verificaram-se importantes divagações da embocadura até à sua estabilização artificial (meados do século XX), pela construção de diques. O progressivo assoreamento resultou numa drástica redução da navegabilidade.

Dinis (2000, p. 4) refere que a foz do Lis divagou de forma muito sensível durante o Quaternário. Considera, ainda, que a foz por alturas do Wurm se posicionava nas proximidades da Praia do Osso da Baleia (aproximadamente 15 km para norte da sua posição atual). Este antigo troço terá sido abandonado no final do Plistocénico ou já no Holocénico.

O rio teria continuado para norte, seguindo pelo que Dinis (1996) designa Fosso do Lis. Trata-se de um corpo aluvionar deprimido, com orientação norte-sul, que passa entre o Coimbrão e Monte Redondo, infletindo depois para noroeste.

Na superfície de base de depósitos atribuíveis ao Quaternário podem ver-se curvas de nível de -10 m e de -20 m a norte de Monte Redondo (fig. 30). A norte do Fosso do Lis, alinhando-se com este, encontra-se um paleovale definido na superfície basal do Quaternário que se encontra, atualmente, coberto por dunas holocénicas (Oliveira, 1996). Este paleovale deve materializar um curso antigo do Lis (Dinis, 1996).

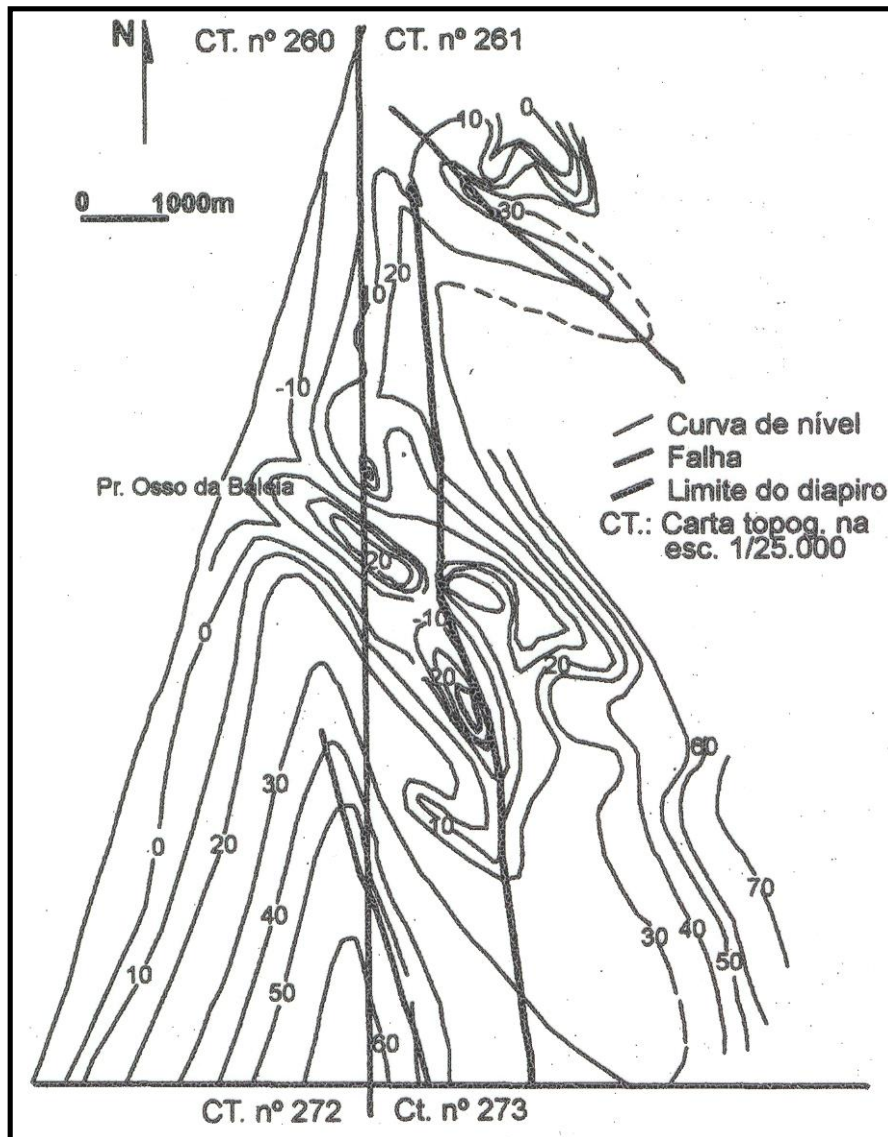


Fig. 30 – Superfície da base do Quaternário segundo Oliveira, in Dinis (1996).

Com todas as reservas para com as cartas antigas, pois só a partir do século XIX é que passou a ser usado o sistema geodésico, no mais antigo mapa de Portugal, de Fernando Alvares Seco (fig. 31), o último afluente na margem direita do rio Lis corre no antigo fosso do Lis. Hoje, esse afluente, com uma extensão de cerca de 13 km, desagua, imediatamente, a montante do Açude das Salgadas, a cerca de 9 km da foz. Na carta militar de Portugal (folhas 261 e 273 datadas, respetivamente, de 2002 e 2003) é designado, de norte para sul, por ribeiro de Nasce Água, ribeiro de Fonte Cova, ribeiro de Porto Longo e por vala da Aroeira.

Também a fig. 15 mostra que o rio Lis, desde Leiria, até à sua inflexão para poente, na zona de Monte Real, corre sobre um vale tifónico (diapiro ativo,

provável) que se prolonga para norte até à latitude do Pedrógão, continuando a falha (provável) em direção ao Cabo Mondego.

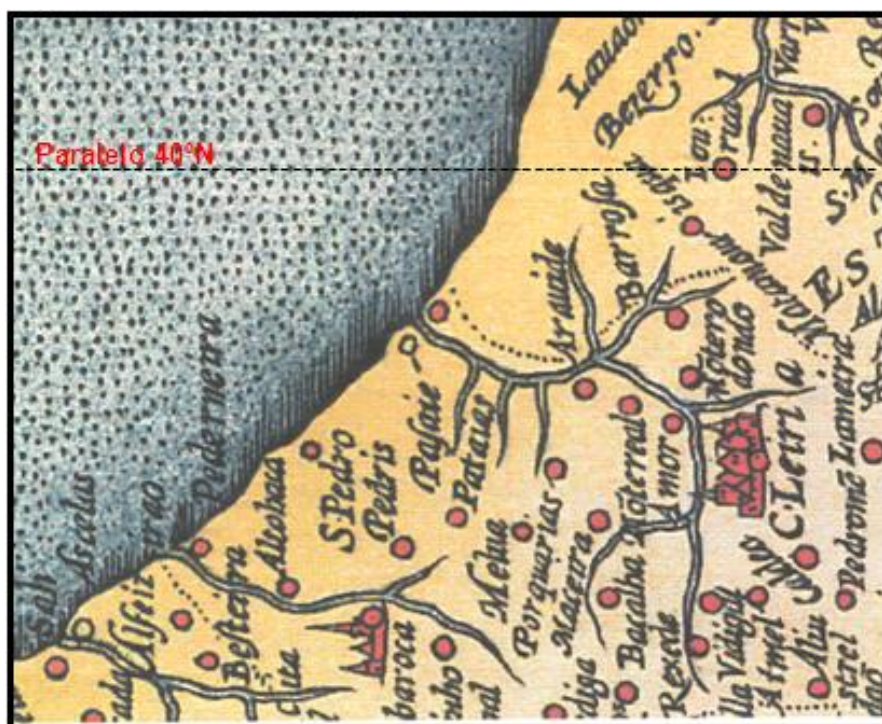


Fig. 31 - Reprodução parcial do mapa de Portugal de 1560, de Fernando Alvares Seco.

Apesar do seu regime semitorrencial foi um rio com navegabilidade. Os topónimos que encontramos ao longo do seu percurso são exemplo disso: Galeota, pequena povoação a cerca de 4,5 km da atual foz e onde Pinto (1938, p. 277) diz terem sido encontrados “troços de muralhas, com argolões, onde se amarravam os barcos, que não deviam ser de pequenas dimensões”. Mais para o interior, na margem esquerda do Lis, a cerca de 7,5 e 14,5 km da foz ficam, respetivamente, as povoações da Caravela e da Serra do Porto do Urso. No século XIX ainda se mantinha navegável no seu troço final.

A navegabilidade chegou a verificar-se até à cidade de Leiria. Pinto (1938, p. 276) diz que o foral de D. Sancho I (1185 – 1211) determinava: “Que da madeira que viesse a Leiria pelo rio e da qual pagavam o oitavo, pagassem o dizímo, e que de cada barca de peixe que viesse à cidade, se devia pagar o tributo respectivo”. Ainda, segundo este autor, em meados do século XIX, o rio Lis era o porto de embarque da madeira e de outros produtos do Pinhal de Leiria, no entanto, devido ao assoreamento essa navegabilidade já só se verificava no seu troço final. Nunes (1993, p. 68), referindo-se a um relatório da Secção de Estudos de Hidráulica Fluvial (M.O.P.C., s/d: 3), elaborado nos anos 40, diz que

“é discutível a antiga tradição de ter sido o rio Lis navegável até à cidade de Leiria, sendo no entanto de crer a sua navegabilidade até 9 ou 10 quilómetros da foz, para pequenas embarcações”. Loureiro (1901, p. 242) refere que *na foz do Liz havia o porto, que devia ficar no pequeno estuário do Liz, e que tinha grande importancia sob o ponto de vista hygiénico e agricola, para dar esgoto ás águas do valle, que sempre foi mais ou menos pantanoso e que só podia manter-se aproveitavel, quando o rio se conservasse desobstruído.*

Sobre a navegabilidade do rio, Loureiro (1901, p. 252) indica que *nada ha também certo e positivo, achando-se, porém, comprovado por artigos de diversos foraes e posturas municipaes, que o Liz era navegável, chegando a dizer-se que a navegação se estendia até a cidade de Leiria. Eguamente se sabe que as marés, que antes chegavam a 12 kilometros acima da foz, mal se fazem hoje sentir na ponte da Bajanca, a 4 kilometros para montante d'ella.* Referindo ainda (p. 243), *além d'isso, o estuário do Liz, antes das alluviões do interior o haverem entulhado, deveria offerecer um verdadeiro porto abrigado, que se estenderia talvez muito para o interior.*

O Mapa dos Campos de Leiria pertencentes à Real Casa do Infantado de 1783 (fig. 28), faz referência a uma zona de sapal na margem esquerda do Lis a cerca de 15 km da atual foz (imediatamente a montante da povoação da Serra de Porto de Urso).

Pinto (1938, p. 297) diz-nos que o porto da Vieira teve grande desenvolvimento depois de feito o molhe de Oudinot, iniciado em 1772, e da construção das Tercenas, na margem esquerda do Lis, ainda existentes no seu tempo. No entanto, Loureiro (1901, p. 253) refere que *com estas obras, porém, não se tinha em vista a navegação marítima, mas principalmente as condições agrícolas das terras e a descarga das cheias, facilitando-se o esgoto dos campos por uma bem combinada rede de canaes e de vallas, que eram cuidadosamente conservados sob a administração da casa do infantado.*

Relativamente às aluviões que entulharam o Lis, na notícia explicativa da Carta Geológica de Portugal folha 23-A Pombal (Manuppella, *et al.*, 1978, p. 6-7), é referido que o furo da C.P.P.W. N.º 2-G, localizado na margem direita do seu leito de cheia e a cerca de 11 km da atual foz, atravessou as seguintes camadas: entre 2 m e 4 m – areia média a grosseira, amarela torrada; entre 4 m e 10 m – lodo cinzento escuro a negro, ligeiramente arenoso com conchas entre

4 m e 6 m e alguma turfa entre os 6 m e 8 m; entre 10 m e 12 m – lodo cinzento a negro com muitas conchas; entre 12 m e 22 m – areia amarelada com conchas.

A referida notícia explicativa acrescenta ainda: noutros furos, na base das areias com conchas, foram observadas cascalheiras. Trata-se de uma série de estuário, desconhecida nos vales situados mais a E, onde os complexos aluviais não apresentam intercalações fluvio-marinhas.

A foz do rio Lis sofreu sucessivos deslocamentos devido à deposição de areia pelo mar e vento, divagando de norte para sul, dando origem à mudança da povoação da Praia de Vieira de Leiria, na altura humildes barracas de pescadores.

Desde o início do século XVIII foram feitas várias tentativas para estabilizar a foz deste rio; no entanto, só em meados do século XX, com a construção de dois molhes em enrocamento, é que ficou fixado o local onde as águas do Lis encontram o mar.

Durante os temporais de Inverno, areias transportadas pela deriva litoral e pelo vento eram depositadas na embocadura do rio Lis, obstruindo a sua ligação com o mar, provocando a inundação dos campos agrícolas a montante, numa extensão de cerca de 20 km. Esta situação só terminava quando a força da descarga de cheia conseguia desimpedir a areia que obstruía a ligação com o mar, o que nem sempre acontecia no mesmo lugar. Daí a grande mobilidade da foz.

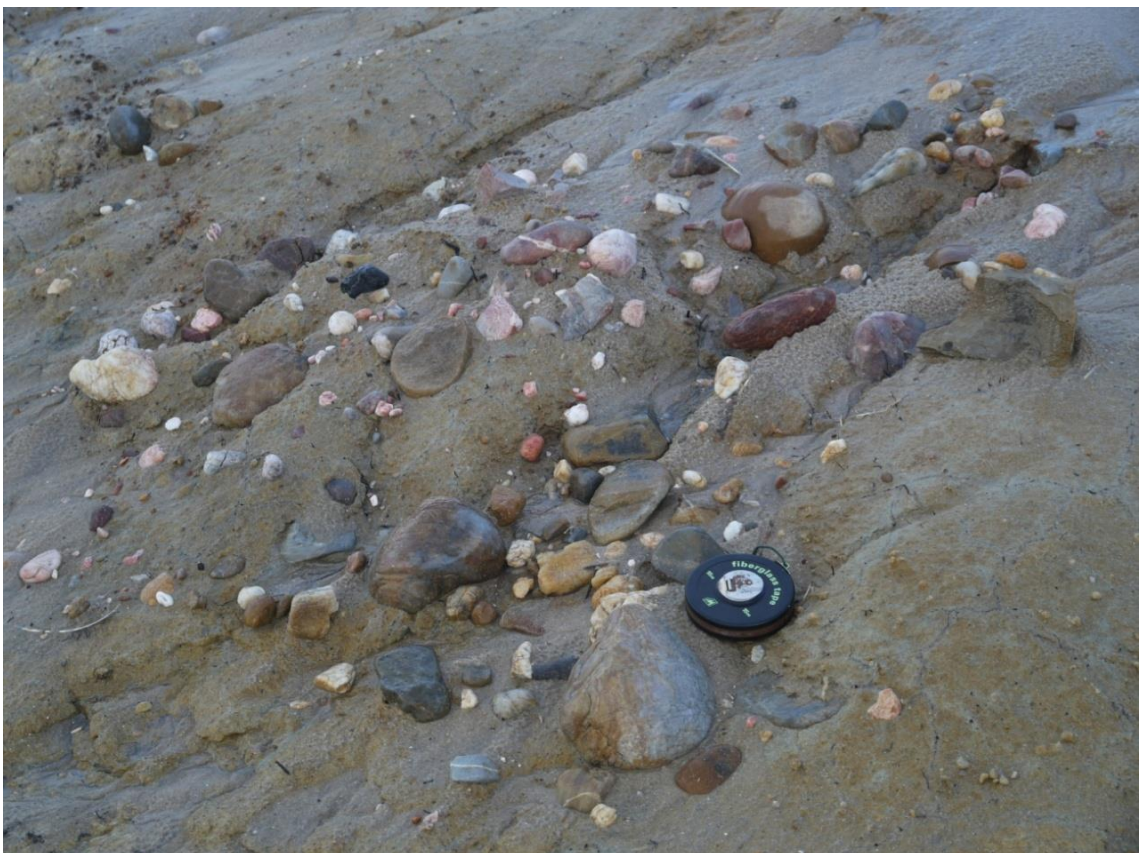
Nunes (1993, p. 49) refere que a foz do Lis chegou a ser junto da Povoação do Pedrógão: *A maior dificuldade decorre da nossa ignorância acerca do percurso do Lis até à antiga foz, junto ao Pedrogão; mais precisamente, não conseguimos determinar em que ponto o rio inflectia, dirigindo-se então para norte/noroeste, serpenteando através das dunas até encontrar a foz...*

Sobre a foz do Lis Loureiro (1901, p. 252) refere: “...sendo contudo, certo, que a situação d'este rio não era a actual, tendo-se-lhe aberto uma nova em 1701, e passando a antiga muito mais ao N. e próximo de Pedrogam”.

Na praia do Pedrógão existe um afloramento (isolado no seio das areias de praia e envolto numa matriz argilosa) de calhaus que apresentam rolamento fluvial. Poderá tratar-se de vestígios de uma antiga foz do rio Lis (fot. 11 e 12).



Fot. 11 – Afloramento de calhaus rolados na praia do Pedrógão (vista de conjunto).



Fot. 12 – Afloramento de calhaus rolados na praia do Pedrógão (vista de pormenor).

Vitorino (1950, p. 81) refere: *...a minha terra não foi sempre exactamente ali naquele sítio, sobre aquelas dunas altas. Não; ela veio a caminhar do norte, até àquele ponto, fugindo dolorosamente às inconstâncias da foz do Lis, perto da qual se havia estabelecido.*

No mapa de 1769 (fig. 27), o rio, no seu troço final, inflete para sul, desaguando cerca de 2 km mais a sul do que atualmente. Ainda mais a sul, mas, sensivelmente, paralelas ao rio identificam-se cinco lagoas, que poderão resultar de um antigo curso. Loureiro (1901, p. 250) refere que a foz do rio Lis era muitas vezes deslocada para mais de 500 m para sul, tendo no tempo de D. José (1750 – 1777) chegado a 3 quilómetros.

O mapa dos Campos de Leiria datado de 1783 (fig. 28) faz referência a um Rio antigo. Seria uma antiga foz do Lis, que se inicia a cerca de 500 m a montante da foz da altura (1783) e se prolonga para sul, desaguando numa lagoa que também se desenvolve para sul numa extensão de cerca de 1.150 m, encontrando-se posicionada entre os 1.250 m e os 2.400 m a sul do Rio em 1783.

Segundo uma nota sobre a exposição enviada à Assembleia Nacional por Regantes e Beneficiários do Vale do Lis, datada de Outubro de 1958, as primeiras obras de vulto para tentar estabilizar a foz do rio Lis, foram delineadas e executadas pelo engenheiro militar Reinaldo Oudinot e iniciadas em 1772, quando a barra se deslocou mais de 3 km para sul. O mapa de 1783, desenhado por Oudinot, faz referência a uma foz do Lis, em 1773, a cerca de 500 m a sul da que ele apresenta no mapa (1783).

As obras de Oudinot tiveram como objetivo aumentar a capacidade de vazão do rio, fazendo-o correr, na sua parte final, segundo uma linha reta, eliminando os imensos morros de areia que o tornavam tortuoso, alargando e limpando os seixos do rio no sítio do Enleado (local na margem esquerda, no limite poente do pinhal, fig. 27). Estas obras são evidentes ao comparar o traçado final do rio na figura 27 (de 1769) com os das figuras 28-29 (respetivamente de 1783 e de 1841). Apesar de parte destes seixos estarem hoje cobertos por vegetação e soterrados pela abertura da estrada ao longo do Rio, alguns ainda são visíveis, chegando a atingir mais de 20 cm de eixo maior (fot. 13), podendo por isso deduzir-se da capacidade de transporte que o Rio chegou a ter. Alguns destes seixos, por escorregamento, estão sobrepostos aos blocos de dolerito,

provenientes de uma antiga pedreira em Monte Redondo e colocados na margem do Rio durante as obras realizadas na década de 50 do século XX (fot. 14). Encontrámos *in situ*, a 40 m de altitude, numa vertente na margem esquerda do Rio, a cerca 7.500 m a montante da atual foz, seixos com as mesmas caraterísticas (fot. 15).



Fot. 13 - Margem esquerda do rio Lis (a cerca de 1.600 m da atual foz), seixos transportados pelo rio Lis.



Fot. 14 – Margem esquerda do rio Lis (a cerca de 1.600 m da atual foz), seixos sobre blocos de doleritos.



Fot. 15 – Vertente na margem esquerda do rio Lis, a cerca 7.500 m a montante da atual foz.

Na foz do Rio foi construído aquilo a que Oudinot designou por "jettea", termo francês (antigo) hoje "jetée" que significa molhe ou paredão feito em pedra e terra.

Ainda segundo a nota atrás referida devido à morte de D. Pedro, em 1786, que defendia estas obras e por Oudinot ter sido, em 1802, encarregado da abertura da barra do Porto de Aveiro as obras na foz do Lis não foram, totalmente, concluídas tal como tinham sido previstas. Segundo Oudinot, ainda havia muito a fazer. No entanto, pelo título do Mapa elaborado por ele em 1783 "MAPPA DOS CAMPOS DE LEIRIA PERTENCENTES A REAL CAZA DO INFANTADO – Com as Obras executadas por Ordems de S. MAG.^{de} para a abertura e segurança da Foz do Rio e para a cultura dos Campos" (fig. 28) parece que as obras tinham sido concluídas.

Na Obra de Oudinot publicada no Congresso Internacional "REINALDO OUDINOT E O SEU TEMPO 1766-1807" realizado pela Sociedade de Geografia de Lisboa de 7 a 9 de Setembro de 2016, no âmbito das Comemorações dos 250 anos da vinda de Reinaldo Oudinot para Portugal, é referido que "Em 1773 assume a direcção dos trabalhos hidráulicos do rio Lis, em Leiria, acção relevante de que se ocupará durante quinze anos, desenvolvendo simultaneamente vários estudos agrícolas relacionados com o Pinhal de Leiria. Com a morte de D. Pedro III, em 1787, e a sucessão na Casa do Infantado do príncipe D. João, Oudinot ver-se-á afastado desta sua função".

Na Obra de Oudinot, citada anteriormente, é referido que "quando foi retirado dos trabalhos hidráulicos do Lis foi encarregado das obras na Barra do Douro, só mais tarde, 1802, é que foi encarregado das obras de abertura da Barra de Aveiro".

Sem qualquer conservação a deterioração das obras de Oudinot, na foz do Lis, progrediram tão rapidamente e com tão graves consequências para os campos agrícolas a montante e para a povoação de pescadores da Praia de Vieira que, em 1883, foi construída uma estacada de reforço paralela ao molhe de Oudinot e a 5 ou 6 m de distância. Devido à deterioração da madeira e das faxinas expostas ao tempo, esta obra teve pouca duração. A água, galgando o molhe saía, para sul, pondo as barracas dos pescadores da Praia de Vieira em perigo.

Numa situação de baixa-mar de maré viva equinocial ocorrida em setembro de 1995, ficou a descoberto uma estacada a cerca de 150 m a sul do molhe sul do rio Lis (fot. 16) e outra, imediatamente, a norte deste molhe. Poderá tratar-se da obra de Oudinot ou da estacada de reforço (André, 1996, p. 40).



Fot. 16 – Possível estacada de Oudinot.

Em 12 de Abril de 1887, uma representação do povo da Praia de Vieira pedia que os pusessem a salvo do mar que ameaçava atacar-lhes e destruir-lhes as casas e barracas de madeira onde se abrigavam.

Em 27 de Janeiro de 1901, Adolfo Loureiro, que tinha ido inspecionar os trabalhos, fazia um relatório em que dizia: *O espectáculo era desolador. O antigo molhe Oudinot fôra quebrado um pouco a montante da antiga foz do Liz, bem como a estacada de reforço que lhe corria paralelamente do lado Sul. O novo leito, que o rio havia aberto através do areal da costa, era irregular, instável e caprichoso, seguindo em alinhamentos sinuosos até lançar-se no mar a 500 metros de distância da antiga foz* (Pedrosa, 1933, p. 86, Loureiro, 1901, p. 256).

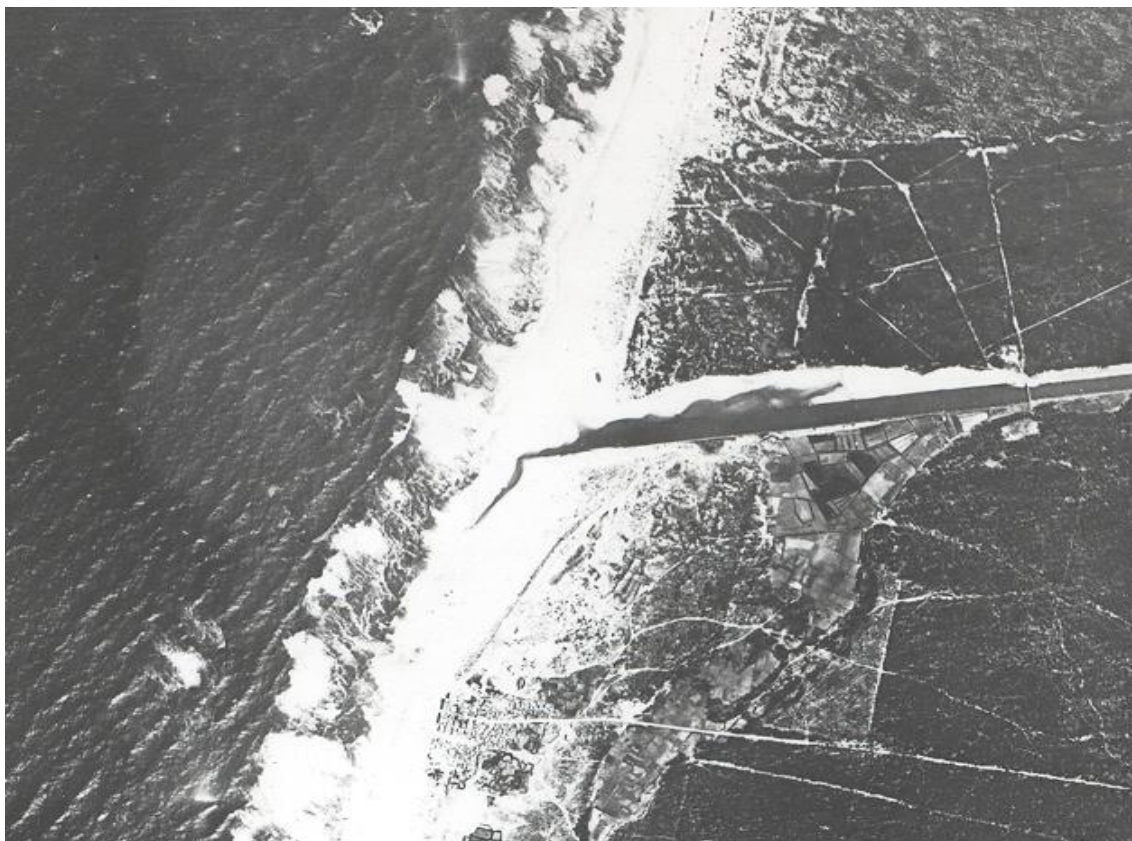
E acrescenta ainda Adolfo Loureiro: *Com o aumento da curvatura do leito a corrente mais se foi encostando à concavidade dele, e com as chuvas do princípio de Janeiro internara-se tanto que destruíra 38 habitações e duas casas de alvenaria, de grandes dimensões.*

Em 1 de Março de 1901, o engenheiro Roberto Charters apresentou um projeto para novas obras na foz do Lis. *As obras julgo que foram feitas, mas o estado da foz do Liz não oferece inteira confiança. Estas obras, porém, não poderão restabelecer os portos do Liz e da Vieira* (Loureiro, 1901, p. 258).

A situação manteve-se com graves prejuízos para a agricultura, devido à inundação sistemática dos campos e para a população da Praia de Vieira que várias vezes viu as suas casas serem arrastadas para o mar, tal como descreve o poeta António Vitorino (1950, p. 82): *... E o rio?!...: Outro inimigo não menos implacável nem menos persistente. Logo que a saída para o mar ali deixou de ser utilizada por barcos transportadores e a barra deixou de ser cuidada como o exigia a sua fixação, as areias, movidas pela braveza do oceano e pela força das correntes marítimas, de tal modo assoreavam a foz, que ele, depois de cheio, inchado, a transbordar, entendia fazer caminho por outros pontos e muitas vezes vinha correr junto às casas, lambendo a duna sobre que assentavam e levando-as depois a elas para dentro do mar, como restos de paquete naufragado.*

Era o Estado, o Estado-Direcção que ruía, ou ruía a sua presença ali, pelo mau estado a que tinha deixado chegar a foz do rio (Vitorino, 1950, p.117).

Analisando a fotografia aérea vertical de 1947 (voo efetuado pela RAF, fot. 17), é visível a grande extensão do areal e os bancos de areia semi-submersos ao longo da costa, o que permite admitir tratar-se de uma situação de baixa-mar. No entanto, o sector distal do estuário do rio Lis parece apresentar muita água. A foz, bastante estrangulada, inflete para sul, mas não chega a comunicar com o mar. Poderemos, pois deduzir que, mais uma vez, a sua saída para o mar estava obstruída.



Fot. 17 – Sector distal do estuário do rio Lis (fotografia aérea vertical de 1947 - escala aproximada 1/30 000).

Na Notícia Histórica da nota sobre a exposição enviada à Assembleia Nacional por Regantes e Beneficiários do Vale do Lis, são relatadas várias situações de aflição vividas pelas gentes da Praia de Vieira em relação ao Rio, que teimava em destruir-lhes as suas humildes habitações. Também, a Junta de Freguesia de Vieira de Leiria, por diversas vezes, telegrafou à então Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos, expondo a situação em que se encontrava o troço terminal deste Rio. O último destes telegramas, datado de 10 de dezembro de 1951, dizia: *Foz do rio Lis açoreada provocando inundações propriedades marginais pois águas subiram ocasionando grandes prejuizos. Respeitosamente peço providências V. Ex^a.*

Muitas vezes os operários da Fábrica de Limas União Tomé Féteira de Vieira de Leiria foram dispensados do serviço para irem acorrer à Praia, abrindo, na duna litoral, caminho para as águas do Lis, evitando que ele abrisse caminho junto às casas e as levasse para o mar.

Em meados da década de 1940 foram iniciadas as obras de defesa, enxugo e rega de 2.385 ha de terrenos no vale do rio Lis e nos vales dos seus principais afluentes. Na foz são construídos dois molhes em enrocamento, inicialmente, com 150 m de desenvolvimento com as cabeças, inicialmente, implantadas na batimetria de -2 m e as cristas à cota de 5,50 m. Imediatamente, a montante destes molhes e enraizados neles são também construídos dois diques (norte e sul, este junto ao antigo molhe norte de Oudinot), que se desenvolvem paralelamente, numa extensão de 1.290 m. O dique norte é interrompido a cerca de 300 m do enraizamento com o molhe, dando origem a uma pequena baía para espraiamento da vaga (fot. 18). Todas estas obras ficaram concluídas em 1957 (fot. 19). Foi, assim, fixada a foz do Lis, ficando a população da Praia de Vieira tranquila (André *et al.*, 2002, p. 131).



Fot. 18 – Sector distal do estuário do rio Lis (fotografia aérea vertical de 1990 – escala aproximada 1/8 000).



Fot. 19 – Monumento alusivo às obras de defesa, enxugo e rega no vale do rio Lis.

Desde finais do século XX tem-se verificado o assoreamento da zona estuarina do rio Lis. Imensos morros impedem a normal capacidade de vazão do Rio, tendo, em períodos de forte pluviosidade, provocado o transbordo do rio, inundando os campos marginais. Esta situação tem ocorrido na zona mais a montante do estuário, onde se faz sentir a influência da maré dinâmica maior e no período de preia-mar de maré viva.

Em 2016, os sedimentos (morros de areia) foram retirados do leito de estio do Rio, sendo colocados a cotas superiores com o objetivo de reforçar as motas. Consideramos que esta intervenção terá efeitos efémeros, pois e devido à subida do nível do mar, que se prevê que irá manter-se, a capacidade do rio transportar os sedimentos para fora da embocadura continuará a diminuir, ficando depositados na zona estuarina.

2.4.3 - Outros cursos de água permanentes

Ainda como curso de água permanente que desagua no oceano, já próximo do limite sul da área em estudo, temos o ribeiro de Moel que resulta da junção de cinco pequenas ribeiras, imediatamente, a nascente da Mata Nacional de Leiria ou já dentro dela.

O ribeiro de Moel deve o seu nome às várias moendas que, aproveitando o seu declive, nele foram instaladas. Custódio de Morais refere também engenhos de serrar; “A Ponte Nova é um vale profundo cercado de dunas das mais altas, todas cobertas de Pinhal, por onde o ribeiro vai serpeando e cantando, tendo o seu declive sido já em tempos aproveitado para serraria das madeiras, vendo-se ainda hoje restos duma muralha bastante espessa, que servia de barragem. Mais modernamente foi a mesma queda aproveitada pelo nosso saudoso tio J. Ferreira Custódio para aí instalar moinhos de farinha” (Morais, 1936, pp. 19 e 20).

Este Ribeiro, também, designado por Morais (1936, p. 8, 19 e 20) de rio Tinto, talvez porque uma das ribeiras que lhe dá origem tem essa designação, desagua na Praia Velha (cerca de 4 km a norte de S. Pedro de Moel), depois de um percurso de cerca de 6 km dentro da Mata Nacional de Leiria no sentido de SE para NW.

Corre sobre o substrato jurássico, que ele próprio pôs a descoberto, serpenteando entre dunas altas, que chegam a atingir os 106 m de altitude, cerca de 70 m de altura. Esta localização (interdunar) e as numerosas nascentes que o circundam são responsáveis pelo topoclima do vale onde corre e pela vegetação luxuriante que aí se desenvolve (Cordeiro, 1999, p. 30). Algumas destas nascentes apresentam grande teor de Fe, possivelmente, devido à podzolização das areias mais antigas que se encontram nas dunas circundantes; outras exalam um forte cheiro a SH₂ com propriedades medicinais idênticas às das Termas de Monte Real (sulfatadas cálcicas, hipotermiais, aproveitadas para tratamento do aparelho digestivo), pois as características geológicas locais são as mesmas; vales tifónicos com erupções de dioritos. O estudo de um jazigo de fósseis aqui encontrado revelou que aquelas areias antigas são do Pliocénico superior (Astiano) (Morais, 1936, p. 20).

Já na praia, especialmente, durante a primavera e verão areias transportadas pela deriva litoral obstruem a ligação do Ribeiro com o mar, dando origem a uma lagoa com escoamento subterrâneo. Noutras situações corre para sul, desaguando junto de um afloramento calcário designado por Penedo do Cabo. Por vezes, a Câmara Municipal da Marinha Grande tenta contrariar esta situação normal e abre a ligação direta com o mar. Ligação que passados poucos dias volta a ser interrompida.

2.4.4 - A lagoa da Ervedeira

A limnologia tem vários conceitos na divisão entre Lagoas e Lagos mesmo quanto à sua área. A Convenção sobre as Zonas Húmidas de Importância Internacional adotada em 2 de fevereiro de 1971 definiu o limite superior para o tamanho de uma lagoa de 8 hectares; no entanto, os biólogos não adotaram universalmente esta Convenção, podendo assim considerar-se o espelho de água próximo da povoação da Ervedeira como uma Lagoa.

A lagoa da Ervedeira, o único corpo de água natural sem ligação com o mar localizado na nossa área de estudo situa-se a ocidente da povoação da Ervedeira, a cerca de 2 km do extremo norte do concelho de Leiria. Pertence à freguesia do Coimbrão, sendo, conjuntamente, com a Praia do Pedrógão um dos seus *ex-libris*. Atualmente, possui uma área de cerca de 15 ha, encontrando-se a sul e parte oeste rodeada pela Mata Nacional do Pedrógão e a norte e parte oeste pela Mata Nacional do Urso (figura 32). A nascente encontram-se terrenos agrícolas que têm contribuído para a sua eutrofização. A margem ocidental dista do mar cerca de 4.200 m.

Trata-se de uma lagoa interdunar resultante de uma superfície freática (aquífero livre); surge na transição de uma formação dunar mais antiga (FE1), com idade provável do Plistocénico final (24 a 16 Ka – Pleni- a Tardi-Glaciário) e outra mais moderna (FE2), com idade provável do Holocénico inicial a médio (10 a 3 Ka - Pré-Boreal a Sub-Boreal) (André *et al.*, 2009). A norte da Lagoa o limite oriental das areias eólicas atinge um afastamento máximo da costa de cerca de 13 km (fig. 14).

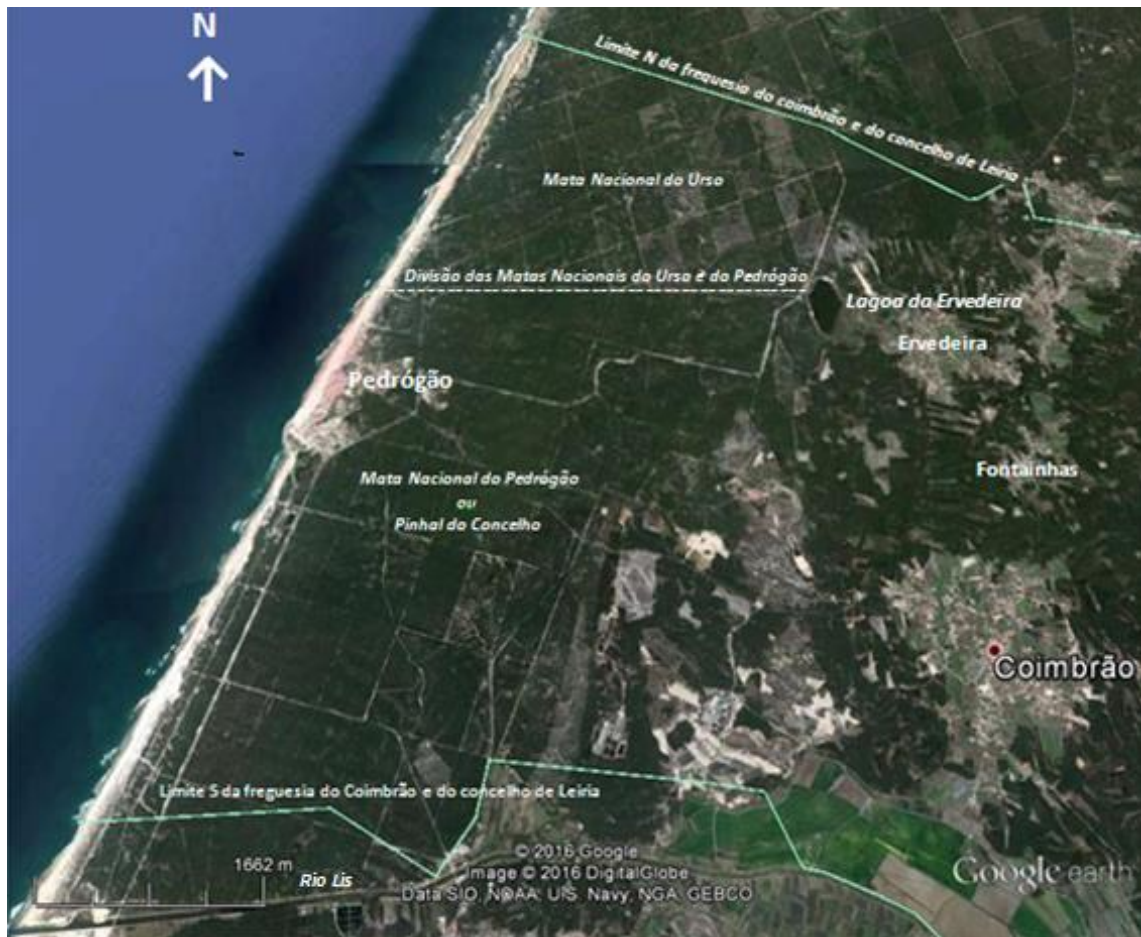


Fig. 32 – Localização geográfica da lagoa da Ervedeira.

A profundidade máxima verificada, no final do século XX, foi de 5 m (André *et al.*, 1999). Este nível freático, devido a intervenções antrópicas realizadas nas suas imediações tende a baixar, diminuindo assim a sua área.

Almeida *et al.*, 2000, p. 254, que estudaram o aquífero adjacente à lagoa da Ervedeira, designando-o Sistema Aquífero Leirosa – Monte Real, referem que tem uma área aproximada de 218 km², de produtividade elevada, poroso, constituído por materiais detríticos. Estes autores (p. 260) estimaram que a recarga direta pela precipitação seja da ordem dos 350 mm/ano, equivalente a 76,7 hm³/ano. Correspondendo a quase metade da precipitação média anual que se verifica na região (quadro II e figura 21), referindo que Peixinho de Cristo (1998) estimou uma recarga média anual de 30% da precipitação:

- no final da década de 1960 foram feitos vários furos a norte (Mata do Urso) para captação de água para a fábrica de pasta de papel Celbi. Almeida *et al.*, (2000, p. 259, citando Serrano e Garcia, 1997) identificaram uma depressão piezométrica resultante da exploração das captações da Celbi. Referem ainda

(p. 260) que “após um período de exploração por uma unidade industrial que extraía cerca de 13 hm³/ano, encontra-se, atualmente, com um nível de exploração muito inferior”. Dado que na altura alguns poços agrícolas nas imediações ficaram secos depreende-se que os furos foram feitos no aquífero livre que alimenta a Lagoa;

- em 2014 foi ampliado o abastecimento de água ao concelho de Pombal a partir do aquífero confinado da Mata do Urso;

- em 2016 o concelho de Leiria passou também a ser abastecido a partir deste aquífero.

Apesar da água que abastece os Concelhos atrás referidos ser retirada de um aquífero confinado, a sua recarga pode ser feita a partir do aquífero livre de superfície. Almeida *et al.* (2000, p. 254) referem que “em muitas áreas, o sistema aquífero é limitado superiormente por uma superfície freática, com oscilações sazonais da ordem de 1,5 m”.

Constatámos ainda a existência, há vários anos, nas imediações da Lagoa de vários areiros que põem a descoberto o seu nível freático, provocando evaporação.

Para verificarmos até que ponto a alteração da área da Lagoa está também dependente de fatores naturais, como a pluviosidade, analisámos imagens do Google Earth: em 26 de janeiro de 2003 a Lagoa tinha uma superfície de cerca de 21 ha (fig. 33a), em 25 de agosto de 2009 (fig. 33b) tinha apenas cerca de 11 ha; em 22 de março de 2012 recuperou para cerca de 16 ha (fig. 33c).

Com dados do posto meteorológico da Base Aérea (quadro II e fig. 21), localizado cerca de 11km a sul da Lagoa fizemos uma análise da pluviosidade ocorrida entre 1971 e 2011. Verificámos que a média da pluviosidade anual de 1971 a 2002 (em 2003/01/26 a Lagoa tinha 21 ha) foi de 802,65 mm. De 2003 a 2008 (em 2009/08/25 a área da Lagoa era apenas de 11 ha) a média da pluviosidade anual reduziu para 670,66 mm, mas de 2004 a 2008 reduziu para 611,20. De 2009 a 2011 (em 2012/03/22 a área da lagoa tinha recuperado para 16 ha) a média anual da pluviosidade aumentou para 899,53 mm.

Por esta análise conclui-se que a maior ou menor área deste espelho de água, além de estar dependente de intervenções antrópicas realizadas nas imediações (furos e areiros) está também, fortemente, dependente da

pluviosidade. Esta ilação é ainda reforçada pelo facto da figura 33b (data em que a área da Lagoa foi de apenas 11 ha) corresponder a um período de estio, enquanto as outras (33a e 33c) se referem a um período pluvioso.

A figura 33d, de 02 de junho de 2019, surge já no final da elaboração deste trabalho no entanto ao analisá-la considerámos importante inseri-la; além de se verificar uma redução do espelho de água, a nascente é visível a progressão das areias eólicas para dentro da Lagoa. A causa desta movimentação prende-se com o facto do incêndio, ocorrido em outubro de 2017, se ter propagado até ao limite ocidental da Lagoa.

A análise das figuras permite-nos concluir que a redução da área da Lagoa foi maior na margem oriental e sul. Trata-se duma zona de menor profundidade, de grande densidade de vegetação aquática composta por extensos povoamentos de caniço (*Phragmites australis*), que constituem um importante abrigo para nidificação de várias espécies de aves.

A fauna aquática da Lagoa, que constitui o passatempo de muitos pescadores desportivos é formada por carpas (*Cyprinus carpio*), percas sol (*Lepomis gibbosus*) e achigãs (*Micropterus salmonoides*).

A fauna ornitológica que esteve, praticamente, extinta devido ao excesso de caça, atualmente, está refeita graças à proibição dessa prática venatória. Podemos encontrar o pato-real (*Anas platyrhynchos*), a galinha-d'água (*Gallinula chloropus*) e o galeirão (*Fulica atra*).

Pelas suas componentes físicas e biológicas foi classificada no âmbito do projeto Biótopo Corine.

Fig. 33 – Sucessão de imagens da lagoa da Ervedeira adaptadas do Google Earth. A linha a vermelho corresponde ao limite exterior da Lagoa (espelho de água) em 26/01/2003.



Fig. 33a - Lagoa da Ervedeira em 26/01/2003.



Fig. 33b - Lagoa da Ervedeira em 25/08/2009.



Fig. 33c - Lagoa da Ervedeira em 22/03/2012.



Fig. 33d - Lagoa da Ervedeira em 02/06/2019.

3. ALTERAÇÃO HISTÓRICA DA LINHA DE COSTA DO CABO MONDEGO A S. PEDRO DE MOEL

3.1 - Situação antes da construção dos molhes exteriores na embocadura do Mondego

“As zonas costeiras constituem ecossistemas únicos irreconstituíveis à escala humana. Correspondem à resultante de uma longa evolução, de muitos milhões de anos, mas em que também são facilmente reconhecíveis os traços evolutivos correspondentes a escalas temporais variadas, nomeadamente à

escala milenar e secular. Nestes termos, deve-se assumir que as características do litoral foram e são impostas pela atuação dos processos de geodinâmica interna e externa ao longo do tempo geológico” (Dias, 2005, p. 8).

O traçado e a posição atual da linha de costa dependem de um conjunto alargado de fatores interativos e retroativos, dos quais se destaca a ação do oceano (ondas, marés, correntes costeiras, sobre-elevação meteorológica e nível médio do mar), os sedimentos (natureza, granulometria e disponibilidade), o contexto geomorfológico (praias, arribas, estuários, lagoas e ilhas barreira) e a intervenção antrópica.

Na costa portuguesa, a principal causa do transporte sedimentar está relacionada com a agitação incidente pelo que, de uma forma simplificada, a evolução da posição da linha de costa pode ser, em grande medida, explicada através da interação entre as ondas, o fornecimento sedimentar e as variações do nível médio relativo do mar (Santos *et al.*, 2014, fig. 34).

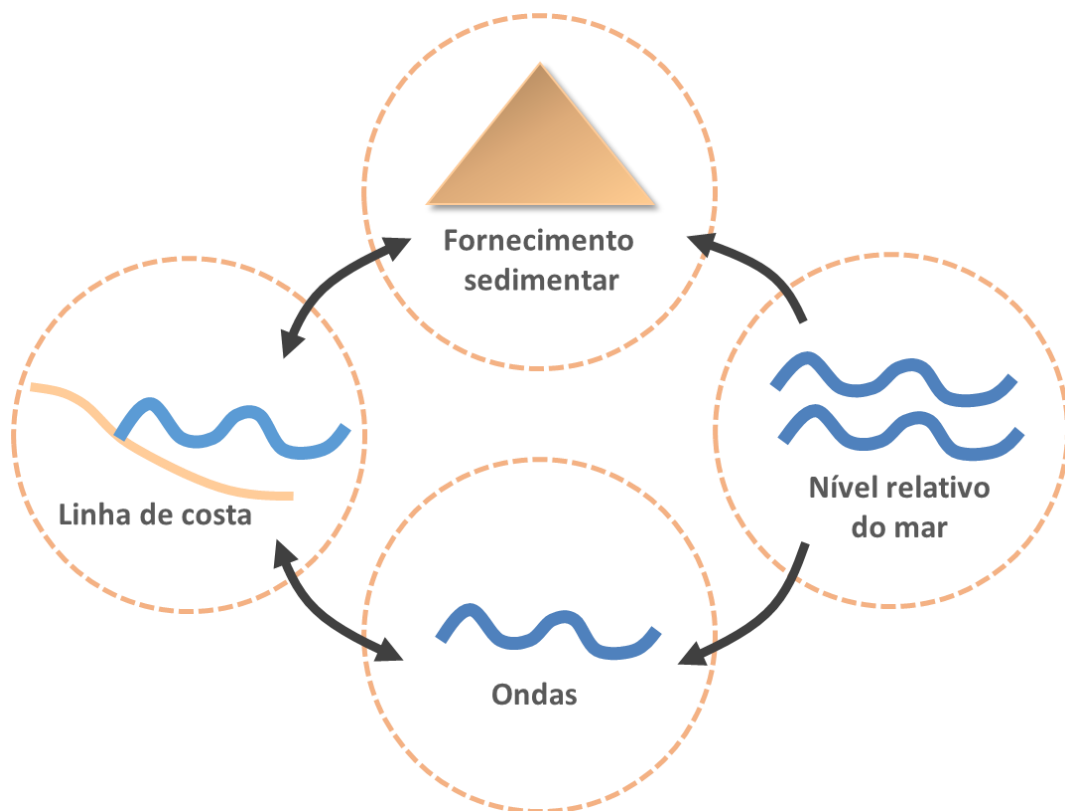


Fig. 34 – Esquema simplificado dos processos que condicionam a posição da linha de costa (Gestão da Zona Costeira - O Desafio da Mudança, Relatório do Grupo de Trabalho do Litoral, Dezembro de 2014, p. 4).

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

Desde que o nível médio do mar atingiu, aproximadamente, a cota atual, há mais de três mil anos, o litoral português tem apresentado um comportamento predominantemente regressivo (em que a linha de costa migra em direção ao oceano). No entanto, esta tendência tem sido, por vezes, interrompida por períodos transgressivos (em que a linha de costa migra em direção ao continente) (Dias, 2005, p. 11).

As duas últimas oscilações climáticas foram o *Pequeno Ótimo Climático* e a *Pequena Idade do Gelo* (fig. 35). A primeira ocorrida entre os anos 700 e 1200 foi caracterizada por uma amenidade climática que parece não ter tido paralelo em outros tempos históricos e em que, provavelmente, o nível médio do mar ocupou posição igual ou ligeiramente superior ao atual (Dias *et al.*, 1993, p. 10). Seguiu-se-lhe a *Pequena Idade do Gelo* que segundo alguns autores se verificou entre os séculos XVI e XIX, tendo atingido o seu máximo por volta de 1825, altura em que o nível médio do mar estaria cerca de 12 cm abaixo do nível em 1973 (Araújo, 2000, p. 5). Dias (2005, p. 12), refere que o arrefecimento nítido da temperatura teve início no século XIII, agravando-se no século XIV e (citando Plassche *et al.*, 2000) que o nível médio do mar teria descido cerca de 25 cm entre o século XI e meados do século XVII. Este autor (1994, p. 130) considera que a *Pequena Idade do Gelo* estava definitivamente estabelecida, na Europa, por volta do ano de 1550, tendo terminado no final do século XIX.

Dias *et al.* (1994, p. 130), consideram que as oscilações do nível do mar durante o *Pequeno Ótimo Climático* e a *Pequena Idade do Gelo* são mal conhecidos em Portugal, *restando ao investigador interessado socorrer-se dos trabalhos que têm vindo a ser efetuados nos restantes países da Europa, nomeadamente na vizinha Espanha.*

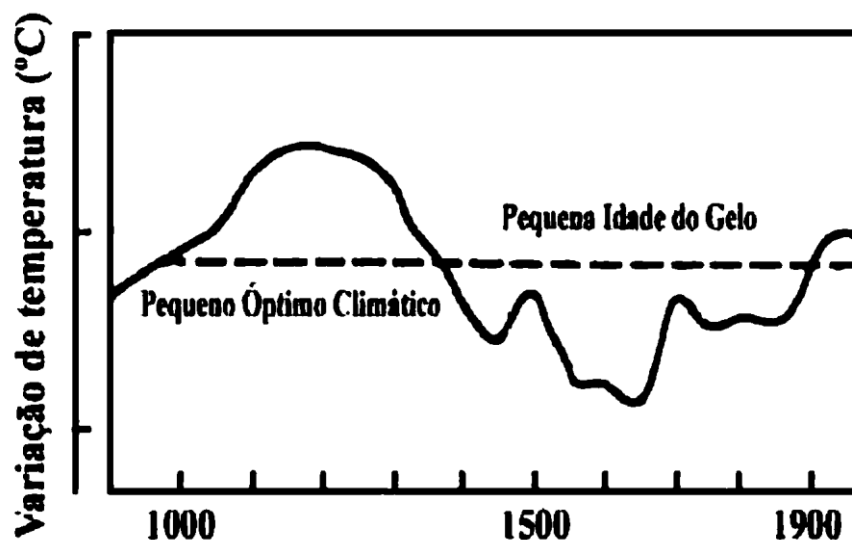


Fig. 35 – Variação média da temperatura atmosférica entre os anos 1000 e 1900, segundo Folland *et al.* (1990) in Dias, (2005) – a linha a tracejado representa condições próximas do início do século XX.

As fases frias, de nível de mar baixo, corresponderiam a fases em que os estuários seriam, em princípio, mais estreitos mas poderiam estar menos assoreados, dada a sua capacidade de evacuação dos sedimentos ser aumentada (Araújo *et al.*, 2003, p. 7).

Uma descida do nível do mar traduz-se numa maior capacidade dos rios transportarem material até à linha de costa, uma vez que o declive do seu leito, na parte terminal é aumentado. Terá sido essa situação que aconteceu durante a Pequena Idade do Gelo quando o fornecimento de sedimentos dos cursos de água poderá ter aumentado. Atendendo à ligeira descida do nível do mar, então verificada, os cursos de água encaixar-se-iam nos seus vales e arrastariam os respetivos sedimentos para o mar (Araújo, 2000, p. 8).

Infer-se portanto que até final do século XIX (final da Pequena Idade do Gelo) haveria um grande contributo de sedimentos ao litoral, dando origem à migração da costa em direção ao oceano. Martins (1947, p. 178) refere “Todavia, é inegável que, depois do século XIV, mais tem ganho a terra do que o mar nas secções da costa baixa, sobretudo entre o Douro e o Cabo Mondego”. Martins refere-se à restinga que se desenvolveu de norte para sul e que deu origem à Ria de Aveiro.

Encontram-se também vários testemunhos do desaparecimento de antigos portos importantes na nossa área de estudo. O de S. Pedro de Moel e

mais a sul o de Paredes. Mas ficamos na dúvida se eles desapareceram devido ao avanço do mar ou se foram soterrados por areias eólicas.

Loureiro (1901, p. 250) diz “O mar, atacando as rochas e os terrenos desagregáveis da costa, tem avançado para o interior, deixando a descoberto as restingas e as rochas de que a costa era composta e que se achavam cobertas pela areia, tornando-a inabordável a embarcações. Para se dar idéa da conquista feita pelo mar sobre a terra bastará citar um único facto: o de só restarem hoje os alicerces do altar-mór da capella de S. Pedro de Muel, que tinha em frente um alpendre voltado ao mar, e que ficava a distancia d'este de 300 a 400 metros, tendo isto succedido em um curto periodo. Com a capella da Victoria succedeu o mesmo, porque distava na primitiva 400 metros do mar.

O porto de Paredes, como já disse, desapareceu sob as areias...”.

Morais (1936, p. 16-17), citando Frei Francisco Brandão (1650) “Esta vila chamada Paredes foi em grande crescimento até ao tempo de El-Rei D. Manuel em que os areais circunvizinhos abalados dos ventos que naquele sítio cursam de tôdas as partes, descobertas, cobriram as casas e arearam o porto de forma que se veio a despovoar”.

Também Loureiro (1901, p. 244-245) refere " Esta villa de Paredes foi em grande crescimento até D. Manuel, mas então os ventos, que ali reinam constantemente, começaram de arrastar as areias das dunas, que não só entulharam o porto, mas subiram até os telhados das casas, que ficaram soterradas”.

No entanto, Moraes (1936, p.17) depois de apresentar algumas argumentações refere “Vê-se pois que não foi o vento que sepultou a povoação mas sim o mar que lhe destruiu o terreno, embora no alto, as areias movidas pelo vento, também ajudassem a tornar o lugar inhabitável”.

A localização da referida povoação das Paredes não coincide com a atual que está posicionada à saída do vale com o mesmo nome. A antiga situava-se a cerca de 650 m a norte, na parte superior das arribas, em parte já erodidas. Existem ainda restos de muralhas, assim como vestígios de construções. (fot. 20-21). É natural que a Povoação se localizasse numa posição de modo a dominar um horizonte mais alargado. Loureiro (1901, p. 250) refere “...o porto de Paredes, bella criação de D. Diniz, e que teve grande voga e nomeada, sendo por aquelle monarcha destinado á defesa da costa e a combater os mouros

africanos e granadinos que a infestavam,...”. Na base das arribas localiza-se um afloramento rochoso que Morais (1936, p. 10) designa por “rochedo da N. Sr.^a da Vitória que forma um pequeno cabo a que chamam castelo,...”. Provavelmente este afloramento constituiria um abrigo para as embarcações, do vento e ondulação.



Fot. 20 – Restos de muralhas e vestígios de construções no local onde parece ter existido a antiga povoação de Paredes.



Fot. 21 – Restos de muralhas e vestígios de construções no local onde parece ter existido a antiga povoação de Paredes.

O aporte de sedimentos ao litoral foi, a partir do século XV, facilitado pela degradação da floresta. A procura intensiva da madeira para a construção naval originou a grande desflorestação das bacias hidrográficas, provocando maior erosão do solo. “...o início da política de expansão portuguesa nas costas africanas vem modificar os condicionalismos da exploração na floresta – a desflorestação e a degradação das matas de alto fuste ganham maior intensidade” (Devy-Vareta, 1986, p. 7).

Também Dias (2005, p. 12) considera que o aumento da população, a partir do século XVI, originou um forte incremento da agricultura e intensificação das desflorestações, que se refletiu numa maior erosão dos solos, contribuindo para um maior abastecimento sedimentar ao litoral.

Relativamente ao troço costeiro que analisámos, Martins (1947, p. 178), citando Custódio de Moraes refere “Entre o rio Mondego e as Pedras Negras (localização geográfica na fig. 11) o avanço da terra, a ter-se verificado, foi diminuto nos últimos seis séculos. ...ao Norte do Lis, segundo se infere de outros testemunhos, o traçado da costa não divergia muito do perfil atual”.

Ao analisarmos a fotografia aérea vertical de 1947 de todo o troço costeiro estudado (Figueira da Foz/S. Pedro de Moel) verificámos que a praia era larga, não ameaçando as povoações ribeirinhas. O cordão dunar frontal longilitoral, hoje erodido nalguns troços noutros talhado em arriba erosiva, apresentava-se bem preservado.

Entre Buarcos e a Cova/Gala as coberturas de fotografia aérea vertical de 1947 e de 1958 (fotos. 22 e 23) evidenciam uma faixa de praia com largura regular com a formação de uma pequena restinga a norte da embocadura do Mondego que se prolonga para sul, praticamente, ao longo de todo o troço costeiro. Na zona da Cova/Gala identifica-se um cordão dunar frontal longilitoral largo e bem conservado.

Ainda nestas fotografias verifica-se que não havia desfasamento da linha de costa a norte e a sul da embocadura do Mondego, contudo, hoje ele é de cerca de 1.000 m. Avançou a norte e recuou a sul.

Em relação à movimentação sedimentar que se verifica entre as duas fotografias (1947 e 1958), parece que em 1947 se verificava maior sedimentação no braço norte (troço proximal) assim como no braço sul. Em 1958 verifica-se o contrário a restinga defronte da praia da Figueira da Foz apresenta maior dimensão e prolonga-se mais para sul enquanto que no interior da embocadura a sedimentação parece menor.

A largura do areal parece maior em 1958 relativamente a 1947, nomeadamente, na zona de Buarcos. Apesar das reservas que nos suscitam a análise entre as duas fotografias aéreas, pois não sabemos em que períodos da maré foram obtidas, concluímos que no troço costeiro entre o espaço onde hoje se encontra implantado o molhe norte e o norte da praia de Buarcos (2.100 m de extensão) a área do areal que era em 1947 de cerca de 300.000 m², passou para cerca de 350.000 m² em 1958. Hoje (final de 2018) é já superior a 1.000.000 m².



Fot. 22 – Fotografia aérea vertical de 1947 (escala original aproximada 1/30.000) – Troço costeiro Buarcos/Cova Gala norte - 4.000m. (X) molhe construído na década de 1930).



Fot. 23 – Fotografia aérea vertical de 1958 (escala original aproximada 1/25.000) - Troço costeiro Buarcos/Cova Gala - 5.000 m (X) - molhe construído na década de 1930).

A partir da segunda metade do século XX começa-se a assistir a um défice sedimentar, praticamente, em todo o litoral. O acarreo sedimentar fluvial começa a diminuir drasticamente, passando a verificar-se um recuo da linha de costa. Até esta data a deriva litoral efetiva estava saturada (o aporte de sedimentos fluviais ao litoral era superior ao que ela conseguia transportar – deriva potencial), o excedente era depositado ao longo do troço costeiro, verificando-se assim uma regressão marinha. Quando os sedimentos que alimentam a

deriva litoral diminuem, sendo inferiores aos que ela consegue transportar (deriva potencial) o déficit é, em parte, compensado com sedimentos retirados da praia e da duna e neste caso verifica-se uma transgressão marinha.

Na base da diminuição dos sedimentos que chega ao litoral está a construção de barragens hídricas (hidroelétricas e hidroagrícolas) que tiveram lugar, essencialmente, a partir do início da segunda metade do século XX, mas com maior destaque para o último quartel deste século. As décadas de 40 a 70 são caracterizadas pela construção de grandes centrais hidroelétricas nas principais bacias hidrográficas portuguesas. As barragens são responsáveis, provavelmente, pela retenção de mais de 80% dos sedimentos que seriam transportados pelos rios em regime natural (Dias, 2005, p. 16). Este autor com base na análise da redução da área que é, diretamente, drenada para o mar devido à construção de barragens, refere *que a área aludida reduziu-se, ao longo do século XX, em mais de 85%* (Dias *et al.*, 1999, p. 135).

As barragens, além de reterem o caudal sólido a montante, também diminuem o caudal líquido a jusante, diminuindo o poder erosivo dos rios. Em períodos de maior pluviosidade os sedimentos de menor granulometria entram em suspensão e chegam a atingir a costa, mas dado o seu reduzido tamanho e peso são, facilmente, arrastados pela corrente (deriva litoral) não sendo potenciais alimentadores de praia.

O rio Douro, principal fonte de alimentação aluvionar da costa até ao canhão submarino da Nazaré, tinha em 1950, na sua bacia hidrográfica uma capacidade de armazenamento de $1.689 \times 10^6 \text{ m}^3$. Em 1980 essa capacidade passou para $8.165 \times 10^6 \text{ m}^3$, ou seja, quase 5 vezes mais (Dias, 2005, p. 16). Em território nacional o rio Douro tem 49 barragens (com mais de 15 metros de altura, contados a partir da fundação, com capacidade total de armazenamento maior que 1 hm^3), 10 foram construídas entre 1955 e 1975 e 32 foram construídas entre 1976 e 2000. Dias (1994, p. 136) refere que em Espanha existiam 45 barragens e em Portugal 18. Deduz-se portanto que, posteriormente, à sua análise mais barragens foram construídas.

Numa situação normal (sem barragens) o rio Douro depositaria na embocadura cerca de $1.200.000 \text{ m}^3/\text{ano}$ de sedimentos. Atualmente (estudo de 1990), este valor desce para $200.000 \text{ m}^3/\text{ano}$ (Oliveira, 1990, p. 217). Este autor refere, também, a redução do fornecimento de sedimentos de outros rios da

costa norte após a construção das barragens. Apesar dos valores, potencialmente transportáveis, serem inferiores aos do Douro a sua redução é superior a 50%.

Ainda neste trabalho Oliveira (1990, p. 218) apresenta a capacidade das fontes aluvionares disponíveis de diferentes trechos costeiros. Referimos apenas a que afeta mais, diretamente, o troço costeiro em estudo, Foz do Douro – Aveiro, que numa situação natural teria uma capacidade aluvionar disponível de 1.400.000 m³/ano, atualmente (1990) é de apenas 200.000 m³/ano.

A extração de areia nos rios, nas praias e nas zonas estuarinas, a maior parte sem qualquer controlo por parte das entidades responsáveis, é também um fator que tem contribuído para o défice sedimentar nos troços costeiros.

A subida do nível do mar que, segundo a estação maregráfica de Cascais, se verificou a partir do início do século XX e que já referimos ($1,3 \pm 0,1$ mm/ano), apresentada na figura 35 (subida da temperatura no final da Pequena Idade do Gelo), contribui, diretamente, para o recuo da linha de costa e indiretamente pela diminuição da capacidade de evacuação dos sedimentos dos estuários para a costa.

No troço costeiro estudado fizemos a análise da evolução sedimentar nalgumas praias a partir de meados do século XX. Com base em fotografias aéreas verticais de diferentes datas, nomeadamente, da variação da linha de costa a norte e a sul dos acidentes naturais (promontórios) e das estruturas introduzidas nas praias (molhes e esporões) concluímos que o desfasamento a norte e a sul do promontório calcário do Pedrógão passou de cerca de 130 m em 1947 (fot. 24a), para 140 m em 1958 (fot. 24b), para 150 m em 1979 (André, 1996, p. 37) e para 200 m em 1991 (fot. 24c).

Fot. 24 – Sucessão de fotografias aéreas verticais do trecho costeiro a norte e a sul do promontório calcário do Pedrógão.



Fot. 24a – Fotografia aérea vertical de 1947.



Fot. 24b – Fotografia aérea vertical de 1958.



Fot. 24c –
Fotografia
aérea vertical
de 1991.

Mais a sul, junto da embocadura do rio Lis e defronte da Praia de Vieira de Leiria, em 1947 (fot. 17), a praia era larga e regular. Em 1958 (fot. 25), imediatamente, após a construção dos molhes do Lis verificava-se uma variação do troço costeiro a norte e a sul de 110 m e a largura da praia, defronte da povoação, estava substancialmente reduzida em relação a 1947. Em 1990 (fot. 18), a variação mantinha-se em 110 m, mas chegou aos 125 m em 1978 (André, 1996, p. 46). Verifica-se, também, em 1990, uma irregularidade da praia defronte da povoação (a diminuir substancialmente de norte para sul).

O déficit sedimentar na praia da Vieira deu origem, no final da década de 1950, a um recuo erosivo da praia que culminou com a destruição de várias casas. No início da década de 1950 (fot. 26), a praia apresentava um declive suave, estando a parte superior ao nível da estrada marginal e das casas mais avançadas. No final da década de 1950 (fot. 27) e após algumas situações de temporal (de 13 a 19 de novembro de 1958 e de 16 de dezembro de 1959) verificava-se um degrau erosivo com cerca de 10 m, entre a povoação e a praia, que culminou com o desmoronamento de várias casas (fot. 28).

Na base desta calamidade que atingiu a Praia da Vieira esteve a construção dos molhes na foz do rio Lis para estabilização do seu troço terminal, como já referimos (obras iniciadas em meados da década de 1940 e terminadas em 1957, fot. 19).

Com o objetivo de repor a deriva litoral, pois o déficit sedimentar continuava a fazer-se sentir defronte da povoação, ameaçando mais habitações, em 1978, os molhes da foz do Lis foram cortados cerca de 80 m e proibida a extração de areia a norte dos molhes, que se vinha verificando após a sua colocação. Esta intervenção atenuou o déficit sedimentar/recuo erosivo da linha de costa defronte da Praia de Vieira de Leiria (em 1978 a variação do troço costeiro a norte e a sul da foz do Lis que era de 125 m passou, em 1990, para 110 m), apesar do déficit sedimentar que se estava a verificar em toda a costa a sul do Mondego devido à construção, no início da década de 1960, dos molhes na embocadura do Mondego, como iremos analisar mais à frente (3.2 – Situação entre a construção dos molhes exteriores na embocadura do Mondego e o seu prolongamento).

No Mapa de 1783 (fig. 28) estão referenciadas as linhas de preia-mar e baixa-mar nos equinócios e que distam uma da outra cerca 150 m, apesar das reservas para com o rigor das distâncias nos mapas antigos, para se verificar esta amplitude de maré, a praia na zona intermareal, deveria ter um declive muito menor do que atualmente, onde esta amplitude não chega aos 50 m. Neste Mapa a povoação da Praia de Vieira de Leiria não aparece referenciada. Aparece Pedrogão não como povoação mas como afloramento rochoso.



Fot. 25 – Fotografia aérea vertical de 1958 - Sector distal do estuário do rio Lis e troço costeiro adjacente (5.000 m).



Fot. 26 - Praia de Vieira de Leiria defronte da rua da Boavista (início da década de 1950).



Fot. 27 - Praia de Vieira de Leiria defronte da rua da Boavista (final da década de 1950).



Fot. 28 - Praia de Vieira de Leiria defronte da rua da Boavista (final da década de 1950).

Defronte das arribas de S. Pedro de Moel, na fotografia aérea vertical de 1947 (fot. 29a) e na de 1958 (fot. 29b), parece identificar-se um prisma arenoso (mais reduzido na segunda). Nas fotografias aéreas seguintes, de 1990 (fot. 29c) e de 2000 (fot. 29d), esse prisma arenoso está bastante mais reduzido ou não existe, o mar já bate na base das arribas. Morais (1936, p.11), refere que nas marés baixas se podia seguir pela praia ao longo das arribas, aparecendo em vários pontos pequenas praias. Bettencourt & Ângelo (1992, *apud* Dias *et al.* 1994, p. 68) calcularam para aqui, num troço de 11 km, taxas de variação da linha de costa, entre 1871 e 1900 nulas, entre 1900 e 1958 de -0,6 m/ano, aumentando para -1,0 m/ano entre 1958 e 1984. Um antigo trabalhador dos Serviços Florestais da Marinha Grande, durante a primeira metade da década de 1950, referiu-nos que nesse período, mesmo em preia-mar, se podia ainda caminhar pela praia defronte das arribas.

O trabalho de sapa que o mar foi exercendo na base das arribas destabilizou-as, tendo já ocorrido situações de derrocada. Nos últimos anos efetuaram-se trabalhos com vista à sua consolidação. Em 2014 já constatámos que as arribas a sul do Farol de S. Pedro de Moel estavam em

destabilização/desmoronamento, a figura 15 refere, neste troço costeiro, um diapiro ativo, provável, a fot. 30 (tirada a 500 m a sul do Farol de S. Pedro de Moel) mostra uma estratigrafia algo dobrada na arriba; na base vêem-se blocos rochosos soltos resultantes das derrocadas.

Fot. 29 – Sucessão de imagens do troço costeiro Praia Velha/S. Pedro de Moel (2800 m).



Fot. 29a – Fotografia aérea vertical de 1947. Fot. 29b – Fotografia aérea vertical de 1958.



Fot. 29c – Fotografia aérea vertical de 1990. Fot. 29d – Fotografia aérea vertical de 2000.



Fot. 30 – Estratigrafia algo dobrada numa arriba a cerca de 500 metros a sul do Farol de S. Pedro de Moel. Na base vêem-se blocos rochosos soltos resultantes das derrocadas.

O Porto da Figueira da Foz

As obras de estabilização e melhoramento da embocadura do rio Mondego têm contribuído para a alteração do troço costeiro adjacente. Vários autores, ao longo do tempo, têm tratado este tema. Pelo que nos iremos debruçar, sinteticamente, em alguns trabalhos produzidos.

“Há 2.500 anos, a configuração do litoral desta região era profundamente diferente da atual. O rio Mondego desaguava num golfo que se prolongava por mais de 10 km para o interior da atual linha de costa. O litoral a sul estaria, também, bastante recuado relativamente aos nossos dias...” (Dias *et al.*, 1994, p. 237).

Terá sido o elevado transporte de sedimentos pelo rio que com o decorrer do tempo colmataram, progressivamente, esse golfo e feito avançar a linha de costa a sul.

Loureiro (1901, p. 93), refere que “As alluviões, que, com o correr dos séculos, as aguas pluviaes iam arrancando das vertentes superiores, dando origem ás ravinhas e algares dos flancos da parte mais elevada da sua enorme bacia hydrographica, arrastadas pelas correntes torrencias do alto Mondego e dos seus principaes afluentes, vieram pouco a pouco encher o grande receptaculo das aguas das marés, e que era como que um mar interior”.

As obras para regularização do rio realizadas, em parte, sob a orientação do Padre Estevão Cabral (finais do século XVIII, princípio do século XIX) a que já nos referimos, ao apertarem o seu leito, imprimiram-lhe maior competência de transporte. Os sedimentos foram, em parte, depositar-se no troço terminal do Mondego.

“Pelo encanamento, a que se deu começo no fim do século XVIII sob o plano e direcção do eminente hydraulico padre Estevam Cabral, reduzindo-se consideravelmente o desenvolvimento do rio, e augmentando-se-lhe muito as pendentes, e consequentemente a velocidade da corrente, a consequência immediata d'essas modificações foi, por um lado, o transporte rápido de grandes massas de areia, que foram depositar-se na parte salgada do rio e proximidades da sua foz, diminuindo-lhe o receptáculo das marés e dando porventura á corrente descendente uma direcção tal que obrigou o canal da barra a tomar uma orientação menos conveniente e com menor profundidade, por outro, obstar á maior entrada das marés, e diminuir-lhe o effeito da corrente de vasante sobre o banco da barra” (Loureiro, 1901, p. 106).

O progressivo assoreamento do estuário do Mondego, com a migração para sul da sua embocadura, era uma constante como ainda é visível nas fotos 22 (de 1947) e 23 (de 1958), mesmo depois de já se terem realizado algumas intervenções com vista à sua estabilização.

Loureiro (1901, p. 98) refere que “A barra é muito variável, ou pela posição e altitude que toma o banco exterior, ou pela do *passee* e direcção do canal, que variam conforme a situação do cabedello, estado do mar e do vento, e volume de aguas que traz o rio”.

A entrada no porto tornou-se quase inacessível com graves prejuízos económicos para a região que perdia a saída natural do escoamento dos seus produtos. “Decorria o ano de 1771. Fôra a Figueira elevada à categoria de vila – o estado da barra tornara-se pavoroso.” (Martins, 1940, p. 166). Cunha *et al.*

(1997a, p. 31) referem que em 1778 foram solicitados mais pilotos devido ao grande número de naufrágios resultantes do estado perigoso da barra, onde existiam muitos baixios e restingas de areia, esta situação é ainda visível nas fotos que referimos (22 e 23).

Para tentar estabilizar a barra e tornar a entrada no porto segura foram realizadas sucessivas intervenções. Martins (1940) dá-nos conhecimento destas intervenções, referindo que as primeiras tiveram início em 1843, “mas por mal projectadas, tiveram por consequência fechar o canal da barra; e, como se isto fôsse pouco, provocaram o rápido assoreamento do braço Sul do Mondego, outrora profundo e seguro fundeadouro” (p.167).

“Montou-se na Figueira um posto meteorológico em correspondência directa com os observatórios meteorológicos de Coimbra e de Lisboa, e que serviu também para a determinação do nivelamento barometrico entre Coimbra e Figueira. Pelo tempo de 4 annos successivos, desde 1865 a 1868 inclusive, se effectuou um curso regular de observações, às 9 horas da manhã, meio dia e 5 horas da tarde” (Loureiro, 1901, p. 103).

Martins (1940, p. 169) refere que a partir de 1900 as condições da barra e do fundeadouro se agravaram, tendo sido necessário elaborar novos projetos para tornar o porto acessível.

Loureiro (1901, p. 234) refere que a maior parte do comércio da Figueira se fazia na altura (1901) por caminho-de-ferro, visto que a sua barra e porto não ofereciam facilidade e segurança nas entradas e saídas dos navios, nem a altura da água permitia a frequência de navios de maior arqueação.

“Por volta de 1920, bancos e cabeços de areia haviam tornado quasi impraticável o canal de entrada, entulhando igualmente o estuário” (Martins, 1940, p. 170). Em 1926 o porto da Figueira da Foz foi declarado de interesse comercial, voltando a realizar-se novas obras (a partir de 1927, para Martins, 1940, p.170, a partir de 1929, para Dias *et al.*, 1994, p. 244): correção da margem sul do rio, do braço de Lavos e a construção de um molhe sul com 250 m (visível nas fotos 22 e 23), situado 150 m a norte do molhe existente, construído em 1843. Dias *et al.* (1994, p. 245) referem que “foram estas obras que, em linhas gerais, conferiram ao estuário do Mondego, o seu actual aspecto, independentemente das modificações operadas posteriormente”.

Em 1928 a Junta Autónoma do Porto e Barra, consciente de que a causa do assoreamento do estuário tinha origem a montante, propôs que além das obras no porto se deveria proceder à arborização da bacia hidrográfica do Mondego, nomeadamente, do Ceira e do Alva. "...porquanto drenavam as encostas das serras da Louzã e Açor, de xisto facilmente desagregável, com grandes declives e escalvadas ou com insignificante vegetação..." (Martins, 1940, p. 171-172). Esta situação só veio a ser corrigida a partir de 1962, com o Plano Geral de Aproveitamento Hidráulico da Bacia do Mondego.

Nos anos 50 do século XX a pequena profundidade da embocadura e do estuário persistiam, continuando a dificultar a sua utilização por embarcações de maior calado.

Bettencourt & Ângelo (1992, *apud* Cunha *et al.* 1998a, p.34) referem que no período de 1947-1956 registou-se acreção na zona a norte da foz do Mondego, com uma taxa máxima de 6,3 m/ano, enquanto a sul se verificou erosão, com taxa máxima de 3,4 m/ano.

Esta situação poderá dever-se à construção dos primeiros molhes, a partir de 1929, para estabilização da barra de que já falámos (fot 22 e 23).

3.2 - Situação entre a construção dos molhes exteriores na embocadura do Mondego e o seu prolongamento

No final da primeira metade do séc. XX o canal externo da foz do Mondego apresentava pouca profundidade facto que dificultava a entrada no porto (Abecasis *et al.*, 1962, *apud* Dias *et al.*, 1994, p. 245), tendo vários navios começado a evitá-lo.

Para solucionar o problema em 1959 deu-se início à construção de dois molhes convergentes, com o comprimento de 900 m o de norte e de 950 m o de sul. A distância entre os centros das cabeças dos molhes era de 325 m. As cabeças dos molhes foram implantadas na batimetria de -7 m.

Imediatamente, a seguir à implantação destas estruturas começa a verificar-se um avanço significativo da linha de costa a norte do molhe norte. Estas passaram a constituir um obstáculo ao livre encaminhamento para sul dos sedimentos envolvidos no transporte sólido litoral (deriva longilitoral potencial),

com acreção a norte e erosão a sul. Dias *et al.* (1994, p. 246) referem que os sedimentos acumulados são sobretudo provenientes da zona costeira a norte do Cabo Mondego. Estes autores, citando Abecasis *et al.* (1992) concluíram, com base em areias marcadas largadas na praia de Quiaios, que elas contornam o Cabo Mondego e atingem a foz do Mondego em poucos dias.

Segundo Vicente (1990, p.167), o processo de enchimento em toda a praia encontrava-se terminado em 1980. A última zona a estabilizar foi a zona sul, tendo os enchimentos, das zonas norte e central, estabilizado anteriormente, respetivamente, em 1975 e 1979. O avanço final da linha de preia-mar acentuou-se de norte para sul, desde 180 m em Buarcos a 440 m (24,4 m/ano) nas proximidades do molhe norte. O acréscimo total da área emersa em preia-mar de maré viva foi de 60 hectares.

Duarte *et al.* (1992) referem que na primeira década após a construção dos molhes se observaram, defronte do Forte de S. Catarina (junto do molhe norte), taxas de acumulação de 30 m/ano e em Buarcos de 7 m/ano.

Cunha *et al.* (1998a, p. 35) estimaram que para o sector a norte dos molhes, entre 1958 e 1977, a linha de preia-mar avançou 7 m/ano junto a Buarcos e 25 m/ano, com um valor máximo de 478 m junto do molhe norte.

Pela análise de fotografias aéreas verticais concluímos que o desfasamento da linha de costa entre o norte e o sul da embocadura do Mondego aumentou cerca de 775 m, nas primeiras duas décadas, a seguir à construção dos molhes; na fotografia aérea de 1958 (fot. 23), imediatamente, anterior à sua construção, a variação é praticamente nula; em 1979 era de 775 m (André, 1996, p. 25). Esta variação é o resultado da acreção a barlar e da erosão a sotamar.

A sul da foz do Mondego (Cova/Gala) a erosão/recuo da linha de costa começou a sentir-se, imediatamente, a seguir à construção dos molhes. Duarte *et al.* (1992) referem valores extremos de erosão de 30 m/ano em 1976.

Para fazer face a esta situação de erosão e, aproveitando a dragagem da Doca de Coxim (próximo do enraizamento do molhe sul) foram largados na praia adjacente ao molhe sul (praia do cabedelo sul), de 1973 a 1976, 294.020 m³ de sedimentos segundo o Relatório Técnico da APA (janeiro de 2018, p. 23) “*Alimentação Artificial de Praias na Faixa Costeira de Portugal Continental: Enquadramento e Retrospectiva das Intervenções Realizadas (1950-2017)*”, Pinto *et al.*, 2018.

Em 1977 foram construídos 5 esporões e uma obra de defesa longitudinal aderente (paredão), hoje com cerca de 2.000 m de comprimento. Os esporões ficaram implantados a cerca de 200 m uns dos outros (em relação ao enraizamento do molhe sul, o esporão mais a norte ficou a 970 m a sul e o esporão mais a sul a 1.830 m).

Como a erosão se prolongou para sul foram construídos, em 1979, mais dois esporões: a cerca de 5.755 m a sul do enraizamento do molhe sul, na praia da Costa de Lavos e a cerca de 9.690 m a sul do enraizamento do molhe sul, na praia da Leirosa.

Indiferente a esta situação, recuo erosivo das praias a sul da foz do Mondego, inicia-se uma operação de extração das areias que se acumulavam junto do molhe norte e de dragagem das que contornando-o entravam no porto. Em vez de serem largadas a sul, evitando ou minimizando a erosão das praias foram comercializadas. As dragagens no porto/embocadura (fot. 31) tiveram início em 1973 e as extrações junto do molhe norte/praias (fot. 32) em 1977, tendo terminado em 1997.



Fot. 31 – Extração de areia na embocadura do Mondego (décadas de 1970, 1980 e 1990).



Fot. 32 – Extração de areia junto do molhe norte do Mondego (décadas de 1970,1980 e 1990).

Cunha *et al.* (1995, p. 101) referem que entre 1973 e 1977 as dragagens na área portuária foram de pequena dimensão mas, em 1984, efetuaram-se dragagens sem paralelo na história do porto da Figueira da Foz, rondando os 2.520.000 m³ de sedimentos (fig. 36). De 1991 a 1996, o volume total dragado, na embocadura e no canal de acesso foi de 1.205.139 m³ (dados fornecidos pela Junta Autónoma do Porto da Figueira da Foz).

Apesar das extrações de areia junto do molhe norte terem sido iniciadas em 1977 só existem dados disponíveis a partir de janeiro de 1985 (fig. 37). Verifica-se um aumento das extrações até outubro de 1987, tendo atingido nesse mês 36.131 m³. Em maio de 1990 volta-se a atingir novo pico de extrações com 42.000 m³. Novo aumento em 1993 com um valor máximo em abril de 46.076 m³ (Cunha *et al.*, 1995, p. 104).

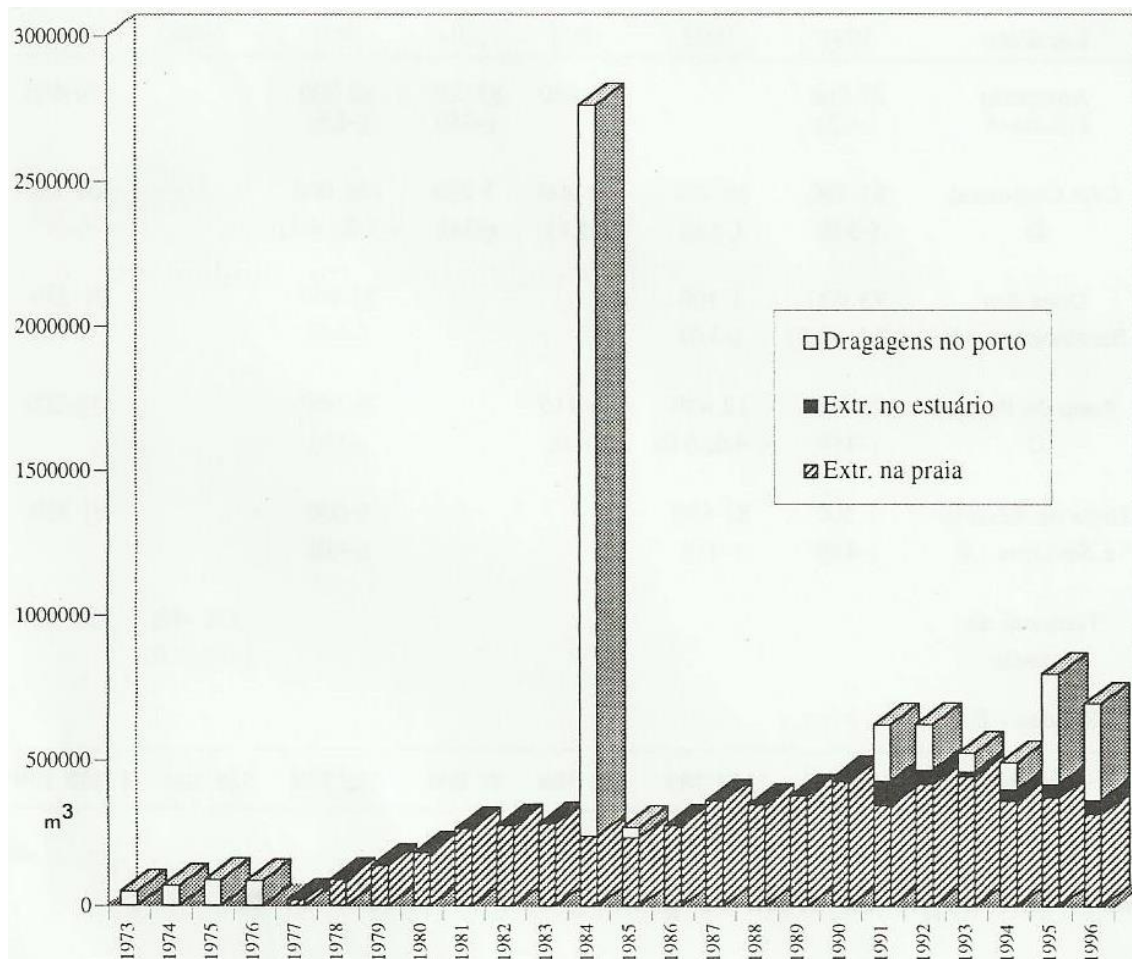


Fig. 36 – Evolução anual dos quantitativos de sedimentos extraídos no estuário do Mondego (desembocadura e canal de acesso) e na praia, bem como por dragagem na zona portuária. Dados fornecidos pela JAPFF. Extraído de Cunha *et al.* (1995).

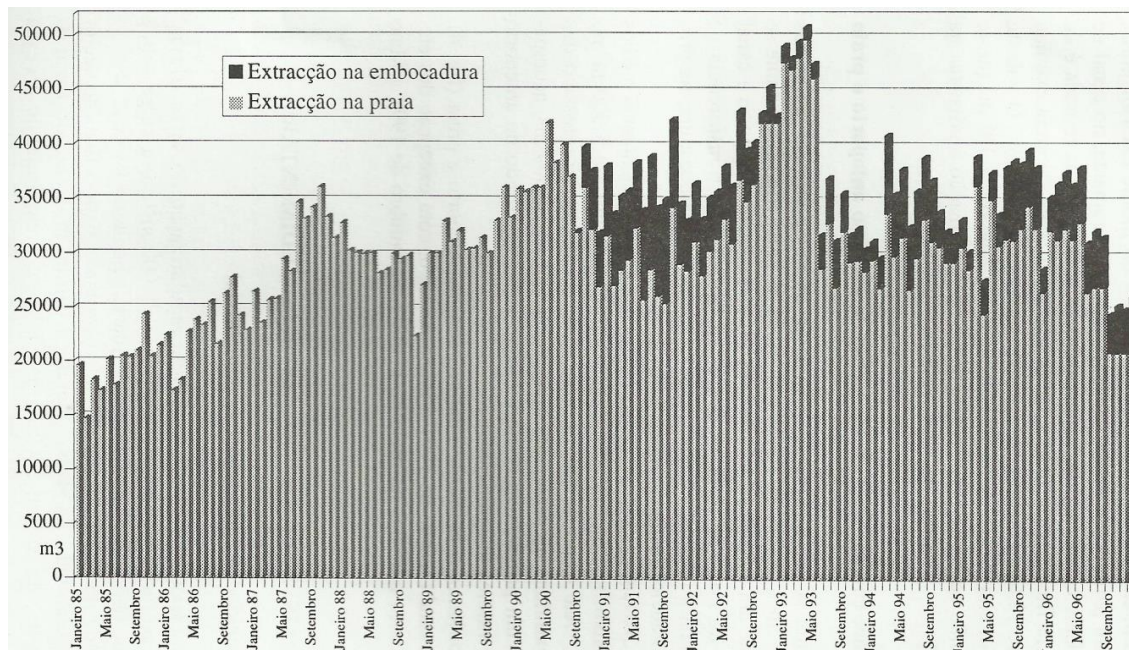


Fig. 37 – Volumes de areia (m³) extraídos mensalmente na praia junto do molhe norte e na zona que abrange o anteporto e embocadura, entre janeiro de 1985 e dezembro de 1996. Dados fornecidos pela JAPFF. Extraído de Cunha *et al.* (1995).

Segundo os autores do estudo (Cunha *et al.*, 1995, p. 104 e 1998a, p. 35) esta sobre-exploração de areia provocou um degrau erosivo na praia que culminou com a destruição de um apoio de praia no final de 1993 colocado, no final da década de 80, a 150 m da linha de preia-mar, a extração foi superior à deposição (fluxo sedimentar).

Os mesmos autores apontam para que o volume total de areia extraída na praia, de 1977 a 1996, foi de $5,8 \times 10^6$ m³; referindo que dada a ausência de meios de pesagem, os valores obtidos foram por estimativa das camionetas de carga, podendo o montante real extraído estar subestimado até 30%. Numa outra publicação (Cunha *et al.*, 1998a, p. 37) referem que os montantes de areia extraída na praia e na embocadura do porto da Figueira da Foz apresentaram um valor médio de cerca de 420×10^3 m³/ano nos últimos dez anos.

André *et al.* (2010a) referem que os valores de extração, no porto e junto do molhe norte (aqui maiores), foram em média de cerca de 500.000 m³/ano. No entanto, também indicam que este valor deverá na realidade ser superior, nomeadamente, junto do molhe norte, pois o cálculo da areia comercializada era feito em função da quantidade que os veículos podiam transportar oficialmente e na maioria dos casos transportavam muito mais. Cunha *et al.* (1995, p 108)

admitiram que os valores de areia extraídos, nos últimos dez anos, na praia e na embocadura do porto da Figueira da Foz apresentaram um valor médio de cerca de 420.000 m³/ano, considerando que estará muito próximo do caudal sólido em deriva na zona de rebentação. Acrescentando que quando a extração de areia na praia chegou aos 500.000 m³/ano, como aconteceu em 1993, verificou-se significativa erosão local.

Refira-se que a areia extraída e comercializada destinava-se à construção civil, mas grande parte era embarcada diariamente no terminal ferroviário da Figueira da Foz com destino a Espanha (fot. 33).



**Fot. 33 - Terminal ferroviário da Figueira da Foz
(embarque de areia para Espanha, décadas de 1980 e 1990).**

Em 1996 verificou-se um acentuado recuo da linha de costa na praia a norte do molhe norte, junto do local de extração de areia, assim como galgamentos marinhos na zona de Buarcos. Cunha *et al.* (1995, p.104) apontam como causa uma redução da deriva litoral que transpôs o Cabo Mondego. Julgamos que os elevados quantitativos de areia aqui retirados, nos anos anteriores, também contribuíram para esta erosão/recuo (os valores de extração atingiram em 1993 os 500.000 m³); perante esta situação foram reduzidos os valores de areia retirados da praia. Também a análise da fotografia aérea de

1995 (fot. 34) nos dá indícios do recuo da linha de costa; como já referimos, depois da construção dos molhes, verificou-se um aumento da praia que atingiu em 1980, junto do molhe norte, cerca de 440 m. No mesmo local (junto do molhe norte) a largura total da praia era, em 1995, por volta de 350 m. Em 1979, a descontinuidade da linha de costa a norte e a sul da embocadura era de 775 m, em 1995 era de cerca de 710 m (resultado do recuo a norte). Também é visível na foto (34), nos primeiros trezentos metros a norte do molhe norte, um rebaixamento da parte mais ocidental da praia.

Verificou-se uma correlação inversa entre os valores de areia retirados na praia, junto do molhe norte, com os retirados no anteporto/barra. Com a diminuição da retirada de areia a norte há um maior afluxo de areia para sul (entrada da barra) o que, por sua vez, leva à necessidade de aí fazer maior extração; por outro lado, o consequente afundamento da barra induz o aumento da circulação da areia adjacente (a norte do molhe norte) para restabelecer o equilíbrio dinâmico.

A carga sólida trazida pelo rio Mondego tem vindo a diminuir, sendo a sua deposição no oceano insignificante para a alimentação da deriva litoral. A florestação da sua bacia hidrográfica, a partir de 1962, as obras de regularização do caudal, na década de 1980 (Barragens da Aguireira, das Fronhas, da Raiva e Ponte Açude de Coimbra) e a alteração e emparedamento de alguns dos seus troços têm contribuído para esta diminuição. Estas intervenções antrópicas favorecem um aumento da dinâmica marinha relativamente aos processos fluviais no estuário, que se inserem numa tendência de elevação do nível do mar na costa oeste Ibérica (Ferreira *et al.*, 1990, *apud* Cunha *et al.*, 1997a, p. 35).



**Fot. 34 – Embocadura do Mondego e troço costeiro adjacente
(fotografia aérea vertical de 1995 - escala aproximada 1/75 000).**

Relativamente à dinâmica sedimentar no estuário, depois da colocação dos molhes, Cunha *et al.* (1997a, p. 33) referem que “A situação actual permite a entrada em enchente de areias marinhas na barra, progredindo ao longo da margem sul do canal de acesso e penetrando no braço sul”.

Como os sedimentos fluviais ficavam depositados no braço norte, a montante da ponte da Figueira, para tentar aumentar a dinâmica fluvial no estuário e restituir-lhe a capacidade de vazão, expulsando assim os sedimentos

para fora da barra, na primeira metade da década de 1990, o rio foi dragado desde a referida ponte até à Quinta do Canal, numa extensão de cerca de 6 km. Os sedimentos dragados foram depositados junto das margens, reduzindo a largura do leito do Rio para cerca de metade. No entanto, a jusante e até à saída da barra, o rio volta a alargar. Não só não se verificou uma maior movimentação dos sedimentos para fora do estuário mas, se o aperto do rio vai imprimir mais velocidade às águas fluviais durante a vazante, durante a enchente passar-se-á o mesmo em relação às águas marinhas (André, 1996, p. 27).

Com estas obras de aperto do leito do rio, também a ligação natural do braço norte com o braço sul (imediatamente a jusante da Quinta do Canal) foi parcialmente interrompida (fig. 38 e fot. 35), apenas se verifica em período de preia-mar. No braço sul passou a haver menor circulação de água doce que deu origem a maior penetração para montante da cunha salina durante a preia-mar, trazendo mais sedimentos marinhos. Também os sedimentos fluviais trazidos pelo rio Pranto deixaram de ser expulsos, ou são menos, durante a vazante. Resumindo irá alterar-se todo o ecossistema no braço sul do rio Mondego, com maior salinização da água e maior sedimentação (André, 1996, p. 27).

A situação prevista veio efetivamente a acontecer. Uma notícia da Agência Lusa, publicada no Diário As Beiras, edição de 12 de Outubro de 2014 refere que *o braço sul do rio Mondego, junto à Figueira da Foz, enche na maré alta e quase seca na baixa-mar, afetando a qualidade da água que abastece pisciculturas e a produção de sal.* Na mesma notícia os industriais de aquicultura e de salicultura salientam *a diferença da qualidade da água entre o braço norte e o braço sul, referindo ainda que devido ao assoreamento deste braço só é possível navegar nele na preia-mar.* Também os agricultores de arroz se queixam. *É fundamental fazer aqui uma intervenção, o rio está a ficar completamente assoreado. Deixa de ter grandes circulações de água, fica mais contaminado...* A câmara Municipal salienta o potencial imenso ao nível económico da zona do estuário do Mondego: na produção do sal, aquicultura e bivalves e que não está, minimamente, a ser explorado como devia. Dizendo que *essa falta de exploração deve-se essencialmente, a problemas do assoreamento e à falta de renovação da água.*



Fig. 38 – Reprodução de parte da folha 239 da Carta Militar de Portugal (edição 2-S.C.E. – 1983). a - zona de ligação natural do braço norte do Mondego com o braço sul; b - foz do rio Pranto.



Fot. 35 – Ligação do braço norte com o braço sul em período de baixa-mar (imediatamente a jusante da Quinta do Canal), interrompida na primeira metade da década de 1990 (André, 1996).

Relativamente à vaga erosiva provocada pela colocação dos molhes na foz do Mondego (no início da década de 1960) e dos cinco esporões na Cova/Gala (1977), na Costa de Lavos e Leirosa (1979), ela progrediu para sul, originando o recuo erosivo de praias e arribas.

Cunha *et al.* (1997, p. 492) concluíram que “ Na costa a sul do campo de esporões da Cova, a análise no terreno efetuada até meados de 1997 permite confirmar que o cordão de dunas primárias é pouco alimentado pela praia e expõem-se em arriba erosiva (que atinge 6 m de altura na Cova) até um pouco para sul da Praia da Vieira, que evidencia um persistente recuo.” Estes autores referem que Bettencourt & Ângelo (1992), com base na análise da cobertura aérea de 1990, constataram que em 90% no sector Figueira da Foz – S. Pedro de Moel a duna frontal apresentava já a base truncada por “microfalésias” e que em 1989 as arribas talhadas nas dunas eólicas já existiam na praia do Osso da Baleia (Dias *et al.*, 1994), mas, praticamente, não chegavam ao Pedrógão; em 1996 as arribas já eram omnipresentes, especialmente, desenvolvidas nos troços, imediatamente, a sul das saliências costeiras – Cova, Lavos, Leirosa e Pedrógão (fot. 36).



Fot. 36 – Cerca de 400 m a sul do promontório calcário do Pedrógão (1992). O que restava do cordão dunar frontal.

Em 1994 verificámos, a cerca de 2 km a sul da praia da Leirosa, que uma grua de grandes dimensões, que esteve cerca de 3 anos localizada sobre o cordão dunar frontal, caiu, por erosão eólica e marinha, para a praia (fot. 37). A colocação desta máquina, no cordão dunar, tinha como objetivo a retirada dos destroços de uma embarcação que aqui naufragou em 1986, facto que não aconteceu.

Como já referimos a descontinuidade da linha de costa a sul do promontório calcário do Pedrógão passou de cerca de 130 m em 1947, para 140 m em 1958 e para 200 m em 1991. O progressivo aumento desta descontinuidade resulta do recuo erosivo a sul. Repare-se na posição do caminho a sul do promontório (antiga ligação da povoação de Vieira de Leiria com a do Pedrógão) relativamente à praia (fot. 24a, 24b e 24c) e ainda na destruição do cordão dunar frontal (fot. 36).



Fot. 37 - Sul da Praia da Leirosa (1994), grua caída para a praia por erosão marinha e eólica do cordão dunar frontal.

Defronte das arribas de S. Pedro de Moel em 21/12/2005 (fig. 39) identifica-se um prisma arenoso, em 30/10/2006 (fig. 40) esse prisma arenoso estava, consideravelmente, reduzido e em 16/10/2009 (fig. 41) o mar estava a

bater na base das arribas. Esta análise, também, pode ser feita na sucessão de imagens representadas pelas fotografias 29 (a, b, c, e d).



Fig. 39 - S. Pedro de Moel (imagem do Google Earth de 21/12/2005). Identifica-se um prisma arenoso defronte das arribas.

— Limite ocidental do prisma arenoso da praia emersa.



Fig. 40 - S. Pedro de Moel (imagem do Google Earth de 30/10/2006). O prisma arenoso que se identificava defronte das arribas na figura anterior diminuiu.
— Limite ocidental da praia emersa em 21/12/2005.



Fig. 41 - S. Pedro de Moel (imagem do Google Earth de 16/10/2009). Já não se identifica o prisma arenoso que se identificava defronte das arribas nas duas figuras anteriores.

— Limite ocidental da praia emersa em 2005/12/21.

Para sul de S. Pedro de Moel, onde as arribas são talhadas em material mais facilmente erodível: margas e arenitos pouco consolidados, na fotografia aérea de 1958 não se identifica queda de arribas, contrariamente, à de 1991 e de 2010, onde já se verificam derrocadas (fot. 38 e 39).



Fot. 38 – Fotografia aérea vertical de 1991 (troço costeiro a cerca de 7.000 m a sul de S. Pedro de Moel, entre a Mina e o Vale Furado).



Fot. 39 - Troço costeiro entre a Mina e o Vale Furado (abril de 2010).

Cunha *et al.* (1997b, p. 494) referem que a sul de S. Pedro de Moel “a costa apresenta uma direcção N15°E e geralmente praias estreitas, sendo interrompidas por afloramentos rochosos mesozoicos e terciários, que constituem imponentes arribas activas talhadas essencialmente em formações arenosas e minoritariamente em calcários. Em resultado dos desmoronamentos e da erosão marinha, existem subjacentemente algumas pequenas praias de blocos heterométricos contidas em reentrâncias de falésias calcárias, como sucede em S. Pedro de Moel”.

Porque e como já referimos, a erosão do troço costeiro junto da foz do rio Lis foi influenciada pela construção dos molhes, na sua embocadura, na primeira metade da década de 1950, nesta análise não lhe fizemos referência.

Para tentar fazer face à erosão costeira, desde o início do século XX que se tem recorrido a grandes estruturas de proteção costeira em enrocamento, vulgarmente designadas por obras pesadas de engenharia costeira, esporões e paredões, estas também referidas como obras de defesa longitudinal aderentes. Algumas destas estruturas foram implantadas com urgência, não obedecendo a uma planificação integrada.

Os paredões impedem o avanço do mar, no troço onde estão implantados, mas a sotamar, em relação à deriva litoral predominante, a erosão/recuo da linha de costa volta a fazer-se sentir. A deriva litoral efetiva, que devido ao défice sedimentar que temos referido, é inferior à deriva litoral potencial, tem tendência a compensar esse défice com sedimentos arrancados à praia e à duna.

Os esporões produzem na linha de costa o mesmo efeito que os molhes, ao intersetarem os sedimentos conduzidos na deriva litoral, provocando acreção da praia a barlar mas, agravando a erosão a sotamar. Também a praia a barlar, em função do novo ponto fixo introduzido (cabeça do molhe ou do esporão), irá sofrer uma rotação. Numa primeira fase irá verificar-se acumulação de sedimentos numa maior extensão, mas, de seguida e em função desse novo ponto fixo haverá a erosão dos sedimentos mais afastados da estrutura introduzida que se irão acumular mais próximo dela. Esta situação verificou-se após o prolongamento dos molhes na embocadura do Mondego (2008/2010) que iremos tratar no capítulo seguinte.

A construção sistemática de estruturas de proteção costeira conduzirá, a curto/médio prazo, à artificialização do litoral, com perda dos valores naturais e das suas apetências turístico-balneares. As verbas que se têm gasto e que se planeiam continuar a gastar com estas estruturas representam um custo superior ao valor dos bens a proteger, sem contudo se conseguir essa proteção. Ao custo inicial da colocação destas estruturas terá que se adicionar a sua manutenção. Em resultado do déficit sedimentar e da agitação marítima haverá movimentação de blocos rochosos e erosão do seu enraizamento a sotamar (fot. 40).



Fot. 40 – Esporão colocado, mais a sul, na praia da Cova/Gala (1995).

As primeiras estruturas de proteção costeira foram introduzidas, em Espinho em 1909, devido à intensa erosão que teve início no final da segunda metade do século XIX em parte provocada pelas primeiras obras do Porto de Leixões, em 1884/1895, e na Foz do Douro, em 1820/1825 e 1892 (<http://www.apdl.pt/historia>, 1998) (André, *et al.*, 2010, p. 439, fig. 42). A erosão que, inicialmente, se fazia sentir a barlar (norte) onde foram colocados os primeiros esporões foi transferida para sotamar (sul), entretanto outros esporões foram introduzidos, verificando-se a mesma situação (transferência da erosão para sotamar). Hoje temos um troço com cerca de 16 km completamente artificializado (doze esporões, fig. 42) e a situação está longe de se resolver.

Situação semelhante aconteceu depois da construção dos molhes, na Barra de Aveiro em 1949/58, e do seu prolongamento em 1983/87 e 2012/13. A vaga erosiva que já se verificava aumentou depois destas intervenções, fazendo-se sentir diretamente até à praia de Mira (23,5 km). Nos primeiros 8 anos após a construção (entre 1957 e 1966) a acumulação de sedimentos, acima da linha de maré baixa, nos 1.200 m a norte (S. Jacinto) terá sido da ordem de $2 \times 10^6 \text{ m}^3$ ou de $0,6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ (Dias *et al.*, 1994, p. 224, citando Abecassis *et al.*, 1970). Estes sedimentos passaram a ser extraídos e comercializados. Dias *et al.* (1994, p. 225) referem que “ têm aqui sido extraídos, anualmente, volumes extraordinariamente elevados de areias para a construção civil”. Entretanto foram construídos, sucessivamente, de norte para sul (da praia da Barra à praia de Mira) onze esporões e centenas de metros de paredões. Os últimos esporões construídos neste troço costeiro foram os da praia do Areão e do Poço da Cruz. Com uma configuração inovadora em Portugal, uma curvatura de 30° para sudoeste (fig. 43), passando a haver mais um troço costeiro (de cerca de 24 km), completamente, artificializado.

Em relação ao esporão do Areão, concluído em setembro de 2003, numa análise que efetuámos em 2008 (André *et al.*, 2010b) verificámos que o recuo erosivo, a cerca de 220 m a sul do enraizamento foi superior a 7m/ano, mas que atingiu 13,90 m em, apenas 8 meses (de 2008/04/29 a 2008/12/31), fig. 43, antes da sua construção a taxa de erosão era inferior a 2 m/ano.

Com mais esta intervenção a vaga erosiva passou a fazer-se sentir até à praia de Mira, pondo em risco algumas habitações. Em outubro de 2005 começa a recuperação dos dois esporões, colocados na década de 1980 a sul da praia, que se encontravam, praticamente, destruídos, nomeadamente o situado mais a sul. Em 2011, porque o mar estava a destruir o cordão dunar frontal, ameaçando o bairro norte é feito um reforço, deste cordão dunar, com sacos de areia numa extensão de 500 m. Já em 2017 são colocados na praia de Mira 96.115 m^3 de sedimentos e 258.000 m^3 no cordão dunar Mira – Poço da Cruz (Pinto *et al.*, 2018, p. 34).

A edição do Jornal de Notícias, de 3 de março de 2003, refere-se ao esporão do Areão com o título “Esporão pode inverter desaparecimento do areal – Obra, inédita em Portugal, cria nova dinâmica no mar”. Referindo “A redução progressiva dos areais das praias da Vagueira pode ter os dias contados, com o

aproximar da conclusão do esporão... Trata-se de uma estrutura pioneira, em Portugal, que pode significar o fim dos problemas de erosão causados pela dinâmica marítima e proceder, naturalmente, à reposição de inertes na costa vagueense". Acrescentando ainda, "Com o avanço da obra sem percalços, o presidente da autarquia vagueense admite que Vagos poderá prescindir da trasfega de areias do porto de Aveiro". "Trata-se de um esporão que está a ser feito pela primeira vez em Portugal e que, segundo estudos sobre movimentação de marés e inertes marítimos efectuados ao longo de mais de dois anos, vai criar uma nova dinâmica no mar, obrigando-o a repor areias em vez de as retirar..."

Na edição de 26/06/2008, o Jornal de Notícias, voltava a referir-se ao esporão do Areão com o título "Mar avançou 30 metros apesar do esporão", acrescentando " a costa a sul da praia do Areão (Vagos) recuou 30 metros em 5 anos, apesar do esporão, construído em 2003. Isto, apesar do esporão, com 400 metros de comprimento, construído em 2002/2003 naquela praia, onde o Instituto da Água (INAG) gastou 2,3 milhões de euros..."

Como já referimos no troço costeiro a sul da Foz do Mondego, depois da construção em 1961/65 dos molhes na sua embocadura, a erosão que se fez sentir deu origem à colocação de um campo de esporões (cinco) em 1977. Como a erosão se prolongou para sotamar foram construídos, em 1979, nas praias a sul (Costa de Lavos e Leirosa) mais dois esporões (fig. 42). Entretanto a vaga erosiva prolongou-se mais para sul.

Concluimos que num troço costeiro de cerca de 125 km, desde a foz do rio Douro até cerca 10 km a sul da foz do rio Mondego, existem 33 esporões a interseccionar os poucos sedimentos conduzidos na deriva litoral, além dos molhes na barra de Aveiro e na foz do Mondego (fig. 42).

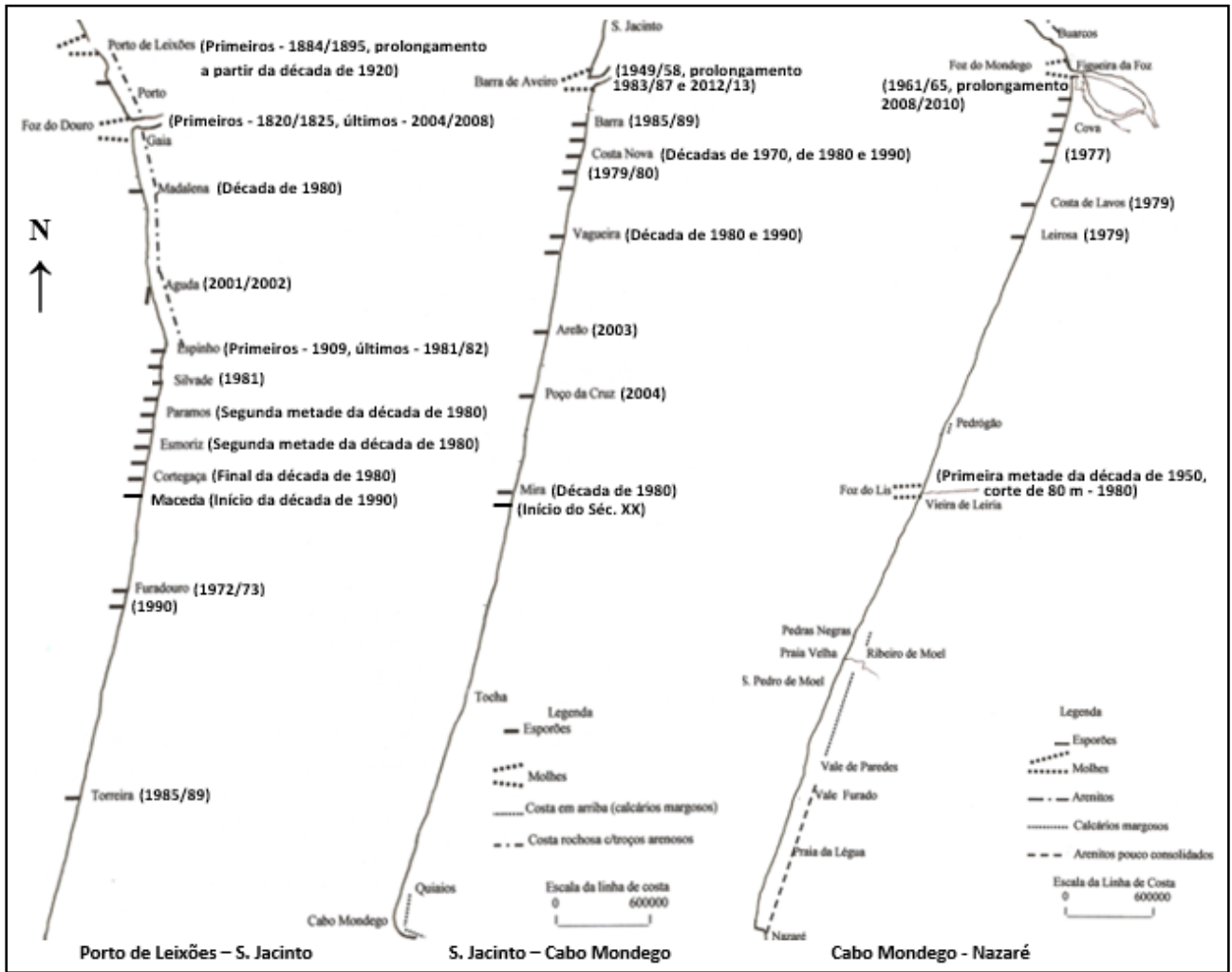
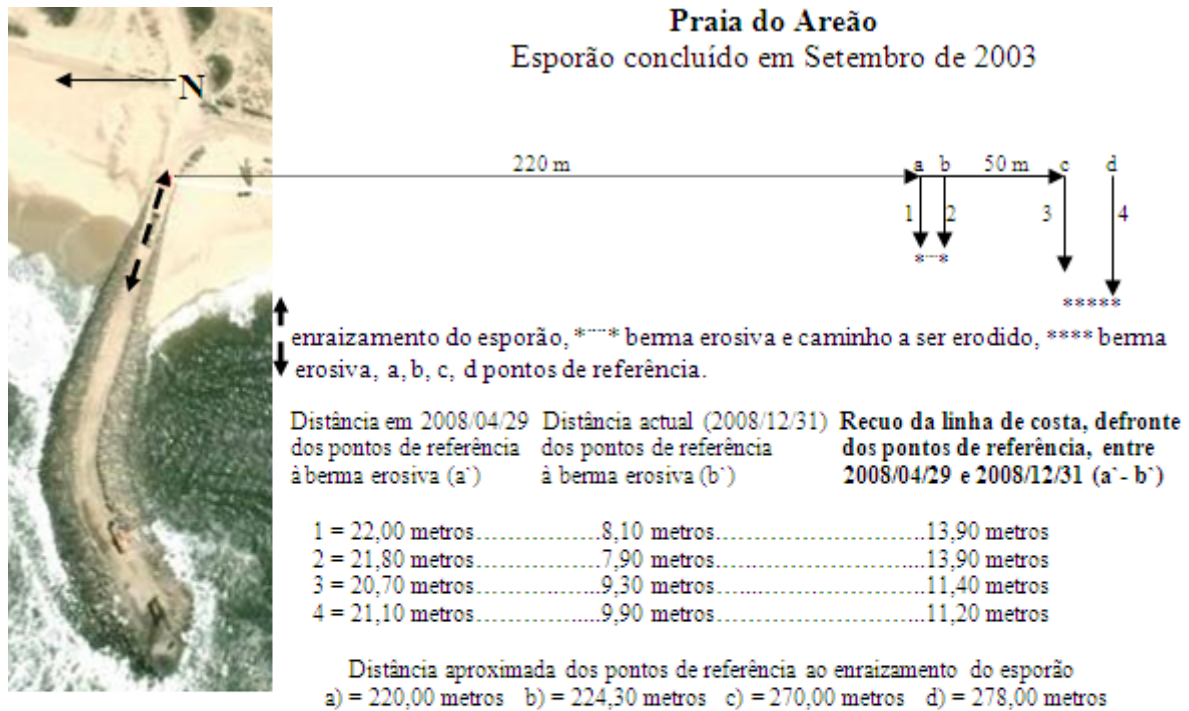


Fig. 42 - Obras de engenharia costeira, molhes e esporões, no troço Leixões - Nazaré.



- O esporão deu origem à erosão do cordão dunar frontal, a sul, onde se passaram a verificar galgamentos marinhos;
- O esporão acelerou o recuo erosivo da costa a sotamar, com médias anuais superiores a 7 m/ano, mas que atingiram 13,90 m em, apenas, 8 meses (de 2008/04/29 a 2008/12/31). Antes da sua construção a taxa de erosão era inferior a 2 m/ano;
- O esporão não originou acreção, significativa, a barlamar;
- Para impedir os galgamentos marinhos, no final de 2009, o INAG coloca, a sul do esporão e a várias dezenas de metros para o interior, um cordão arenoso, com mais de 500 m de extensão, que hoje já se encontra em erosão.

Nota: * os sedimentos utilizados neste cordão foram retirados da zona intermareal a sul do esporão;

* as situações que apresentamos em relação a este esporão são idênticas às que se verificam em relação ao esporão do Poço da Cruz, localizado 3 200 m a sul e concluído em Janeiro de 2004.

Fig. 43 - Quantificação do recuo da linha de costa a sul do esporão do Areão (André *et al.*, 2010b, Poster).

4. EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA APÓS O PROLONGAMENTO DO MOLHE NORTE DO RIO MONDEGO

4.1 – Condições de ondulação e de vento durante o período de análise

4.1.1 – Características das variáveis da ondulação (altura significativa, período e rumo)

Para podermos interpretar os valores de acreção ou de erosão verificámos as condições de mar que ocorreram durante o período em análise,

durante a realização dos perfis topográficos transversais de praia (2010-2018), nomeadamente, altura significativa da onda, período da onda e rumo da onda. Também e com o objetivo de comparar estes dados com os que ocorreram anteriormente, recolhemos e analisámos os dados disponíveis, desde janeiro de 2004 até dezembro de 2018.

A análise da altura significativa da onda (média da terça parte das ondas com maior altura registadas durante o tempo considerado, representado em metros, H_s) é importante pois se ocorrer com valores elevados durante o período de preia-mar e se esta coincidir com a fase de marés vivas (período de maior amplitude de maré) a ação erosiva nas praias aumenta, podendo verificar-se situações de galgamentos e de inundações de zonas ribeirinhas.

As marés vivas são um fenómeno quinzenal de alternância com as marés mortas, decorrendo do efeito do Sol como elemento "perturbador" do efeito principal da Lua. Quando o Sol e a Lua estão em oposição (Lua cheia) ou conjunção (Lua nova), a influência do Sol reforça a da Lua e ocorrem as marés vivas (matematicamente as constituintes somam-se). Por outro lado, quando o Sol e a Lua estão em quadratura (Quarto crescente e Quarto minguante), a influência do Sol contraria a da Lua e ocorrem as marés mortas (matematicamente as constituintes subtraem-se).

O período da onda é definido como o tempo, em segundos, que duas cristas ou duas cavas sucessivas levam a passar por um ponto fixo (T). Ondas gravíticas com período da onda baixo são geradas próximo do local onde são observadas, sendo resultantes da atuação do vento local, não houve tempo e distância suficiente para que este transmitisse à superfície oceânica grande quantidade de energia. Denominam-se vagas quando têm um período inferior a 8 segundos e ondas com período da onda alto superior a 8 segundos; estas foram geradas pelo vento em regiões distantes, tendo tempo para se propagar e organizar, chegando à costa alinhadas (fot. 41), são bastante energéticas e designam-se por ondulação ou onda do largo (Glossário das Zonas Costeiras, <http://www.aprh.pt/rgci/glossario/ondasmarinhas.html>).

O rumo da onda, nomeadamente o ângulo de incidência na praia, influencia a maior ou menor erosão costeira. Quando as ondas incidem na praia sensivelmente paralelas a ela o transporte de sedimentos é insignificante (na costa ocidental do quadrante oeste). Quando se verifica uma rotação para norte

do rumo da onda, o transporte de sedimentos pela deriva litoral é elevado. Na área em estudo o rumo é $302,34^{\circ}$ (média de 2004 – 2018; anexo 71), podendo também verificar-se, especialmente, no inverno do quadrante sul. Andrade *et al.* (2006, p. 201) referem que, no troço costeiro Espinho – Cabo Mondego, as componentes de transporte para sul totalizam $1,70 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano} = 1.700.000 \text{ m}^3$ e para norte de $1,22 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{ano} = 122.000 \text{ m}^3$, resultando uma taxa de transporte sólido anual para sul de $1.578.000 \text{ m}^3$.

A maré meteorológica, também, designada por sobrelevação do nível do mar (*storm surge* na nomenclatura anglo-saxónica) causada por efeitos meteorológicos (vento e pressão atmosférica) é também importante na análise da erosão costeira e de fenómenos de inundação. Por vezes, os valores previstos para a maré astronómica (causada, exclusivamente, pelos astros) não correspondem aos realmente observados na costa.

A pressão atmosférica é o mais importante dos fatores não astronómicos que influenciam a subida e descida do nível do mar; com efeito, as baixas pressões produzem um aumento do nível das águas e, inversamente, as altas pressões estão associadas a uma descida do nível do mar. Para uma variação de pressão de 10 hectopascals (milibares) corresponde uma variação do nível das águas de 0,09 m (Andrade *et al.*, 2006, p. 191, referem que uma variação de 1hPa pode causar uma variação de 1 cm na altura da maré).

Outros fenómenos meteorológicos como o vento, também, têm influência na variação do nível do mar; soprando do mar para a terra causa subida do nível das águas junto à costa, da terra para o mar causa descida. Santos, *et al.* (2006, p. 191) referem que “A acção de ventos fortes que sopram no sentido da costa provoca acumulação de água junto da mesma o que origina níveis do mar mais elevados que o previsto, enquanto ventos que soprem no sentido oposto têm efeito contrário”.

Para que ocorram extremos de maré meteorológica o vento deve soprar paralelo à costa, de Sul, pois assim o fenómeno terá a sua intensidade máxima. Isso ocorre devido ao efeito de rotação da terra que "empurra" a água para a direita no hemisfério norte. Andrade, *et al.* (2006, p. 191) referem que “Vento a soprar ao longo da costa tende a favorecer uma situação de equilíbrio geostrófico que dá origem a sobrelevação positiva quando o escoamento eólico deixa a linha de costa à direita e negativa quando sopra em sentido contrário”.

As condições de mar que ocorreram durante o período em análise (2010 a 2018), assim como as que ocorreram anteriormente, desde janeiro de 2004, foram obtidas do site <http://www.windguru.cz/pt>, em que a média diária resultou de oito previsões diárias (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h) junto à costa (zona de rebentação) defronte da Figueira da Foz (modelo Global Forecast System).

Não fizemos a análise das características da ondulação a partir dos dados do Instituto Hidrográfico porque a bóia ondógrafo, mais próxima da nossa área de estudo, está fundeada a 83 m e a cerca de 11 milhas ao largo da costa de Leixões (lat. 41° 19` 00``N, long. 08° 59` 00``W). O Instituto Hidrográfico tem ainda duas bóias multiparâmetro na Nazaré fundeadas a 2.000m (bóia profunda, MONICAN1) e 80m (bóia costeira, MONICAN2). Como o objetivo é a monitorização do canhão submarino, os dados não têm interesse para a nossa análise.

Assim, e a partir do site <http://www.windguru.cz/pt> obtivemos os dados com os quais calculámos as médias diárias, mensais e anuais da altura significativa da onda, do período da onda e do rumo da onda, de janeiro de 2004 a dezembro de 2018 (anexos 8-72).



Fot. 41 – Ondas com período elevado, também designadas ondas de “swell”
(<https://www.surfguru.com.br/ciencia/2015/07/o-que-e-um-swell-e-o-que-sao-vagas.html>).

4.1.2 – Análise da evolução das variáveis da ondulação (altura significativa, período e rumo)

Estamos convictos que o número de anos (quinze) de dados que dispomos para análise da evolução das variáveis da ondulação (altura significativa, período e rumo) não são suficientes para uma caracterização segura dessa evolução, mas na impossibilidade de obter dados mais antigos avançámos com essa análise.

Relativamente à altura significativa da onda (H_s) a média obtida nos quinze anos (de janeiro de 2004 a dezembro de 2018) foi de 2,06 m. Este valor sobe para 2,75 m nos meses de inverno, média dos meses de janeiro (2,85 m), fevereiro (2,78 m) e dezembro (2,61 m), passando para 1,45 m nos meses de verão, média dos meses de junho (1,45 m), julho (1,41 m) e agosto (1,48 m) (fig. 44 e anexo 71 e 72). Nos meses de abril, maio, junho, julho, agosto e setembro a ondulação média foi inferior a 2 m (1,61m), nos restantes seis foi superior (2,52 m). Andrade *et al.* (2006, p. 200-201) com base em dados de três anos (1993-1995), obtidos na bóia ondógrafo, que esteve fundeada a cerca de 100 m, ao largo da Figueira da Foz (depois de feitas as correções para um clima de agitação no litoral), reconstituíram um ano virtual em que a média anual da agitação na rebentação foi calculada em 2,2 m.

Ao analisarmos os valores diários da altura significativa da onda (H_s) concluímos que os valores médios referidos (2,06 m) são pouco elucidativos relativamente aos temporais que por vezes assolam o litoral. De janeiro de 2004 a dezembro de 2018 verificaram-se 316 dias em que a ondulação média esteve compreendida entre 4,00 m e 4,99 m, 112 dias entre 5,00 m e 5,99 m, 38 dias entre 6,00 m e 6,99 m e ainda 9 dias com ondulação média igual ou superior a 7,00 m (fig. 45). O dia com maior ondulação média verificou-se em 16 de fevereiro de 2011, com 7,82 m, mas que chegou aos 10,20 m. No dia 11 de março de 2018 a ondulação média, também, foi significativa (7,73 m).

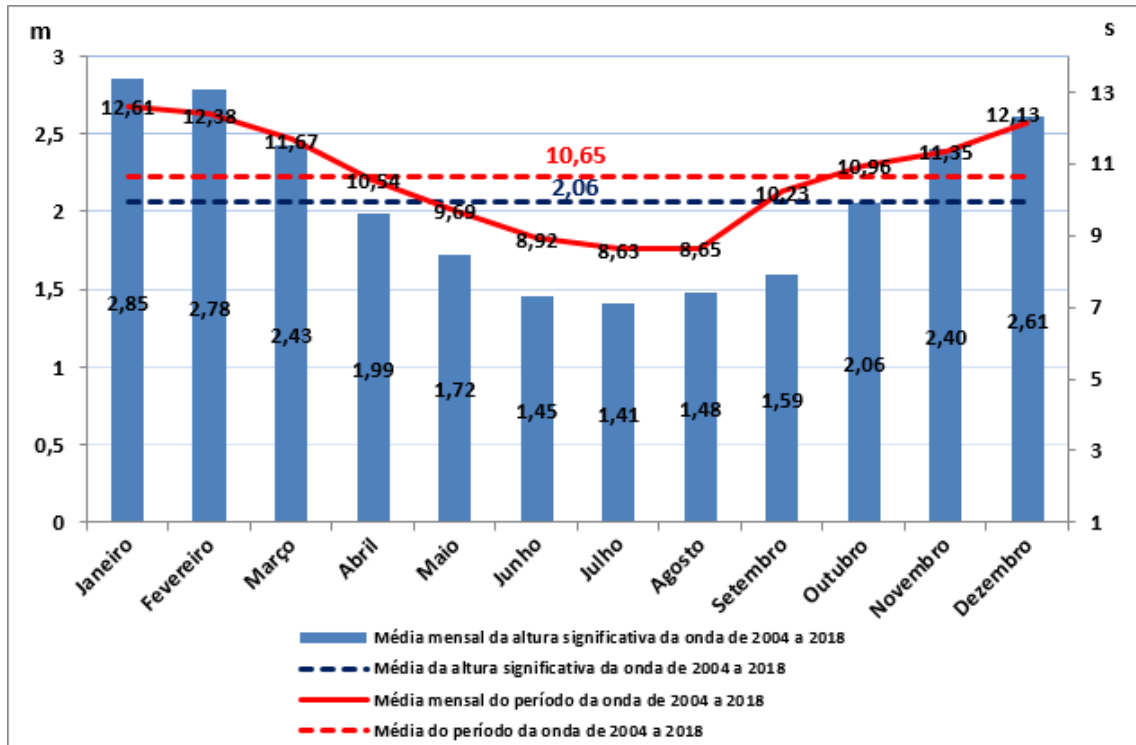


Fig. 44 – Média mensal da altura significativa da onda e do período da onda de 2004 a 2018.

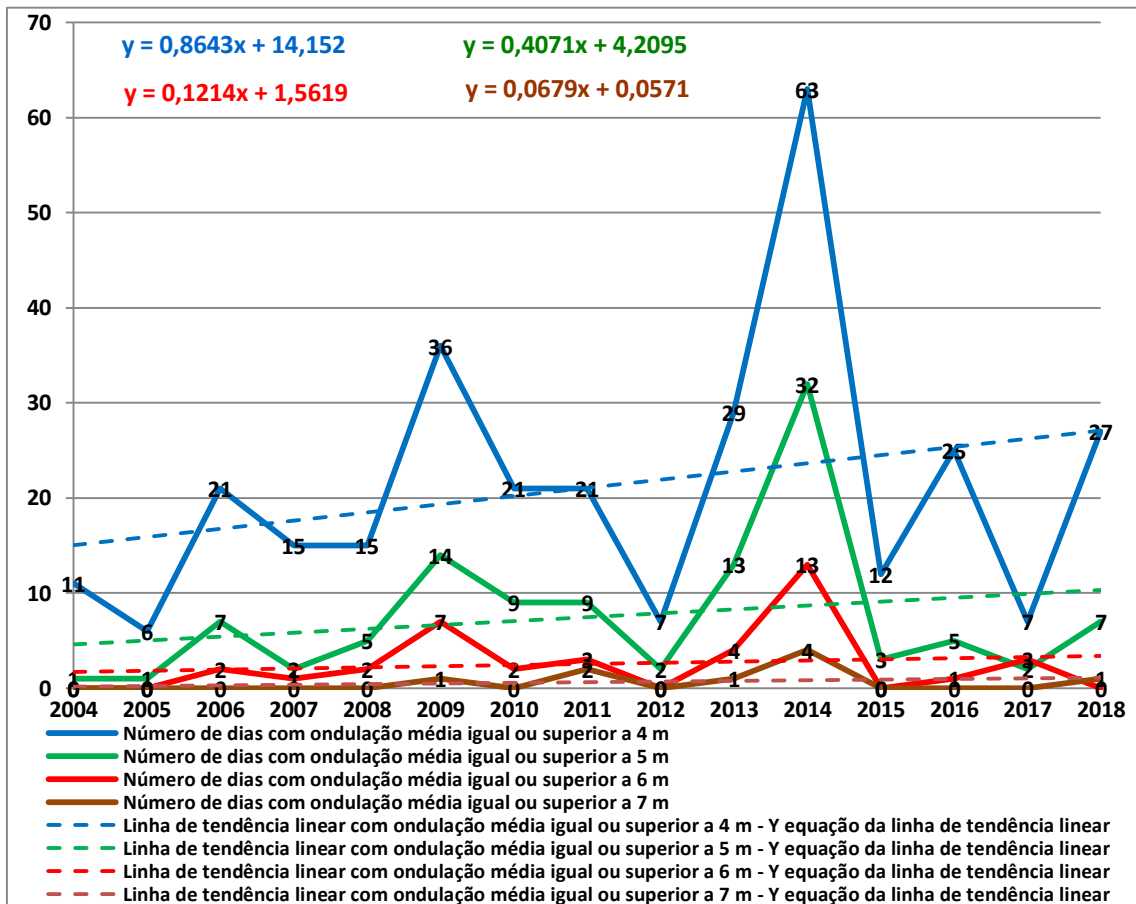


Fig. 45 – Número de dias com ondulação média igual ou superior a 4, 5, 6 e 7 m.

Andrade *et al.* (1996), apud Andrade *et al.* (2006, p. 194) analisaram a ocorrência de temporais na costa NW de Portugal, entre 1865 e 1992, e não detetaram tendência significativa nas séries dos máximos anuais da altura significativa (Hs), mas encontraram tendência no sentido do aumento das séries dos máximos de Hs no outono e primavera. Na nossa análise, esta tendência (aumento da Hs em outubro, novembro e dezembro e abril, maio e junho) não se verifica (fig. 46-47). O declive da reta de 0,0211, sendo inferior a qualquer declive representado na figura 45 (número de dias com ondulação média igual ou superior a 4, 5, 6 e 7 m); no entanto, a linha de tendência linear é positiva.

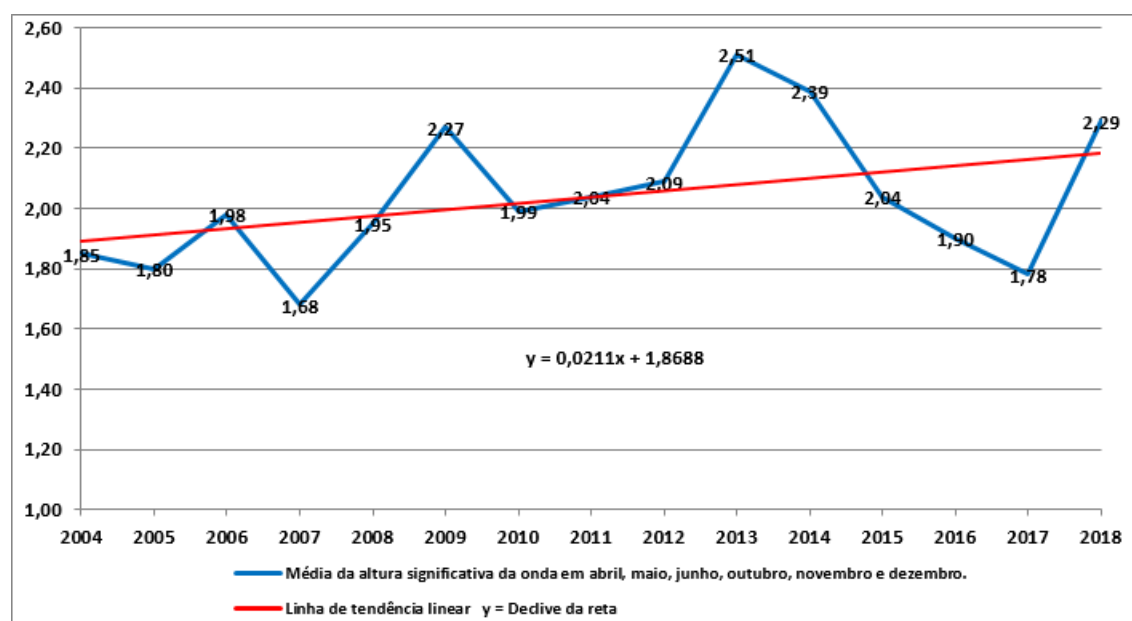


Fig. 46 – Média da altura significativa da onda em abril, maio, junho, outubro, novembro e dezembro.

Meses	Ano														
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Janeiro	2,73	2,36	2,35	2,54	3,10	3,74	2,79	2,30	2,00	3,16	4,43	2,78	3,28	2,04	3,18
Fevereiro	2,29	1,67	2,39	3,20	2,13	2,44	3,17	3,52	1,58	2,80	4,99	2,55	3,33	2,92	2,74
Março	2,42	2,11	2,52	2,57	2,66	2,06	2,21	1,75	1,82	2,78	2,80	2,32	2,39	2,51	3,45
Abril	2,19	1,88	1,74	1,29	2,23	1,99	1,56	1,84	2,19	2,63	2,13	1,61	2,21	1,37	2,94
Maiο	1,56	1,56	1,62	1,93	1,55	1,75	1,60	1,74	1,47	2,01	1,82	2,01	1,71	1,67	1,74
Junho	1,22	1,14	1,16	1,52	1,34	1,43	1,73	1,43	1,55	1,70	1,54	1,39	1,59	1,64	1,35
Julho	1,30	1,20	1,15	1,54	1,40	1,41	1,62	1,61	1,31	1,03	1,85	1,46	1,54	1,49	1,29
Agosto	1,55	1,25	1,38	1,49	1,63	1,51	1,44	1,29	1,32	1,85	1,54	1,59	1,44	1,44	1,43
Setembro	1,44	1,49	1,86	1,15	1,39	1,32	1,51	1,83	1,56	1,96	1,80	1,61	1,73	1,81	1,38
Outubro	2,44	2,03	2,17	1,47	1,95	1,87	2,24	1,93	2,00	2,50	2,53	2,09	1,73	1,80	2,08
Novembro	1,36	2,42	2,42	1,21	2,02	3,36	2,65	2,86	2,53	2,64	3,57	2,18	1,87	1,83	3,14
Dezembro	2,34	1,78	2,74	2,65	2,63	3,19	2,16	2,45	2,82	3,57	2,72	2,96	2,26	2,36	2,51

Fig. 47 – Média mensal da altura significativa da onda de 2004 a 2018.

Os anos com ondulação mais elevada e mais fenómenos extremos da altura significativa da onda foram 2009, 2013 e 2014, com maior destaque para 2014. Refira-se que em 2013, apesar da altura significativa da onda (média ano) ter sido superior a 2009 (anexo 71) registaram-se menos fenómenos extremos. Em 2018 a média da altura significativa da onda também foi elevada (2,27 m), valor só ultrapassado pelas médias de 2013 e 2014, no entanto a ocorrência de fenómenos extremos foi inferior aos anos atrás referidos (2009, 2013 e 2014):

2009 - 36 dias com ondulação média igual ou superior a 4 m
- 14 dias com ondulação média igual ou superior a 5 m
- 7 dias com ondulação média igual ou superior a 6 m
- 1 dia com ondulação média igual ou superior a 7 m
- média ano 2,17 m;

2013 – 29 dias com ondulação média igual ou superior a 4 m
- 13 dias com ondulação média igual ou superior a 5 m
- 4 dias com ondulação média igual ou superior a 6 m
- 1 dia com ondulação média igual ou superior a 7 m
- média ano 2,39 m;

2014 – 63 dias com ondulação média igual ou superior a 4 m
- 32 dias com ondulação média igual ou superior a 5 m
- 13 dias com ondulação média igual ou superior a 6 m
- 4 dias com ondulação média igual ou superior a 7 m
- média ano 2,64 m;

2018 – 27 dias com ondulação média igual ou superior a 4 m
- 7 dias com ondulação média igual ou superior a 5 m
- 1 dia com ondulação média igual ou superior a 7 m
- média ano 2,27 m.

Outra constatação sobre a evolução da altura significativa da onda (H_s) nos quinze anos de análise é que a partir de 2007, com exceção para 2012 e 2017, a média anual foi sempre igual ou superior a 2,00 m (anexo 71). Como já foi referido, em 2018, a média da altura significativa da onda foi a terceira mais elevada (2,27 m). Andrade *et al.* (2006, p. 193) referem que diversos estudos sugerem a alteração recente no clima de ondas no Atlântico Norte, particularmente, em latitudes mais elevadas associada a modificações climáticas globais.

Por outro lado, Andrade *et al.* (2006, p. 199) ao avaliarem o clima de ondas num período de referência (1961 – 1990) e ao compararem-no com um clima futuro (2070 – 2099) concluíram que ao largo da costa ocidental e sul de Portugal Continental “os resultados sugerem invariância ou ligeira diminuição da altura significativa média anual das ondas”. No entanto, numa abordagem sazonal referem que “estas conclusões escondem uma variabilidade intra-anual pronunciada: há alterações na média da altura significativa das ondas no cenário futuro, com maior expressão no período de Verão, e associadas a factores de crescimento variáveis entre 1,01 e 1,04 m relativamente aos valores actuais ao longo da costa Ocidental, crescendo até 1,07 para o largo. Já no período de Inverno os resultados sugerem invariância ou mesmo ligeira diminuição dos valores da altura significativa da agitação marítima.”. Estes autores consideraram que em situações de temporal (ocorrências de altura significativa de percentil 95), a média anual da altura significativa da onda “tenderá a aumentar ligeiramente ao longo da fachada ocidental do território continental

nacional de um factor que pode atingir até 1,01 [...] Esta tendência é de sinal contrário à que caracteriza a generalidade do domínio de cálculo, no qual se prevê uma diminuição da altura significativa de percentil 95”.

Relativamente ao período da onda (T), na análise das médias mensais, verificou-se uma relação direta com a altura (H_s). Os meses em que o período da onda é mais elevado correspondem aos meses com maior altura significativa da onda (fig. 44 e anexo 72). No entanto, na evolução ao longo dos quinze anos, verificou-se maior aumento do período da onda do que da altura (fig. 48 e anexo 71). Nos últimos cinco anos o período da onda foi sempre superior a 11 s, sendo o ano de 2018 o que registou, desde 2004, o valor mais elevado (11,75 s). Como se verificou com a altura significativa da onda, de 2004 a 2018, o ano em que o período médio da onda foi menor corresponde a 2005, único ano inferior a 10 s (fig. 48 e anexo 71). Relativamente às médias mensais (2004/2018), apenas nos meses de junho, julho e agosto, foram inferiores a 9 s, respetivamente 8,92 s, 8,63 s e 8,65 s, correspondendo também aos meses em que se registou a média da altura significativa da onda mais baixa, respetivamente 1,45 m, 1,41 m e 1,48 m. Os meses que registaram valores médios mais elevados foram janeiro com 12,61 s, fevereiro com 12,38 s e dezembro com 12,13 s, correspondendo também aos meses em que se registou a média da altura significativa da onda mais alta, respetivamente 2,85 m, 2,78 m e 2,61 m (fig. 44 e anexo 72).

Na análise das médias diárias do período da onda verifica-se, a partir do ano de 2008 com exceção para 2012, uma tendência no aumento dos fenómenos extremos, nomeadamente, com valores iguais ou superiores a 15 segundos:

2004 – 2 dias com período médio da onda igual ou superior a 15 s
- média ano 10,19 s;

2005 – 3 dias com período médio da onda igual ou superior a 15 s
- 1 dia com período médio da onda igual ou superior a 16 s
- 1 dia com período médio da onda igual ou superior a 17 s
- média ano 9,86 s;

2006 – 3 dias com período médio da onda igual ou superior a 15 s

- média ano 10,14 s;

2007 – 4 dias com período médio da onda igual ou superior a 15 s

- 2 dia com período médio da onda igual ou superior a 16 s

- média ano 10,35 s;

2008 – 2 dias com período médio da onda igual ou superior a 15 s

- média ano 10,37 s;

2009 – 6 dias com período médio da onda igual ou superior a 15 s

- 3 dias com período médio da onda igual ou superior a 16 s

- média ano 10,59 s;

2010 – 5 dias com período médio da onda igual ou superior a 15 s

- 1 dia com período médio da onda igual ou superior a 16 s

- média ano 10,21 s;

2011 – 11 dias com período médio da onda igual ou superior a 15 s

- média ano 10,64 s;

2012 – 4 dias com período médio da onda igual ou superior a 15 s

- média ano 10,15 s;

2013 – 15 dias com período médio da onda igual ou superior a 15 s

- 5 dias com período médio da onda igual ou superior a 16 s

- 2 dias com período médio da onda igual ou superior a 17 s

- média ano 10,61 s;

2014 – 34 dias com período médio da onda igual ou superior a 15 s

- 11 dias com período médio da onda igual ou superior a 16 s

- 6 dias com período médio da onda igual ou superior a 17 s

- 3 dias com período médio da onda igual ou superior a 18 s

- 1 dia com período médio da onda igual ou superior a 19 s

- média ano 11,44 s;

2015 – 13 dias com período médio da onda igual ou superior a 15 s
- 5 dias com período médio da onda igual ou superior a 16 s
- média ano 11,18 s;

2016 – 11 dias com período médio da onda igual ou superior a 15 s
- 3 dias com período média da onda igual ou superior a 16 s
- média ano 11,10 s;

2017 – 16 dias com período médio da onda igual ou superior a 15 s
- 6 dias com período médio da onda igual ou superior a 16 s
- 3 dias com período médio da onda igual ou superior a 17 s
- média ano 11,14 s.

2018 – 23 dias com período médio da onda igual ou superior a 15 s
- 7 dias com período médio da onda igual ou superior a 16 s
- 3 dias com período médio da onda igual ou superior a 17 s
- 2 dias com período médio da onda igual ou superior a 18 s
- média ano 11,75 s.

Esta tendência (aumento dos fenômenos extremos do período da onda, desde 2008), com exceção para 2017, é acompanhada pelo aumento da ondulação média igual ou superior a 4 m (fig. 49). Verificou-se também que a partir do ano de 2008 as oscilações do período médio da onda só não foram acompanhadas pelas oscilações da altura média da onda nos anos de 2016 e 2017.

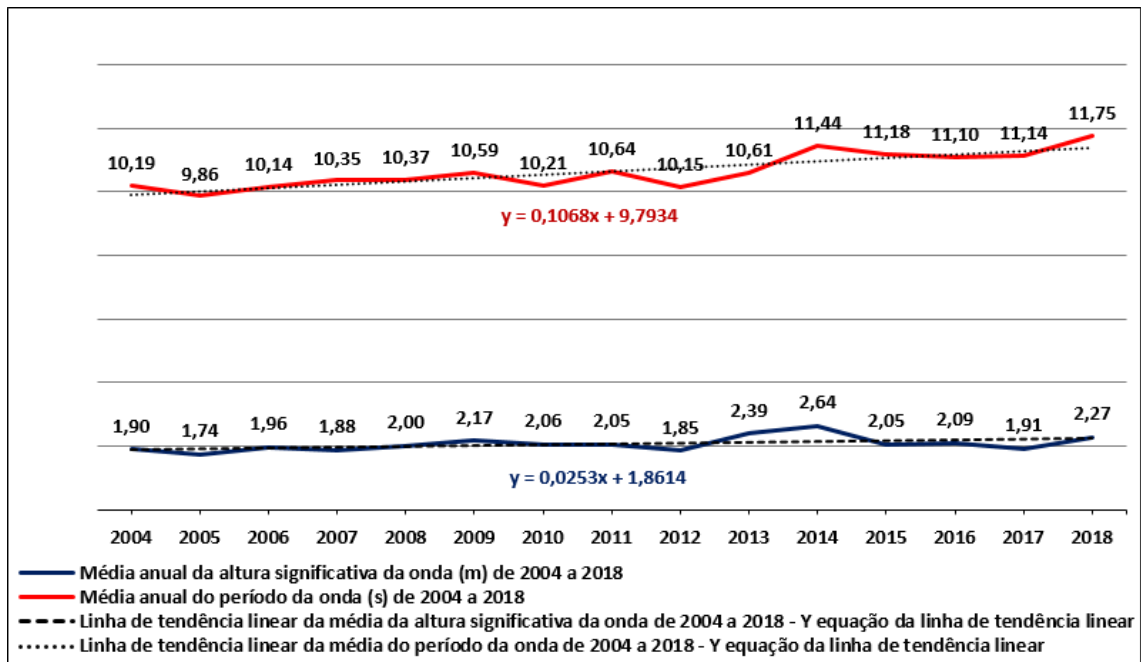


Fig. 48 – Média da altura significativa da onda, do período e das respetivas linhas de tendência lineares de 2004 a 2018.

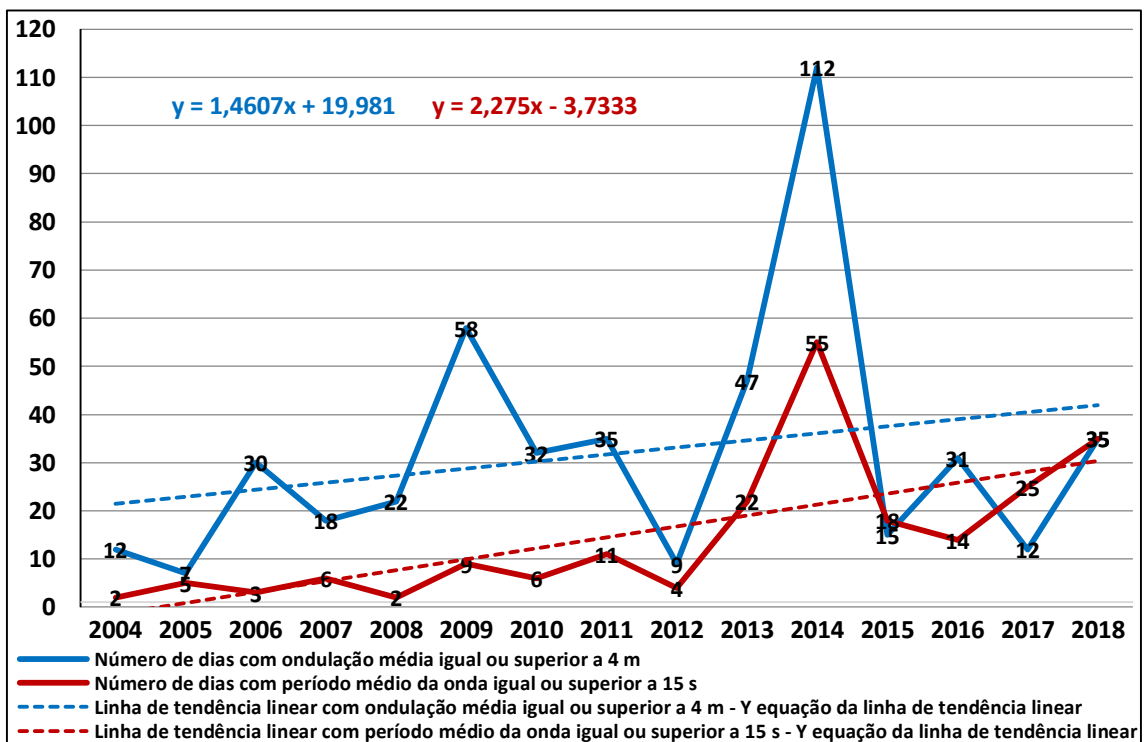


Fig. 49 - Número de dias com ondulação média igual ou superior a 4 m e com período da onda igual ou superior a 15 s.

Relativamente à evolução do rumo da ondulação, ao longo de quinze anos de observações (anexo 71), embora o número de anos seja ainda pouco significativo, verifica-se uma tendência de rotação para norte de $1,95^\circ$ se o

cálculo se basear na linha de tendência sobre uma média móvel de 5 anos (fig. 50 e quadro VII). Verifica-se ainda que a média do rumo da onda de 2004 a 2010 foi de $299,47^\circ$, passando para $304,85^\circ$ de 2011 a 2018, sendo a média dos quinze anos de $302,34^\circ$ (fig. 50a e anexo 71). A propósito, Andrade *et al.* (2006, p. 200) referem que “uma rotação angular pequena (da ordem de $1-2^\circ$) do regime de agitação costeiro pode produzir consequências relevantes nos caudais sólidos transportados ao longo da costa”. Numa outra análise estes autores referem que “ Na fachada ocidental de Portugal Continental estima-se uma rotação entre 5° a 15° do rumo médio anual da agitação, no sentido dos ponteiros do relógio, sendo essa diferença angular mais pronunciada no período de verão.”.

Esta tendência (aumento, no verão, da rotação do rumo médio da onda para norte) não foi verificada por nós, no período em análise (de 2004 a 2018, quadro VIII e anexos 68-70). No entanto, verificou-se que os meses de julho, agosto e setembro foram aqueles em que o rumo da onda esteve mais rodado para norte, respetivamente: 312° , 316° e 308° (média 312°). Contrariamente, nos meses de janeiro, fevereiro, março e dezembro, o rumo da onda esteve menos rodado para norte, respetivamente: 296° , 295° , 295° e 297° (média 296°).

Verifica-se um rumo mais rodado para norte na primavera e verão: abril (300°), maio (303°), junho (302°), julho (312°), agosto (316°) e setembro (308°). Nos meses de inverno o rumo está mais desviado do norte: janeiro (296°), fevereiro (295°), março (295°) e dezembro (297°) (anexo 72). A maior frequência de rumos mais próximos de norte, nos meses de verão, é devida à passagem mais para norte no Atlântico norte das depressões originadoras da ondulação do largo que chega à nossa costa. A menor, nos meses de inverno, dever-se-á às tempestades de sul e sudoeste que se verificam com maior frequência nesta época do ano.

Cunha (1999, fig. 3 e Tab. 3) apresenta a evolução durante 1989-1998 das médias anuais do rumo e altura da ondulação obtidas a partir das previsões diárias do Instituto de Meteorologia, relativos à costa centro-ocidental portuguesa (a norte do Cabo Carvoeiro) (fig. 51). Verificou-se que a média da altura neste período de 10 anos foi de $2,1 \pm 0,1$ m, o que é igual à média que obtivemos no período 2004/2018 (2,06 m, anexo 71). Ocorreram oscilações ao longo deste

intervalo de 15 anos, salientando-se o ano de 2013 e principalmente o de 2014 em que se registaram os valores mais elevados (fig. 51a).

Relativamente ao rumo da onda Cunha (1999, fig. 3 e Tab. 3) refere que de 1989 a 1999 o rumo médio anual da onda foi de $N305 \pm 4^\circ$; a partir de 1996 foi mais rodado para oeste, 1996 – $N301^\circ$, 1997 – $N286^\circ$, 1998 – $N297^\circ$. O valor médio que obtivemos no período 2004-2018 foi de $N302^\circ$, mas que no ano de 2013 e 2014 esteve mais rodado para norte ($N312^\circ$), anexo 71. Como já foi referido neste trabalho o ano de 2013 e 2014 foram atípicos relativamente às varáveis da ondulação (altura, período e rumo).

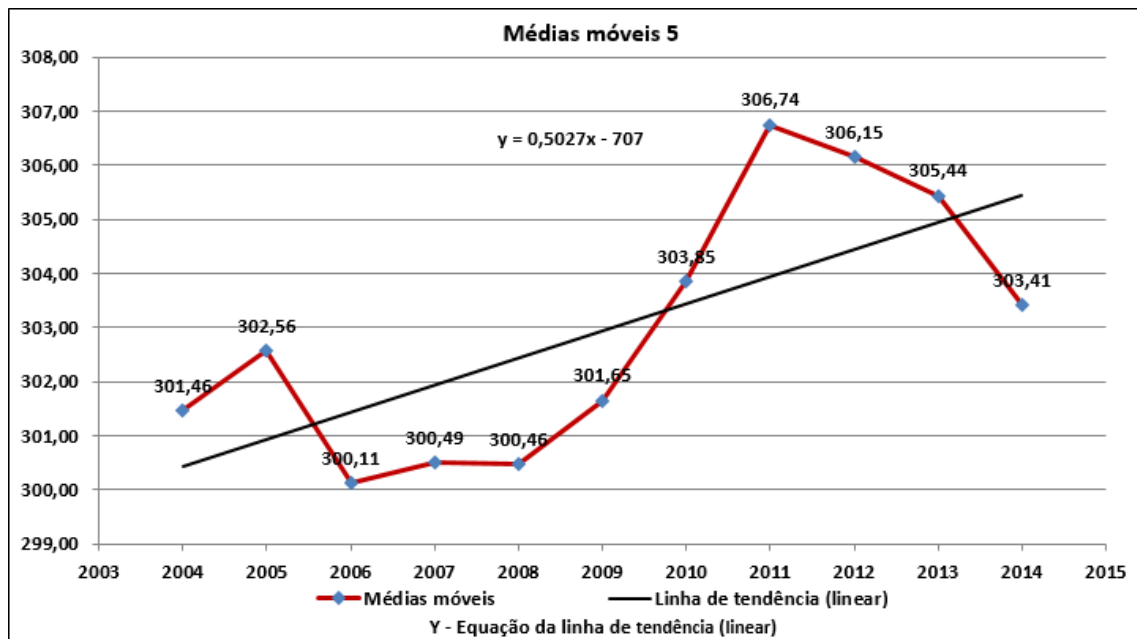


Fig. 50 – Evolução do Rumo da incidência da onda em frente da Figueira da Foz (2004 – 2018). Médias móveis 5 (2004 – 2014).

Quadro VII

Ano	Rumo	Médias Móveis
2004	295,05	301,46
2005	300,69	302,56
2006	300,90	300,11
2007	305,07	300,49
2008	305,58	300,46
2009	300,56	301,65
2010	288,45	303,85
2011	302,80	306,74
2012	304,92	306,15
2013	311,51	305,44
2014	311,56	303,41
2015	302,93	
2016	299,82	
2017	301,38	
2018	303,91	
Média	302,34	

Quadro VIII

Ano	Rumo médio da onda nos meses de julho, agosto e setembro
2004	302,65
2005	313,40
2006	311,41
2007	319,51
2008	310,92
2009	311,97
2010	298,60
2011	312,56
2012	313,96
2013	323,53
2014	311,40
2015	309,77
2016	313,68
2017	312,65
2018	313,57
Média	311,97

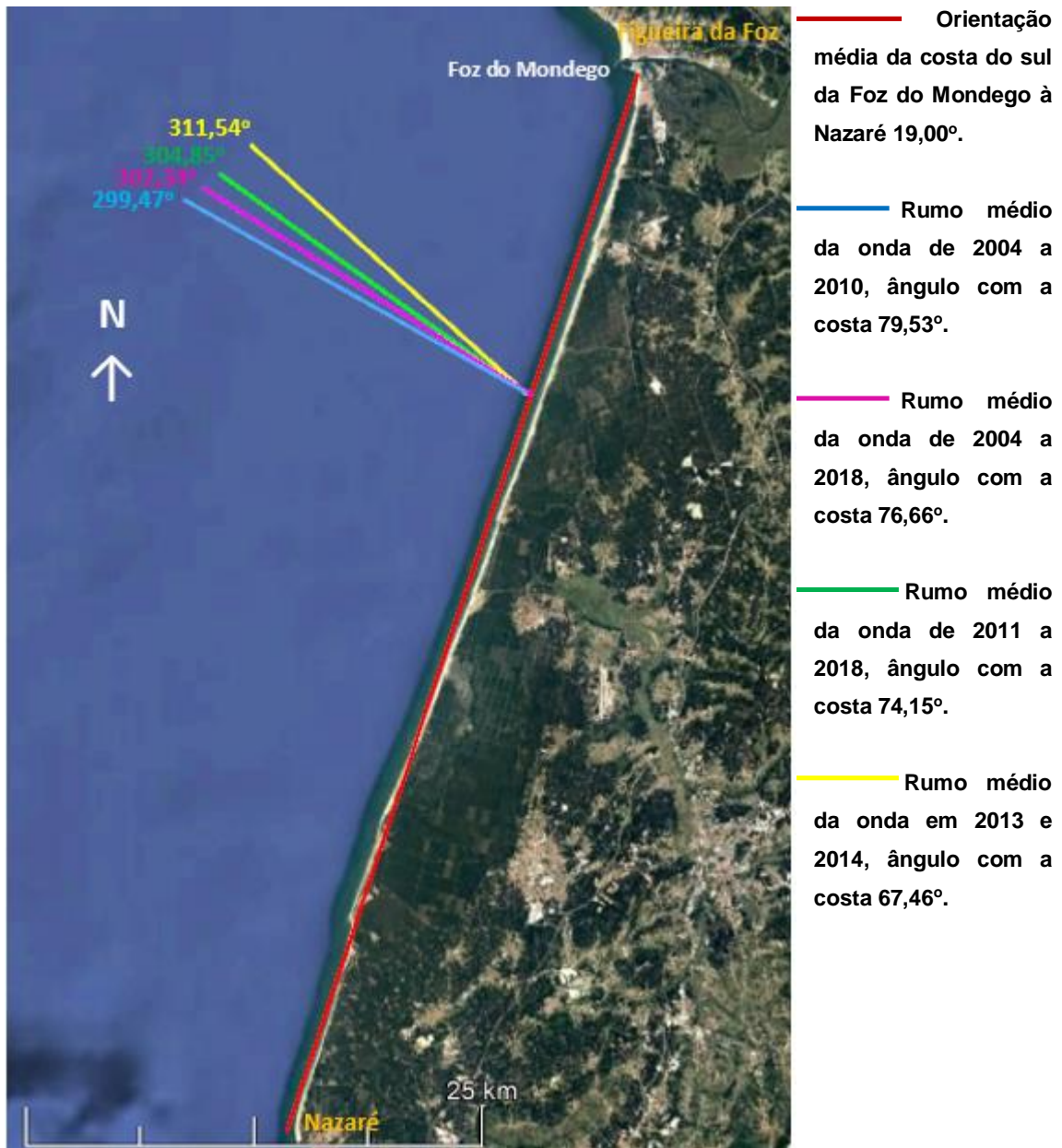


Fig. 50a - Rumo de incidência da onda no trecho costeiro a sul do Mondego (dados relativos à Figueira da Foz, de janeiro de 2004 a dezembro de 2018).

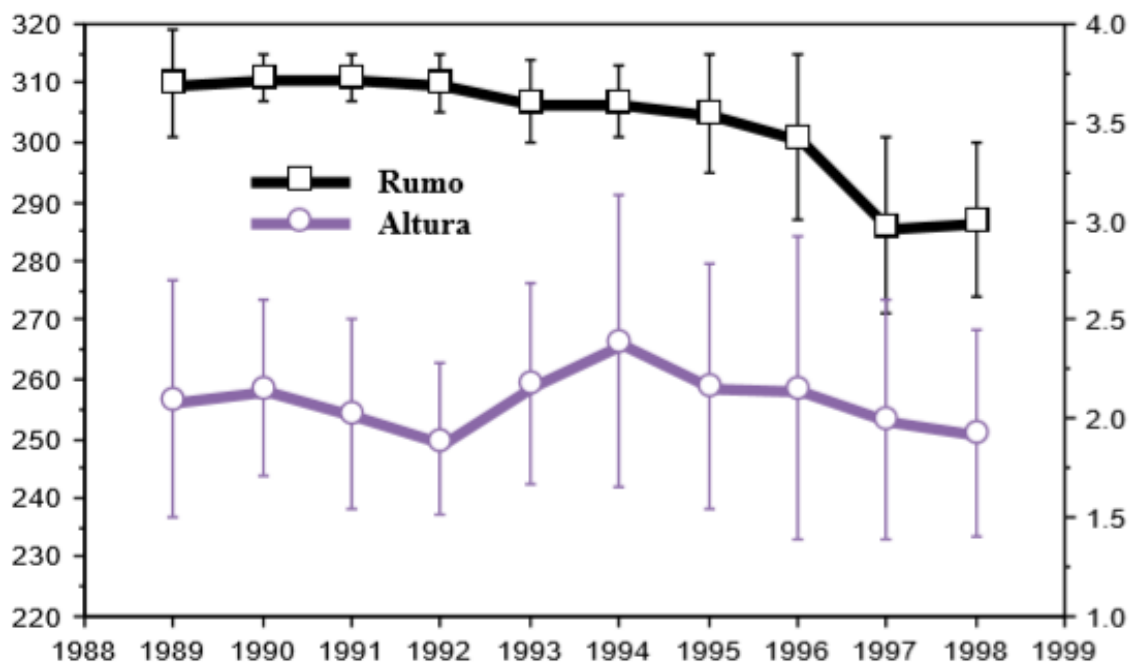


Fig. 51 – Evolução de 1989-1998 das médias anuais do rumo e altura da ondulação obtidas a partir das previsões diárias do Instituto de Meteorologia, relativos à costa centro-ocidental portuguesa (a norte do Cabo Carvoeiro) (Cunha, 1999).

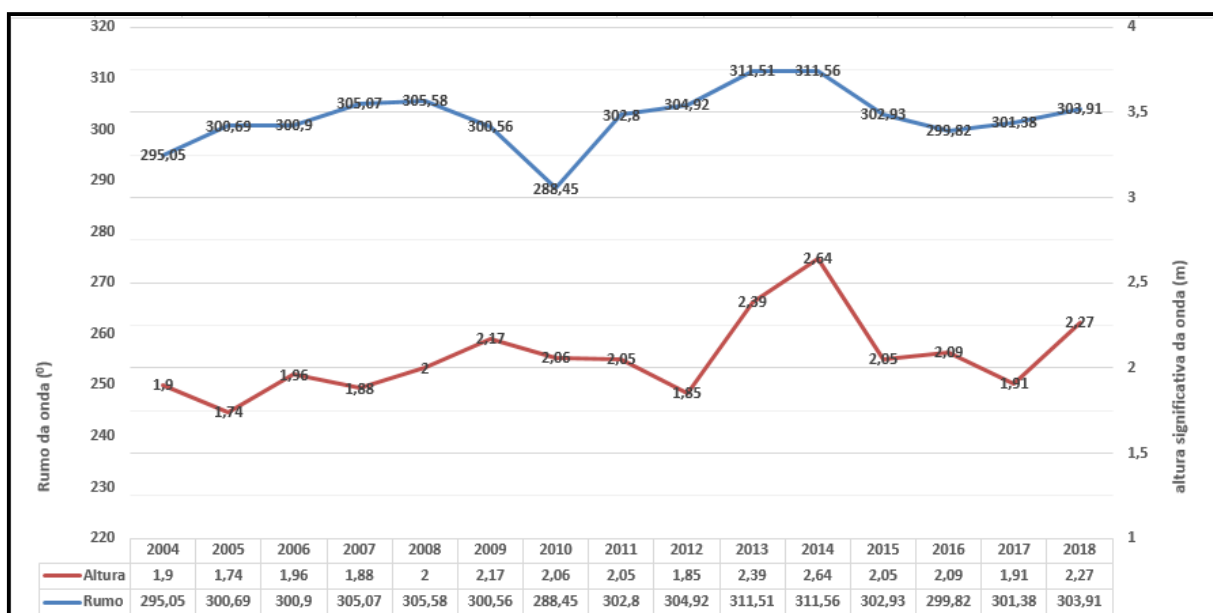


Fig. 51a – Evolução de 2004/2018, das médias anuais do rumo e altura da ondulação (anexo 71).

4.2 – Praias de Buarcos e da Figueira da Foz: Análise de perfis topográficos transversais de praia

Atendendo ao facto de que os molhes, na embocadura do Mondego, estavam voltados à ondulação predominante, de oeste, entre junho de 2008 e agosto de 2010 o molhe norte foi prolongado cerca de 400 m, com uma curvatura para SW (fig. 52).



Fig. 52 - Molhes na embocadura do rio Mondego após intervenção – 2008/2010. (extraída de relatório cedido pelo Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, I. P.).

O objetivo foi impedir que a ondulação se propagasse para o interior do porto, pondo em risco as embarcações fundeadas e em trânsito. Outra finalidade deste prolongamento foi impossibilitar que parte dos sedimentos em deriva para sul entrassem no porto e o assoreassem. Esta intervenção deu origem, em parte, à interrupção da deriva litoral com a consequente deposição de sedimentos a norte e erosão a sul.

Com o objetivo de analisar o comportamento da linha de costa, após esta intervenção, passámos a efetuar perfis topográficos transversais de praia, em período de baixa-mar de maré viva, com o nível do mar até aos 50 cm acima do zero hidrográfico.

De 2010 a 2014 foram realizados 15 perfis em cada um dos três transectos que seleccionámos (fig. 10), de Buarcos ao molhe norte. Em setembro de 2015, janeiro de 2017, fevereiro de 2018 e janeiro de 2019 voltámos a repetir esses perfis. O transecto mais setentrional situava-se em Buarcos, 1.850 m a norte do molhe norte do Mondego, defronte do parque de estacionamento onde se encontrava um farolim (desativado em 2011). O perfil (ponto fixo) era iniciado

a 190,10 m da saída do parque de estacionamento para o areal (fig. 53 e 54). Quando iniciámos os perfis (outubro de 2010) a costa, defronte do transecto, tinha uma orientação de cerca de 320°.

Mais a sul, a cerca de 850 m a norte do molhe norte, defronte da ribeira do Galante, local também conhecido por Oásis, localizava-se o segundo transecto. O perfil (ponto fixo) era iniciado a 371,40 m da avenida marginal (fig. 55 e 56). Quando iniciámos os perfis (outubro de 2010) a costa, defronte do transecto, tinha uma orientação de cerca de 351°.

Seguiu-se, para sul, o terceiro transecto localizado a cerca de 400 m a norte do molhe norte, defronte do poste de suporte da bola de Nívea. O perfil (ponto fixo) era iniciado a 100 m a ocidente deste poste, a 414 m da avenida marginal (fig. 57 e 58). Quando iniciámos os perfis (outubro de 2010) a costa, defronte do transecto, tinha uma orientação de cerca de 360°.

A análise da variação dos perfis topográficos e da variação da área das secções transversais abaixo dos mesmos foi confrontada com as variáveis da ondulação (altura significativa, período e rumo) que se fizeram sentir no intervalo dos mesmos e nas médias diárias, mensais e anuais que se tinham verificado, desde 2004.

A análise do rumo da onda torna-se mais difícil porque o Cabo Mondego e as rochas que afloram ao largo, para sul até Buarcos, provocam a refração da onda alterando-lhe a direcção. Na análise feita a partir da imagem do Google Earth de 03/08/2015 verifica-se que em relação ao rumo médio previsto (292,50°, anexo 54) ao largo de Buarcos, o rumo da onda sofreu uma alteração maior do que para sul (norte do molhe norte, fig. 59).

Na análise dos perfis topográficos transversais de praia, realizados de outubro de 2010 a janeiro de 2019, verificou-se que todas as praias sofreram acreção. No entanto, esta acreção não foi igual nas três praias e houve até períodos em que se verificou erosão.

A praia de Buarcos, em 3.025 dias, teve uma acreção total de 44 m (0,436 m/mês), a que corresponde um acréscimo da área da secção transversal abaixo dos perfis de 342 m² (3,392 m²/mês), fig. 54.

A praia, defronte da ribeira do Galante/Oásis, em 3.025 dias, teve uma acreção total de 142 m (1,408 m/mês), a que corresponde um acréscimo da área da secção transversal abaixo dos perfis de 973 m² (9,650 m²/mês), fig. 56.

A praia, defronte da Bola de Nívea, teve uma acreção total de 168 m (1,724 m/mês), a que corresponde um acréscimo da área da secção transversal abaixo dos perfis de 1.083 m² (11,115 m²/mês), fig. 58. Como no intervalo entre a realização do primeiro perfil (10/10/2010) e o segundo (20/01/2011) houve um recuo da praia, estes valores referem-se à acreção a partir do segundo, em 2.923 dias. Consideramos que estes valores de acreção, maiores nas praias mais próximas do molhe norte, são normais. Face ao avanço do ponto fixo (cabeça do molhe) verificou-se um realinhamento da praia.

Inicialmente (entre 10/10/2010 e 20/01/2011), a praia de Buarcos foi a que teve maior acreção (50 m), seguida da praia defronte da ribeira do Galante/Oásis (28 m), enquanto que a praia mais a sul, defronte da bola de Nívea, teve um recuo de 14 m. As médias das variáveis da ondulação: altura significativa, período e rumo que se fizeram sentir neste período (de 10/10/2010 e 20/01/2011), respetivamente 2,34 m, 10,91 s e 286,83° (sem ter em conta a refração) não justificam estes valores. Mas se analisarmos os fenómenos extremos ocorridos podemos encontrar a justificação: altura significativa da onda - verificaram-se 5 dias com média superior a 4 m, 2 dias com média superior a 5 m e 2 dias com média superior a 6 m; período da onda – verificaram-se 23 dias com média superior a 11 s, 14 dias com média superior a 12 s, 7 dias com média superior a 13 s, 7 dias com média superior a 14 s e 4 dias superior a 15 s; rumos da onda – verificaram-se 31 dias com rumo médio superior a 300° (média de 305,93°), mas ocorreram 4 dias com rumo médio superior a 320° e 2 dias com rumo médio superior a 330° (anexos 35-36).

O facto da praia mais a norte (Buarcos) ter maior acreção e da praia mais a sul (defronte da bola de Nívea) ter recuado poderá dever-se ao facto do prolongamento do molhe norte ter ocorrido há, relativamente, pouco tempo (concluído em agosto de 2010). O realinhamento das praias a norte do molhe estava a iniciar-se, começando a fazer-se sentir de barlar para sotamar (de norte para sul). O prisma de acreção iniciou-se em Buarcos.

Outra situação que contrariou os valores médios que se tinham vindo a verificar, desde que iniciámos a monitorização da praia a norte do molhe norte, foi a redução do aumento das praias defronte da ribeira do Galante/Oásis e da bola de Nívea entre 09/09/2014 e 30/09/2015 (fig. 56 e 58) e que nos levou a admitir que se estava a verificar a estabilização da praia a norte do molhe norte

(André *et al.*, 2016). Defronte da ribeira do Galante/Oásis a praia que tinha crescido até 09/09/2014, em média 2,182 m/mês, neste período (09/09/2014 a 30/09/2015) cresceu apenas 0,156 m/mês. Defronte da bola de Nívea a praia que tinha crescido, de 20/01/2011 (data da realização do segundo perfil) em média 2,573 m/mês, no período de 09/09/2014 a 30/09/2015 cresceu apenas 0,779 m/mês. Em relação à área das secções transversais abaixo dos perfis a redução não foi tão significativa. No mesmo período (de 09/09/2014 a 30/09/2015), na praia defronte da ribeira do Galante, passou de 13,089 m²/mês para 7,481 m²/mês, na praia defronte da bola de Nívea passou de 16,591 m²/mês para 7,325 m²/mês.

Esta redução significativa no crescimento das praias de 09/09/2014 a 30/09/2015 (ribeira do Galante e bola de Nívea), mantendo o aumento (mesmo a um ritmo menor) das áreas das secções transversais não é explicada pelo valor médio da altura significativa da onda nesse período (2,15 m), pois está pouco acima da média de 2004 – 2018 (2,06 m). Já o período da onda nesse intervalo de tempo (09/09/2014 a 30/09/2015) foi de 11,28 s, bastante acima da média 2004 – 2018 (10,65 s). Também os fenómenos extremos do período da onda foram significativos; registaram-se 53 dias com média igual ou superior a 11 s; 55 dias com média igual ou superior a 12 s; 42 dias com média igual ou superior a 13 s; 36 dias com média igual ou superior a 14 s; 16 dias com média igual ou superior a 15 s; 7 dias com média igual ou superior a 16 s e 1 dia com média igual ou superior a 19 s (o maior valor nos quinze anos de registos), anexos 50-54. O período da onda elevado é mais energético, transportando e depositando maior quantidade de sedimentos mais para o interior, normalmente, aumenta a cota da praia na zona intermareal, como é perceptível ao comparar os perfis realizados em 30/09/2015 com os realizados em 09/09/2014 (fig. 56 e 58).

Na análise da evolução das praias (Buarcos, ribeira do Galante/Oásis e bola de Nívea), entre a realização dos perfis de 30/09/2015 a 14/01/2017, verificámos que:

- Buarcos teve um prolongamento de 56 m (3,559 m/mês) a que correspondeu um aumento da secção transversal abaixo do perfil de 268 m² (17,034 m²/mês);

- Ribeira do Galante/Oásis teve um prolongamento de 30 m (1,907m/mês) a que correspondeu um aumento da secção transversal abaixo do perfil de 33 m² (2,097 m²/mês);

- Bola de Nívea teve um prolongamento de 30 m (1,907m/mês) a que correspondeu um aumento da secção transversal abaixo do perfil de 80 m² (5,085 m²/mês).

Verificou-se que as praias de Buarcos, ribeira do Galante/Oásis e bola de Nívea (entre os perfis de 30/09/2015 a 14/01/2017) continuaram a crescer, com maior destaque para a primeira (Buarcos) que em média (perfis e secção transversal) cresceu o triplo da média geral (de 10/10/2010 a 14/01/2017), fig. 54. Nas praias da ribeira do Galante/Oásis e bola de Nívea o crescimento da área das secções transversais abaixo dos perfis não acompanhou o aumento da praia. Situação que é visível na análise do perfil de 14/01/2017 (fig. 56 e 58). As Praias, na parte mais ocidental do transecto, crescem em extensão mas diminuem em cota.

A média das variáveis da ondulação neste período (de 30/09/2015 a 14/01/2017), anexos 54-60, em relação às médias que se verificaram desde 2004 (anexo 71) é: altura significativa + 0,08 m; período da onda + 0,76 s: rumo menos rodado para norte cerca de 4°.

Parece-nos que a variável da ondulação que mais poderá ter contribuído para o comportamento das praias neste período (de 30/09/2015 a 14/01/2017) foi o facto do rumo estar menos rodado para norte. Diminuiu a quantidade de sedimentos que transpuseram o molhe norte para sul. Durante este intervalo de tempo registaram-se poucos fenómenos extremos do período da onda (20 dias com média entre 15 s e 16 s).

Em 03/02/2018 voltámos a repetir os perfis em Buarcos, na ribeira do Galante/Oásis e na bola de Nívea: em Buarcos a praia, em relação ao perfil anterior (realizado em 14/01/2017) diminuiu 20 m e a área da secção transversal abaixo do perfil diminuiu 70 m² (fig. 54); defronte da ribeira do Galante/Oásis a praia, em relação ao perfil anterior, diminuiu 2 m, mas a área da secção transversal abaixo do perfil aumentou 128 m² (fig. 56); defronte da bola de Nívea a praia, em relação ao perfil anterior, aumentou 2 m, mas a área da secção transversal abaixo do perfil aumentou 127 m² (fig. 58).

A alteração verificada no perfil realizado em Buarcos que recuou relativamente ao anterior, diminuindo também a área da secção transversal, não poderá ser explicada pelos valores médios da ondulação que se verificaram durante o ano de 2017 (altura significativa 1,91 m, período 11,14 s e rumo 301,38°, anexo 71). Os valores médios da ondulação em 2016 e relativos ao perfil anterior (realizado em 14/01/2017) que avançou 56 m são muito semelhantes (altura significativa 2,09 m, período 11,10 s e rumo 299,82°, anexo 71). No entanto verificaram-se durante o intervalo entre os perfis (de 14/01/2017 a 03/02/2018) 134 dias com média do rumo da onda igual ou superior a 315° (média 323,81°), este facto poderá estar na origem do fenómeno erosivo que se verificou em Buarcos neste período.

Em relação à variação das praias defronte da ribeira do Galante/Oásis e da bola Nívea (03/02/2018) verificou-se uma estabilização da largura da praia relativamente ao perfil anterior (14/01/2017), admitindo-se inicialmente (e mais uma vez) que a praia tinha atingido o perfil de equilíbrio, relativamente ao prolongamento do molhe norte. No entanto, como a área das secções transversais abaixo dos perfis continuou a aumentar, respetivamente 128 m² e 127 m² procurou-se a explicação nas variáveis da ondulação:

- as médias que se verificaram durante 2017 já referidas (altura significativa 1,91 m, período 11,14 s e rumo 301,38°) foram normais em relação às médias 2004 – 2018 (respetivamente 2,06 m, 10,65 s e 302,34°). No entanto, no intervalo de tempo considerado (14/01/2017 a 03/02/2018) verificaram-se: 19 dias com média da altura significativa da onda igual ou superior a 4 m, dos quais 3 foram iguais ou superiores a 5 m e 3 foram iguais ou superiores a 6 m; 23 dias com média do período da onda igual ou superior a 15 s, dos quais 10 dias foram iguais ou superiores a 16 s, 5 dias foram iguais ou superiores a 17 s e 1 dia foi igual ou superior a 18 s. Estes valores poderão justificar a continuação do aumento da área da secção transversal abaixo dos perfis, nomeadamente da cota, na parte mais ocidental (fig. 56 e 58). Como já se referiu, também se fizeram sentir durante o mesmo período de tempo, 134 dias com média do rumo da onda igual ou superior a 315° (média 323,81°). Esta maior rotação para norte do rumo da onda deverá ter contribuído para maior erosão da faixa mais ocidental da praia, não permitindo o seu prolongamento, levando parte dos sedimentos a transpor o molhe norte.

Como em 2017 as praias defronte da ribeira do Galante/Oásis e da bola de Nívea não cresceram em largura, a acreção fez-se sentir apenas no aumento da cota na zona intermareal (perfil realizado em 03/02/2018, fig. 56 e 58), havia todo o interesse em verificar se tinha havido estabilização das mesmas (praias) face ao prolongamento do molhe. Assim em 21/01/2019 voltámos a repetir os perfis nas praias defronte da ribeira do Galante/Oásis, da bola de Nívea e de Buarcos (esta tinha sofrido um recuo significativo em 2017, fig. 54).

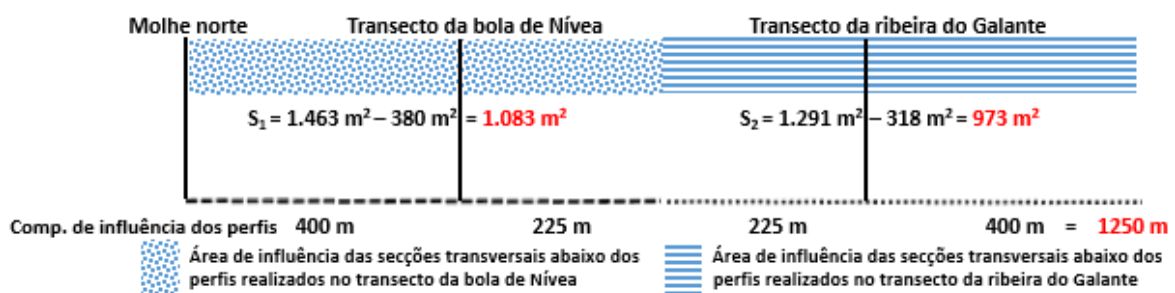
Verificou-se que em 2018 a praia defronte de Buarcos continuou a recuar (20 m, fig. 54), nas praias defronte da ribeira do Galante/Oásis e da bola de Nívea houve acreção que provocou o aumento das praias emersas de, respetivamente, 8 m e de 12 m (fig. 56 e 58). Relativamente à área da secção transversal abaixo dos perfis: em Buarcos verificou-se uma redução de 88 m², defronte da ribeira do Galante/Oásis houve um aumento de 92 m²; defronte da bola de Nívea o aumento foi de 47 m². Para tentar compreender estes valores procedeu-se à análise das variáveis da ondulação (altura significativa da onda, período e rumo) que ocorreram em 2018.

A média da altura significativa da onda e do período tiveram em 2018 um aumento substancial, relativamente ao ano anterior estiveram também acima da média que se verificou desde 2004 (anexo 71). O período da onda teve em 2018 o maior valor médio nos quinze anos de registo (2004 – 2018). Este facto por si só provoca maior erosão nas praias. A rotação para norte de 2,53° do rumo médio da onda em relação a 2017 (1,57° em relação à média desde 2004, anexo 71) deveria ter dado origem a que ocorresse um acréscimo de sedimentos em progressão para sotamar (sul) pela deriva litoral. Daí que tivesse havido retrogradação na praia de Buarcos (fig. 54) e progradação nas praias a sul, imediatamente a norte do molhe norte (bola de Nívea e ribeira do Galante/Oásis, fig. 56 e 58). Aqui, porque a praia ainda não atingiu o perfil de equilíbrio parte dos sedimentos continuam a ser retidos, pelo prolongamento do molhe norte, na sua movimentação para sul.

A área da secção transversal abaixo dos perfis teve um crescimento em 2018 maior na ribeira do Galante/Oásis do que na bola de Nívea. Verifica-se que os sedimentos se depositaram menos na parte ocidental do perfil da bola de Nívea, relativamente ao da ribeira do Galante/Oásis (fig. 56 e 58), facto que poderá estar relacionado com a refração/reflexão provocado pelo molhe norte (o

transecto onde foi realizado o perfil da bola de Nívea está mais próximo do molhe do que o da ribeira do Galante/Oásis).

Para fazer uma estimativa do aumento do volume de sedimentos, durante o período de monitorização (de 10/10/2010 a 21/01/2019), nos 1.250 m a norte do molhe norte, na praia emersa, utilizámos os perfis da bola de Nívea e da ribeira do Galante/Oásis. Multiplicámos a diferença máxima da área das secções transversais abaixo dos perfis realizados nestas praias pelo respetivo comprimento de influência (bola de Nívea 400 m a sul do transecto + 225 m a norte do transecto; ribeira do Galante 225 m a sul do transecto + 400 m a norte do transecto).



$$V = (S_1 + S_2) \times C/2$$

$$V = \text{volume (m}^3\text{)};$$

S_1 = diferença da área da secção transversal abaixo do último perfil, 21/01/2019, em relação à do segundo (não do primeiro porque houve erosão entre a realização do primeiro e do segundo perfil), 21/03/2011 ($1.463 \text{ m}^2 - 380 \text{ m}^2 = 1.083 \text{ m}^2$) (bola de Nívea);

S_2 = diferença da área da secção transversal abaixo do último perfil, 21/01/2019, em relação à do primeiro, 10/10/2010 ($1.291 \text{ m}^2 - 318 \text{ m}^2 = 973 \text{ m}^2$) (ribeira do Galante/Oásis);

C = comprimento de praia considerado (1.250 m).

$$V = (1.083 + 973) \times 1.250/2 = 1.285.000 \text{ m}^3$$

Este valor de acreção ($1.285.000 \text{ m}^3$), obtido de 10 de outubro de 2010 a 21 de janeiro de 2019 (3.025 dias), corresponde a $155.050 \text{ m}^3/\text{ano}$, sendo inferior à quantidade de sedimentos em deriva que, segundo vários autores, transpõem o Cabo Mondego. Vicente (1990, p. 165) refere $1,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ em ano médio; Dias *et al.* (1994) indicam um valor superior a $10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ e Teixeira (2006) menciona

10⁶ m³/ano. Porém, o valor por nós obtido encontra-se mais próximo do referido por Cunha *et al.* (1995, p. 108), 550.000 m³/ano, admitindo que, “devido essencialmente a ações antrópicas, o fornecimento de areias por deriva litoral para a zona Aveiro - Cabo Mondego deverá ser atualmente muito pequeno”.

Refira-se que os valores obtidos de acreção (1.285.000 m³) correspondem à acreção da praia emersa em baixa-mar de maré viva (até aos 50 cm acima do zero hidrográfico) e apenas nos 1.250 m a norte do molhe norte. O enchimento da praia verificou-se por mais 850 m para norte (até às imediações do Forte de Buarcos). Mais a norte, porque a costa muda de orientação, com direção próxima do NW-SE, não há alterações da praia provocadas, diretamente, pelo prolongamento do molhe norte.

Se extrapolarmos a maior diferença do comprimento dos perfis realizados no transecto 2 (bola de Nívea) 168 m e no transecto 3 (ribeira do Galante/Oásis) 142 m para o comprimento de influência dos dois perfis de praia (1.250 m), verifica-se um acréscimo da praia emersa, em baixa-mar de maré viva, durante o período em análise, de 193.750 m²:

$$A = (P_1 \times I_1) + (P_2 \times I_2)$$

A = área (m²)

P₁ = maior diferença do comprimento dos perfis da bola de Nívea

P₂ = maior diferença do comprimento dos perfis da ribeira do Galante/Oásis

I₁ = comprimento de influência dos perfis da bola de Nívea

I₂ = comprimento de influência dos perfis da ribeira do galante/Oásis

$$A = (168 \times 625) + (142 \times 625) = 193.750 \text{ m}^2$$

Com base no prolongamento do ponto fixo (nova cabeça do molhe), em relação à perpendicular da linha de costa, prevemos que a estabilização da praia se verifique quando tiver atingido, junto do molhe norte, um prolongamento de 260 m. Teixeira (2006, p. 6) considera três cenários possíveis, no cenário A considera os mesmos valores “Tendo presente a evolução no passado, admite-se que a praia sofrerá um alargamento, junto do molhe, igual à projecção, sobre a normal ao alinhamento da praia, do prolongamento de 400 m. Levando em

conta a orientação actual da linha litoral a norte e a sul dos molhes, atribuiu-se a orientação N-5°-E à linha da praia na vizinhança do prolongamento; resulta então um alargamento esperado da ordem de 260 m, naquela posição”. Este autor, tendo por base o trabalho de Vicente (1990) que considerou o processo de enchimento da praia a norte do molhe norte terminado em 1980, 15 anos após a conclusão dos molhes, admitiu que “...a capacidade de acumulação criada pelo esgotamento do molhe norte poderá estar “próxima” do esgotamento ao cabo de 12 anos”. Para estas projeções Teixeira considerou que o caudal sedimentar entrado em Buarcos é de $10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$.



Fig. 53 – Praia de Buarcos, —————> localização geográfica do transecto onde foram realizados os perfis topográficos transversais.

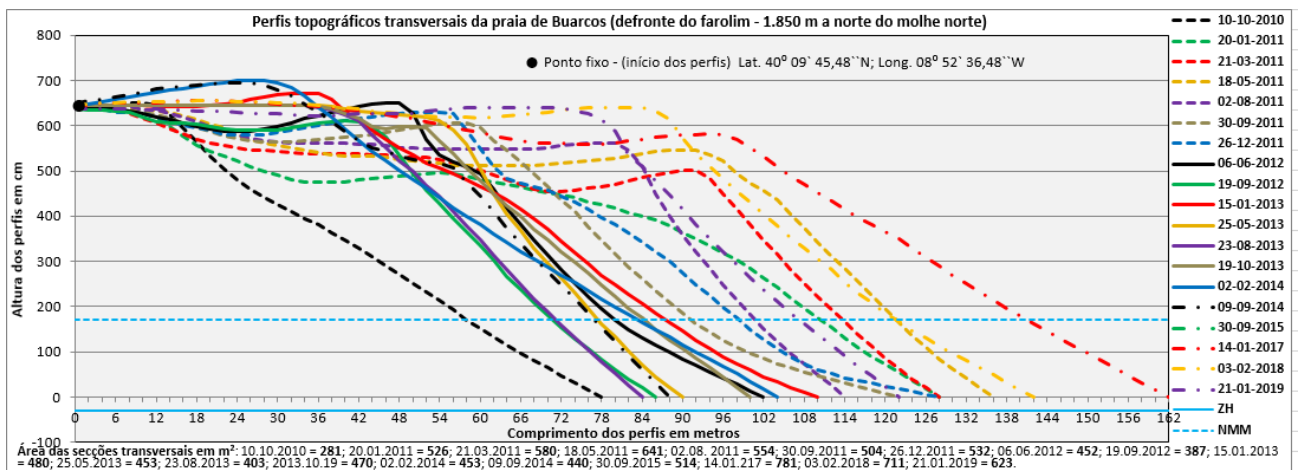


Fig. 54 – Perfis topográficos transversais da praia de Buarcos.



Fig. 55 – Praia da Figueira da Foz (defronte da ribeira do Galante/Oásis), —> localização geográfica do transecto onde foram realizados os perfis topográficos transversais.

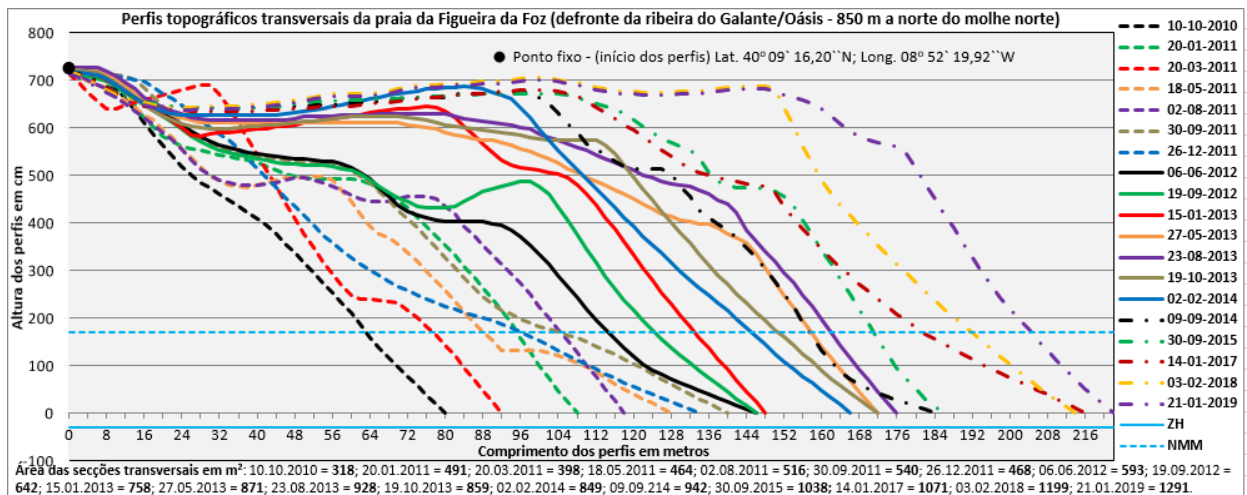


Fig. 56 – Perfis topográficos transversais da praia da Figueira da Foz (defronte da ribeira do Galante/Oásis).



Fig. 57 - Praia da Figueira da Foz (defronte da bola de Nívea), → localização geográfica do transecto onde foram realizados os perfis topográficos transversais.

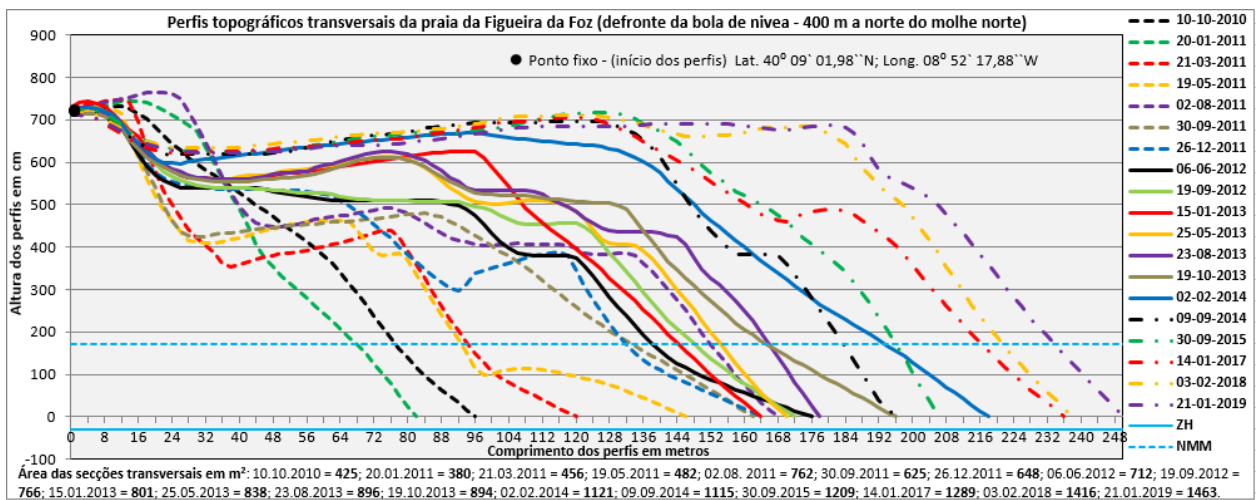


Fig. 58 - Perfis topográficos transversais da praia da Figueira da Foz (defronte da bola de Nívea).

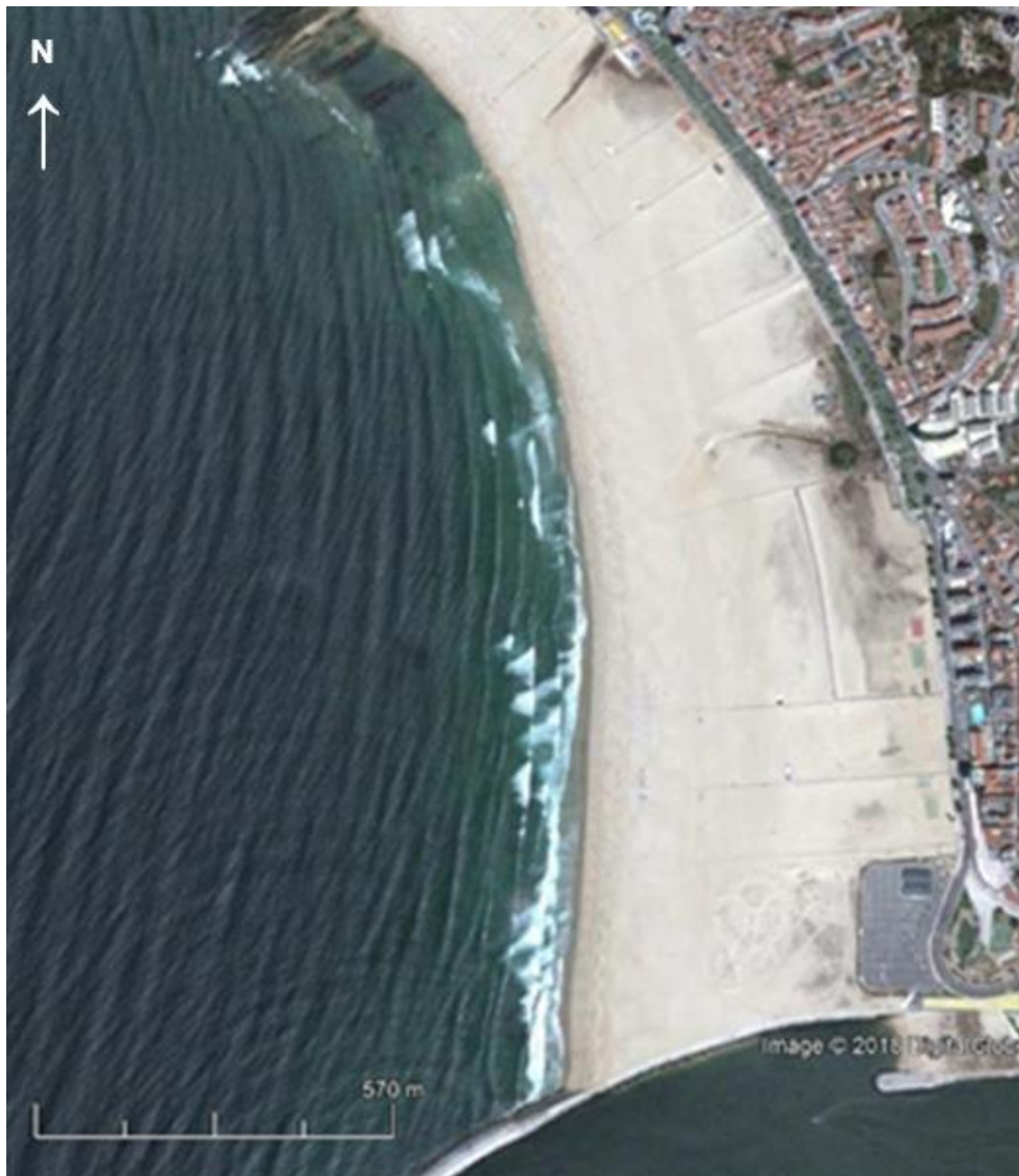


Fig. 59 – Troço costeiro Buarcos/Molhe norte da embocadura do rio Mondego (imagem do Google Earth de 2015/08/03).

4.3 – Praias a sul do rio Mondego: Análise de perfis topográficos transversais de praia (relação entre os fatores físicos e a movimentação da linha de costa)

A acreção que se verificou a norte do molhe norte, nas praias de Buarcos e Figueira da Foz, teve reflexos a sul onde se verificou um déficit sedimentar generalizado, mais acentuado a sotamar dos obstáculos naturais e antrópicos

(promontórios, esporões e molhes), dando origem à erosão do cordão dunar frontal longilitoral, de arribas e, nalguns casos, provocou galgamentos e até destruição de edificações.

Também, para quantificar a erosão/avanço do mar monitorizámos a costa, desde a embocadura do rio Mondego (praia da Cova/Gala) até S. Pedro de Moel, com perfis topográficos que realizámos a partir de setembro de 2010, em dezassete transectos (fig. 10).

Na praia da Cova/Gala, a sul do campo de esporões (transecto 4, fig. 10), antes do prolongamento do molhe o recuo erosivo do cordão dunar frontal era elevado. Depois do prolongamento e até ao início do verão de 2012 o comprimento da praia e a área das secções transversais abaixo dos perfis ia sofrendo pequenas variações (fig. 60). No perfil realizado em 05/06/2012 tinha-se verificado (desde 09/10/2010) um recuo da praia de 8 m (de 160 m para 152 m), na área das secções transversais abaixo dos perfis ocorreu uma oscilação de 1 m² (de 802 m² para 803 m²). O perfil realizado em 19/09/2012 já revela uma perda significativa de sedimentos, a área das secções transversais abaixo dos perfis reduziu de 803 m² em 05/06/2012, para 722 m² em 19/09/2012. O cordão dunar frontal começa a ficar talhado em arriba erosiva. No perfil realizado em 07/10/2013 (fig. 60) pode documentar-se um recuo da praia e a continuação da erosão da base do flanco ocidental do cordão dunar frontal. Os perfis seguintes (03/02/2014, 04/03/2014 e 14/08/2014) mostram a erosão total do cordão dunar; de outubro de 2013 a agosto de 2014 verificou-se um recuo/destruição de 29 m e a área das secções transversais abaixo dos perfis reduziu de 641 m² para 287 m².

Com a erosão do cordão dunar frontal longilitoral verificam-se galgamentos oceânicos (fot. 42) que chegam aos 200 metros para o interior; o braço sul do Mondego está a cerca de 1.100 m e a diferença de cota é praticamente nula.

A povoação da Cova/Gala, onde se localiza o hospital distrital da Figueira da Foz, corria o risco de se transformar numa ilha; a norte fica o rio Mondego, a nascente tem o braço sul do mesmo rio, a poente o oceano e a sul, se nada fosse feito, passaria a ter a ligação do oceano ao braço sul (fig. 61). Se esta ligação se verificasse a entrada de água do mar, com maior salinidade, iria alterar o ecossistema na zona com a salinização de solos com potencialidades agrícolas e a destruição de pisciculturas e de saliculturas.

Em 2015, para substituir o cordão dunar frontal longitudinal erodido foi colocado na antepraia um cordão arenoso com cerca 460 m de extensão (que fica 100 m a sul do esporão localizado mais a sul até ao caminho de acesso ao parque de campismo do Orbitur). Em 2017, este cordão arenoso estava, praticamente, erodido só a parte mais a sul ainda se mantinha (fot. 43), mas a cerca de 100 m mais a sul verificavam-se galgamentos oceânicos para a mata adjacente (fot. 44).

Em 2018/2019 procedeu-se a nova intervenção na praia da Cova/Gala a sul do campo de esporões. Para substituir o cordão arenoso antrópico, já erodido, foram colocados na praia alta sacos de material têxtil, cheios de areia retirada da zona intermareal, posteriormente foram cobertos por areia repulsada do largo (fot. 45). Em novembro, devido à erosão, parte dos sacos já estavam à vista (fot. 46).

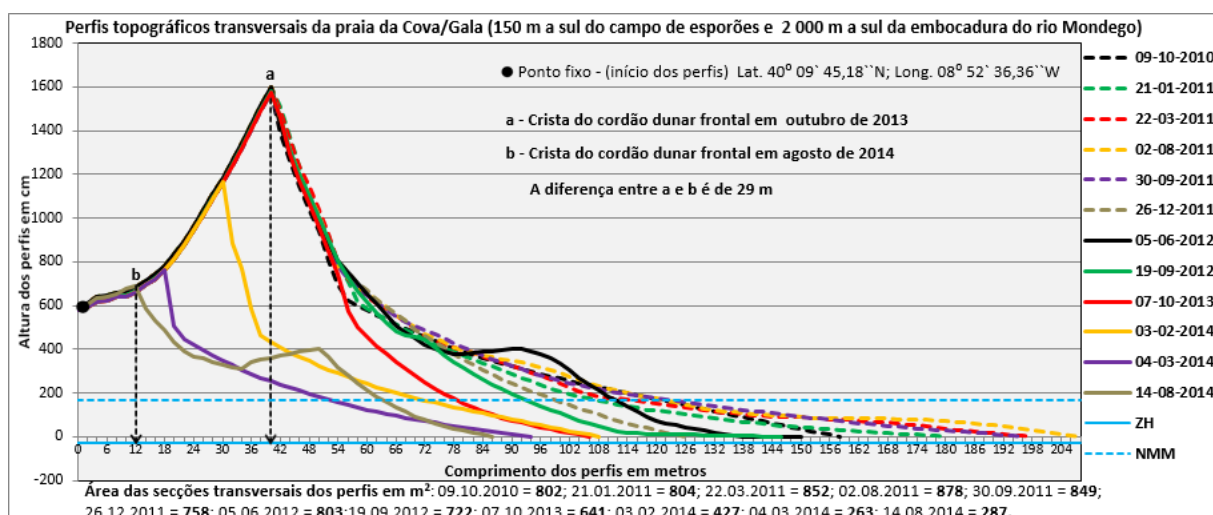


Fig. 60 – Perfis topográficos transversais da praia da Cova/Gala (150 m a sul do campo de esporões).



Fot. 42 - Cova/Gala a sul do campo de esporões (março de 2014), destruição do cordão dunar e vestígios de galgamentos oceânicos.

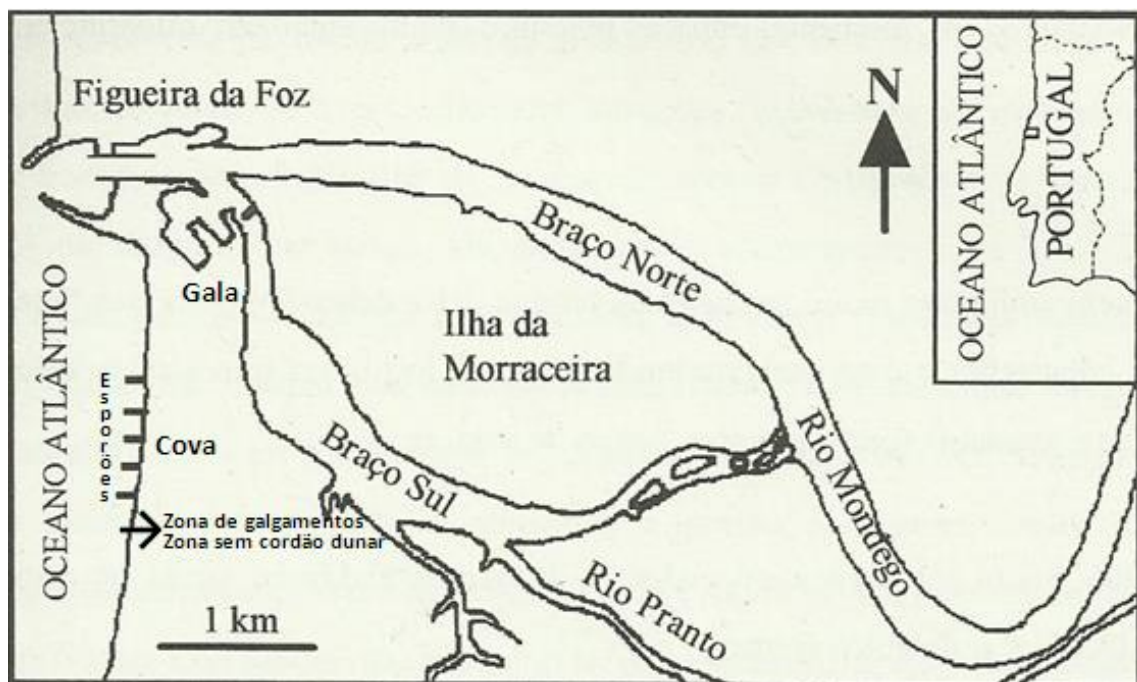


Fig. 61 - Esquema de Localização da povoação da Cova/Gala.



Fot. 43 – Cordão arenoso colocado em 2015 a sul do campo de esporões da Cova/Gala.



Fot. 44 – A cerca de 100 m a sul do cordão arenoso, vestígios de galgamentos oceânicos.



Fot. 45 – Novo cordão arenoso (2018/2019) a sul do campo de esporões da Cova/Gala. Os sacos de geotêxtil estão a ser cobertos de areia (junho de 2019).



Fot. 46 – Cordão arenoso colocado no verão de 2019 a sul do campo de esporões da Cova/Gala (novembro de 2019).

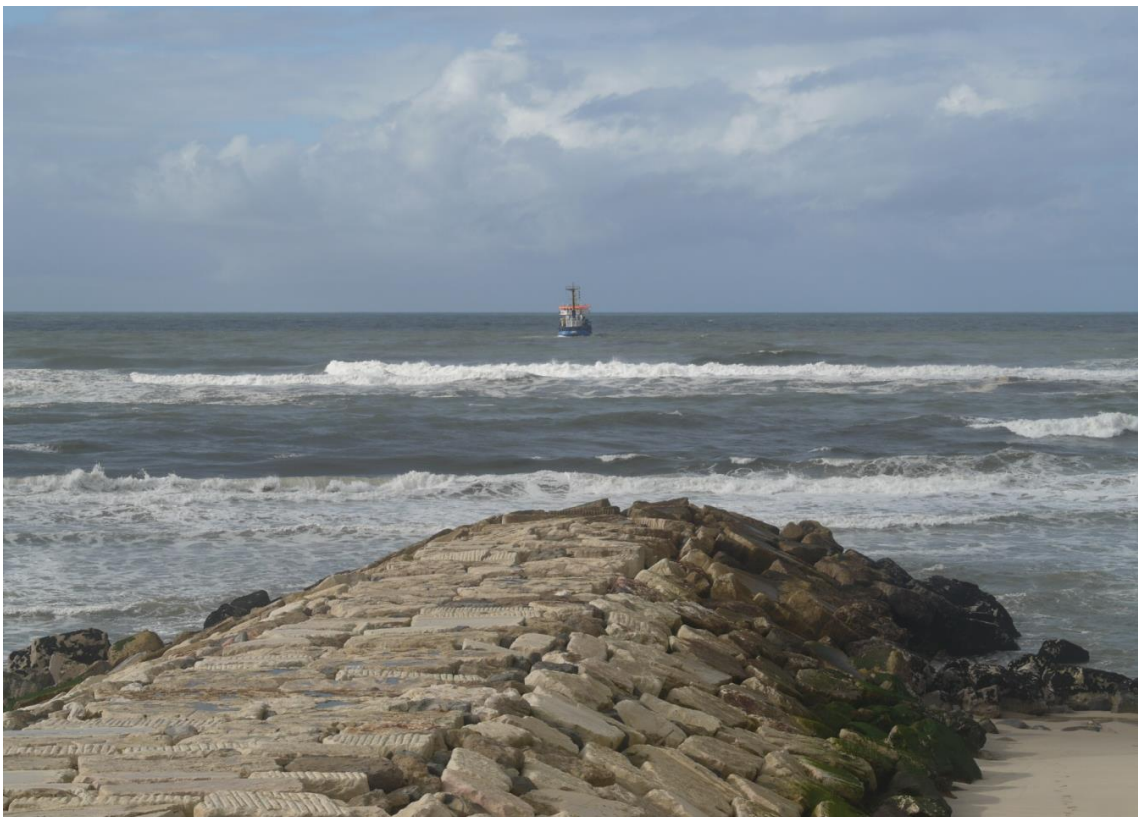
A razão pela qual a praia da Cova/Gala, desde o prolongamento do molhe norte até final de 2012, não tivesse sofrido erosão e em 2013 e 2014 fosse elevada, a ponto de destruir o cordão dunar frontal seguido de galgamentos oceânicos, poderá dever-se à ondulação:

- em 2010, 2011 e 2012, a média da altura significativa da onda foi de 1,99 m, a média do período da onda foi de 10,33 s, a média do rumo da onda foi de 298,72°;

- em 2013 e 2014, a média da altura significativa da onda foi de 2,52 m, a média do período da onda foi de 11,03 s, a média do rumo da onda foi de 311,54° (+ 12,82° rodada para norte do que a média de 2010, 2011 e 2012);

- os fenómenos extremos da ondulação ocorridos em 2013 e, principalmente, em 2014 (fig. 45 e 49) justificam também a maior erosão que se verificou neste período.

Outro facto que está na base da estabilização da praia da Cova/Gala até final de 2012 poderá estar relacionado com a alimentação artificial de sedimentos. André *et al.* (2014, p. 14) referem " As dragagens na embocadura do porto da Figueira da Foz e a largada desses sedimentos a sul, defronte do campo de esporões, foi interrompida há cerca de dois anos, o que, também, tem contribuído para o aumento do défice sedimentar nas praias a sul [...] A interrupção da largada de sedimentos defronte do campo de esporões da Cova/Gala poderá, também, estar na origem da recente erosão do cordão dunar frontal imediatamente a sul". Estas dragagens com deposição defronte do campo de esporões ocorreram, também, durante o prolongamento do molhe norte (fot. 47).



Fot. 47 – Draga de sucção a largar os sedimentos defronte do campo de esporões da Cova/Gala (18/02/2010).

Na praia da Costa de Lavos, 490 m a norte do esporão (transecto 5, fig. 10), como era expectável não se verificaram grandes alterações entre o comprimento do primeiro perfil (09/10/2010) e do último (13/08/2014). A mesma situação também ocorreu em relação à variação das áreas das secções transversais abaixo dos perfis (fig. 62). O esporão que se localiza imediatamente a sul (490 m) retém os sedimentos em deriva. No entanto, entre os dois primeiros perfis (09/10/2010 e 21/01/2011) verificou-se um recuo significativo (32 m). Neste intervalo de tempo as variáveis da ondulação (altura significativa e período) estiveram dentro das médias mensais e anuais, mas o rumo médio esteve menos rodado para norte (média 286,83°). Ocorreram 26 dias com ondas vindas do quadrante de SW (anexos 35-36), esta situação deveria ter originado que a deriva se fizesse sentir de sul para norte, provocando erosão a sotamar (norte do esporão), impedindo a alimentação sedimentar vinda de norte.

Entre 15/01/2013 e 27/05/2013 verificou-se outro recuo significativo (54 m) e uma redução da área da secção transversal abaixo do perfil de 502 m² para 350 m². Os dados médios das variáveis da ondulação (altura significativa, período e rumo) que se verificaram durante este período não justificam estes valores. Serão os fenómenos extremos que poderão estar na base desta alteração, nomeadamente, a rotação do rumo da onda mais para norte. A média do rumo da onda no período considerado (de 15/01/2013 a 27/05/2013) é de 304,38°, mas verificaram-se 3 dias com rumo médio igual ou superior a 310°, 11 dias com rumo médio igual ou superior a 315°, 4 dias com rumo médio igual ou superior a 320°, 4 dias com rumo médio igual ou superior a 325°, 8 dias com rumo médio igual ou superior a 330°, 17 dias com rumo médio igual ou superior a 335°, 1 dia com rumo médio igual ou superior a 340°, 3 dias com rumo médio igual ou superior a 350°, 1 dia com rumo médio igual ou superior a 355° e 3 dias com rumo médio igual a 360° (anexos 44-45). O rumo da onda, mais rodado para norte neste período, originou maior transporte de sedimentos para sul do que o aporte vindo de norte. No perfil realizado entre 19/09/2012 e 07/10/2013 no transecto, imediatamente, a norte (praia da Cova/Gala, fig. 60) já se tinha identificado perda de sedimentos (a praia recuou 40 m e a área da secção transversal abaixo do perfil diminuiu 81 m²).

A possibilidade do recuo da praia e da redução da área da secção dos perfis ter sido ocasionada por tempestades do quadrante sul, não se coloca

porque só se verificaram 4 dias com o rumo médio da ondulação desse quadrante, mas associados a altura e período pouco significativos (anexos 44-45).

Na praia onde foram realizados os perfis já não existe cordão dunar frontal longitudinal verifica-se uma subida suave nos perfis para nascente (fig. 62).

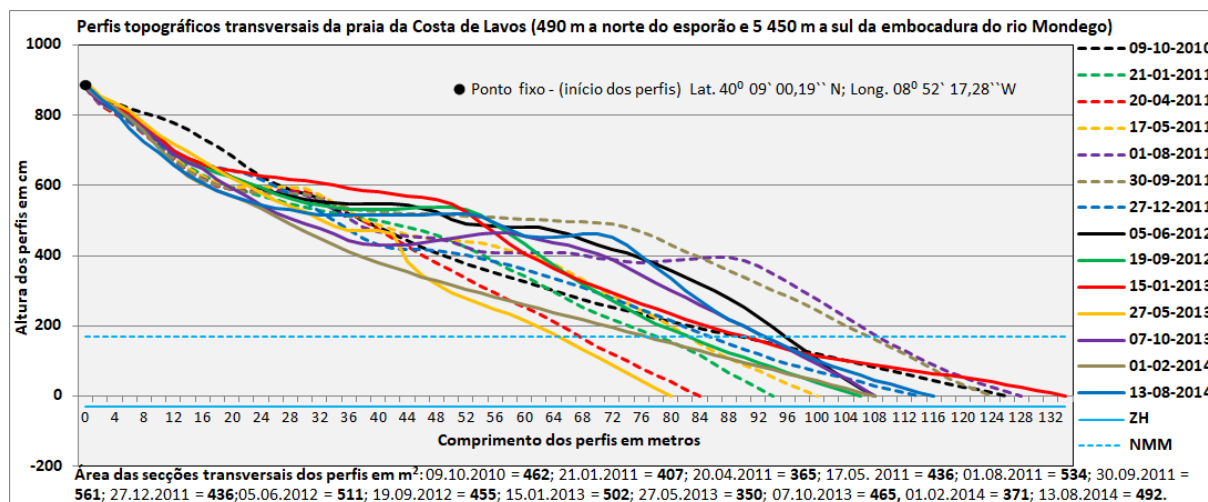


Fig. 62 – Perfis topográficos transversais da praia da Costa de Lavos (490 m a norte do esporão).

Os perfis realizados na Costa de Lavos 430 m a sul do esporão (transecto 6, fig. 10) mostram que a praia tem, na generalidade, vindo a diminuir (fig. 63). A exceção verifica-se entre os dois primeiros (de 09/09/2010 a 21/01/2011) com um avanço de 62 m. A rotação mais para ocidente do rumo da onda (média 286,83°) e a ocorrência de 26 dias com ondulação vinda do quadrante de SW (anexos 35-36) poderia ter provocado uma inversão da deriva (de sul para norte), verificando-se acreção a sul do esporão. Situação contrária ao que se verificou, no mesmo período, na praia a norte do esporão (transecto 5). Praticamente, todos os perfis apresentam degraus erosivos, assim como refletem um recuo do cordão dunar frontal que começa a ficar talhado em arriba erosiva (perfil de 17/05/2011) e acaba por sofrer um recuo máximo (perfil de 03/02/2014). A erosão deste cordão dunar continua ao longo do ano de 2014. Em 15 de maio de 2014 o flanco ocidental apresentava um declive acentuado (quase vertical), tendo-se formado na sua base um lago com cerca de 60 cm de profundidade e uma largura de 19,80 m que nos impediu de concluir o perfil.

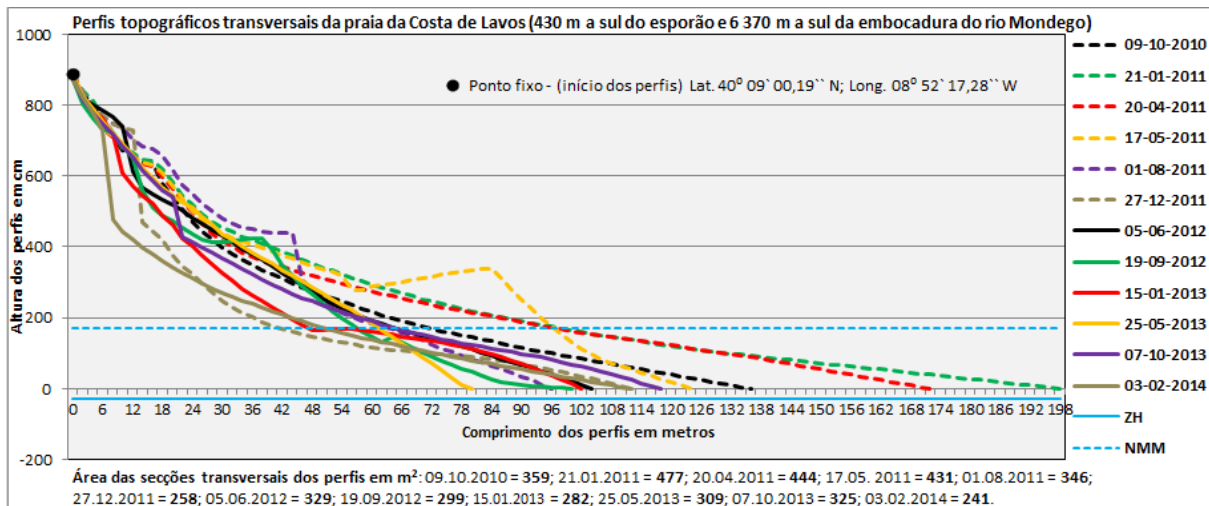


Fig. 63 – Perfis topográficos transversais da praia da Costa de Lavos (430 m a sul do esporão).

Na praia da Leirosa, 250 m a sul do esporão (transecto 7, fig. 10), durante o período de monitorização (de 09/10/2010 a 12/08/2014) é notória a erosão do cordão dunar frontal (fig. 64). Apenas entre os dois primeiros perfis (09/10/2010 e 21/01/2011) não se verificou erosão, a partir desta data o cordão dunar frontal longilitoral recua substancialmente. Esta evidência é maior no perfil realizado em 27/11/2011 e nos seguintes. O prolongamento do molhe norte do Mondego, que passou a interceptar os sedimentos, impedindo a sua progressão para sul e a interrupção das dragagens no porto e anteporto do Mondego e da sua largada a sul, defronte do campo de esporões da Cova/Gala, que já referimos, estará na origem deste défice sedimentar e da destruição do cordão dunar. Sobre esta erosão André *et al.* (2014, p. 7) referem: “De outubro de 2010 a fevereiro de 2014 foi de aproximadamente 20 m, correspondente a 6,6 m/ano. Em dezembro de 2011, porque o cordão dunar já tinha sido destruído e os galgamentos marinhos eram iminentes, pondo em risco habitações, foi colocado um cordão arenoso com cerca de 100 m de comprimento. Presentemente, devido à erosão que continua a verificar-se, este cordão está reduzido a cerca de metade”. Em cinco meses (de 17/09/2012 a 19/02/2013) o cordão arenoso sofreu um recuo erosivo de 6 m, a área das secções transversais abaixo dos perfis reduziram de 188 m² para 129 m² (fig. 65). Pela evolução do perfil é espectável que na parte superior e no flanco oriental deste cordão arenoso tenha atuado a erosão eólica.

Na análise dos perfis (fig. 64) conclui-se que o recuo/destruição do cordão dunar frontal não é acompanhado pela diminuição da área das secções abaixo dos perfis (verificou-se uma diminuição pouco significativa e com variações ao longo do período de análise). Os sedimentos que eram erodidos da parte superior e do flanco ocidental do cordão dunar frontal depositavam-se na base e ao longo da praia.

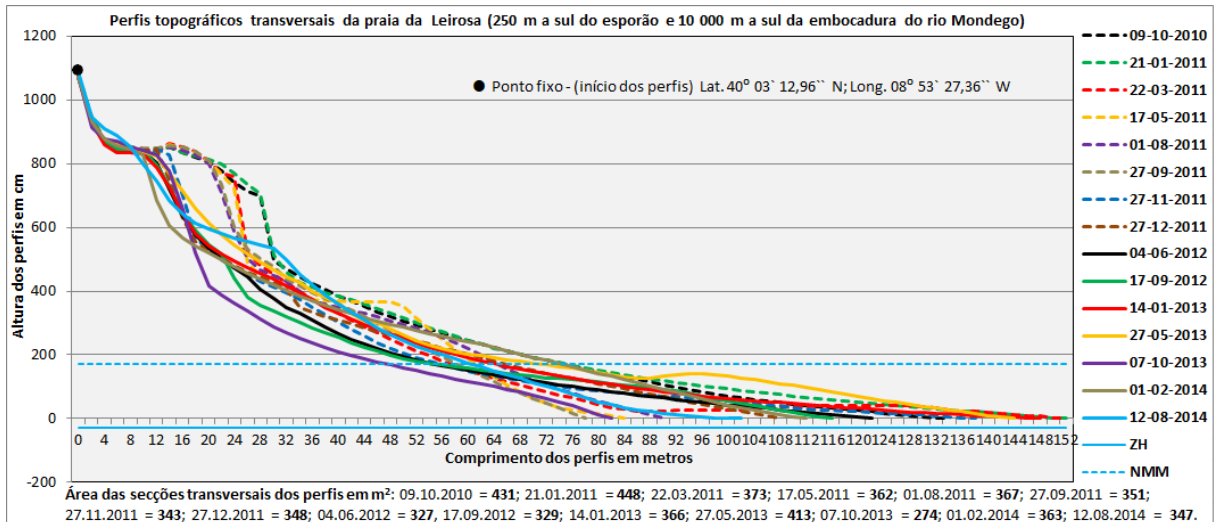


Fig. 64 – Perfis topográficos transversais da praia da Leirosa (250 m a sul do esporão).

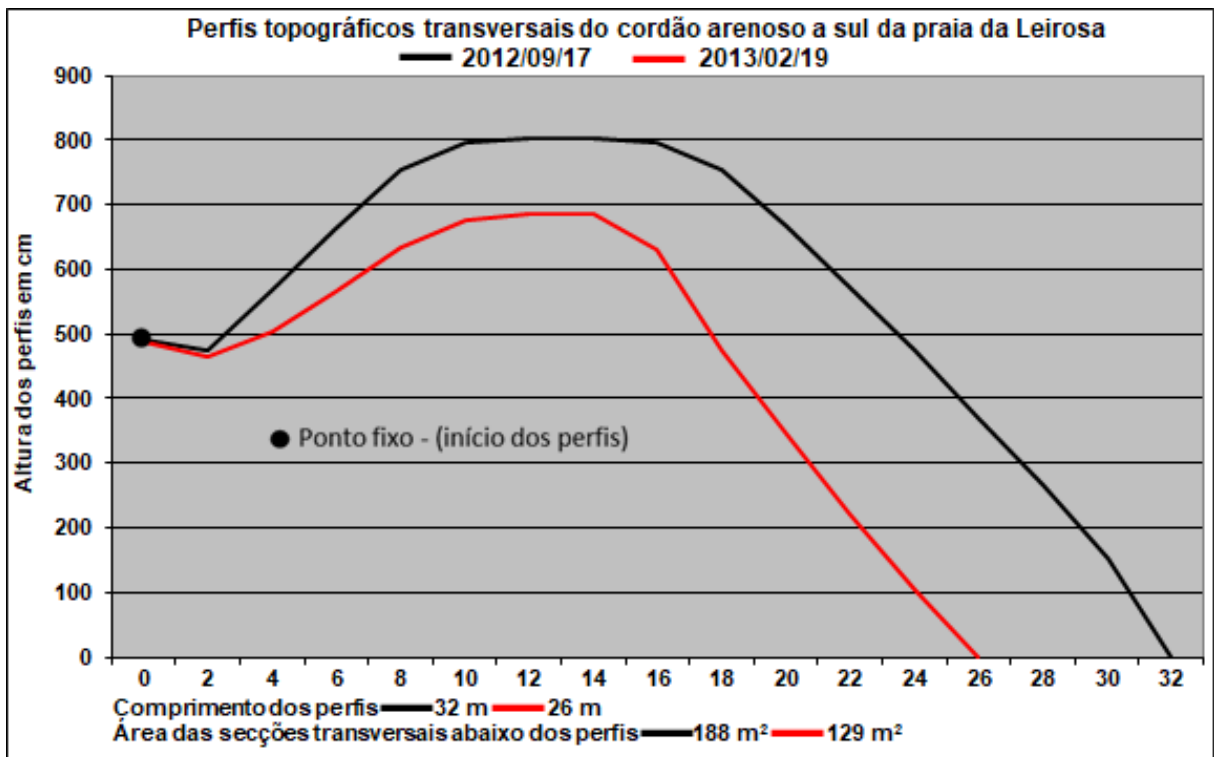


Fig. 65 – Perfis topográficos transversais do cordão arenoso colocado em dezembro de 2011 na parte sul da Leirosa.

A erosão do cordão dunar frontal longilitoral a cerca de 700 m a sul do esporão da Leirosa (transecto 8, fig. 10) foi também significativa. A partir do quarto perfil (17/05/2011) o cordão dunar começou a sofrer forte erosão com recuo mais acentuado entre os dois últimos perfis (01/02/2014 e 13/08/2014), (fig. 66). As variáveis da ondulação (altura significativa, período e rumo da onda mais rodado para norte) que se verificaram em 2014 estão na base desta erosão.

Também aqui o recuo/destruição do cordão dunar frontal não é acompanhado pela diminuição da área das secções abaixo dos perfis, que além da variação ao longo do período de análise termina com um ligeiro aumento (fig. 66). Tal como anteriormente (transecto 7), associado ao recuo do cordão dunar verifica-se uma diminuição da sua altura. Os sedimentos erodidos da parte superior e do flanco ocidental depositaram-se na base e ao longo da praia.

Imediatamente a sul, no início do século XXI, as fábricas de pasta de papel, Celbi e Soporcel/Navigator, desmantelaram localmente o cordão dunar frontal para enraizarem aí um emissário submarino, tendo-o refeito de seguida. Em julho de 2008 foi feito um reforço a este cordão numa extensão de 120 m, que consistiu na colocação de geotubos com 1,6 m de diâmetro, cheios de areia. No início de 2010, devido à ondulação, este reforço estava já a ser destruído (fot. 48), destruição que continuou nos anos seguintes (fot. 49). Contudo, no projeto de intervenção pode ler-se “a dimensão e peso dos geotubos depois de cheios tornam-os bastante estáveis e seguros contra ventos fortes e marés intensas.” (<http://leirosadunes.bot.uc.pt/index>). Em 17/05/2011, quando foi realizado o perfil, o recuo do cordão dunar em relação à frente do geotêxtil era de 15 m a norte e de 21 m a sul. Em 01/08/2011, também quando foi realizado o perfil o recuo tinha passado para 23 m e 28 m, respetivamente a norte e a sul. Este aumento da erosão é também visível na evolução dos dois perfis (17/05/2011 para 01/08/2011) e na diminuição da área da secção transversal (de 490 m² para 332 m²). O reforço em geotêxtil, funcionando como um “pequeno promontório”, impediu maior erosão a norte, mas aumentou a sul. Constata-se que apesar da destruição de parte dos geocontentores/geotubos o seu recuo não atingiu os valores do cordão dunar a norte e a sul, podendo por isso considerar-se uma intervenção positiva. O autor do projeto refere “Passados oito anos após o início da primeira intervenção na Leirosa utilizando material geotêxtil, verifica-se que foi possível fixar a frente da duna na zona intervencionada...”. Apontando como

solução para as ondas não continuarem a rebentar na base da duna, fragilizando a estrutura “...será provocar a rebentação da onda na massa de água, numa zona suficientemente afastada da linha de costa...”, propondo a instalação de recifes artificiais multifuncionais (Carmo, 2013, p. 325).

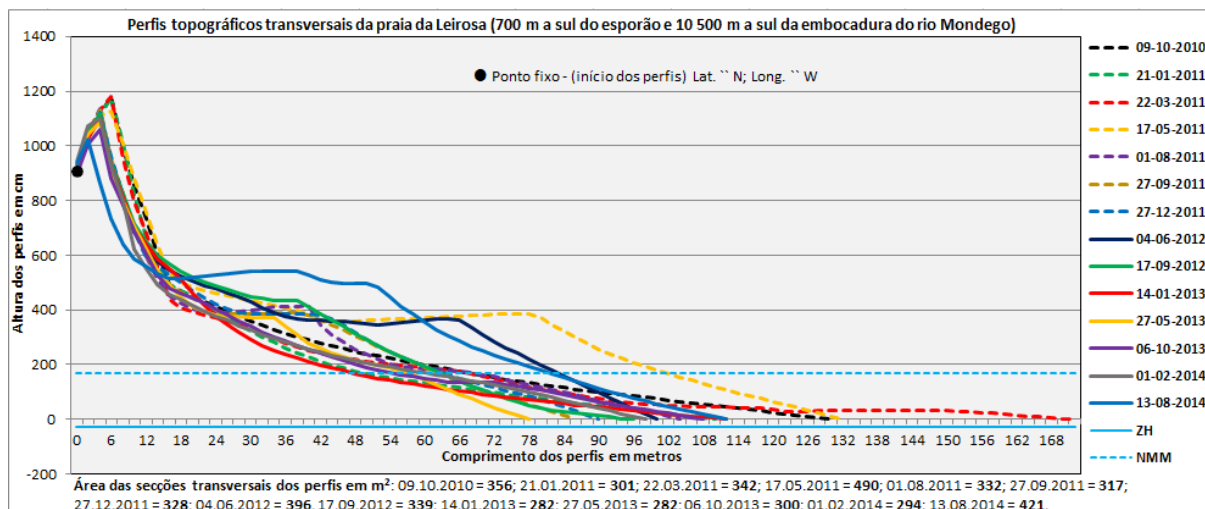


Fig. 66 – Perfis topográficos transversais da praia da Leirosa (700 m a sul do esporão).



Fot. 48 – Sul da Leirosa (março de 2010) - enraizamento do emissário submarino dos efluentes das fábricas de pasta de papel, destruição dos geotubos colocados para proteção do cordão dunar frontal.



Fot. 49 – Sul da Leirosa (março de 2013) - enraizamento do emissário submarino dos efluentes das fábricas de pasta de papel, destruição dos geotubos colocados para proteção do cordão dunar frontal.

Mais a sul, na praia do Osso da Baleia (transepto 9, fig. 10), no período em análise (de setembro de 2010 a agosto de 2014) e como se verificou nas praias a norte, o recuo erosivo do cordão dunar foi também elevado, cerca de 20 m (fig. 67). Entre a realização dos dois primeiros perfis (08/09/2010 e 21/01/2011) a praia diminuiu 28 m (o comprimento dos perfis passou de 144 m para 116 m) e a diferença da área das secções transversais abaixo dos perfis foi de 153 m² (passou de 509 m² para 356 m²), correspondendo a uma perda significativa de sedimentos. No entanto, a Agência Portuguesa do Ambiente afirmou no final de fevereiro de 2011, ao Jornal de Leiria, edição de 03 de março de 2011. “a Praia do Osso da Baleia está com muito mais areia do que era habitual”. As diferenças entre as áreas das secções transversais dos perfis realizados em 21/01/2011 e 13/08/2014 são insignificantes, no entanto, o comprimento do último perfil realizado (13/08/2014) tinha apenas 104 m. O que,

também, aqui pode significar que os sedimentos erodidos do cordão dunar se acumularam na parte inferior do flanco ocidental.

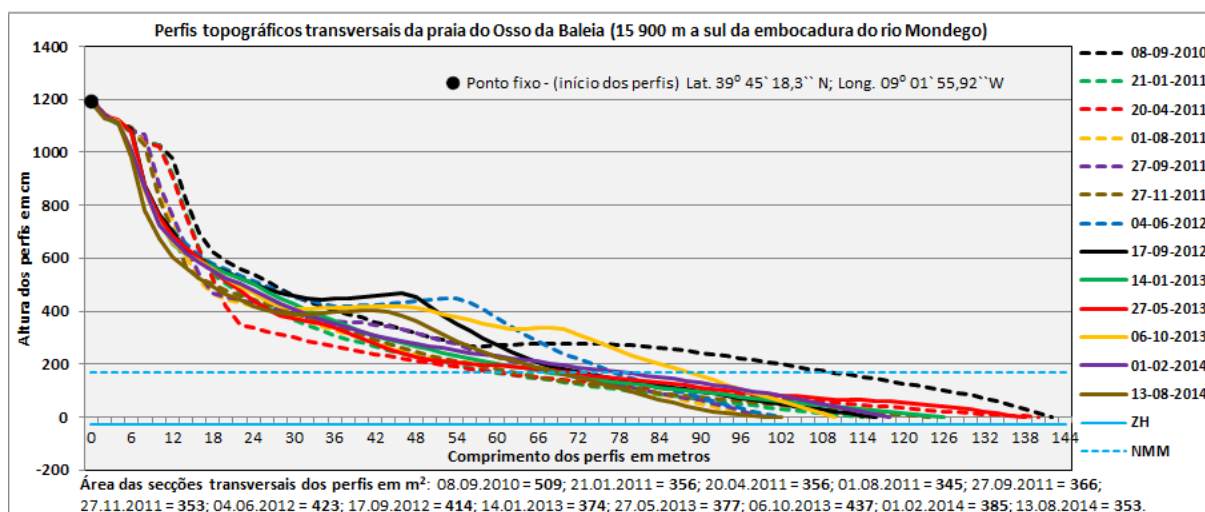


Fig. 67 – Perfis topográficos transversais da praia do Osso da Baleia.

A norte da Praia do Pedrógão, 100 m a norte da rotunda norte (transecto 10, fig. 10), os perfis realizados de 09/12/2009 a 11/08/2014 mostram que a praia não teve tantas variações como as que ocorreram a norte. Também o cordão dunar frontal não sofreu recuo erosivo. Verificaram-se pequenas oscilações no comprimento dos perfis e nas áreas das secções transversais (fig. 68). Os últimos quatro perfis mostram que houve uma pequena acreção, mais visível na base do flanco ocidental do cordão dunar. Os valores médios das variáveis da onda (altura significativa, período e rumo), de 01 de junho de 2013 a 31 de julho de 2014, foram superiores às médias anuais que se tinham verificado desde 2004 (altura significativa 2,49 m, período 10,85 s e rumo 313,94°). A rotunda a norte do Pedrógão que se encontrava, imediatamente, a sul do transecto 10, localizada a ocidente em relação ao cordão dunar e à praia alta, funcionou como um pequeno esporão impedindo a erosão e até dando origem a uma pequena acreção.

Na praia norte do Pedrógão, sul da rotunda norte (Casal Ventoso), desde outubro de 2011 a destruição do sistema dunar frontal e consequente avanço do mar (entre os 770 e os 1.270 metros a norte do promontório calcário) foi uma constante, tendo atingido 30 m de outubro de 2011 a março de 2014 (fig. 69, transecto a). Na 3ª semana de setembro de 2013, parte da rotunda norte foi

destruída (fot. 50) e, mais a sul, defronte do Centro Azul (cerca de 600 m a norte do promontório) o muro de proteção foi igualmente destruído (fot. 51).

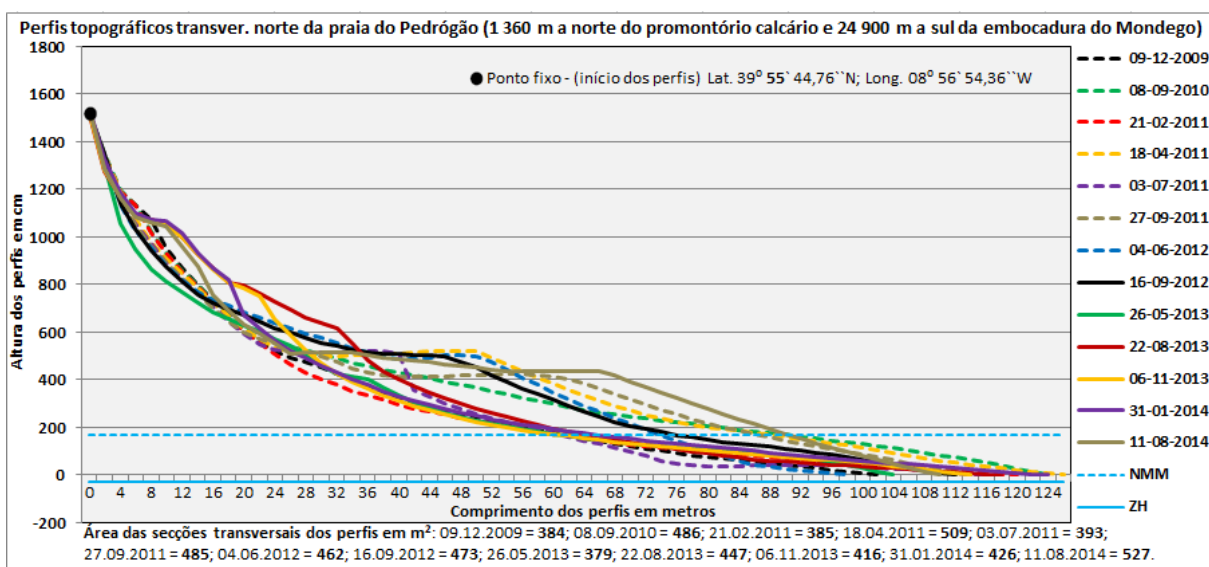


Fig. 68 – Perfis topográficos transversais a norte da praia do Pedrógão (100 m a norte da rotunda norte).

A análise dos perfis topográficos transversais de praia realizados no transecto 11 (fig.10), a cerca de 200 m a sul da rotunda norte e referenciados na figura 69, mostra uma erosão acentuada do cordão dunar frontal longitudinal (de 24/05/2013 a 04/03/2014) em cerca de 26 m. O perfil realizado, em 24/05/2013, mostra um rebaixamento significativo da praia que facilitou o recuo erosivo do cordão dunar visível nos perfis seguintes; com maior destaque para o período entre 31/01/2014 e 04/03/2014 (fig. 70). Neste período, se a erosão foi idêntica nos 100 m contíguos ao transecto 11, tivemos uma perda de 12.700 m³ de sedimento por cada 100 m lineares. A explicação para uma erosão tão elevada (de 31/01/2014 a 04/03/2014) foi o aumento da ondulação (altura significativa e período). Também, o rumo da onda mais rodado para norte, no período em análise, foi determinante para o aumento da erosão (quadro IX). A diminuição da perda de sedimentos na praia já se fazia desde 16/09/2012. Pela análise das áreas das secções transversais abaixo dos perfis conclui-se que esta perda foi significativa (de 751 m² em 16/09/2012 passou para 319 m² em 04/03/2014).

Pela análise da figura 69 conclui-se, também, que a maior erosão ocorreu nos transectos localizados, imediatamente, a sul da rotunda norte (**a** - 30 m, **b** - 25 m, **c** - 26,5 m, **d** - 24,4 m, **e** - 16 m, **f** - 11,2 m, **g** - 23,3 m e **h** - 17,7 m).

Como foi referido, anteriormente, na análise dos perfis realizados no transecto 10, a rotunda funcionou como um pequeno esporão, mas neste caso, aumentando a erosão a sotamar (sul).

Em 2014 foi realizada, desde a rotunda norte do Pedrógão (Casal Ventoso) até ao Centro Azul, uma intervenção mista na praia; colocação de areia retirada da zona intermareal (fot. 52) para formação de um cordão arenoso em substituição do cordão dunar frontal erodido, em alguns locais foi colocada pedra (enrocamento).

No início de 2017 a Câmara Municipal de Leiria solicitou nova intervenção à Agência Portuguesa do Ambiente (APA) visto que a agitação marítima tinha destruído parte do enrocamento colocado como suporte do leito de uma ribeira que desagua na praia, imediatamente, a sul da área apresentada na figura 69. Este pedido de intervenção era ainda extensivo ao cordão arenoso, colocado em substituição do cordão dunar frontal, que também tinha sido erodido.

Nesta zona o mau ordenamento do areal, entre a praia e a marginal (zona dunar), tem contribuído para o pisoteio da vegetação, tendo-se até desmantelado algumas dunas para instalação de apoios de praia (fot. 53).



Fig. 69 – Praia norte do Pedrógão/Casal Ventoso (entre os 770 e os 1.270 m a norte do promontório calcário) – adaptado do Google Earth, imagem de 03/10/2011.

Distâncias, em metros, do limite interior da praia ao muro da avenida marginal:

00 – distâncias em outubro de 2011;

00 – distâncias em janeiro de 2014;

00 – distâncias em março de 2014.

— transectos onde foram realizadas as medições (comprimento da 1ª medição).

— transecto 11 – onde foram realizados os perfis apresentados na figura 70.



Fot. 50 – Destruição de parte da rotunda norte (março de 2014).



Fot. 51 – Muro defronte do Centro Azul da Praia do Pedrógão destruído pela ondulação (março de 2014).

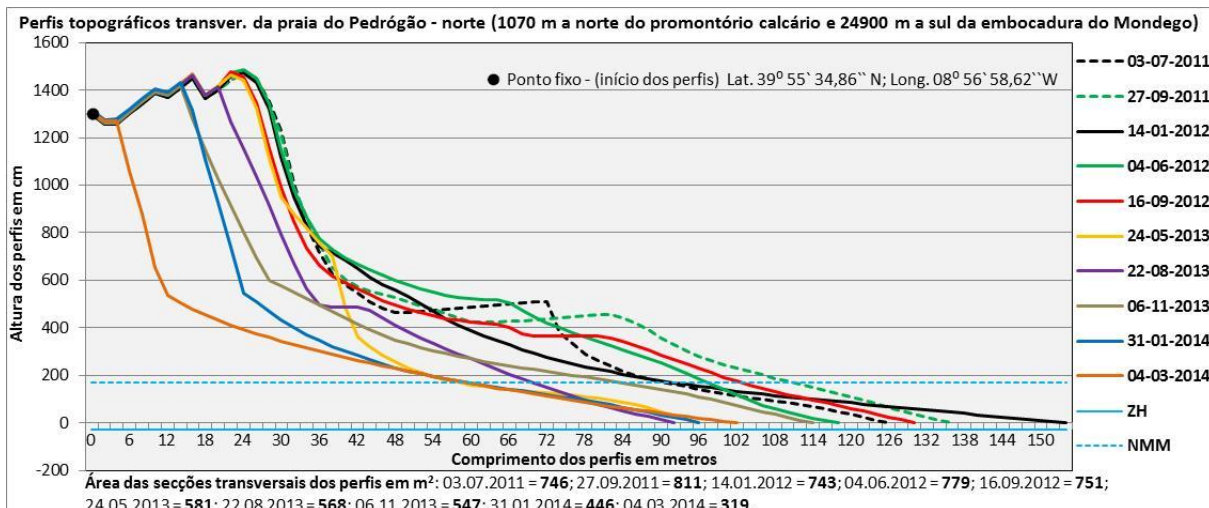


Fig. 70 - Perfis topográficos transversais da praia norte do Pedrógão/Casal Ventoso.

Quadro IX

Dados da ondulação (altura significativa, período e rumo)

Média mensal de 2014 (janeiro e fevereiro)			
	Altura significativa da onda (m)	Período da onda (s)	Rumo da onda (quadrante) *
Janeiro	4.43	14.02	N=172; W=76
Fevereiro	4.99	14.17	N=129; W=95

Média mensal de 2004 a 2013 (janeiro e fevereiro)			
	Altura significativa da onda (m)	Período da onda (s)	Rumo da onda (quadrante) **
Janeiro	2.66	12.31	N=84; W=150; S=7
Fevereiro	2.52	11.90	N=58; W=153; S=12

* número de observações verificadas em janeiro e fevereiro



Fot. 52 – Retirada de areia da zona intermareal para formação de um cordão arenoso em substituição do cordão dunar frontal erodido (março de 2014).



Fot. 53 – Apoios de praia colocados sobre uma zona dunar (julho de 2017).

A praia do Pedrógão é limitada a sul por um promontório formado por calcários do Jurássico Médio e Superior que pela sua posição perpendicular à linha de costa tem funcionado como um esporão, evitando uma erosão acentuada no troço costeiro, imediatamente, a norte (a barlar da deriva litoral predominante). Mas como os sedimentos que o transpunham diminuiram tem-se verificado um acentuado recuo erosivo a sul. Com a ondulação de SW, que ocorre essencialmente no inverno, a erosão faz-se sentir a norte, deixando a descoberto um substrato rochoso (fot. 54). Quando a deriva litoral de norte é retomada volta a ser recoberto mas com algum défice sedimentar (fig. 71, perfis realizados no transecto 12, fig. 10). No início do verão de 2017 devido ao défice sedimentar que se fez sentir, neste troço costeiro, parte deste substrato rochoso ainda não estava recoberto.



Fot. 54 – Praia do Pedrógão (norte do promontório). Bancadas de calcário deixadas a descoberto pela ondulação de SW.

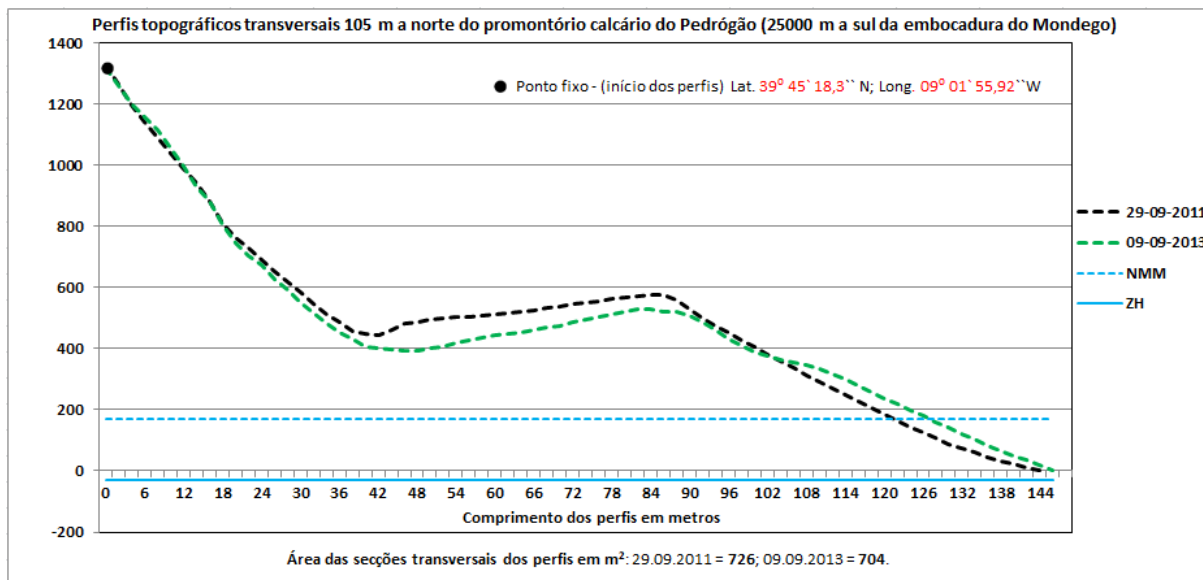


Fig. 71 - Perfis topográficos transversais da praia do Pedrógão a norte do promontório.

A sul do promontório calcário a erosão tem sido significativa; o défice sedimentar agravado pelo prolongamento do molhe norte do Mondego é aqui mais acentuado pelo “efeito de esporão” provocado pelo promontório que tem originado um recuo erosivo acentuado (fig. 72). O cordão dunar frontal que no final do século XX já se encontrava em recuo erosivo (fot. 36) foi, no início da década de 2010, completamente destruído. Um caminho centenário (primeira ligação entre Vieira de Leiria e o Pedrógão) foi destruído pela erosão. Os perfis topográficos transversais (fig. 73) realizados a cerca de 450 metros a sul do promontório (transecto 13, fig. 10) são indicadores dessa erosão, mais acentuada nos dois últimos (06/11/2013 e 11/08/2014). Para esta situação contribuíram as condições do mar ocorridas em 2013 e 2014 e já referidas, nomeadamente, a rotação para norte do rumo da onda (quadro VII e fig. 50a).

A maior redução da área das secções transversais abaixo dos perfis verificou-se de 09/09/2010 a 21/02/2011 (de 496 m² para 375 m²). Os fenómenos extremos da ondulação que ocorreram, neste período, deverão estar na base desta erosão: 36 dias com rumo igual ou superior a 315,00° (média de 322,26°); 24 dias com período da onda igual ou superior a 14 s, com média de 14,79 s; 17 dias com altura significativa da onda igual ou superior 4 m, com média de 5,36 m.

Em 2015, porque a erosão/avanço do mar continuava a ameaçar a ETAR do Pedrógão (fig. 72) foi colocada uma defesa longitudinal aderente em

enrocamento, numa extensão de cerca de 400 m, enraizada a norte no afloramento rochoso (promontório), (fot. 55).

O Programa da Orla Costeira Ovar – Marinha Grande - Relatório do Programa, de outubro de 2015, p. 39 refere “Em Pedrogão é de salientar a importância do promontório, que justifica a realização de um estudo específico para a construção de um novo esporão, já que atualmente esta zona apresenta um recuo da linha de costa que coloca em causa a ETAR implantada a sul desta zona”. No entanto o mesmo Programa da Orla Costeira Ovar – Marinha Grande - Programa de Execução e Plano de Financiamento, p. 58, refere a “Construção de um Esporão mergulhante localizado no promontório”; por um lado justifica-se a realização de um estudo específico para a construção de um novo esporão já que, atualmente, esta zona apresenta um recuo da linha de costa que coloca em causa a ETAR, por outro lado aponta-se para a construção de um esporão mergulhante localizado no promontório.

Também o Município de Leiria, na Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas, de dezembro de 2016, nas opções de adaptação prevê “Implementar estruturas de defesa, possivelmente submersas (para evitar aumentar a erosão costeira)”, p. 56.

A construção de um esporão mergulhante enraizado no promontório, previsto pelo POC, ou a implementação de estruturas de defesa, possivelmente, submersas (esporão ou quebra-mar destacado?) previsto pelo Município de Leiria, iriam diminuir ainda mais o trânsito sedimentar para sul, aumentando a possibilidade da ETAR vir a ser destruída pelo avanço do mar. Também as praias a sul, nomeadamente, a da praia de Vieira de Leiria localizada entre os cerca de 4.400 m e os 5.300 m, onde há algumas décadas se verifica défice sedimentar, viria a ter reflexos negativos com qualquer destas intervenções.

A implementação da solução prevista pelo Município de Leiria (esporão destacado?) iria, ainda, trazer problemas para a navegação costeira, nomeadamente, para as embarcações de arte xávega que laboram na praia do Pedrogão. O risco de embate destas embarcações contra esta estrutura de “defesa costeira” seria grande.



Fig. 72 – Troço costeiro do sul do promontório calcário do Pedrógão à ETAR.

- limite interior da praia em agosto de 2009;
- limite oriental da praia em janeiro de 2014;
- quantificação do recuo da praia de agosto de 2009 a janeiro de 2014;
- a caminho centenário que fazia a ligação entre Vieira de Leiria e o Pedrógão, passando pela antiga ponte das Terceiras (localizada a cerca de 1400 m da foz do Liz).

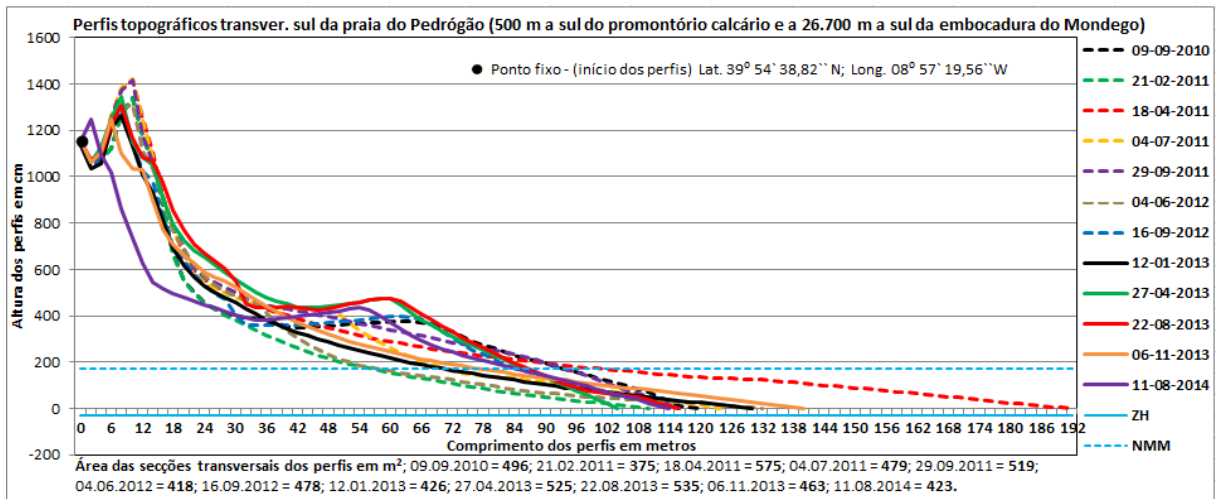


Fig. 73 - Perfis topográficos transversais a sul da praia do Pedrógão.



Fot. 55 – Sul do promontório do Pedrógão, defesa longitudinal aderente em enrocamento, numa extensão de cerca de 400 m (junho de 2017).

Na praia das dunas do Lis (1.450 m a norte da foz do rio Lis) os perfis (transecto 14, fig. 10) foram iniciados (ponto fixo) na parte superior do flanco ocidental do cordão dunar frontal talhado em arriba erosiva e com grande declive (fig. 74). Em 2014, não foi possível realizar os perfis devido à erosão elevada no final de 2013 e princípio de 2014 que atingiu a estaca que referenciava o ponto fixo. Na análise dos perfis realizados verifica-se maior erosão em 2013; esta situação é devida às condições de mar ocorridas nesse ano: rumo da onda mais rodado para norte; altura significativa e período da onda superiores às médias que se tinham verificado nos anos anteriores (desde 2004, anexo 71).

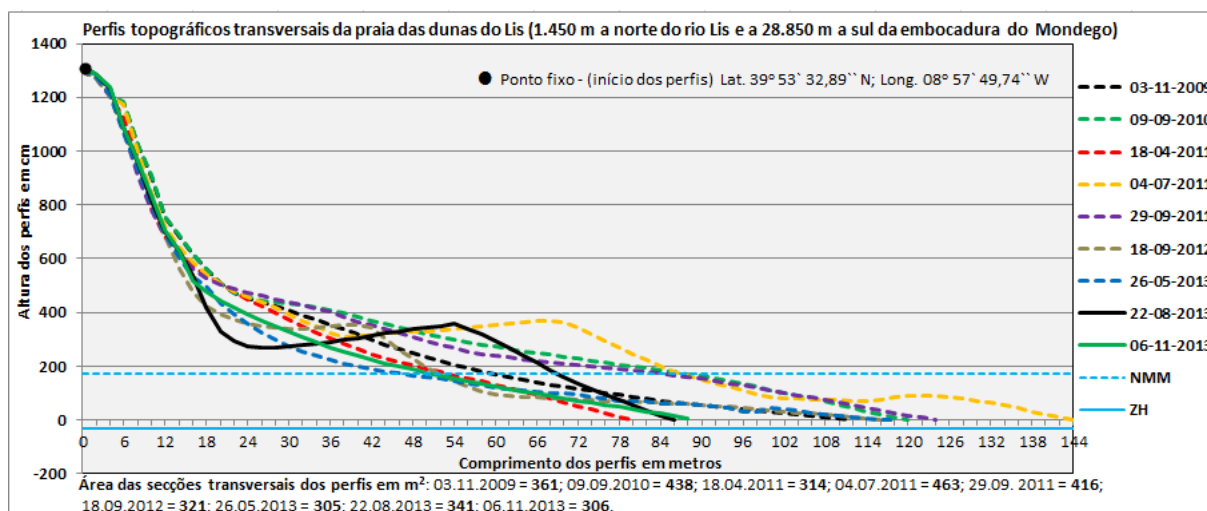


Fig. 74 - Perfis topográficos transversais da praia das dunas do Lis.

Defronte da povoação da Praia de Vieira de Leiria (690 m a sul da foz do rio Lis) realizaram-se os perfis no transecto 15, fig. 10. O ponto fixo situava-se no paredão (obra de defesa longitudinal aderente) que se encontra ao longo da frente urbana. A análise dos perfis mostra um enchimento da praia (acrecção), especialmente, no verão (perfis realizados em 03/07/2011, 03/06/2012, 20/08/2013 e 10/08/2014); pelo contrário verifica-se uma perda de sedimentos (erosão), especialmente, no outono e inverno (perfis realizados em 10/09/2010, 20/02/2011, 18/04/2011, 28/10/2011, 16/09/2012, 12/01/2013, 26/04/2013 e 04/11/2013), (fig. 75). O balanço sedimentar ao longo de todo o período de análise foi de uma perda pouco significativa (a área da secção transversal abaixo do primeiro perfil foi de 333 m² e a do último foi de 298 m²).

O paredão (parede vertical) reflete a onda com pouca perda de energia daí que se verifique, quando o mar bate no paredão (situação de mar agitado),

grande erosão. Quando foi feito o perfil de 28/10/2011 (onde se verifica maior erosão entre os 10 m e os 14 m do início do perfil, também, visível na fot. 56 tirada, imediatamente, a norte do transecto 15) tinha ocorrido, no dia anterior, uma situação de temporal com altura significativa da onda 4,39 m (média do dia) que atingiu nalgumas horas 5 m. Neste dia (28/10/2011) o rumo da onda foi de $300,94^\circ$ e o período foi de 10,50 s (anexo 39), ligeiramente, inferiores à média de 2004 a 2018 (anexo 71). Como a reflexão ocorre segundo um ângulo igual ao ângulo de incidência não deve ter havido grande transferência de sedimentos para sul.

Devido à reflexão da onda que bate no paredão ser bastante energética tem havido forte erosão, na base desta estrutura, levando à colocação faseada de um enrocamento; esta erosão pode-se constatar no início dos perfis (primeira dezena de metros), especialmente, os que foram realizados a partir de meados de 2013 (fig. 75).

Para evitar a erosão e aumentar o areal, defronte da frente urbana da Praia de Vieira de Leiria, a autarquia (Município da Marinha Grande e Junta de Freguesia de Vieira de Leiria) há muito tempo que solicita a colocação de um esporão na zona sul. No entanto, dada a cota a que se encontra parte da povoação (fig. 76), se o cordão dunar a sul da hipotética colocação do esporão fosse erodido (como é normal em caso da colocação de estruturas que interrompem a deriva litoral) haveria galgamentos oceânicos com inundação dessa parte da povoação. Esta zona de cota baixa corresponde a um paleovale do rio Lis (fig.77) quando este desaguava mais a sul em relação à povoação atual. Apesar deste condicionalismo o Programa da Orla Costeira Ovar – Marinha Grande mantém a hipótese da construção de um esporão “No caso do esporão da Praia da Vieira, ressalve-se que apesar de previsto no âmbito do POC-OMG anterior, a necessidade de construção de um novo esporão deve ser sujeita a estudo específico e aos resultados da monitorização.” p. 57.

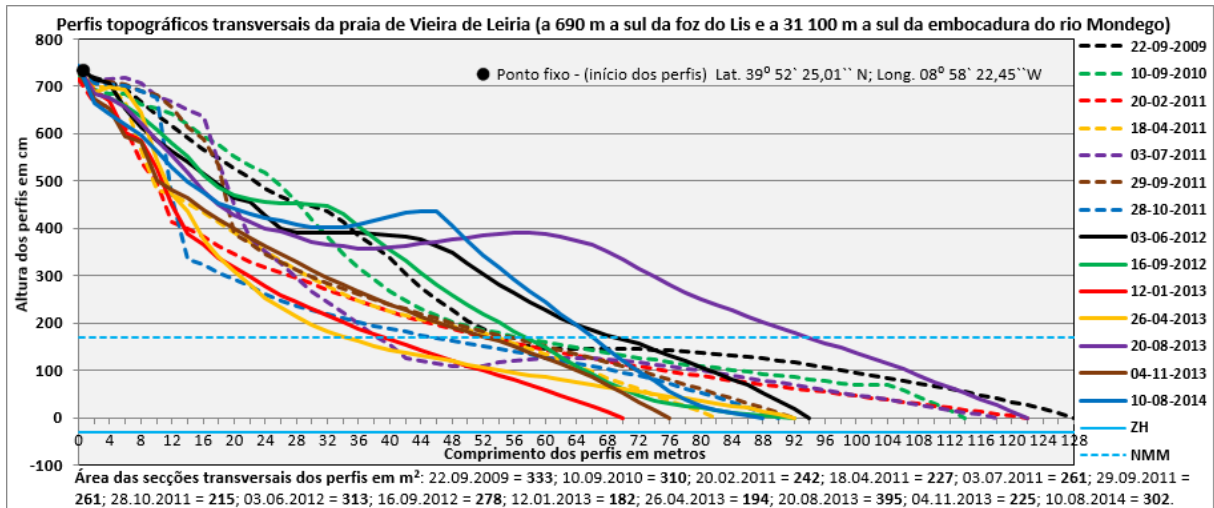


Fig. 75 - Perfis topográficos transversais da praia de Vieira de Leiria.



Fot. 56 – Praia de Vieira de Leiria (outubro de 2011), imediatamente, a norte de onde foram realizados os perfis (fig. 75).



Fig. 76 - Reprodução de parte da Carta Militar de Portugal (folha 272).

— Hipotética colocação do esporão.



Fig. 77 - Pormenor do MAPPA DOS CAMPOS DE LEIRIA PERTENCENTES A REAL CAZA DO INFANTADO de 1783 apresentado na fig. 28.

No transecto 16, fig. 10, localizado a 3.250 m a sul da foz do rio Lis realizaram-se os perfis apresentado na figura 78. Esta praia foi durante décadas, até à de 1980, uma zona de extração de areia. Durante os anos em que se verificou a extração e para facilitar o acesso dos camiões à praia foram sendo colocados sobre o cordão dunar desperdícios da construção civil. Entretanto, estes desperdícios foram caindo para o flanco ocidental do cordão dunar frontal, impedindo uma maior erosão deste. Durante o período de monitorização (de 07/09/2009 a 08/09/2014) a erosão do cordão dunar frontal foi menor do que a que se verificou noutros transectos. No entanto, como já tinha ocorrido noutras praias a erosão que se verificou no flanco ocidental do cordão dunar frontal, no final de 2013 e em 2014, foi significativa (perfis realizados a partir de 20/08/2013) apesar de não ter atingido os valores que se verificaram noutros troços da costa. Os valores elevados da ondulação (altura significativa, período da onda e rumo mais rodado para norte) que se verificaram neste período terão sido os responsáveis (anexos 47 e 71).

É de salientar o recuo da praia de 07/09/2009 a 09/09/2010 (24 m) e de 09/09/2010 a 02/12/2010 (22 m); este recuo foi acompanhado por uma redução significativa da área das secções transversais abaixo dos perfis (de 544 m² em 07/09/2009 para 312 m² em 09/09/2010 e para 259 m² em 02/12/2010). Mais uma vez as médias da ondulação, ocorridas neste intervalo de tempo, não justificam estes valores. Terão sido os fenómenos extremos da ondulação que se verificaram neste período, nomeadamente, o rumo da onda mais desviado para norte: ocorreram 129 dias com rumo médio igual ou superior a 315,00°, média de 322,17°, sendo de 322,78° no intervalo entre os dois primeiros perfis e de 320,26° no intervalo entre o segundo e o terceiro; ocorreram 28 dias com período da onda igual ou superior a 14 s, com média de 14,63 s; ocorreram 35 dias com altura significativa da onda igual ou superior a 4 m, com média de 4,95 m (anexos 30-34).

Apesar de se terem verificado oscilações no comprimento da praia emersa e na área das secções transversais abaixo dos perfis durante o período de monitorização (de 07/09/2009 a 08/09/2014), os valores iniciais (144 m no comprimento do perfil a que correspondeu uma área abaixo de 544 m²) ficaram longe de serem recuperados (fig. 78). A área da secção transversal abaixo do perfil realizado em 03/06/2012 foi a única que fora do período outono/inverno apresenta perda de valor. A explicação para o facto poderá estar relacionada com o período da onda que se verificou nos 15 dias anteriores à realização do perfil, anexo 41 (7 dias com período médio da onda de 11,25 s, 11,13 s, 11,00 s, 10,75 s, 10,63 s, 10,50 s e 10,00 s). Valores superiores à média verificada no mês de maio de 2004 a 2018 (9,69 s), anexo 72.

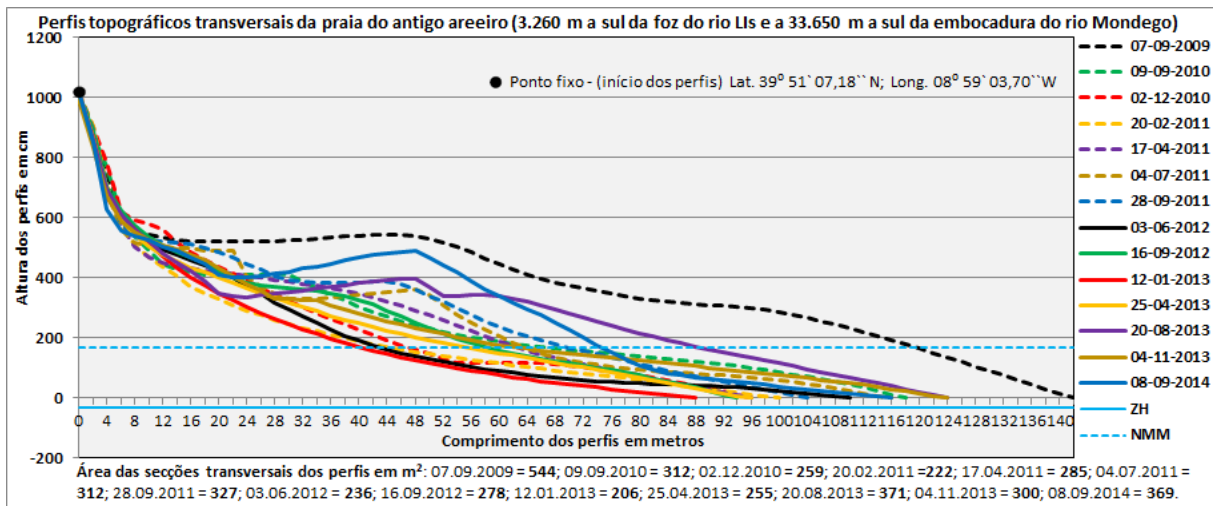


Fig. 78 - Perfis topográficos transversais da praia a 3.260 m a sul da foz do rio Lis (antigo areeiro).

Defronte da praia do Olho do Samouco (37.500 m a sul da embocadura do Mondego) foram realizados os perfis no transecto 17, fig. 10; estes perfis são apresentados em duas figuras (79-80) porque quando foi realizado o perfil de 26/04/2013 a estaca de referência (início dos perfis) tinha desaparecido por erosão do cordão dunar, sendo colocada uma outra; não é linear que os perfis realizados a partir desta data tenham sido executados, exatamente, no mesmo transecto.

Na figura 79 (dados de 10/09/2010 a 11/01/2013) o comprimento dos perfis assim como a área das respectivas secções transversais apresentam valores variáveis. Constata-se que da realização do primeiro perfil (10/09/2010) para o segundo (20/02/2011) verificou-se um recuo da praia emersa de 50 m, com perda de sedimentos (redução da área das secções transversais dos perfis de 347 m² para 258 m²). Trata-se de mais uma situação de outono/inverno com as variáveis da ondulação, altura significativa e período acima da média e o rumo mais rodado para norte: verificaram-se 36 dias com rumo igual ou superior a 315,00° (com média de 322,26°); 23 dias com período da onda igual ou superior a 14 s (com média de 14,82 s); 16 dias com altura significativa da onda igual ou superior a 4 m (com média de 5,44 m), anexos 34-36.

No perfil realizado em 11/01/2013 apesar do comprimento e da secção transversal abaixo do perfil terem aumentado em relação ao anterior (15/09/2012) verifica-se erosão de todo o flanco ocidental do cordão dunar frontal

o que contribuiu para o desaparecimento da estaca de referência. Os sedimentos erodidos do flanco ocidental depositaram-se ao longo do transecto.

Na figura 80, onde são apresentados os perfis realizados de 26/04/2013 a 08/09/2014 verifica-se uma erosão acentuada do flanco ocidental do cordão dunar frontal nos dois últimos perfis (realizados em 30/01/2014 e 08/09/2014), consequência das condições do mar (rumo da onda, período e altura significativa) ocorridas em 2014 e já referidas anteriormente. As condições de mar, favoráveis à erosão, contribuíram para a diminuição da largura da praia emersa num total de 70 m. A diminuição da área das secções abaixo dos perfis acompanhou o recuo da praia, com exceção da última (08/09/2014), que teve uma ligeira recuperação. Os sedimentos erodidos do flanco ocidental depositaram-se na base, para ocidente a erosão deu origem a um degrau erosivo visível na fig. 80.

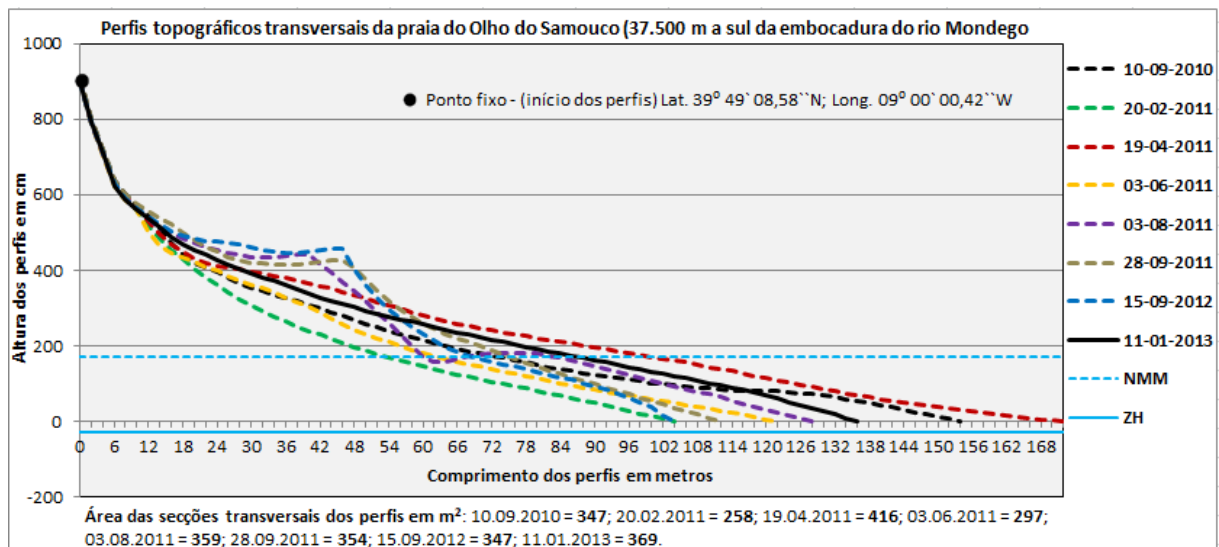


Fig. 79 - Perfis topográficos transversais da praia do Olho do Samouco (de 10/09/2010 a 11/01/2013).

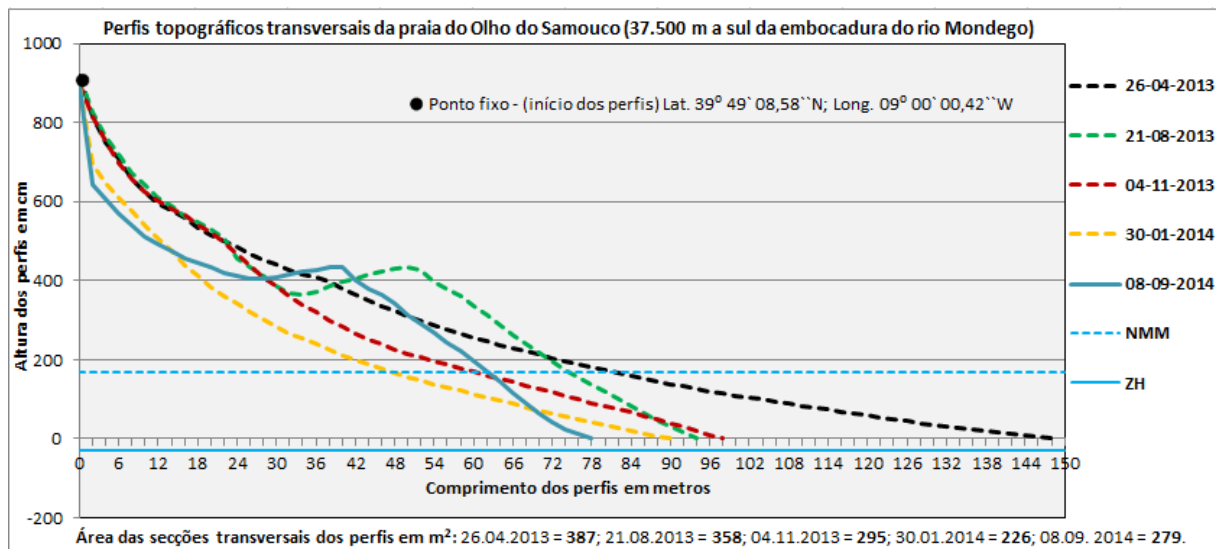


Fig. 80 - Perfis topográficos transversais da praia do Olho do Samouco (de 26/04/2013 a 08/09/2014).

Em 1974 e nos anos seguintes instalaram-se caoticamente dezenas de barracas de madeira na crista do cordão dunar frontal longitudinal desta praia (fot. 57). O acesso pelo flanco oriental deste cordão dunar foi feito com desperdícios dos fornos das fábricas de vidro da Marinha Grande.



Fot. 57 – Praia do Olho do Samouco no final da década de 1970 - barracas colocadas na crista do cordão dunar frontal (vista do flanco oriental).

A cerca de 550 m a norte da foz do ribeiro de Moel surge, na parte alta da praia, um afloramento de margas escuras e avermelhadas do Triássico –

Liássico (Margas de Dagorda), contendo placas de gesso conhecido por Pedras Negras (fot. 58 e 59). Nestas arribas existiu uma pequena exploração de gesso.

O transecto 18, fig. 10, onde foram realizados os perfis (fig. 81) localiza-se a cerca de 600 m a norte do afloramento de margas. Nestes perfis destaca-se a erosão do flanco ocidental do cordão dunar frontal em 2013 e 2014. As causas, já referidas na análise de perfis realizados noutros transectos, foram as variáveis da ondulação (altura significativa e período acima da média e o rumo mais rodado para norte). A área das secções transversais abaixo dos perfis foi variando ao longo do período em análise (de 10/09/2010 a 10/08/2014) mas no final não se verificou perda de sedimentos. A erosão do flanco ocidental do cordão dunar frontal deu origem ao aumento da largura da praia (os sedimentos erodidos foram depositados ao longo da praia).



Fot. 58 – Pedras Negras (vista aérea de conjunto).



Fot. 59 – Pedras Negras (vista de proximidade).

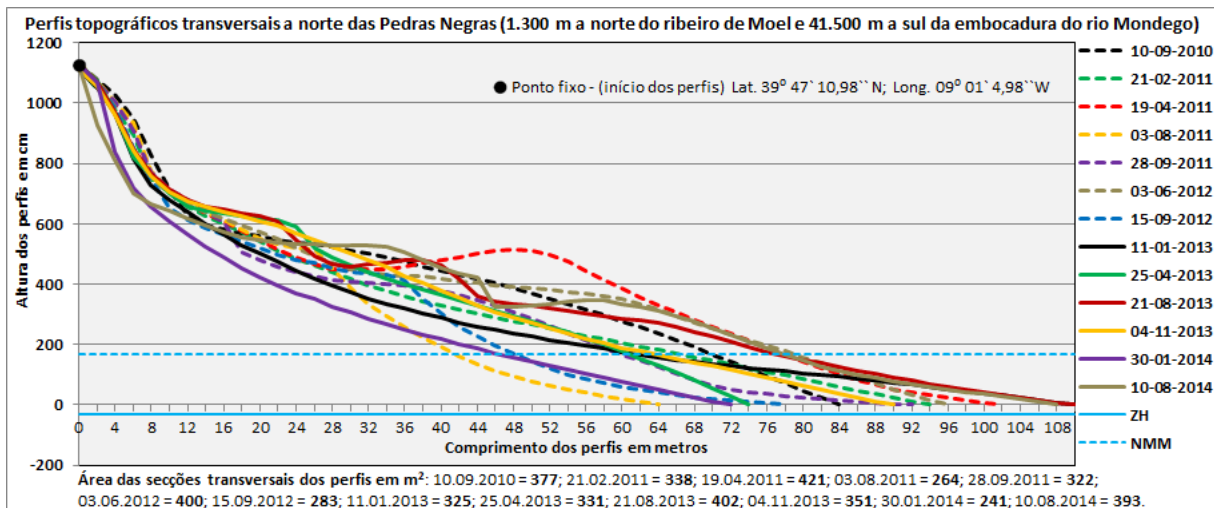


Fig. 81 - Perfis topográficos transversais da praia a norte das Pedras Negras.

Os transectos 19 e 20, fig. 10, localizavam-se na praia de S. Pedro de Moel (fot. 60), o primeiro, imediatamente, a sul de um pequeno ribeiro que segundo Morais, (1936, p. 12), uma falha que mudou a direção dos estratos, que começam a ser mais argilosos, permite que a água que se infiltra nas areias vá nascer um pouco acima do nível do mar. O segundo (transecto 20) localiza-se a cerca de 250 m a sul, na zona das piscinas.

Dada a proximidade dos dois transectos e do afloramento rochoso emerso que, praticamente, fecha a praia a norte, a sul e a oeste (fot. 4 e 60), os perfis topográficos são muito semelhantes (fig. 82 e 83). No decorrer da realização de alguns perfis topográficos verificou-se que a erosão tinha deixado a descoberto clastos de grandes dimensões e nalguns casos o afloramento calcário. Os perfis realizados em 11/01/2013 e 05/11/2013, na zona das piscinas (transecto 20), não foram concluídos (fig. 83) devido ao afloramento do calcário na parte final do transecto. A norte, no transecto 19, os perfis realizados nesses mesmos dias também são indicadores de erosão, nomeadamente o de 11/01/2013. A fot. 61, de janeiro de 2013, defronte da construção que aparece em primeiro plano onde se iniciavam os perfis (transecto 19) é elucidativa dos estragos provocados na praia alta.

O rumo médio da onda que se verificou nos 30 dias anteriores à realização dos perfis de 11/01/2013 foi de 289,13°, apenas 4 dias registaram rumo médio superior a 300° (anexos 43-44). O último perfil realizado no transecto 19 e no transecto 20 são indicadores de enchimento da praia em altura (a área das secções transversais abaixo dos perfis passou, no transecto 19 de 233 m² para

334 m² e no transecto 20 de 236 m² para 384 m²). O rumo médio da onda nos 30 dias anteriores à realização destes perfis foi de 318,19° e de 320,80° nos 32 dias anteriores (anexo 50). Também o rumo médio da onda nos meses anteriores (janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho de 2014) estiveram bastante rodados para norte (média 311,27°), anexos 48-50.

Conclui-se que se verificou erosão com o rumo da onda menos rodado para norte (perfis realizados em 11/01/2013 no transecto 19 e 20) e acreção com o rumo da onda mais rodado para norte (perfis realizados em 10/08/2014 no transecto 19 e 20). Esta situação, que contraria o que é normal e que se tinha verificado noutras praias abertas, poderá dever-se ao facto do afloramento rochoso submerso, que se prolonga ao largo e emerso que limita a praia a norte e a sul (fot. 4 e 60), ter originado a refração da onda. Esta conclusão pode ser corroborada pelo facto dos perfis realizados ao longo do período em análise, de 05/11/2009 a 30/08/2014 (transecto 19 e 20) e das respetivas áreas das secções transversais não apresentarem, tal como se verificou nas outras praias, a sul do Mondego, erosão generalizada. Em relação à praia de S. Pedro de Moel o jornal Região de Leiria, na sua edição de 12 de julho de 2018, referia “A ação do mar deixou o areal reduzido a metade com rochas e pedras visíveis”. No início de agosto (de 2018) quando visitámos a Praia, a areia tinha sido repostada e já não havia pedras visíveis.

As imagens de satélite editadas pelo Google Earth (de 21/12/2005, fig. 39, de 30/10/2006, fig. 40 e de 16/10/2009, fig. 41) já referidas e tratadas no capítulo 3.2 (Situação entre a construção dos molhes exteriores na embocadura do Mondego e o seu prolongamento), serviram para fazer uma análise da variação da linha de costa anterior à elaboração dos perfis e num troço da costa mais alargado. Concluiu-se que o prisma arenoso, defronte da praia de S. Pedro de Moel e das arribas a norte, diminuiu durante este período. Na última imagem (16/10/2009) o mar já bate na base das arribas, exercendo trabalho de sapa destabilizando-as, tendo dado origem a uma intervenção em 2012, numa extensão total de 1.050 m (incluindo a praia da Concha a norte), que consistiu na “colocação de uma estrutura de contenção da avenida marginal em betão armado constituída por uma cortina de estacas, uma estrutura longitudinal de defesa aderente da base da arriba em enrocamento, reperfilamento de taludes, saneamento de blocos de rocha, pregagem de blocos de difícil remoção na base

da arriba, preenchimento de cavidades na rocha com betão, drenagens, remoção e recolocação do passadiço existente, colocação de vedações e sinalizações, colocação de redes de proteção e monitorização”. http://www.mcoutoalves.com.pt/content.asp?startAt=2&categoryID=918&newsID=2964&cnt_offset=20.

A diminuição do prisma arenoso defronte das arribas entre 21/12/2005 e 16/10/2009 (período que medeia as imagens de satélite, fig. 39, 40 e 41) não poderá ser atribuída às variáveis da ondulação (altura significativa, período e rumo) que se verificaram durante o ano de 2006, 2007, 2008 e nos primeiros dez meses de 2009 (anexo 68) pois foram inferiores à média geral (2004 a 2018). Também, não deverá ser atribuída ao défice sedimentar provocado pelo prolongamento do molhe norte do Mondego (de junho de 2008 a agosto de 2010); a vaga erosiva só se deveria ter sentido posteriormente. O défice sedimentar já se vinha a sentir desde o início da segunda metade do século XX, principalmente no final e como já foi referido, terá sido devido à construção das barragens hídricas (hidroelétricas e hidroagrícolas).

Para sul de S. Pedro de Moel não foram realizados perfis topográficos, no entanto, constata-se que as arribas talhadas em material mais facilmente erodível: margas e arenitos pouco consolidados, que como já foi referido (fot. 38 e 39), continuam em destabilização com derrocadas frequentes. A sul do Vale de Paredes, nos lugares da Mina e do Vale Furado, construções feitas no final da década de 1990 estão hoje em risco de desmoronamento. Apenas a Praia do Norte localizada, imediatamente, a norte promontório calcário do Sítio da Nazaré não tem estado sujeita a erosão. Aqui, o promontório interrompe a deriva litoral predominante (de norte), induzindo parte do movimento sedimentar para o canhão submarino.



Fot. 60 - Fotografia aérea vertical de 1991 (troço costeiro de S. Pedro de Moel às piscinas).

----- Transecto 19

..... Transecto 20

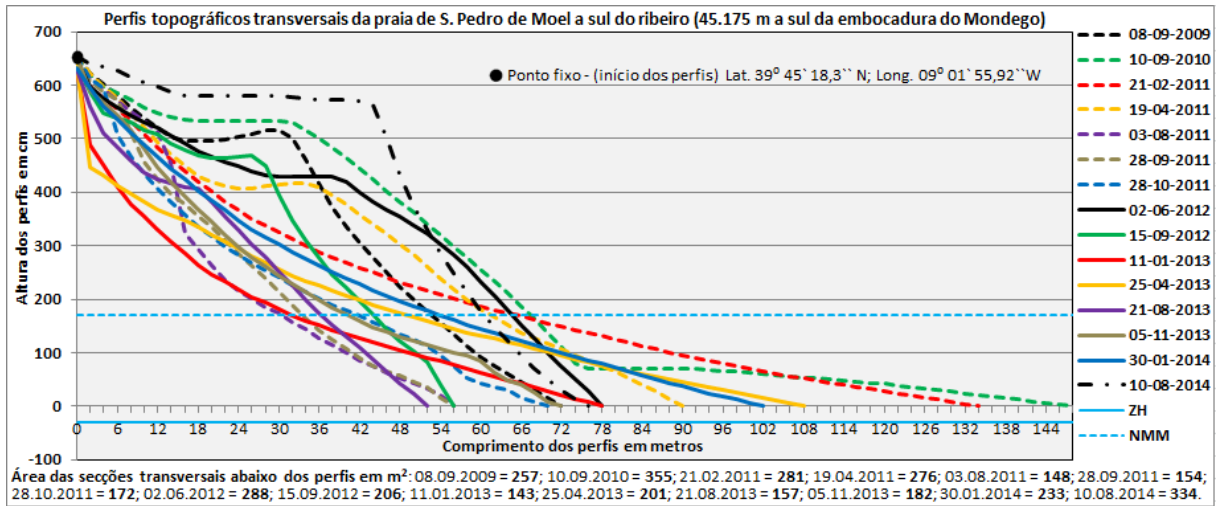


Fig. 82 - Perfis topográficos transversais da praia de S. Pedro de Moel imediatamente a sul do ribeiro.

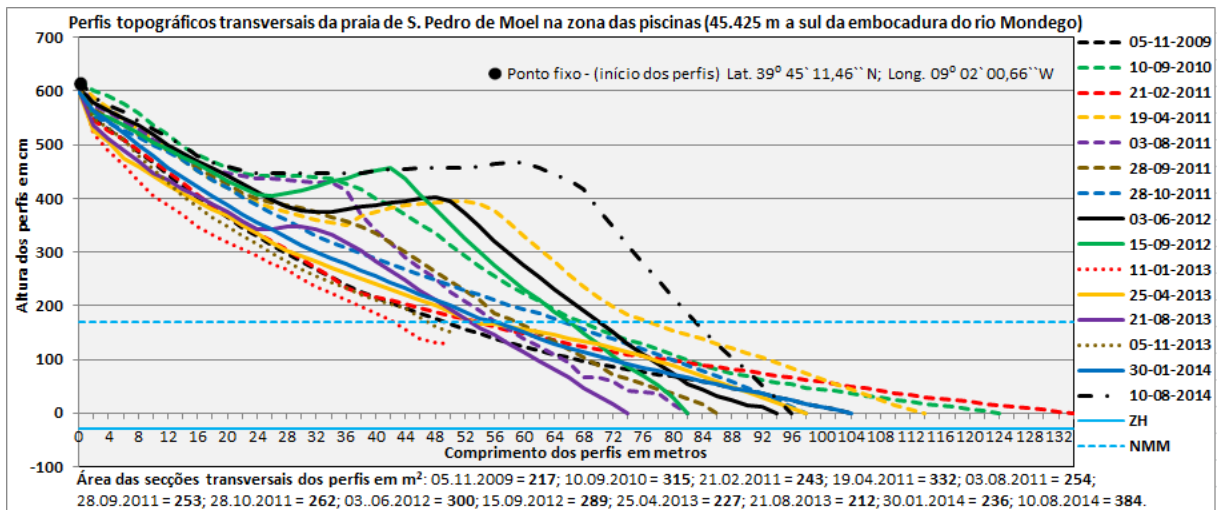


Fig. 83 - Perfis topográficos transversais da praia de S. Pedro de Moel na zona das piscinas.



Fot. 61 - Praia de S. Pedro de Moel (janeiro de 2013).

5. MORFOLOGIA DUNAR ADJACENTE

5.1 – Evolução histórica

Em contraste com outros processos geomorfológicos a dinâmica dos sistemas dunares encontra-se, profundamente, relacionada com o coberto vegetal existente, pelo que na sua evolução não podemos atender apenas a puros processos geodinâmicos, mas sim fitogeodinâmicos.

O Pinhal de Leiria (Mata Nacional de Leiria) ou Pinhal do Rei, como foi conhecido até à implantação da República, historicamente é atribuído a D. Dinis (séc. XIII - XIV), no entanto é provável que o Pinhal já existisse em tempos pré-históricos (Cordeiro, 1999, p. 64). O manuscrito nº 503 da Biblioteca da Universidade de Coimbra, datado de 1721 refere que D. Dinis "...mandou semear todos os matos que havia desde a lagoa da Sapinha, até ao lugar da Vieira, de pinhões bravos, região que constitui hoje uma das grandes

propriedades dos reis de Portugal, e chamam-lhe o Pinhal de El-rei...”. O objetivo era impedir que as areias eólicas continuassem a movimentar-se para o interior, soterrando terrenos agrícolas. É neste contexto que os sistemas dunares, alguns já existentes, se condicionaram. Para norte do rio Lis (nas Matas do Pedrógão e do Urso, nas dunas da Leirosa e nas dunas da Costa de Lavos) os sistemas dunares estão também presentes e a sua génese deverá ser idêntica à do Pinhal de Leiria.

Pelo estudo realizado por André, *et al.* (2009, p. 40, já citado neste trabalho) conclui-se que as dunas por estarem, diretamente, relacionadas com o coberto vegetal se desenvolveram de nascente para poente.

O Mapa de 1769, já referido (fig. 27), apresenta o Pinhal de Leiria designado por PINHAL DE EL REY, a Mata do Pedrógão designada por PINHAL DO CONSELHO DE LEIRIA, a Mata do Urso designada por PINHAL NOVO DA UNIVERSIDADE e mais a ocidente por PINHAL DA UNIVERSIDADE porque, nesta data, pertencia à Universidade de Coimbra.

Neste mapa (1769) a orla ocidental das referidas Matas encontra-se afastada da linha de costa, existia uma faixa com largura variável: defronte do Pinhal de El Rey e do Pinhal do Concelho de Leiria, em média com 1.800 m, mas a sul ribeiro de Moel é menor; defronte do Pinhal da Universidade na parte sul é de cerca de 4.800 m e na parte norte de 3.600 m; esta faixa está referenciada por Lombas de areia, aparecendo também com a designação de Palheiros para Sal a norte do rio Lis.

O Mapa de 1841, também já referido (fig. 29), cedido pelos Serviços Florestais da Marinha Grande, estava muito danificado pelo que tivemos que proceder à sua reconstituição. Nele é representado o Pinhal de Leiria; a norte do rio Lis mostra a parte sul do Pinhal do Concelho e a sul a Mata do Camarçãõ que na altura pertencia aos Monges de Alcobaça. Ao analisar, este mapa, verifica-se que os caminhos nele representados não se prolongam até à orla ocidental, deduzindo-se que onde não há caminhos não existia pinhal, a movimentação das areias eólicas não permitia a formação de caminhos. Sendo assim, o limite ocidental do pinhal parece coincidir com o de 1769. Ainda neste mapa de 1841, imediatamente, a sul do rio Lis há referência a uma sementeira destruída pelas areias, concluindo-se que a movimentação eólica deveria ser elevada. Neste

Mapa estão cartografadas as dunas existentes no Pinhal e também a nascente, a poente e a sul.

O limite ocidental do pinhal de Leiria que considerámos no mapa de 1841 e de 1769 deverá corresponder ao limite ocidental do pinhal, historicamente, atribuído a D. Dinis. Sendo assim na faixa desarborizada a poente as areias eólicas foram-se movimentando para o interior pelo menos durante seis séculos. As condições climáticas, neste período, deveriam ser de vento forte associado a frio seco (Pequena Idade do Gelo, do Séc. XV à primeira metade do Séc. XIX, fig. 35). Este contexto climático poderia ter originado a intensa mobilização eólica das areias. Também a praia, fonte fornecedora de sedimentos eólicos, era larga (a posição da linha de costa em relação à posição que tem hoje estaria mais a ocidente).

A grande quantidade de sedimentos eólicos disponíveis movimentaram-se de encontro à orla ocidental do pinhal que impedia a sua progressão para o interior, soterrando alguns pinheiros e dando origem a um cordão dunar, com orientação sensivelmente norte-sul, com uma altura média de cerca de 70 m. A sua imponência levou os Serviços Florestais a construir nele pontos de vigia aos incêndios florestais (fot. 62). A génese deste imponente cordão dunar levou-nos a identificá-lo por crista de obstáculo. André (1996a, pág. 63) recolheu, na base de uma duna deste cordão dunar, uma amostra de um dos pinheiros que estava soterrado e que foi descoberto quando houve extração de areia. Esta amostra, datada pelo Instituto Tecnológico e Nuclear, segundo o método de C14 (referência de Laboratório ICEN-1299), forneceu a idade (anos BP) de 370 ± 40 , datação que corresponde a 1580 ± 40 anos (Pequena Idade do Gelo).

A fixação das areias eólicas na faixa desarborizada que se estendia a poente dos então pinhais de El Rey, do Concelho e da Universidade era importante pois estavam a:

- assorear o rio Lis no seu troço terminal, na altura importante porto de embarque das madeiras do Pinhal;
- soterrar novas sementeiras de pinhal já referidas no mapa de 1841, imediatamente, a sul do Lis;
- impedir que se fizessem novas sementeiras.

A propósito Arala Pinto (1938, p. 403) refere que “Em 28 de janeiro de 1851 pedia-se a remoção do Patacho Veloz encalhado na Foz do Lís, porque

não só “ causa graves prejuízos á povoação, que lhe fica visinha, como tambem grande embaraço ao Serviço dos Pinhaes de Leiria...”. Este autor cita ainda várias tentativas infrutíferas de sementeiras de pinheiros, nesta faixa desarborizada, porque de um dia para o outro as areias eólicas as soterravam.

O problema consistia em conter o avanço das areias enquanto os pinheiros não nascessem e mesmo depois de nascerem era necessário defendê-los dos ventos marítimos que os crestavam e matavam.

A colonização vegetal, da faixa costeira desarborizada, foi iniciada na Costa de Lavos, em 1805, por José Bonifácio de Andrada e Silva que, por determinação de D. Maria I tinha ido em missão de estudo a vários países. Foi em França, nomeadamente, no golfo da Gasconha que colheu os ensinamentos que aqui aplicou.

A sementeira dos pinheiros mais próximo do mar passou a fazer-se, juntamente, com plantas arenosas. Nascendo estas mais depressa defenderiam os pinheiros do vento ao mesmo tempo que envolviam e fixavam a areia eólica. À medida que as sementeiras, para o interior, iam tendo mais abrigo e o solo era mais fértil as plantas arenófilas iam sendo substituídas por aveia ou centeio. Nascendo e crescendo os cereais primeiro protegiam os pinheiros do calor e das tempestades. Também, com o objetivo de defender as sementeiras das areias e do vento marítimo chegou a cobrirem-se com caruma e mato. Os trabalhos de sementeira não prosseguiram por falta de dinheiro e também por algum insucesso.

Ainda para defender as sementeiras das areias eólicas, Pinto (1938, p. 406) refere a colocação de sebes de ramas. Mas como estas, ao perderem a folhagem, deixavam passar a areia foram substituídas por uma paliçada em madeira; uma parte foi colocada no alinhamento das antigas sebes de ramas outra em ziguezague. A paliçada era formada por pranchas com cerca de 1,80 m de comprimento, 0,03 m de espessura, variando a largura 1,18 m e 0,25 m (consideramos que 1,18 m referido por Pinto deverá ser um lapso, provavelmente será 0,18 m); para permitir a passagem de parte da areia acumulada, de duas em duas pranchas ficou um espaço de 0,02 m; quando estas pranchas se encontravam semienterradas eram levantadas por meio de uma cábreá (elevador).

O objetivo era transformar o inimigo terrível das sementeiras em amigo protetor, transformando “as areias corredoras” em abrigo firme e sólido. Por ser novidade, combatida por alguns, e por o autor da inovação ter sido retirado deste serviço a experiência foi abandonada durante alguns anos.

Posteriormente, sob a orientação do Engenheiro Silvicultor Carlos de Sousa Pimentel, retomou-se a experiência anterior, tendo sido coroada de êxito. As tábuas (pranchas) agora com 2,3 m de comprimento, aguçadas na extremidade a enterrar, foram colocadas numa linha paralela à costa (fot. 63), sendo elevadas à medida que a duna se ia formando. Pinto (1938, p. 403) refere que “Algumas vezes também a duna litoral se formou mais rapidamente do que se calculava, aparecendo o ripado com dois metros de altura, fora do solo, de um dia para o outro quási completamente enterrado”.

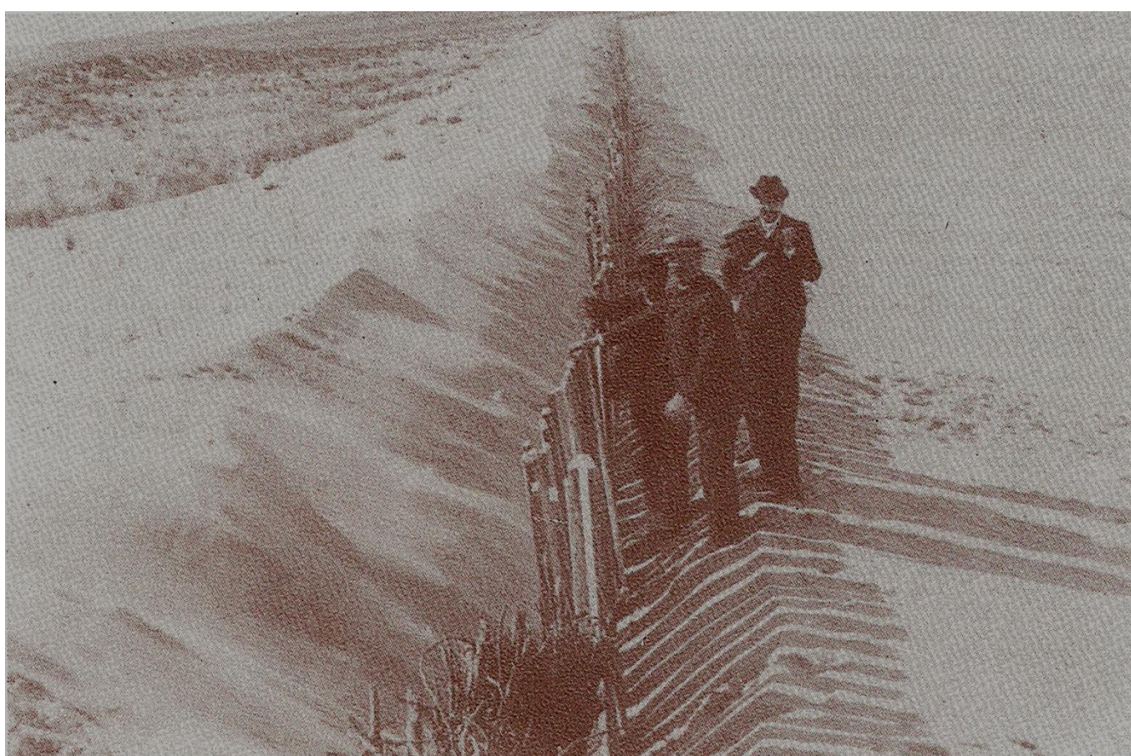
Quando a duna, agora formada, atingiu cerca de 4 a 5 m de altura procedeu-se à sua fixação com vegetação arenófila, principalmente estorno (*Ammophila arenaria*) e ainda com madorneira (*Artemisia crithmifolia*), tojo arnal (*Ulex europaeus*), giesta (*Spartium junceum*), camarinheira (*Corema album*) e sargaço (*Cistus monspeliensis*).

Seguidamente, nas dunas interiores, procedeu-se à sementeira do pinheiro bravo (*Pinus pinaster*). A arborização ficou concluída em 1909, praticando-se depois apenas ressementeiras.

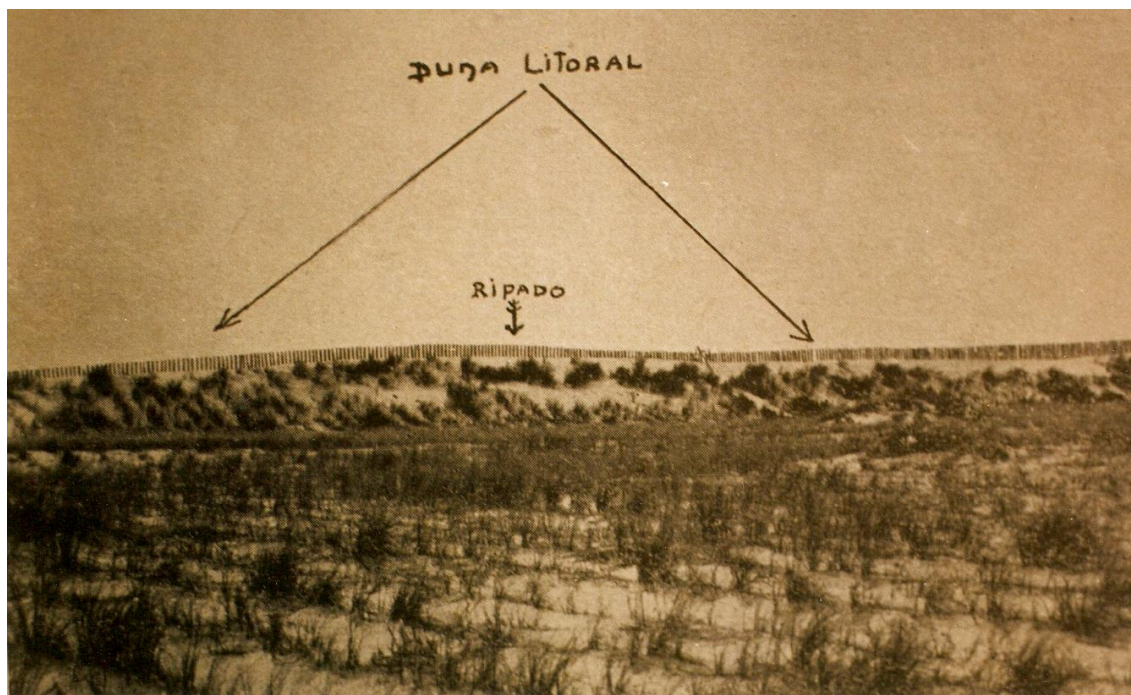
Podemos pois concluir que o primeiro trabalho de colonização vegetal das areias consistiu na formação da ante-duna ou duna litoral, com a colocação do ripado ou paliçada, paralelamente à linha de costa (fot. 64).



Fot. 62 – Grande cordão dunar/crista de obstáculo com ponto de vigia e casa do Guarda no topo (vista de poente para nascente).



Fot. 63 - Colocação do ripado ou paliçada para formação da duna litoral (cordão dunar frontal longilitoral), segunda metade do século XIX (fonte: Serviços Florestais).



Fot. 64 – Duna litoral (Cordão dunar frontal longilitoral) em formação, segunda metade do século XIX (fonte: Serviços Florestais).

5.2 – Evolução morfológica atual

A zona costeira ocidental de Portugal apresenta, entre o rio Mondego e o promontório da Nazaré (Sítio da Nazaré), uma cobertura de areias eólicas que se estende até 13 km para o interior (fig. 14) organizada em grande parte num campo dunar com cobertura dominante de *Pinus pinaster*. Existem diversificadas morfologias que, em grande parte, ainda não se encontram, significativamente, afetadas por ações antrópicas. Assim, oferecem boas condições para o estudo das características morfo-sedimentares e interpretação das condições ambientais que controlaram a sua génese.

Apesar do complexo dunar cobrir, praticamente, toda a área em estudo, prolongando-se para sul, para um estudo mais pormenorizado privilegiámos uma área que se estende desde a Lagoa da Ervedeira (norte do Pedrógão) até Água de Madeiros (1.500 m a sul de S. Pedro de Moel), Matas Nacionais do Pedrógão e de Leiria (fig. 84). Para este estudo utilizámos fotografias aéreas verticais de 1989, na escala de 1/15.000.

André *et al.* (2009 e 2013b) com base nas características morfo-sedimentares referem que, neste vasto campo dunar, foram identificadas três

formações eólicas FE1, FE2 e FE3. A análise destas formações já foi, em parte, tratada (capítulo 1. 2 – Geologia, 1. 2. 1 – A zona emersa).

Estas três fases de movimentação eólica (FE1, FE2 e FE3) poderão ser correlacionadas com as três fases identificadas, por Almeida (1995) e Noivo (1996), na morfologia dunar da área situada, imediatamente, a norte da Serra da Boa Viagem. É provável que a FE1 corresponda ao intervalo 30 a 15 ka, em que o baixo nível do mar expôs vastas planícies costeiras arenosas a fortes ventos de NW num contexto climático frio (Roucoux *et al.*, 2005 e Naughton *et al.*, 2007). O espesso podzol, com horizonte B endurecido no topo da FE1, registará um longo período sem significativa movimentação eólica mas com desenvolvimento de vegetação arbórea. Carvalho (1954, 1964) atribuiu as Areias da Gândara à glaciação würmiana porque intercalados nestas areias ocorriam ventifactos, artefactos Paleolíticos e depósitos periglaciários. A rápida subida do nível do mar que ocorreu há cerca de 14 a 10 ka atrás (Dias *et al.*, 2000), submergindo as prévias planícies de deflação terá diminuído, substancialmente, a alimentação dos campos dunares.

A FE2 regista uma fase de movimentação eólica ulterior, em que o efeito da diminuição da força do vento, por melhoria climática (Pena *et al.*, 2007), foi compensada pela proximidade da linha de costa. Interpretámos que os sedimentos marinhos e lagunares estudados por Bernardes *et al.* (2001) na Costa de Lavos, com datações de 14C de 2.950 e 2.060 cal BP, serão equivalentes laterais do topo da FE2.

A FE3 deve corresponder a condições climáticas associadas ao período pós-Medieval, principalmente, durante a Pequena Idade do Gelo que seriam de temperaturas mais baixas que as atuais associadas a vento forte e seco. Contudo, teriam existido significativas variações de humidade (Danielsen, 2008).

O esboço geomorfológico das dunas das Matas Nacionais do Pedrógão e de Leiria (fig. 84) mostra que a área mais a oriente, identificada por FE1 (fig.14), apresenta quase ausência de dunas. Facto que estará relacionado com a antiguidade e com a proximidade das populações limítrofes do pinhal. Nas formações eólicas FE2 e FE3 as dunas, prolongando-se no sentido oeste-este, chegam a atingir 2 km de comprimento. A observação de campo documenta que estas dunas são simétricas em cortes transversais, apresentando os dois flancos

inclinações semelhantes (fot. 65). O que, como já foi referido, leva a admitir que a sua formação se deve a vento alternado do quadrante NW e do quadrante SW.

No esboço geomorfológico das dunas identifica-se na formação eólica 2 (FE2) dois cordões dunares, sensivelmente, paralelos à linha de costa (fig. 14). O que está mais a oriente, situa-se na transição das formações dunares identificadas por FE1 e FE2, encontra-se mais desenvolvido, apresentando dunas que chegam a ultrapassar os 30 m de altura; o que se encontra mais a ocidente, está representado numa menor extensão e com menos rigidez; como se localiza numa zona abrigada pelo grande cordão dunar (crista de obstáculo) que lhe fica, imediatamente, a poente, não recebe tanta alimentação eólica. A mesma justificação deverá estar na base das poucas dunas que se encontram ao longo de toda a zona oriental desse grande cordão dunar.

Para ocidente do grande cordão dunar, de que já se analisou a sua génese, encontra-se a formação dunar que foi identificada por FE3. Trata-se de uma formação dunar recente, com uma cobertura de *Pinus* ainda mais recente (a partir de meados do século XIX) como já foi referido; a sul do ribeiro de Moel esta formação dunar (FE3) perde definição. O facto de no mapa de 1769 (fig. 27) e de no mapa de 1841 (fig. 29), já referidos, nesta faixa costeira (sul do ribeiro de Moel) o pinhal já se desenvolver mais para ocidente e também pelo facto do limite interior da praia ser de arriba com cerca 20 a 30 m de altura, não havendo alimentação eólica para o interior deverá ser a justificação para a formação dunar FE2 atingir aqui a costa. A norte do ribeiro de Moel e até cerca de 2 km a norte da lagoa da Ervedeira a formação dunar FE3 está bem identificada, terminando a ocidente num cordão dunar que pela sua posição, em relação à linha de costa, recebe o nome de cordão dunar frontal. Porque se distribuiu ou distribuía, antes de parte ter sido erodido, ao longo da costa designamo-lo por Cordão Dunar Frontal Longilitoral, pela sua origem a partir da paliçada ou ripado pode considerar-se uma formação antrópica.

Hoje, este cordão dunar devido ao avanço do mar provocado em parte pelo défice sedimentar ou já foi completamente erodido, verificando-se nalguns casos galgamentos marinhos, ou está talhado em arriba erosiva. O facto da praia, fonte de alimentação eólica, ter diminuído de largura e se encontrar mais humedecida, o vento necessita de cerca do triplo da velocidade para movimentar areia molhada do que aquela que seria necessária para movimentar areia seca

(a água preenche os interstícios entre os grãos e dá-lhe aderência) a movimentação eólica praia-duna diminuiu. Apesar da alimentação eólica do cordão dunar frontal diminuir, este continua a estar sujeito a erosão eólica.

A paliçada/ripado que deu origem a este cordão dunar está a surgir nalguns locais mas, devido à movimentação eólica, aparece agora no flanco ocidental (fot. 66). A erosão eólica do cordão dunar frontal está, também, a sofrer as consequências do pisoteio da vegetação.

Depois de uma visita ao cordão dunar frontal, complementada com fotografias aéreas e imagens de satélite, seleccionámos alguns troços costeiros onde se verifica maior erosão com maior destabilização e migração/formação de dunas parabólicas, no sentido SE/SSE, resultado do vento predominante, NW/NNW. Em alguns desses troços colocámos pontos de referência para podermos quantificar o avanço das dunas. Como exemplo apresentamos o troço costeiro, entre os 2.800 m e os 4.600 m a sul do rio Lis, onde o cordão dunar está em destabilização (fig. 85, 85a), apresentando a barlavento “blowouts” (depressões arenosas provocadas pela remoção dos sedimentos pelo vento) de grandes dimensões (fot. 67), com corredores de deflação eólica a sotavento (fot. 68), verificando-se a movimentação/formação de uma nova duna em progressão para SE e para SSE.

De outubro de 2011 a outubro de 2017 quantificámos a progressão de cerca de 42 m de uma duna (fot. 69). Esta elevada progressão (7 m/ano) poderá dever-se ao facto de em 2003 ter ocorrido um grande incêndio que se propagou até ao flanco oriental do cordão dunar frontal, queimando a vegetação. A figura 85a (imagem do Google Earth de 18/8/2018), posterior ao grande incêndio de 15 de outubro de 2017, vem confirmar esta taxa de progressão. A figura 85b (imagem do Google Earth de 30/10/2006) confirma também o avanço desta duna.

A progressão média do cordão dunar frontal, onde não ocorreu incêndio, foi (até ao incêndio de 2017) cerca de 1,5 m/ano (fot. 70).

Como já referimos a progressão inicial das dunas que se formam a partir da destabilização/erosão do cordão dunar frontal é no sentido para onde sopra o vento predominante (SE/SSE), posteriormente, quando se encontram abrigadas do vento pelo que resta desse cordão dunar, tomam uma posição paralela a ele formando, nalguns troços, um segundo cordão (fot. 71 e 72).

André *et al.* (1999, p. 13 e 14), recorrendo à comparação de esboços geomorfológicos obtidos a partir de fotografias aéreas verticais de 1947 e 1989 das Matas Nacionais do Pedrógão e de Leiria (fig. 86) referem “...parece ter havido alguma mobilidade nas cristas dunares, nomeadamente um avanço para SSE... o avanço das cristas dunares é notório, quer no cordão dunar frontal, quer nos que se localizam mais para o interior e que estão sensivelmente paralelos à linha de costa. Verifica-se também que algumas dunas desapareceram, enquanto outras se formaram e que há uma maior irregularidade das cristas dunares no esboço mais recente. A total imobilidade parece não se verificar, mesmo nas dunas mais afastadas do mar detetaram-se diferenças que provam a sua mobilidade. Este facto deverá estar relacionado com o crescente pisoteio que se tem verificado ano após ano, com os incêndios florestais e ainda com os cortes florestais, que atingiram nas décadas de 60 e 70 valores significativos”.

A morfologia dunar do troço costeiro a norte, entre o rio Mondego e a Leirosa, já tinha sido objeto de estudo (André *et al.*, 1997); a partir da fotografia aérea de 1989 elaboraram o esboço geomorfológico da área dunar (fig. 87), tendo concluído que existe uma faixa descontínua de dunas que se alonga de norte para sul. A redução da faixa de dunas a norte tem sido condicionada pelo braço sul do Mondego, pela povoação da Cova/Gala (onde se localiza o Hospital Distrital da Figueira da Foz), pela zona industrial e pelo Parque de Campismo Orbitur. A sul deste parque a Carreira de Tiro militar tem também provocado o desmantelamento de algumas dunas. Estas duas infraestruturas (Parque de Campismo e Carreira de Tiro) não se encontram referenciadas no esboço geomorfológico (fig. 87). Mais a sul, a nascente da Leirosa, outra zona industrial ocupada pelas fábricas de pasta de papel (Celbi e Soporcel/Navigator) preencheram o espaço antes ocupado por dunas.

O cordão dunar frontal longilitoral formado a partir da paliçada/ripado encontra-se bastante erodido e até interrompido defronte das povoações da Cova/Gala e mais a sul da Costa de Lavos e da Leirosa. A sul do campo de esporões da Cova/Gala, como já foi referido, por este cordão dunar ter sido completamente erodido, em 2015 foi substituído por um cordão arenoso antrópico. Situação idêntica já tinha ocorrido a sul do esporão da Leirosa. Hoje os dois cordões antrópicos, com o comprimento de cerca de 580 m (Cova/Gala, fot. 43) e 750 m (Leirosa) já estão também em erosão.

O campo dunar apresenta, tal como na Mata do Pedrógão e de Leiria, dunas alongadas de oeste-este a WNW-ESE (fig. 87); dada a sua posição em relação ao vento atualmente predominante, mais mobilizador de areia, de norte e noroeste podem também ser consideradas dunas transversais. As dunas, devido à forte ocupação antrópica, apresentam-se erodidas algumas sem cristas bem definidas com espaçamento entre corredores dunares que varia entre cem e duzentos metros. No limite oriental deste esboço geomorfológico (fig. 87) identificam-se pequenos cordões dunares, sensivelmente, paralelos à linha de costa. Devem corresponder, tal como nas matas do Pedrógão e de Leiria, a uma fase mais antiga de arborização, mas como estão junto das povoações (Lavos, Vais, Paião, Copeiro, Casal de Seiça e Marinha das Ondas) encontram-se bastante erodidos e interrompidos.

O incêndio de outubro de 2017 iniciou-se a sul da Mata Nacional de Leiria (Burinhosa - Pataias) passou pela Mata do Pedrógão e terminou na parte norte da Mata do Urso (norte da praia do Osso da Baleia), correspondendo a uma frente oceânica, ligeiramente, superior a 30 km. *O Relatório de Avaliação dos incêndios ocorridos entre 14 e 16 de outubro de 2017 em Portugal Continental* (março de 2018, p. 196) refere que numa área total de 18.964,50 ha, arderam 14.402,10 ha, correspondendo a 76,67%. Na Mata Nacional de Leiria com 11.021,40 ha, arderam 9.476,30 ha, correspondendo a 86%; na Mata Nacional do Pedrógão com 1.808,40 ha, arderam 1.619,50 ha, correspondendo a 90%; na Mata Nacional do Urso com 6.134,70 ha, arderam 3.306,30 ha, correspondendo a 54%.

Esta área percorrida pelo incêndio irá, inevitavelmente, depois do corte da vegetação ardida, nomeadamente, do pinheiro bravo (*Pinus pinaster*), espécie dominante provocar a destabilização/movimentação dos sistemas dunares mesmo os localizados mais para o interior. Há situações em que a área ardida percorreu as matas nacionais de poente a nascente, atingindo matas privadas só se detendo junto de terrenos agrícolas. Nada irá impedir que o vento marítimo se propague para o interior, transportando sedimentos e atingindo culturas.

André (1996, p. 75 e 76) para verificar se os cortes florestais, mesmo no interior da mata, poderiam dar origem à movimentação de areias eólicas colocou armadilhas para captura das areias com movimentação eólica, durante três meses (de 01 de janeiro a 31 de março de 1984), a 2.800 m da linha de costa,

onde os Serviços Florestais tinham procedido ao corte florestal. Constatou que no dia 02 de fevereiro havia vestígios de areia nas armadilhas colocadas a 20 cm de altura voltadas para NW, W, SW e na armadilha colocada junto ao solo voltada para cima havia 40 g de areia. O vento nesse dia soprou às 09h a 30 km/h de NW e às 18h a 19 km/h de NW, a velocidade média nesse dia foi de 31,6 km/h, também nesse dia ocorreu pluviosidade (0,5 mm). Concluindo-se que no local onde se procedeu a esta experiência, mesmo abrigado do vento predominante pela cobertura de pinheiro a ocidente com quase 2.800 m de largura, com vegetação arbustiva e areias humedecidas pela pluviosidade ocorrida, ainda se verificou alguma movimentação eólica. As condições criadas pelo incêndio de outubro de 2017, sem vegetação arbórea e arbustiva apenas com alguma vegetação herbácea que vai nascendo espontaneamente, a destabilização/movimentação das dunas será uma realidade.

Para quantificar o presumível movimento das dunas, estamos a colocar pontos de referência em vários locais, nomeadamente no flanco oriental do que resta do cordão dunar frontal e em dunas situadas mais para oriente. Esta análise, por apresentar alguma morosidade, já não irá caber no âmbito deste trabalho.

Para minimizar os impactos do incêndio nos sistemas dunares considera-se que:

- a rearborização da área ardida deveria ser feita, imediatamente, após o corte dos exemplares ardidos, facto que não aconteceu. O incêndio ocorreu em outubro de 2017 e na segunda metade de 2019, a maior parte da área ardida ainda não foi arborizada, continua-se a proceder ao corte dos exemplares ardidos;

- no corte e retirada dos exemplares ardidos, assim como na rearborização, deveria evitar-se grande mobilização do solo, o que não está a acontecer;

- para evitar a mobilização do solo deveria restringir-se a circulação de viaturas todo o terreno ligadas ao corte dos exemplares ardidos e do seu transporte, assim como viaturas de lazer (todo o terreno – jipes e motas) que percorrem a Mata, destruindo pinheiros nascidos naturalmente depois do incêndio.

O repovoamento vegetal das Matas Litorais deverá ser feito, essencialmente, com pinheiro bravo (*Pinus pinaster*). Dada, praticamente, a ausência de solo, assim como a presença frequente de ar marítimo, outras espécies arbóreas dificilmente se adaptarão a estas características edafoclimáticas.

Relativamente à rearboração das Matas Litorais ardidas, em outubro de 2017, houve um movimento para que a mesma fosse, em parte, feita por sobreiros (*Quercus suber*), espécie mais resistente ao fogo. No início de 2018 e com objetivo de chamar a atenção dos responsáveis por essa rearboração, publicámos um artigo no Jornal de Leiria, edição de 21 de fevereiro de 2018, referindo o hipotético insucesso dessa plantação: “A Mata Nacional de Leiria designação que lhe foi dada depois da implantação da República, antes Pinhal do Rei, apesar de estar totalmente inserida no concelho da Marinha Grande (ocupando cerca de 60% deste) na altura a cidade mais próxima era Leiria, a Marinha Grande era uma pequena povoação.

Historicamente é atribuída a D. Dinis que a expandiu, em parte já existia, sendo formada essencialmente por pinheiro bravo (*Pinus pinaster*). Foi a primeira Mata em Portugal a ser ordenada, o primeiro ordenamento foi realizado em 1841 e ficou conhecido por quadros de Varnhagen, em 1892 foi feito novo ordenamento por Bernardino Barros Gomes que ainda se mantém.

Com pelo menos 7 séculos, a Mata Nacional de Leiria tem tido como principal objetivo segurar as areias eólicas que, antes da sua formação, estavam a soterrar terrenos agrícolas a nascente, e também a impedir que o vento marítimo, prejudicial às culturas agrícolas, aí se fizesse sentir.

Os complexos e imponentes sistemas dunares presentes nesta Mata, resultado da sucessiva plantação de pinheiro bravo, de nascente para poente, que apenas terminou no início do século XX, promoveu o desenvolvimento de dunas das mais altas da Europa, que por isso mesmo, devem ser preservados.

Hoje e depois do incêndio em 15 de outubro de 2017, que destruiu quase 90% desta Mata, pretende-se substituir, em parte, o pinheiro bravo pelo sobreiro (*Quercus suber*).

As condições edafoclimáticas (clima e solo) da maior parte da Mata Nacional de Leiria são de solo pobre, ou até incipiente e de vento marítimo forte.

Estas características, que se acentuam nas zonas mais próximas do mar, poderão não ser propícias ao desenvolvimento de folhosas, nomeadamente de sobreiros.

Os poucos sobreiros existentes na Mata Nacional de Leiria encontram-se no seu limite interior, onde já existe algum solo e onde estavam protegidos do vento marítimo pelo povoamento de pinheiros bravos a ocidente, agora ardido.

Outro entrave ao povoamento do sobreiro na Mata Nacional de Leiria/Pinhal do Rei é a existência em algumas zonas da Mata, a poucos centímetros de profundidade, de um horizonte ferruginoso antigo conhecido na região por surraipa. Impenetrável pelas raízes das plantas obriga-as a modificar o seu desenvolvimento radicular, tornando-as pouco vigorosas e com dificuldade de resistir à impetuosidade do vento. Também a impermeabilidade da surraipa provoca acumulação de água durante longos períodos, dificultando a oxigenação das raízes.

O sobreiro evita solos compactos, salinos e hidromórficos, assim como os que apresentam impermes (suscetíveis de encharcamento). No Manual de Instalação de novos povoamentos com sobreiro coordenado por Augusta Costa e Cristina Pereira (2007) é referido *O sobreiro encontra as melhores condições de vegetação em solos com textura leve, profundos e com subsolo permeável que permitam uma grande expansão radicular e arejamento. O sobreiro vegeta pior em solos com fraca capacidade de retenção de água, como no caso das texturas arenosas, com elementos grosseiros e sem matéria orgânica.*

O plano de revegetação da Mata Nacional de Leiria/Pinhal do Rei prevê povoamentos de pinheiro bravo ladeados por povoamentos de sobreiros para que estes mais resistentes ao fogo (possuem uma camada de súber que o protege do calor), em caso de incêndio exerçam uma barreira protetora à sua propagação.

Antes de se fazer uma revegetação definitiva deverá proceder-se a um estudo das condições edafoclimáticas dos locais onde se pretende colocar os sobreiros”.

No início de 2019 a grande maioria (mais de 80%) dos sobreiros já plantados, na Mata Nacional de Leiria, estavam secos e a seu lado desenvolviam-se pequenos exemplares de pinheiros bravos que tinham nascido naturalmente, resultado de sementes (penisco) que resistiram ao incêndio. Em março de 2019 o Secretário de Estado das Florestas e do Desenvolvimento Rural

deslocou-se à Marinha Grande para apresentar o novo Plano Nacional de Investimentos para a recuperação das Matas Nacionais do Litoral e do Centro, agora com pinheiro bravo.

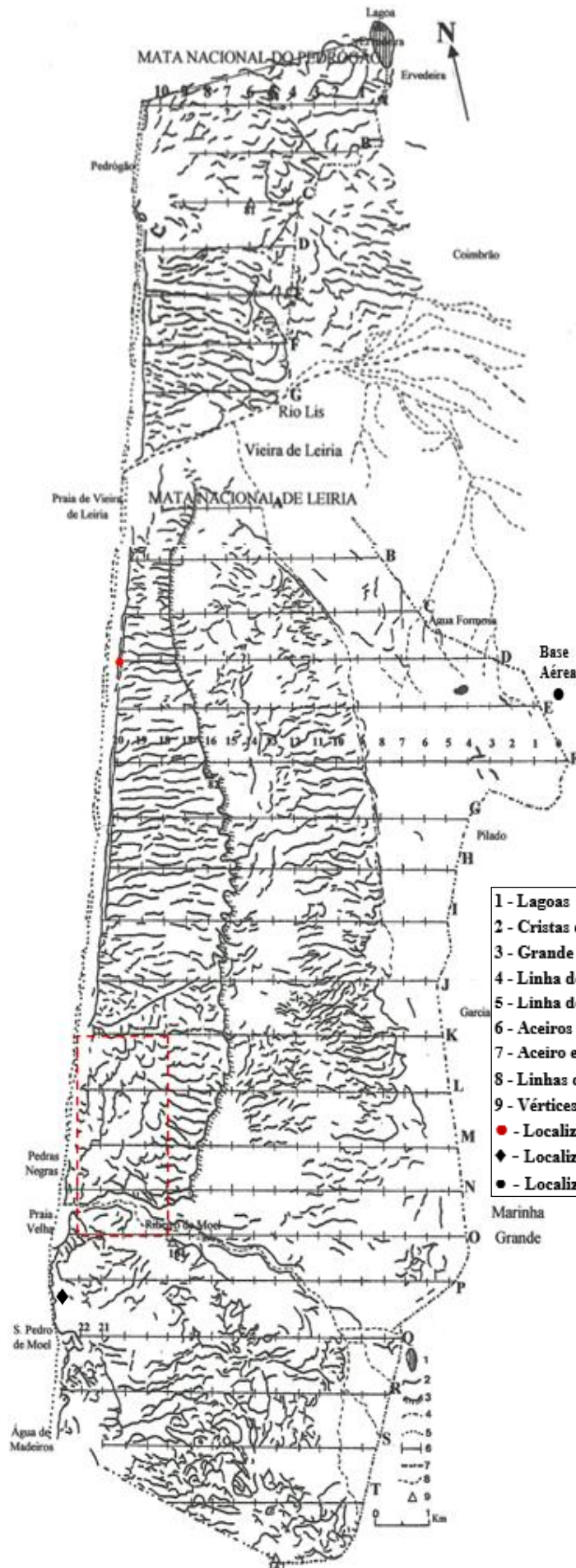


Fig. 84 – Esboço geomorfológico das dunas das Matas Nacionais do Pedrógão e de Leiria (adaptado de André, 1996).

- | | |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1 - Lagoas | |
| 2 - Cristas das dunas (fotografia Aérea vertical de 1989) | |
| 3 - Grande cordão dunar frontal (crista de obstáculo) | |
| 4 - Linha de costa (carta militar de 1947) | |
| 5 - Linha de costa (carta militar de 1982) | |
| 6 - Aceiros e arrifes | |
| 7 - Aceiro exterior | Zona de dunas parabólicas |
| 8 - Linhas de água | |
| 9 - Vértices geodésicos | |
| ● - Localização das armadilhas para captura da areia eólica | |
| ◆ - Localização da estação meteorológica de S. Pedro de Moel | |
| ● - Localização da estação meteorológica da Base Aérea | |



Fot. 65 – Duna simétrica em corte transversal, apresentando os dois flancos inclinações semelhantes.



Fot. 66 – Vestígios do ripado/paliçada no flanco ocidental do cordão dunar frontal.

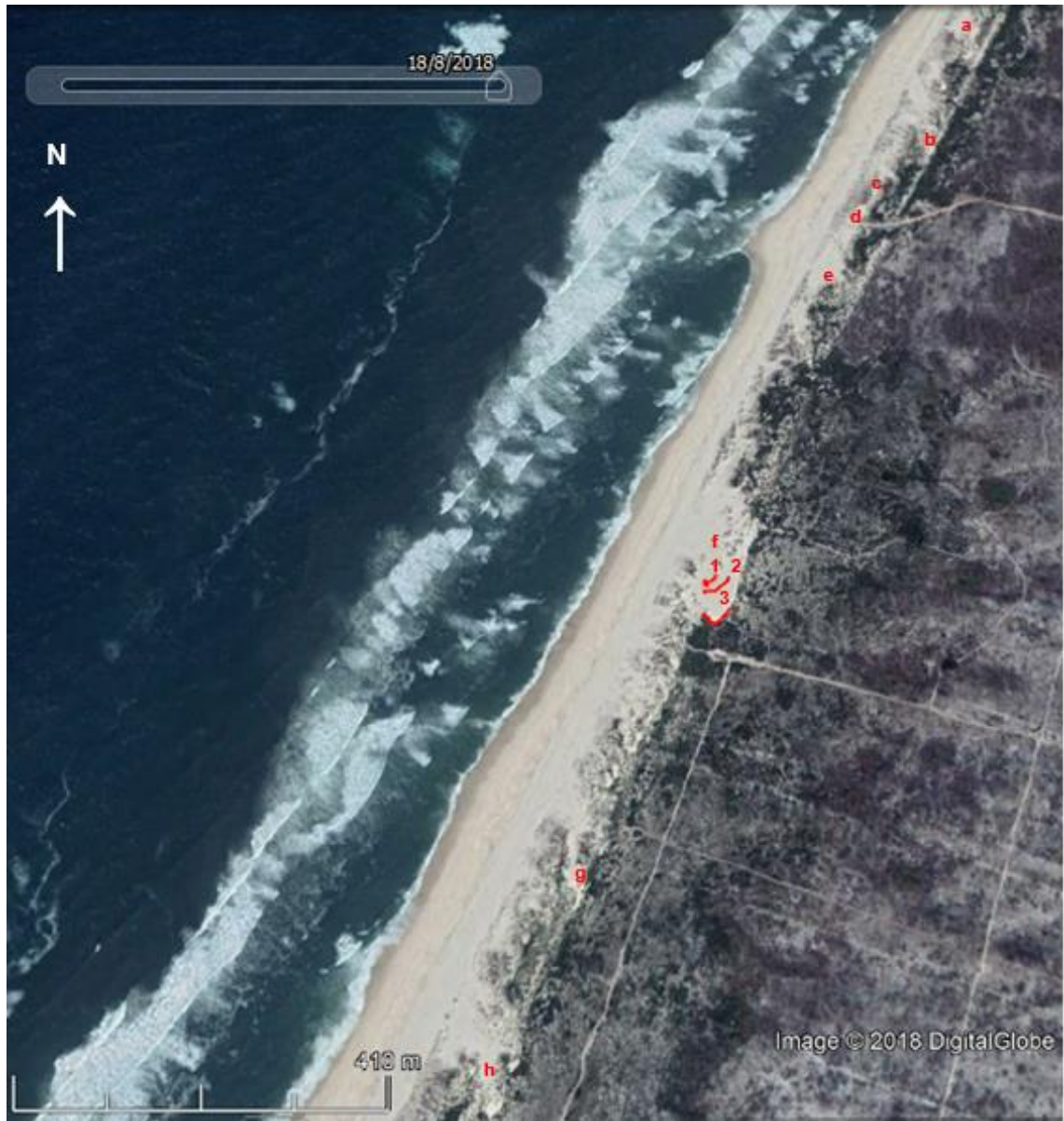


Fig. 85 – Troço costeiro entre os 2.800m e os 4.600 m a sul do rio Lis. Estado de degradação do cordão dunar frontal (imagem do Google Earth de 08/10/2011).

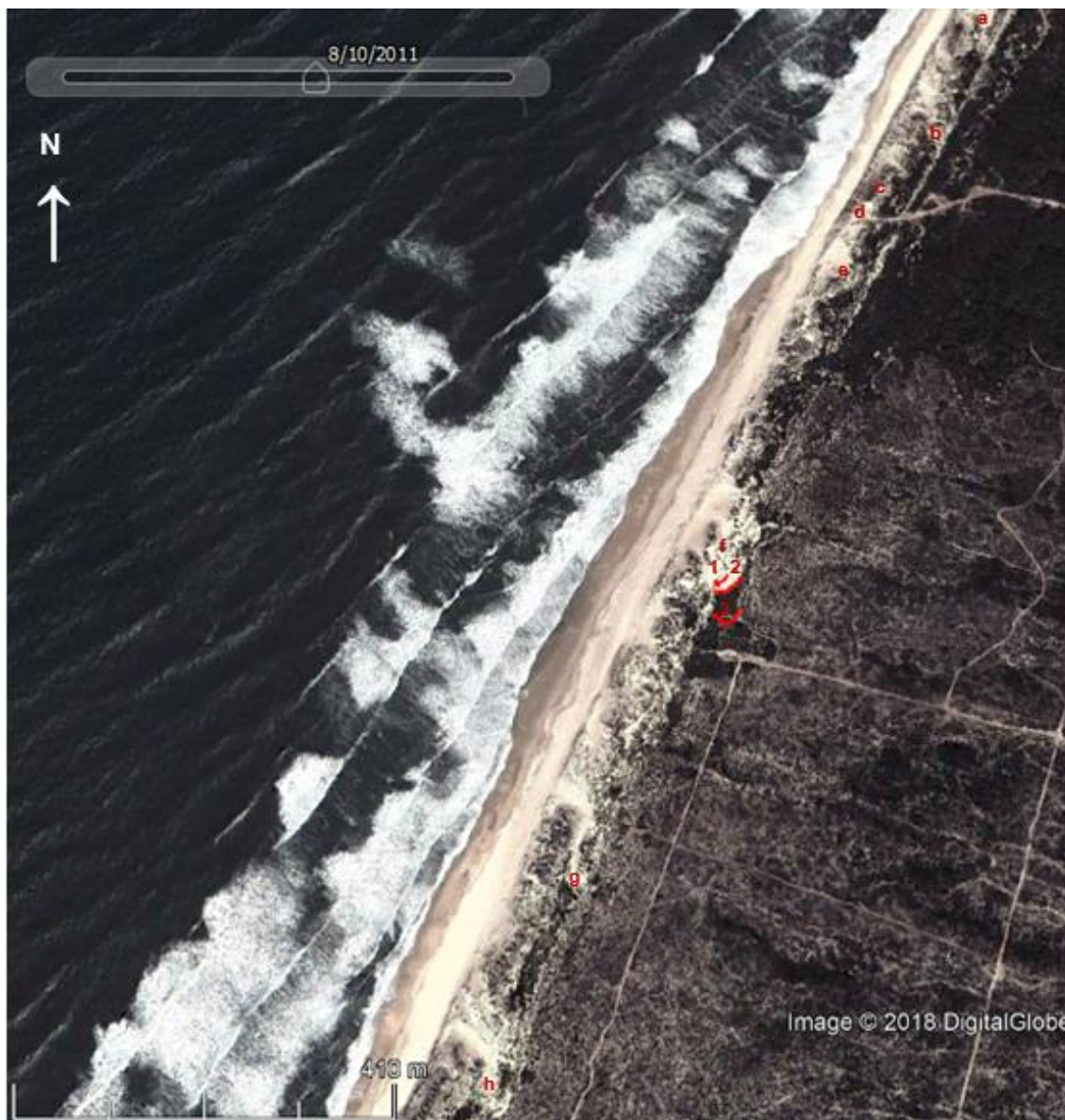


Fig. 85a – Troço costeiro entre os 2.800m e os 4.600 m a sul do rio Lis. Estado de degradação do cordão dunar frontal (imagem do Google Earth de 18/08/2018).

Legenda da figura 85 e 85a: **a** – a barlavento encontrava-se um “blowout” em anfiteatro com cerca de 64 m de diâmetro (outubro de 2017). Nele encontravam-se restos dispersos do ripado colocado no século XIX; **b** – a barlavento encontrava-se um “blowout” em anfiteatro com cerca de 42 m de diâmetro seguido de três corredores de deflação. Nele encontravam-se restos de uma barraca incendiada (outubro de 2017); **c** – duna onde foram colocadas (na segunda fase de observações) armadilhas para quantificação do material eólico em deslocação; **d** – desmantelamento do cordão dunar frontal para acesso de veículos a um antigo areeiro; **e** – a barlavento encontrava-se um “blowout” em anfiteatro com 61 m de diâmetro onde se observavam restos de materiais de construção (outubro de 2017); **f** – duna com grande movimentação (valores apresentados na legenda da figura 85b); **g** e **h** – duna com grande movimentação, a barlavento encontra-se um “blowout” com cerca 34 m de diâmetro, a sotavento, na direção da progressão da duna (SSW) formou-se um corredor de deflação com cerca de 12 m de largura média.



Fig. 85b – Representação do limite SSE da duna **f** exibida também nas figuras anteriores e na fot. 69 (**1** – em 30/10/2006; **2** – em 08/10/2011; **3** – em 18/08/2018. De 30/10/2006 a 08/10/2011 a progressão foi de 14,5 m = 3 m/ano; de 08/10/2011 a 18/08/2018 a progressão foi de 45,5 m = 6,5 m/ano) (imagem do Google Earth de 30/10/2006).



Fot. 67 – Cordão dunar frontal em destabilização apresentando “blowout” (outubro de 2017).



Fot. 68 – Cordão dunar frontal, corredor de deflação a sotavento de um “blowout” (outubro de 2017).



Fot. 69 – Duna (f) em progressão/formação por destabilização do cordão dunar frontal (outubro de 2017).



Fot. 70 – Quantificação da progressão de uma duna do cordão dunar frontal.



Fot. 71 – Duna parabólica em progressão/formação para SE por erosão eólica do cordão dunar frontal (1995).



Fot. 72 – A progressão da duna parabólica anterior (fot. 71) incorporou-se no cordão dunar mais a oriente paralelo ao cordão dunar frontal a ocidente (outubro de 2017).

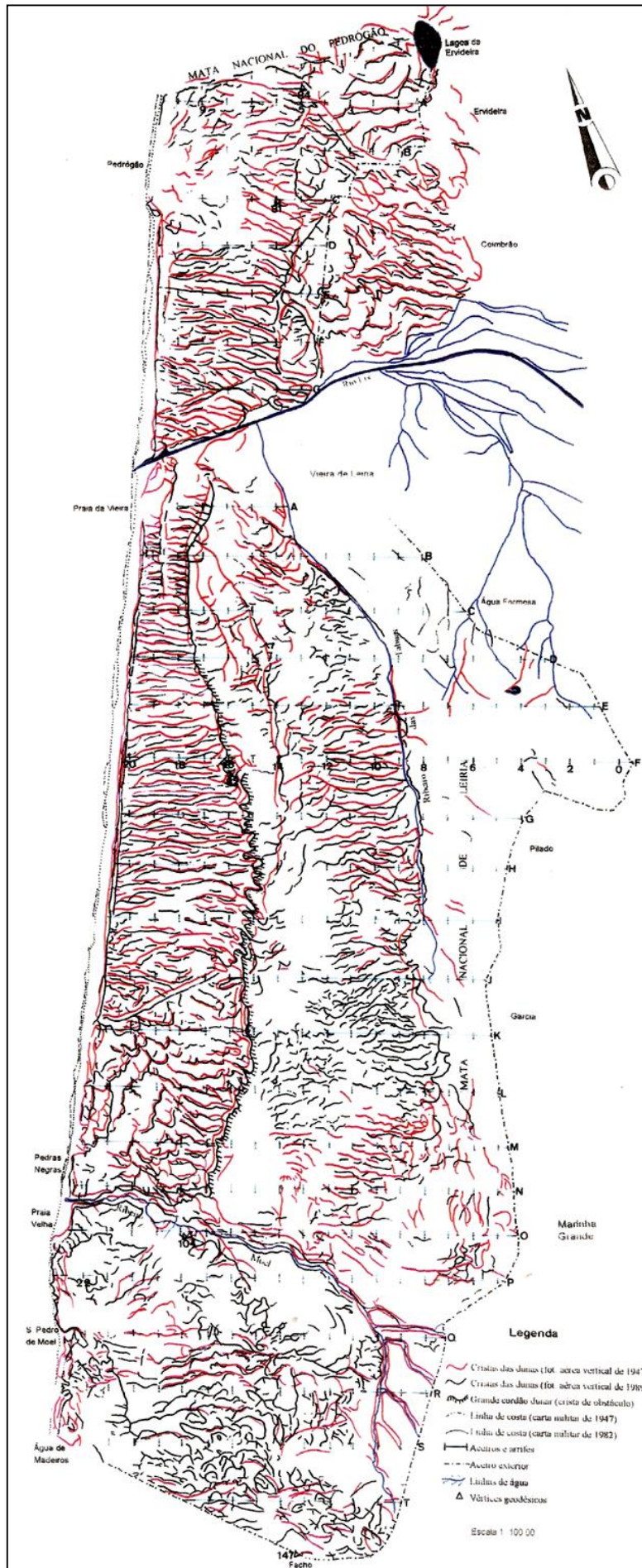


Fig. 86 - Esboço geomorfológico das dunas segundo coberturas aéreas de 1947 ~ e de 1989 ~ (André *et al.*, 1999).

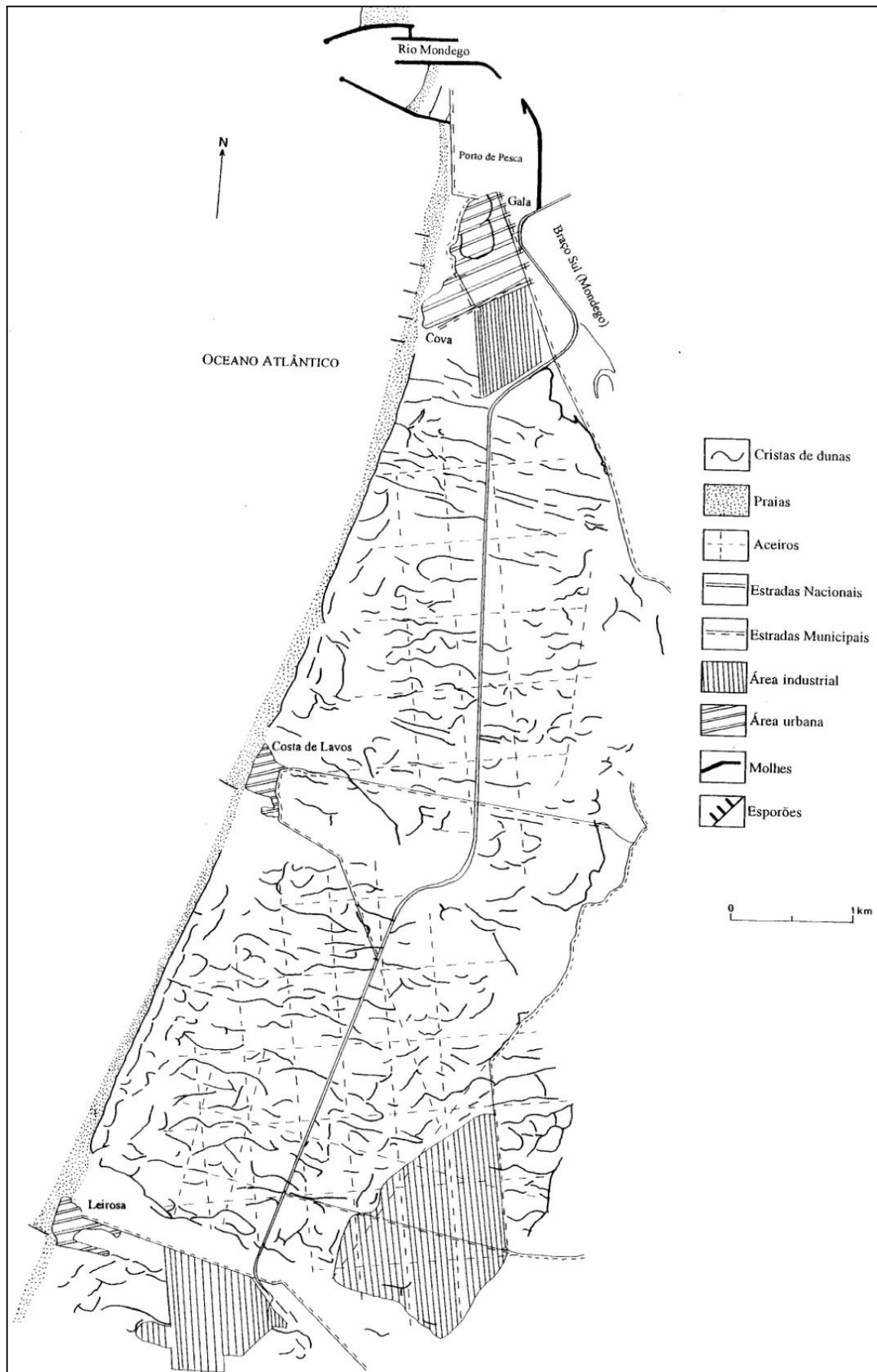


Fig. 87 - Esboço geomorfológico das dunas entre o rio Mondego e a Leirosa (André et al., 1997).

5.3 – Análise dinâmico-sedimentar (relação praia – duna)

Com o objetivo de aprofundar o estudo da morfologia dunar, quantificar os sedimentos eólicos em movimento e analisar a relação eólica praia/duna, foi colocado um posto de observação na crista de uma duna do cordão dunar frontal longilitoral (André, 1996), fig. 84, 85, 85a e 88.

Este posto era formado por dez armadilhas para capturar os sedimentos eólicos em movimento. Todas as armadilhas tinham a abertura com 15 cm de diâmetro: oito armadilhas dispunham-se em círculo assentes em estacas a 20 cm de altura voltadas para os pontos cardeais e colaterais e duas encontravam-se no centro com a abertura para cima uma também a 20 cm de altura e a outra ao nível do solo. Com o objetivo de quantificar a hipotética acumulação ou deflação da areia, na crista da duna, foi colocada na vertical uma régua graduada (fot. 73). Todos os dias entre as 17 e as 18 horas (no horário de inverno) e entre as 18 e as 19 horas (no horário de verão) era recolhida a areia que continha cada armadilha para posterior pesagem. Se a areia estivesse molhada antes da pesagem era seca. Também se quantificava, através da régua, a acumulação ou deflação que se tivesse verificado na crista da duna.

Posteriormente, os valores da pesagem eram confrontados com os dados meteorológicos: velocidade e rumo do vento e também pluviosidade.

Inicialmente, os dados meteorológicos eram cedidos pelo Posto de S. Pedro de Moel colocado sobre uma duna no topo de uma arriba (fig. 84). Mas como este Posto não tinha registo de rajadas que, eventualmente, tivessem ocorrido e havia um desfasamento de 8 a 9 horas com a hora em que se fazia a recolha do material eólico (os dados meteorológicos fornecidos eram referentes às 9 e às 18 horas) e, ainda, porque o posto meteorológico se encontra numa situação de abrigo, feita pelo edifício do Farol de S. Pedro de Moel, relativamente a alguns rumos do vento, passámos a recorrer aos dados meteorológicos do Posto da Base Aérea de Monte Real.

No Posto Meteorológico de S. Pedro de Moel a média diária do vento com base em observações feitas às 9 e 18 horas originava conclusões incorretas, não só pelo reduzido número de leituras, como também por se tratar de períodos do dia em que por média a velocidade do vento é mais reduzida. O efeito de barreira ao vento, feita pelo edifício do Farol, pode ser constatado nos rumos de oeste e de noroeste. Por se tratar de um Posto localizado junto à linha de costa

deveria verificar-se maior velocidade e até frequência do vento do que no Posto de Monte Real, localizado mais para o interior; no entanto, nos referidos rumos isso não se verifica (fig. 23-24 e anexos 6-7). Também não se compreende que a percentagem média anual do período de calma seja em Monte Real de 9,3% e em S. Pedro de Moel de apenas 1,0%, deverá ser o efeito causado pelo edifício do Farol.

O Posto Meteorológico de Monte Real apesar de se encontrar a cerca de 9,5 km da linha de costa (fig. 84), o pormenor dos dados disponibilizados (médias diárias e registo de hora a hora da velocidade do vento e respetivo rumo, registo de rajadas e respetivo rumo, assim como a pluviosidade que, eventualmente, tivesse ocorrido) foram imprescindíveis para a interpretação da movimentação dos sedimentos eólicos.

Esta metodologia (recolha e interpretação da movimentação do material eólico) foi realizada em várias fases; inicialmente, foram colocados dois postos de recolha de areia na crista do cordão dunar frontal, um a cerca de 3.550 m a sul do rio Lis (posto 1) e outro a cerca de 11 km a sul do mesmo Rio (posto 2). Como a morosidade na recolha de sedimentos dos dois postos e a distância entre si não se coadunassem com uma pesquisa mais precisa, numa segunda fase foi eliminado o posto 2. Também inicialmente (de 12/11/1980 a 31/12/1980), na fase de experimentação, não foram colocadas armadilhas voltadas S, SE, E, NE, assim como a régua na vertical para quantificar a eventual deflação ou acumulação, André (1996, p. 72, 73 e 74) faz a análise deste período inicial de observações.

Assim, considerámos na primeira fase de observações catorze meses (fig. 89), as observações de campo e os dados meteorológicos correspondentes encontram-se no anexo 1 de André, 1996 (de 01/01/1984 a 31/03/1984, p. 148, 150 e 152; de 01/11/1990 a 31/01/1991, p. 154, 155 e 156; de 01/05/1992 a 30/06/1992, p. 157 e 158; de 01/07/1993 a 30/09/1993, p.159, 160 e 161; de 01/07/94 a 30/09/1994, p. 162, 163 e 164).

Na análise destes catorze meses de observações conclui-se que:

- a armadilha colocada ao nível do solo, voltada para cima, foi a que recolheu maior quantidade de areia (97,54%), mais do dobro da que está, imediatamente, a seguir em valor de recolha (norte, 39,33%), fig. 89. Este facto deverá estar relacionado com a posição que ocupava, permitindo-lhe recolher a

areia vinda de todos os rumos e em todas as formas de deslocação: reptação e saltação;

- das armadilhas colocadas a 20 cm de altura foi a que se encontrava voltada para norte que recolheu maior quantidade de areia (39,33%). Situação que está relacionada com a maior frequência deste rumo como indicam as rosas do vento dos Postos Meteorológicos de Monte Real e de S. Pedro de Moel (fig. 23 e 24);

- seguem-se por ordem decrescente as armadilhas voltadas para NW (32,11%), NE (13,43%) e W (11,43%); as duas últimas, apesar de apresentarem valores significativos, recolheram menos de metade da areia das voltadas para N e NW. Estes dados vêm confirmar a progressão das dunas para SE ou SSE como já foi referido;

- a areia recolhida nas armadilhas voltadas para NE (13,43%) e para W (11,43%) não será apenas pela frequência e velocidade média do vento desses rumos, mas pela aproximação com os rumos de N e NW de onde a frequência é maior;

- surgem com valores pouco significativos de areia recolhida, quando comparadas com as já referidas, as armadilhas voltadas para E (1,42%), para SE (1,11%) e para S (0,59%). Estes baixos valores são justificados pela fraca frequência e velocidade média que o vento tem desses rumos, apenas a frequência de SE no Posto de Monte Real é, ligeiramente, maior mas inferior a 15% (fig. 23);

- outra armadilha que recolheu pouca quantidade de areia (apenas 0,60%), foi a voltada para SW. No entanto, verifica-se que no Posto Meteorológico de Monte Real a velocidade do vento deste rumo é maior que de qualquer dos outros (fig. 23). No posto Meteorológico de S. Pedro de Moel a velocidade do vento de SW é conjuntamente com o de N e de W também a maior, a frequência é a segunda maior, apenas superada pelo rumo de N (fig. 24). A justificação para a insignificante recolha de areia, nesta armadilha, poderá residir no facto do vento de SW estar associado a perturbações da frente polar, que por sua vez origina pluviosidade. Como já foi referido a água preenche os interstícios entre os grãos de areia dando-lhe aderência, sendo necessária maior velocidade do vento para os movimentar;

- refira-se, também, a reduzida quantidade de areia recolhida na armadilha colocada a 20 cm de altura voltada para cima (2,46%, fig. 89). Apesar de estar a receber areia de todos os rumos o valor é insignificante comparado com a armadilha colocada na mesma posição mas ao nível do solo (97,54%). Esta situação leva a admitir que a deslocação eólica da areia se faz sobretudo por reptação e/ou em “pequenos saltos”;

- na régua colocada na vertical, durante os 14 meses de observações, quantificou-se uma deflação de 107,70 cm, contra apenas 3,75 cm de acumulação; verificaram-se dias em que a deflação atingiu valores de 14 e 15 cm (com vento de norte e de noroeste). Daqui não podemos concluir que as dunas do cordão dunar frontal longitudinal estão a ser desmanteladas a este ritmo, mas como já referimos, está a verificar-se uma migração para SE e SSE, resultado do vento mais mobilizador. O crescimento para SE e SSE dos pinheiros mais expostos ao vento (pinheiros rastejantes), fot. 74, vem confirmar a predominância do vento de norte e de noroeste.

Na segunda fase de observações, que decorreu durante 27 meses, de 01 de abril de 2010 a 28 de fevereiro de 2012 e de 01 de janeiro de 2013 a 30 de abril de 2013, repetimos a mesma metodologia mas porque a duna onde se encontravam, anteriormente, as armadilhas tinha entretanto sofrido movimentação eólica e a crista não oferecia condições para instalação do novo posto, este foi deslocado cerca de 330 m mais para norte (fig. 84, 85, 85a e 88).

Durante estes vinte e sete meses recolhemos nas armadilhas, colocadas a 20 cm de altura, voltadas para os pontos cardeais e colaterais 263.439 kg de areia transportada pelo vento: NW – 102.092 kg (38,75%); N – 67.994 kg (25,81%); W – 49.458 kg (18,77%); NE – 15.870 kg (6,02%); SE – 10.454 kg (3,97%); E – 10.159 kg (3,86%); S – 4.912 kg (1,86%); SW – 2.500 kg (0,95%), (fig. 90).

Nas armadilhas voltadas para cima recolhemos 670.648 kg de areia transportada pelo vento. Sendo 661.731 kg na armadilha colocada junto ao solo (98,67%) e 8.917 kg na armadilha colocada a 20 cm de altura (1,33%), (fig. 90).

Continuámos a considerar um valor de 8.500 gr para as armadilhas que se encontravam cheias.

Ao comparar os dados da segunda fase de observações (fig. 90) com os referentes à recolha da areia deslocada pelo vento na primeira fase de observações (fig. 89) verificaram-se algumas variações:

- a armadilha voltada a NW recolheu, na segunda fase, maior quantidade de areia do que a voltada a N, respetivamente, 102.092 kg (38,75%) e 67.994 kg (25,81%). Apesar da variação não ser significativa e dada a aproximação das duas direções, as duas armadilhas podem receber areia vinda dos dois rumos, a existência de corredores de deflação que por vezes se formavam a barlavento (no flanco noroeste da duna), com orientação de NW-SE a WNW-ESSE (fot. 75) deverão justificar estes valores. Esta fotografia foi tirada a 21 de janeiro de 2013, pelas 17 horas, dia em que ocorreu uma deflação de 9 cm, tendo a armadilha voltada para noroeste ficado cheia de areia, a voltada a norte com 2.009 gr e a voltada a oeste com 8.500 gr (anexo 96); verificámos, também, que a erosão (deflação) sob algumas armadilhas foi maior que a registada pela régua (9 cm): na voltada para SW foi de 15 cm, na voltada para S foi de 14 cm e nas voltadas para NW e W foi de 12 cm. A armadilha voltada para cima ao nível do solo ficou a 9 cm deste. Esta movimentação anormal dos sedimentos eólicos verificou-se durante vários dias (nas observações, anexo 96, está registado nos dias 18, 19 e 20, situações consideradas “Tempestade impossível leitura”);

- às armadilhas voltadas para NW e N segue-se com maior recolha de areia a armadilha voltada para W, tendo aumentado percentualmente o valor de recolha (18,77%), comparativamente, com o valor recolhido na primeira fase de observações (11,43%). A aproximação ao rumo de NW, de onde se verificou maior movimentação eólica, com formação de corredores de deflação a barlavento com orientação de NW-SE a WNW-ESSE, já referidos (fot. 75), deverá justificar este aumento;

- a armadilha voltada para NE diminuiu o valor de recolha, comparativamente ao que se verificou na primeira fase (13,43% para 6,24%). A aproximação com o rumo de N que, como foi referido, teve também uma redução deverá ter influenciado;

- as armadilhas voltadas para E e para SE, apesar de terem recolhido pouca areia (respetivamente 3,86% e 3,97% do total) aumentaram esses valores para mais do dobro, relativamente às observações realizadas na primeira fase (1,42% e 1,11%). Partindo do princípio de que o vento não sofreu variação

nestes rumos (E e SE), a prová-lo está o facto das armadilhas voltadas para os rumos contrários (W e NW) até terem aumentado os valores de recolha, a justificação estará na redução da vegetação interior, em parte provocada por um incêndio que deflagrou em 2003 e já referido anteriormente;

- continuaram a ser as armadilhas voltadas para S e para SW a recolheram menor quantidade de areia eólica, a justificação já foi apresentada anteriormente;

- relativamente às armadilhas voltadas para cima continuou a ser a armadilha colocada junto ao solo que capturou a maior percentagem de areia (98,67%) contra apenas 1,33% da armadilha colocada a 20 cm de altura (fig. 90), depreendendo-se portanto que a maior quantidade de areia eólica continua a deslocar-se por reptação e em “pequenos saltos”.

A quantidade média de areia recolhida na segunda fase de observações (durante 27 meses), em todas as armadilhas, foi superior à recolhida na primeira fase de observações (durante 14 meses), respetivamente, total 934.087 gr, média mensal 34.596 gr e 347.026 gr, média mensal 24.788 gr. Houve um aumento de 39,57% na segunda fase relativamente à primeira. Também ao comparar a quantidade de areia recolhida nas armadilhas colocadas junto ao solo nas duas fases de observação verifica-se que na primeira foi de 168.218 gr, média mensal 12.016 gr e na segunda a quantidade foi de 661.731 gr, média mensal 24.509 gr. A quantidade de areia movimentada em reptação ou em “pequenos saltos” aumentou na segunda fase 103.97% comparativamente à primeira. A deflação média verificada foi também superior na segunda fase de observações relativamente à primeira (segunda fase total 255,80 cm, média mensal 9,47 cm, primeira fase total 107,70 cm, média mensal 7,69 cm).

A explicação para estas alterações poderá estar no facto da praia emersa, devido ao avanço mar, estar mais pequena. Sendo assim a energia eólica, porque o atrito é menor, converge mais no cordão dunar frontal onde a granulometria da areia é menor e portanto de mais fácil mobilização. Também a destruição da vegetação dunar, cada vez maior, por pisoteio antrópico e por erosão eólica poderão ter contribuído (em média) para a maior recolha de areia eólica nas armadilhas na segunda fase de observações, assim como para o aumento da deflação. Esta circunstância reflete-se na grande movimentação das

dunas para SE e SSE com abertura de corredores de deflação entre elas e formação de “blowouts” a barlavento.

Ao analisar alguns fenómenos extremos de movimentação de sedimentos eólicos e as condições meteorológicas em que ocorreram verificámos que:

- no dia 31 de outubro de 2010 (anexo 79) destaca-se que a armadilha voltada a NW e a voltada para cima a 0 cm de altura encheram, também a morfologia da crista da duna foi alterada. A armadilha voltada para cima a 20 cm de altura, que recolheu 1.440 gr de areia eólica, estava no momento da leitura inclinada daí a quantidade recolhida. O rumo médio do vento foi, neste dia, de 24 km/h de SW, tendo-se registado rajadas de 78 km/h do rumo 280°, o que justifica a quantidade de areia na armadilha voltada a NW e a W. Apesar da velocidade média ser do rumo de SW a armadilha voltada para este ponto colateral obteve apenas 32 gr de areia. Como a areia estava molhada (tinha havido precipitação no dia da recolha e no anterior) a deslocação dos sedimentos eólicos fez-se, essencialmente, com as rajadas (78 km/h do rumo 180°) o que também justifica a deflação de 10 cm;

- no dia 7 de novembro de 2010 (anexo 80) a armadilha voltada para cima, junto ao solo, encheu, as voltadas para N e NW obtiveram, respetivamente 216 gr e 329 gr. O rumo médio do vento foi de 09 km/h de norte, tendo-se verificado rajadas de 26 km/h do rumo 300°. Apesar destes valores (vento) não serem elevados verificou-se significativa movimentação eólica. Não tinha havido precipitação no dia da recolha e no anterior;

- no dia 8 de novembro de 2010 (anexo 80) a armadilha voltada para cima, ao nível do solo, voltou a encher mas as voltadas para NW e W obtiveram, respetivamente, 523 gr e 386 gr. A velocidade média do vento foi de 18 km/h de norte com rajadas de 54 km/h do rumo 340°. Apesar do rumo médio do vento ter sido de norte e o rumo das rajadas ter rodado mais para norte, em relação ao dia anterior, a armadilha voltada para norte recolheu apenas 52 gr (cerca de ¼ do que recolheu no dia 7). O facto de também a armadilha voltada para SW ter recolhido alguma areia (11 gr), mostra que o vento deveria também ter ocorrido desse rumo com algum significado, a justificar esta afirmação está o facto de ter ocorrido precipitação;

- no dia 4 de dezembro de 2010 (anexo 81) voltou a verificar-se grande movimentação de sedimentos eólicos. A armadilha voltada para cima, ao nível

do solo, encheu, seguida das armadilhas voltadas para E com 887 gr e SE com 433 gr. A média do vento foi de 11 km/h de SE e verificaram-se rajadas de 46 km/h do rumo 140°, não houve pluviosidade neste dia. O rumo médio do vento e o das rajadas justificam os valores da recolha nas armadilhas voltadas para E e SE. O facto da armadilha voltada para E recolher mais areia do que a voltada para SE será devido à segunda se ter danificado;

- no dia 5 e 6 de Dezembro de 2010 (anexo 81) a movimentação de sedimentos foi menor do que no dia anterior, não tendo nenhuma das armadilhas ficado cheia de areia. No entanto, a velocidade do vento foi maior tanto a média diária como as rajadas. A justificação deverá estar no facto de no dia anterior (4) não ter ocorrido pluviosidade, enquanto que nos dias 5 e 6 ocorreram, respetivamente, 14,5 mm e 35,5 mm. Esta explicação serve também para a redução da acumulação, nesses dois dias, relativamente ao dia anterior e para o facto da armadilha voltada para cima, junto ao solo, não ter enchido. A areia molhada movimentou-se, essencialmente, por reptação ou por “pequenos saltos”;

- no dia 17 de fevereiro de 2011 (anexo 83) a armadilha voltada para cima, junto ao solo, voltou a ficar cheia de areia e todas as armadilhas à exceção das voltadas para S e SW receberam areia. As armadilhas orientadas para NW, N, W e a voltada para cima a 20 cm de altura recolheram mais 1.000 gr de areia (ao longo de toda a fase de observações foi o dia em que esta armadilha recolheu maior quantidade de areia), a régua quantificou uma deflação de 8 cm. Apesar de ter ocorrido pluviosidade no dia da leitura e no dia anterior as condições do vento, especialmente, as rajadas foram propícias a esta movimentação eólica (média dia 31 km/h de NW, rajadas de 80 km/h do rumo 280°). A morfologia da crista da duna foi alterada facto que já tinha ocorrido no dia 31 de outubro de 2010 com rajadas de 78 km/h (anexo 79), também do rumo 280°. No dia seguinte (18 de fevereiro), porque se teve que proceder à reparação das armadilhas não houve leituras;

- no dia 1 de março de 2011 (anexo 84) a movimentação dos sedimentos eólicos foi significativa. A armadilha voltada para cima, junto ao solo, encheu. Das armadilhas colocadas a 20 cm de altura foram as voltadas para NW e N que receberam maior quantidade de areia, respetivamente 858 gr e 723 gr; a velocidade média do vento (15 km/h de N) e as rajadas (46 km/h do rumo 340°)

justificam o facto de terem sido essas armadilhas a obterem maior porção de areia. Relativamente à quantidade de areia recebida, o facto de não ter ocorrido pluviosidade, nem no dia da leitura nem nos dias anteriores, justifica esses quantitativos, nomeadamente na armadilha voltada para cima a 20 cm de altura que recolheu 231 gr. A areia estava seca e em parte deslocou-se em saltação;

- no dia 5 de março de 2011 (anexo 84) a armadilha voltada para cima, junto ao solo, encheu e as colocadas a 20 cm de altura voltadas para SE, E e S foram as que obtiveram maior quantidade de areia, respetivamente 438 gr, 289 gr e 249 gr, a média diária do vento de SE e o rumo das rajadas de 120° serão a justificação. Contudo, relativamente aos quantitativos recebidos a média da velocidade do vento (12 km/h) e a velocidade das rajadas (37 km/h) não os justificam. Voltou a ser a ausência de pluviosidade no dia da leitura e nos dias anteriores que explica estes valores;

- no dia 3 de abril de 2011 (anexo 85) a armadilha voltada para cima, ao nível do solo, encheu, seguiram-se, em quantidade de areia recolhida, as colocadas a 20 cm de altura voltadas para N, NW e NE com respetivamente, 1.140 gr, 460 gr e 392 gr. O rumo médio da velocidade do vento (N) e o rumo das rajadas (350°) serão a justificação. Os quantitativos recebidos, nomeadamente, na armadilha voltada para cima a 20 cm de altura que recolheu 221 gr, são justificados não tanto pela velocidade do vento (média diária 15 km/h e das rajadas 39 km/h) mas pela ausência de pluviosidade no dia da recolha e nos dias anteriores;

- no dia 25 de abril de 2011 (anexo 85) os valores de areia recolhidos não serão tanto pela velocidade do vento que se verificou nesse dia (média diária 19 km/h de N e rajadas de 44 km/h do rumo 340°) mas mais pela velocidade que se verificou no dia anterior nomeadamente das rajadas (54 km/h do rumo 350°). No dia anterior não tinha havido leituras;

- no dia 7 de junho de 2011 (anexo 87) a armadilha voltada para cima, junto ao solo, encheu e as armadilhas colocadas a 20 cm de altura voltadas para N, NW e W foram as que obtiveram, também, quantidades significativas de areia, respetivamente, 868 gr, 355 gr e 164 gr; formou-se um corredor de deflação no sentido NNW – SSE com 12 cm de profundidade. O rumo médio do vento foi de 25 km/h de N, as rajadas foram de 52 km/h do rumo 350°. Estes valores do vento só justificam a movimentação eólica ocorrida porque não tinha ocorrido

pluviosidade nos dias anteriores à leitura e no próprio dia foi insignificante (0,1 mm). O impacto eólico provocou estragos no posto de recolha que esteve em manutenção nos dois dias seguintes;

- no dia 12 de julho de 2011 (anexo 88) a armadilha voltada para cima, ao nível do solo, voltou a encher. Das armadilhas colocadas a 20 cm de altura voltadas para os pontos cardeais e colaterais foram as orientadas para NW e para N que recolheram mais areia, respetivamente 152 gr e 65 gr. O vento que se fez sentir não pode ser considerado elevado (média de 18 km/h de NW e rajadas de 35 km/h do rumo 330°). O facto de não ter ocorrido pluviosidade, nem neste dia nem no anterior, teria facilitado a movimentação da areia;

- no dia 13 de julho de 2011 (anexo 88) a armadilha voltada para cima, ao nível do solo, ficou novamente cheia. Das armadilhas colocadas a 20 cm de altura voltadas para os pontos cardeais e colaterais foi agora a de N que conteve mais areia (207 gr) seguida da voltada para NW (159 gr). Esta mudança justifica-se pela alteração da direção do vento (média 25 km/h de N e rajadas de 61 km/h do rumo 350°). Continuou a não ocorrer pluviosidade. O aumento de maior recolha de areia, relativamente ao dia anterior nas armadilhas colocadas a 20 cm de altura e no aumento da deflação são justificados pelo aumento da velocidade do vento;

- no dia 15 de novembro de 2011 (anexo 92) não só a armadilha voltada para cima, ao nível do solo, ficou cheia como todas as outras armadilhas recolheram quantidade significativa de areia, com destaque para as voltadas a SE (1.288 gr), S (725 gr) e E (546 gr). Estes valores, apesar de ter ocorrido pluviosidade, justificam-se pois correspondem a três dias (no dia 13 e 14 não houve leituras). A velocidade média do vento e as rajadas (maiores nos dois dias anteriores), assim como os respetivos rumos (anexo 92), explicam não só os quantitativos recolhidos como as armadilhas onde ocorreram os maiores valores. Não foi possível a leitura relativa à deflação;

- no dia 28 de janeiro de 2012 (anexo 94) a armadilha voltada para cima, ao nível do solo, ficou cheia e as armadilhas voltadas para NW e N recolheram também quantidade significativa de areia, respetivamente 1.089 gr e 1.040 gr. Não tinha havido leitura no dia anterior, portanto os valores recolhidos dizem respeito aos dias 27 e 28; a velocidade média do vento e a velocidade das rajadas estão muito próximas nos dois dias (anexo 94). Não ocorreu

pluviosidade, no dia da recolha, mas tinha ocorrido no dia anterior (1,4 mm). Considera-se a deflação (3,25 cm) elevada face a estas variáveis meteorológicas;

- no dia 7 de fevereiro de 2012 (anexo 95) a armadilha voltada para cima, ao nível do solo, voltou a ficar cheia e as armadilhas voltadas para NW, N e NE recolheram, também, quantidade significativa de areia, respetivamente 1.346 gr, 784 gr e 577 gr. As condições do vento, neste dia, foram: velocidade média 22 km/h de N e as rajadas 52 km/h do rumo 360°. Não houve pluviosidade e a que se verificou no dia anterior foi insignificante (0,1 mm). Estas características meteorológicas justificam os valores de areia recolhida, assim como a deflação (3,25 cm).

Os valores, também significativos, de areia recolhida no dia anterior (6 de fevereiro), assim como a deflação (3 cm), são justificados pelas condições do vento e pelo facto de não ter havido leituras nos cinco dias anteriores;

- no dia 21 de janeiro de 2013 (anexo 96) apenas a armadilha voltada para SE não tinha recolhido areia, todas as outras continham quantidades significativas e a voltada para NW encheu. O facto da armadilha voltada para cima, ao nível do solo, não ter enchido deverá estar relacionado com a deflação que se verificou (9 cm). A armadilha durante a maior parte do tempo deveria ter ficado acima do solo. A considerável movimentação eólica verificou-se não tanto pela velocidade do vento nesse dia (média 19 km/h de NW, rajadas 57 km/h do rumo 250°), mas mais pela velocidade que se tinha registado nos dois dias anteriores (dia 19 – média 32 km/h de SW, rajadas 96 km/h do rumo 290°; dia 20 – média 32 km/h de NW, rajadas 115 km/h do rumo 320°), que não permitiu o acesso ao posto de observação, facto que já tinha, também, ocorrido no dia anterior (18 de janeiro). Portanto, a quantidade de areia recolhida, no dia 21 de janeiro, é a soma do que aconteceu em quatro dias. A fot. 71 tirada, no dia 21, quando foi feita a visita ao posto de observação (pelas 17 horas) mostra a alteração da morfologia da crista da duna e a formação de três corredores de deflação com orientação de NW-SE a WNW-ESE. Esta direção é justificada pelo rumo das rajadas nos dias 19 e 20, respetivamente 290° e 320°;

- no dia 22 de janeiro de 2013 (anexo 96) voltou a verificar-se significativa movimentação de areia. A armadilha voltada para cima, ao nível do solo, e a voltada para N a 20 cm do solo encheram. Também as armadilhas voltadas para

NW, NE, W e E recolheram significativa quantidade de areia, respetivamente, 4.437 gr, 3.435 gr, 2.842 gr e 1.295 gr. A armadilha voltada para cima a 20 cm do solo, por se ter danificado, anteriormente, continuou inoperativa. A deflação verificada (5 cm), também, é significativa. O rumo médio do vento (NW) e o rumo das rajadas (270°) justificam os valores de areia recolhidos por cada armadilha;

- no dia 2 de fevereiro de 2013 (anexo 97) a armadilha voltada para cima, ao nível do solo, encheu. Contrariamente ao rumo médio do vento (de N) e ao rumo das rajadas (350°), a armadilha voltada para NW recolheu mais areia do que a voltada para N. Este facto poderá ser explicado porque no dia anterior não houve leituras e as rajadas de 54 km/h ocorreram do rumo 220°, também, não ocorreu pluviosidade neste dia. Esta interpretação deverá, também, justificar a elevada quantidade de areia recolhida na armadilha voltada para cima a 20 cm de altura (535 gr). O facto da areia estar seca também contribuiu para uma maior movimentação em saltação;

- no dia 4 de fevereiro de 2013 (anexo 97) a armadilha voltada para cima, ao nível do solo, voltou a encher o que é justificável não tanto pela velocidade das rajadas (30 km/h do rumo 340°) mas porque no dia anterior não tinha havido leituras (recolha de 48 h);

- nos dias 5 e 6 de fevereiro de 2013 (anexo 97) a armadilha voltada para cima, ao nível do solo, encheu. As condições do vento que se fizeram sentir justificam estes valores (dia 5 velocidade média 25 km/h de N, rajadas 61 km/h do rumo 340°; dia 6 velocidade média 23 km/h de N, rajadas 57 km/h do rumo 340°). Não ocorreu pluviosidade nem nos dias das leituras nem no dia anterior. Não foi possível registar o valor correspondente à armadilha voltada para N;

- no dia 8 de fevereiro de 2013 (anexo 97) a armadilha voltada para cima, ao nível do solo, encheu. Refira-se, também, a significativa quantidade de areia recolhida nas armadilhas voltadas para NW, N e W, respetivamente 3.057 gr, 1.209 gr e 1.149 gr. Não tinha havido leituras no dia anterior, também, não ocorreu pluviosidade no dia da leitura e no dia anterior tinha sido mínima (0,8 mm), estas situações justificam os valores de captura de areia. A régua não foi encontrada, contudo admite-se que a deflação tenha sido elevada pois registámos deflação sob as armadilhas voltadas para E, NE e SE, respetivamente 22 cm, 21 cm e 12 cm;

- no dia 23 de fevereiro de 2013 (anexo 97) a armadilha voltada para cima, ao nível do solo, voltou a encher. Com exceção da armadilha voltada para S, todas recolheram areia, sendo de destacar as voltadas para W, NW e N. O facto de não ter havido leituras nos dois dias anteriores, quando ocorreu vento com rumos (médio e de rajadas) diferentes do verificado no dia da leitura, será a justificação para a recolha ocorrida em quase todas as armadilhas. No dia 21 o vento médio soprou de S, mas como a areia estava molhada (ocorreu pluviosidade neste dia e nos anteriores) não foi suficiente para mobilizar areia, daí não se ter verificado recolha na armadilha voltada a S;

- no dia 4 de março de 2013 (anexo 98) a armadilha voltada para cima, ao nível do solo, encheu. O facto de terem sido as armadilhas voltadas para SE, E e S que recolheram mais areia justifica-se quer pelo rumo médio do vento (SE a 24 km/h) quer pelo rumo das rajadas (140° a 56 km/h). Não tinha ocorrido pluviosidade nos dias anteriores e neste dia (4) verificaram-se apenas vestígios, facto que facilitou a mobilização da areia, nomeadamente em saltação (a armadilha voltada para cima a 20 cm de altura recolheu 84 gr.);

- no dia 15 de março de 2013 (anexo 98) a armadilha voltada para cima, ao nível do solo, encheu. Neste dia quer a velocidade média do vento (11 km/h de N) quer a velocidade das rajadas (37 km/h do rumo 340°) não justificam os valores de areia recolhidos, mas sim a velocidade verificada nos três dias anteriores em que não houve leituras. A ausência de pluviosidade no dia da leitura e no dia anterior também justificam a movimentação eólica, nomeadamente a deflação verificada (5,75 cm);

- no dia 5 de abril de 2013 (anexo 99) foi mais um dia com elevada movimentação eólica. A armadilha voltada para cima, ao nível do solo, e a voltada para NW a 20 cm de altura ficaram cheias. Com exceção da armadilha voltada para SE todas recolheram areia, com destaque para as voltadas para N e W com respetivamente 4.565 gr e 2.170 gr, a deflação quantificada pela régua foi de 7 cm, a morfologia da crista da duna foi alterada. Apesar de ter ocorrido pluviosidade (3,7 mm) a elevada velocidade do vento que se fez sentir neste dia (média 28 km/h de N e rajadas 70 km/h do rumo 350°) foi suficiente para a deslocação eólica verificada;

- no dia 8 de abril de 2013 (anexo 99) apesar da armadilha voltada para cima, ao nível do solo, ter enchido e as armadilhas voltadas para NW, W e N

terem também recolhido quantidades significativas de areia (respetivamente 1.952 gr, 529 gr e 455 gr), a velocidade média do vento (14 km/h de SW), assim como a velocidade das rajadas (33 km/h do rumo 250°), com ocorrência de pluviosidade (3,2 mm), não justificam estes valores. A interpretação para este facto terá sido a presença de pluviosidade apenas no final do período de recolha de areia (durante parte do dia a areia esteve seca). Os dados meteorológicos disponíveis não permitem confirmar esta interpretação;

- no dia 18 de abril de 2013 (anexo 99) a armadilha voltada para cima, ao nível do solo, voltou a encher seguindo em quantidade de areia recolhida as armadilhas voltadas para NW, N, NE e W, respetivamente 826 gr, 787 gr, 118 gr e 34 gr. A deflação na régua foi elevada (9 cm). A velocidade média do vento (28 km/h de N) e das rajadas (59 km/h do rumo 350°) assim como a ausência de pluviosidade justificam estes valores;

- no dia 19 de abril de 2013 (anexo 99) a armadilha voltada para cima, ao nível do solo, encheu, seguindo em quantidade de areia recolhida as armadilhas voltadas para N, NW, W e NE, respetivamente 1.352 gr, 1.134 gr, 374 gr e 83 gr. A distribuição da areia por estas armadilhas está de acordo com o rumo do vento (média dia de 14 km/h de NW, rajadas de 41 km/h do rumo 340°), no entanto os quantitativos estão desproporcionados relativamente ao vento. Verificaram-se rajadas de 59 km/h depois da leitura feita no dia anterior (18) assim como a ausência de pluviosidade, também, facilitou a mobilidade da areia;

- no dia 27 de abril de 2013 (anexo 99) todas as armadilhas operativas recolheram areia (estavam inoperativas as colocadas: a 20 cm de altura voltada para cima e a voltada para E). A armadilha voltada para cima, ao nível do solo, e as voltadas para N e NW a 20 cm de altura ficaram cheias. A velocidade do vento (média dia 29 km/h de N, rajadas 76 km/h do rumo 350°) está de acordo com a quantidade de areia recolhida. Também a ausência de pluviosidade, no dia da leitura e nos dias anteriores, facilitou a mobilidade. Refira-se ainda que não tinha havido leituras no dia anterior (alguma recolha poderia ter ocorrido nesse dia);

- no dia 28 de abril de 2013 (anexo 99) a mobilização eólica da areia foi menor que no dia anterior, apenas encheu a armadilha voltada para cima, ao nível do solo. A diminuição da velocidade do vento (média dia 24 km/h de N, rajada de 59 km/h do rumo 350°) estão na base desta redução.



Fig. 88 – Localização das armadilhas no cordão dunar na segunda fase de observação (imagem Google Earth 08/10/2011).

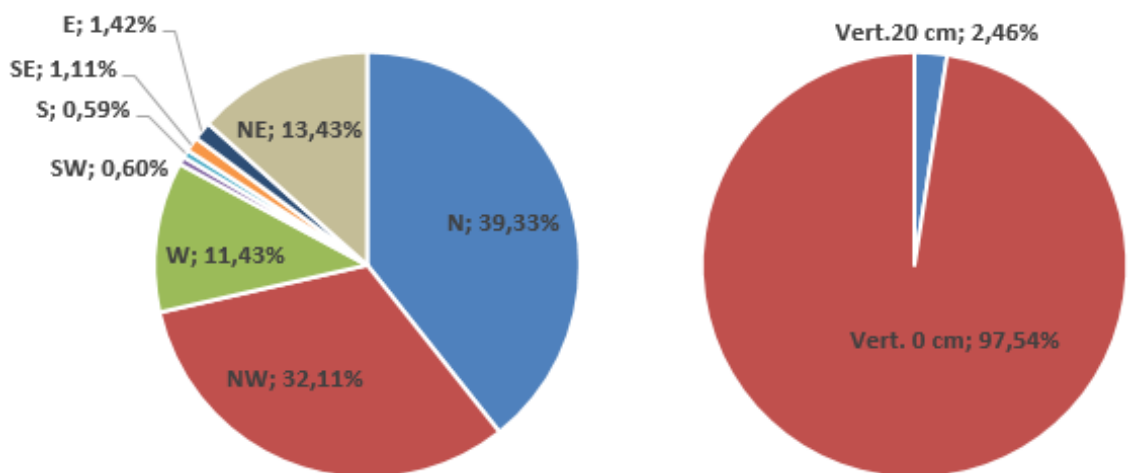


Fot. 73 - Armadilhas colocadas na crista de uma duna do cordão frontal para a quantificação do material deslocado pelo vento.



Fot. 74 – Pinheiro rastejante exposto ao vento com crescimento para SSE.

Resultado das observações do material deslocado pelo vento durante 14 meses (primeira fase de observações - de 01/01/1984 a 31/03/1984, de 01/11/1990 a 31/01/1991, de 01/05/1992 a 30/06/1992, de 01/07/1993 a 30/09/1993 e de 01/07/94 a 30/09/1994).



Percentagem de areia recolhida nas armadilhas voltadas para os pontos cardeais e colaterais a 20 cm de altura.

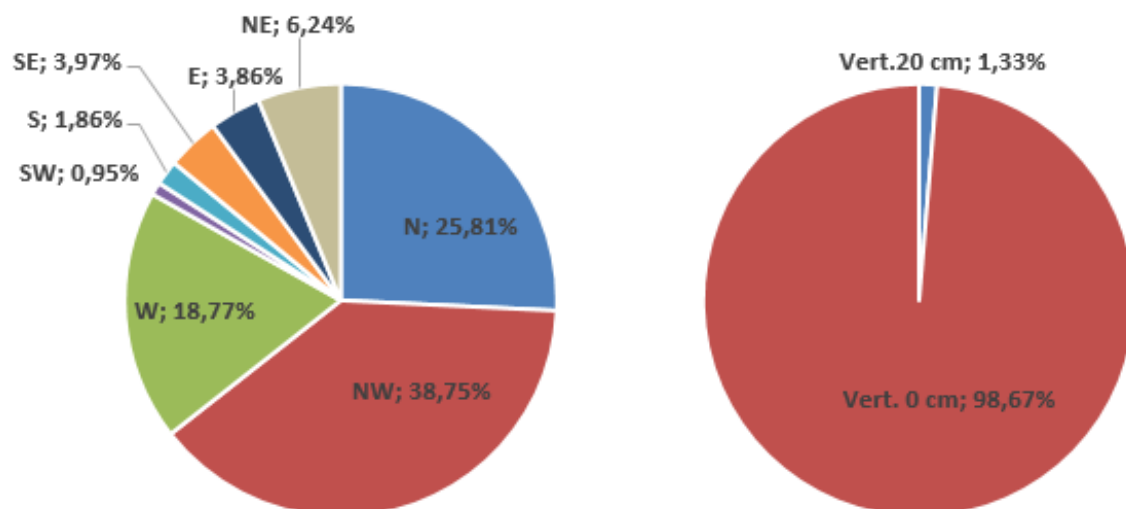
Percentagem de areia recolhida nas armadilhas voltadas para cima.

Deflação = 107,70 cm (média mensal = 7,69 cm)

Acumulação = 3,75 cm

Fig. 89 – Sectogramas representativos da percentagem de areia eólica recolhida nas armadilhas colocadas na crista de uma duna do cordão dunar frontal.

Resultado das observações do material deslocado pelo vento durante 27 meses (segunda fase de observações - de 01 de abril de 2010 a 28 de fevereiro de 2012 e de 01 de janeiro de 2013 a 30 de abril de 2013).



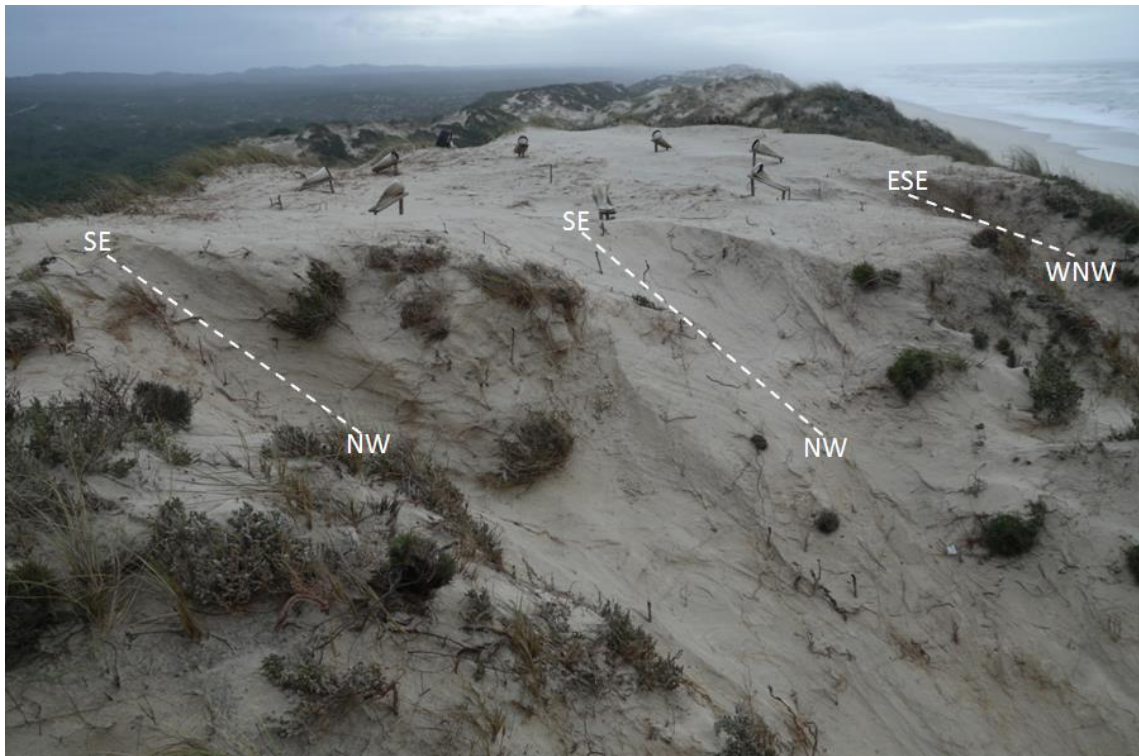
Percentagem de areia recolhida nas armadilhas voltadas para os pontos cardeais e colaterais a 20 cm de altura.

Percentagem de areia recolhida nas armadilhas voltadas para cima.

Deflação = 255,80 cm (média mensal = 9,47 cm)

Acumulação = 1,95 cm

Fig. 90 - Sectogramas representativos da percentagem de areia eólica recolhida nas armadilhas colocadas na crista de uma duna do cordão dunar frontal.



Fot. 75 - Duna onde estão colocadas as armadilhas para captura das areias eólicas. Fotografia tirada, de N para S, no dia 21 de janeiro de 2013. Observa-se a formação de três corredores de deflação com orientação de NW-SE a WNW-ESE.

6. SÍNTESE E DISCUSSÃO

O litoral é um ecossistema que tende para o equilíbrio sem nunca o atingir. As intervenções antrópicas realizadas na zona costeira têm contribuído para aumentar esse desequilíbrio. A experiência tem mostrado que em alguns casos, a melhor opção teria sido a não colocação de estruturas pesadas de engenharia costeira.

Contrariamente a outros processos geomorfológicos, a geodinâmica litoral é um processo com mutação rápida. Qualquer hipótese que se avance sobre a evolução da costa, em pouco tempo, poderá ser verificada.

A zona costeira durante muitos anos foi apenas objeto de estudo da geologia, engenharia e geografia física. Com a maior ocupação antrópica da faixa costeira, quer sazonal (turismo balnear) quer definitiva (litoralização) que ocorreu, principalmente, a partir da década de 1960 e que coincide com a problemática da erosão das praias, o interesse sobre o litoral virou-se, também, para as ciências sociais e humanas: historiadores, geógrafos, antropólogos,

sociólogos, economistas e juristas têm procurado aprofundar a relação entre o homem e o litoral. Sendo assim, os conceitos de zona costeira e de faixa litoral, assim como os seus limites estão, diretamente, relacionados com o objetivo de estudo de cada autor.

Relativamente à terminologia da faixa litoral definida por cada um dos autores que apresentámos é variável, no entanto todos são unânimes em designar a parte inferior da praia, sempre submersa, por pré-praia.

A linha de costa ou linha de água raramente aparece representada ou definida; a alteração constante, em função de vários fatores, confere-lhe dificuldade na sua representação, nomeadamente em mapas de pormenor.

Neste trabalho procurou-se analisar e destacar as intervenções antrópicas, nem sempre as mais adequadas, que se têm realizado no litoral ocidental de Portugal Continental em particular na Região Centro.

Os perfis topográficos transversais de praia, realizados na praia emersa durante o período de baixa-mar de maré viva (nível do mar até aos 0,5 m acima do zero hidrográfico) foram o instrumento principal na análise da evolução sedimentar. Esta análise foi complementada com fotografias aéreas verticais e com imagens de satélite disponíveis no Google Earth. As imagens de satélite mais recentes (de 2018 e 2019) surgem já na fase final deste estudo e não cobrem toda a área; no entanto, foram utilizadas para uma análise da evolução recente do cordão dunar frontal e da lagoa da Ervedeira. O sistema de armadilhas colocadas no cordão dunar frontal, para captura de areias transportadas pelo vento, foi importante para verificar em que condições meteorológicas (vento e humidade) se processou essa movimentação, assim como a sua quantificação e processo de deslocação (reptação e saltação).

A partir das características morfo-sedimentares dos sistemas dunares presentes, na área em estudo, foram propostas três formações dunares que se distribuem, sensivelmente, paralelas à linha de costa.

A presença de um paleossolo de tipo podzol, com horizonte B endurecido (surraipa), nas duas formações mais afastadas da costa serviu para mostrar a sua antiguidade com cobertura de *Pinus*, relativamente à que se encontra mais a poente. Também o predomínio de dunas lineares, com cristas simétricas, pressupõe que foram formadas por vento com direção diferente do atual (paleovento).

O desaparecimento recente de alguns portos, nomeadamente o de S. Pedro de Moel, das Pedras Negras, das Paredes e ainda mais a sul o da Pederneira, levaram alguns autores a admitir como causa a neotectónica. Um diapiro, provavelmente ativo, na zona do Pedrógão e de S. Pedro de Moel poderá ter contribuído para a destabilização recente da costa. Alguns autores não são unânimes nas causas desse desaparecimento: para um, o mar levou as areias que cobriam as restingas e as rochas e para outro, não houve assoreamento dos portos pois o fundo é rochoso. Com o desaparecimento destes portos o embarque da madeira do Pinhal do Rei passou a ser feito no porto da Vieira.

A análise dos afloramentos de turfa e ou de lenhito que têm sido encontrados na praia, em consequência da erosão, desde a Costa de Lavos até imediatamente a sul do promontório do Pedrógão, seria importante para o estudo de eventos de subida e descida do nível do mar (transgressões e regressões marinhas) e de paleoclimas no Holocénico.

Desde a segunda metade do século XX o maior conhecimento dos recursos naturais existentes na Plataforma Continental e para além dela (para além das 200 milhas) levou a que vários países solicitassem o seu prolongamento à Comissão de Limites da Plataforma Continental (CLPC) das Nações Unidas, entre eles Portugal. Se esta petição for aceite ficará com o dobro do território marítimo atual. No entanto, os estados costeiros só terão direitos de soberania para prospeção e exploração dos recursos naturais - minerais e organismos vivos de espécies sedentárias do solo e do subsolo marinho. Os recursos naturais existentes na coluna de água sobre a Plataforma Continental, para além das 200 milhas marítimas, continuam abertos à exploração de todos os estados, tal como acontece agora na Zona Económica Exclusiva.

Na caracterização climática, da área em estudo, utilizámos os dados meteorológicos dos postos de S. Pedro de Moel e da Base Aérea de Monte Real (Normais Climatológicas de 1971/2000). O primeiro localizado junto à costa (a cerca de 40 m a SE do Farol de S. Pedro de Moel) e o segundo a cerca 9,5 km. Até 2010, data em que passou a ter automatização, as leituras meteorológicas, no posto de S. Pedro de Moel, eram feitas pelo Faroleiro com alguma carga subjetiva resultante. Também, pelo efeito de barreira/turbulência ao vento do quadrante oeste e noroeste, feito pelo edifício do Farol (com 30 m de altura) e

ainda, pelo anemómetro e o anemógrafo que só em meados de 2018 foram colocados a 10 m de altura (até aí estavam a 2,5 m) consideraram-se os dados registados no Posto de Monte Real mais credíveis, no entanto, fizemos uma análise comparativa dos valores apresentados nos dois Postos. Não se verificam diferenças significativas no que respeita às temperaturas médias anuais, mas, a média das máximas do mês mais quente é maior 4,0°C em Monte Real, facto que deverá estar relacionado com a diferente localização dos dois postos em relação à linha de costa.

A variação entre os dois postos meteorológicos do valor máximo médio do mês mais quente e do número de dias com temperatura máxima levou a que, segundo a classificação de Daveau *et al.* (1985, p. 51), o verão fosse considerado moderado em Monte Real e fresco em S. Pedro de Moel. Ainda segundo estes mesmos autores, pela diferença do valor mínimo médio do mês mais frio e do número de dias com temperatura mínima, o inverno foi considerado moderado em Monte Real e ténido em S. Pedro de Moel.

Relativamente à variação da pluviosidade, nos dois postos meteorológicos, o total anual médio (1971/2000) em Monte Real foi de 790,7 mm e em S. Pedro de Moel foi de 651,9 mm. No entanto, segundo os dados de 1971/2019 relativos a Monte Real a média anual (durante estes 49 anos) foi de 779,7 mm.

O vento (média anual) de oeste e noroeste foi superior em frequência e em velocidade no posto meteorológico de Monte Real, relativamente ao de S. Pedro de Moel, facto que contraria o que seria normal. Localizando-se o posto de S. Pedro de Moel junto à costa o atrito do vento, vindo destes rumos, seria menor comparativamente com o que se faz sentir em Monte Real. Já os valores reduzidos de calma registados no posto de S. Pedro de Moel, comparativamente aos de Monte Real parecem mais óbvios, pela maior exposição do primeiro.

Os valores médios anuais da humidade relativa para os dois postos meteorológicos são muito semelhantes (85% para Monte Real e 84% para S. Pedro de Moel), no entanto, os valores médios mensais são mais irregulares em Monte Real do que em S. Pedro de Moel. A humidade relativa varia na razão inversa da temperatura; não se verificam diferenças significativas nas temperaturas médias anuais, mas verificam-se diferenças significativas nas temperaturas médias mensais entre os dois postos, contrariamente ao que se

verifica em Monte Real, os meses em que se verifica maior humidade relativa são nos meses de verão em S. Pedro de Moel, a brisa marítima e os nevoeiros de advecção, que se fazem sentir nesta estação, deverão contribuir para este fenómeno.

Monte Real tem dez meses em que o índice de aridez é superior a S. Pedro de Moel, apenas em julho e agosto é inferior. O índice de aridez anual também é maior em Monte Real (34,7) do que em S. Pedro de Moel (28,3). A temperatura mais elevada que se verifica em Monte Real estará na base deste valor.

O índice de Emberger, aplicado a regiões com um ritmo climático idêntico a Portugal, é muito semelhante para os dois postos meteorológicos (Monte Real 135,84 e S. Pedro de Moel 156,65). Os dois postos estão considerados no andar climático mediterrâneo húmido com Inverno temperado. A maior temperatura do mês mais quente em Monte Real é compensada pela maior diferença do mês mais frio em S. Pedro de Moel.

A permeabilidade da maior parte das rochas que formam o solo e subsolo da área em estudo não permitem a existência de cursos de água importantes. Os rios Mondego e Lis são os únicos que (nascendo fora da área) a atravessam de nascente para poente.

Vários autores têm-se referido ao elevado poder de sedimentação/deposição e à conseqüente perda de navegabilidade do Rio Mondego. Os episódios de cheias, com inundações dos terrenos marginais, levaram a que, ao longo da história e até, praticamente, aos nossos dias se tenha procedido a correções e desvio de alguns troços. A construção de barragens e a intensificação da florestação na sua bacia hidrográfica têm contribuído para atenuar ou até inverter o processo de deposição de sedimentos, aumentando a dinâmica marinha relativamente aos processos fluviais no estuário.

O rio Lis inicia-se num escoamento subterrâneo na Serra de Aire (Maciço Calcário Estremenho), a sua exurgência localiza-se a cerca de 8 km a SSE de Leiria. Desta cidade e até Monte Real corre no vale tifónico associado ao diapiro Leiria-Monte Real. Próximo desta localidade abandona o seu percurso SSE – NNW e inflete para poente. Alguns autores consideram que este desvio teve

origem tectónica; um jogo de falhas, já no Holocénico, teria originado o basculamento para sul do bloco central do fosso do Lis, passando o Rio a correr para poente.

No início da nacionalidade portuguesa o rio Lis ainda era navegável até Leiria (cerca de 26 km da foz). Deveria tratar-se do estuário que se desenvolvia para o interior, pois a cartografia de 1783 (apresentada neste trabalho) refere uma zona de sapal na margem esquerda, a cerca de 15 km da atual foz. Hoje esta zona encontra-se à cota de 9 m. Progressivamente aluviões vindas de montante foram colmatando o vale a jusante de Leiria. Desde meados do século XVIII (bibliografia/cartografia disponível) verificaram-se sucessivas deslocações para sul da sua foz, assim como várias tentativas para a fixar, o que só veio a acontecer na década de 1950.

A lagoa da Ervedeira localizada na transição entre o que se designou formação eólica 1 e formação eólica 2 (FE1 e FE2), por intervenções antrópicas nas imediações, nomeadamente, furos para captação de água, assim como extrações de areia que atingiram o nível freático, tem vindo a reduzir a dimensão do espelho de água. Concluiu-se, também, que a dimensão da Lagoa está, diretamente, dependente da pluviosidade. O incêndio ocorrido em outubro de 2017, que se propagou até ao limite ocidental, está a contribuir para o avanço eólico da areia para dentro da Lagoa.

Com base em fotografias aéreas verticais conclui-se que ainda durante a primeira metade do século XX as praias, da área em estudo, eram largas, o aporte de sedimentos fluviais ao litoral era significativo, a deriva litoral estava sobressaturada, resultando na migração da costa em direção ao oceano (regressão marinha); situação que resultou dos rios correrem, praticamente, livres (poucas barragens existiam a reter o caudal líquido e sólido). Também as obras pesadas de engenharia costeira (molhes e esporões), a interceptarem os sedimentos em deriva, eram poucas e mais recuadas do que as construídas posteriormente.

No litoral da área em estudo as fotografias aéreas antigas (1947 e 1958) mostram, além de uma praia larga, a existência de uma restinga ao longo da costa. A sotamar do molhe do Mondego (colocado na década de 1930 na entrada

sul da barra), do promontório do Pedrógão e da foz do rio Lis não se verificava recuo da linha de costa. Também defronte das arribas de S. Pedro de Moel se constata a existência de uma praia.

As grandes barragens construídas nos rios, principalmente, na segunda metade do século XX, passaram a reter o caudal sólido vindo de montante, assim como a regularização do caudal líquido que reduziu a erosão a jusante, verificando-se uma redução substancial dos sedimentos fluviais que chegavam à costa, passando a ser inferiores aos que a deriva litoral tem capacidade para transportar (deriva potencial). O défice sedimentar passou a ser, em parte, compensado pela areia retirada da praia e do cordão dunar frontal. Passa a verificar-se um recuo da linha de costa (transgressão marinha). Também a subida do nível do mar (nível de base dos rios que desaguam no oceano) que começa a verificar-se no início deste século (XX), mas com maior desenvolvimento nas últimas décadas, contribuiu para que alguns sedimentos fluviais não cheguem à praia, ficando retidos nos estuários, aumentando assim o défice sedimentar. Como a erosão está a atingir cada vez mais sedimentos finos (eólicos), mais facilmente transportados pela deriva litoral, a taxa de recuo (erosão) tende a ser cada vez maior.

A deriva litoral que até final do século XIX estava saturada com sedimentos fluviais encontrava-se, a partir do final da primeira metade do século XX, com um défice significativo desses sedimentos. Para fazer face a esta situação e tentar reduzir a erosão costeira são construídos esporões nas praias mais ameaçadas. O objetivo era intercetar os sedimentos em deriva no sentido de se acumularem a barlar da deriva predominante. De Espinho à Leirosa foram colocados 34 esporões, a maioria nas décadas de 1970 e 1980, os dois últimos (Areão e Poço da Cruz – norte de Mira) já no início do século XXI. Na análise das datas de construção da maior parte destes esporões conclui-se o efeito erosivo que passaram a provocar a sotamar; há uma sequência temporal entre o que está a norte e o que está imediatamente a sul. A construção dos molhes no porto de Leixões, no porto de Aveiro, na foz do rio Mondego e na do rio Lis foram também responsáveis pela interrupção da deriva litoral, com a consequente alteração da dinâmica costeira.

O progressivo assoreamento do estuário do Mondego, com migração para sul da sua embocadura, levou a várias intervenções desde o final da primeira

metade do século XIX, prolongando-se até ao início do século XXI. O objetivo tem sido a segurança das embarcações na entrada da barra.

Na primeira metade do século XX, mesmo depois de várias intervenções, entre elas a construção de um molhe no final da década de 1920, o porto da Figueira da Foz continuava a não oferecer condições de segurança. Na década de 1960 o porto continuava assoreado, sendo contruídos dois molhes convergentes, o de sul ficou enraizado a cerca de 380 m a sul do construído na década de 1920. Se por um lado esta obra veio conferir maior segurança às embarcações que utilizavam o porto por outro lado veio dar origem à maior alteração da linha de costa. Passadas duas décadas depois da construção dos molhes tinha-se verificado um crescimento da praia da Figueira da Foz, sem paralelo na sua história. A sul, porque os molhes interromperam a normal circulação dos sedimentos verificou-se o contrário, as praias, sem alimentação sedimentar, recuaram. Deveria ter-se procedido à transposição para sul de parte dos sedimentos; em vez disso passaram a ser extraídos na praia, a norte do molhe norte e na embocadura do Rio e comercializados.

Para tentar fazer face à erosão a sul, que estava a colocar povoações em risco, foram largados (entre 1973 e 1976) em praia emersa no Cabedelo (imediatamente a sul do Mondego) 294.020 m³ de sedimentos provenientes de dragagens próximas (Doca de Coxim). Como esta alimentação sedimentar não foi suficiente para fazer face à erosão, entre 1977 e 1979, foram construídas obras de engenharia costeira nas praias com frente urbana até 10 km a sul do Mondego (cinco esporões na Cova/Gala e um esporão na Costa de Lavos e na Leirosa). Se estas obras atenuaram a erosão a barlar da deriva predominante (norte) agravaram-na a sotamar (sul). Entretanto a vaga erosiva continuou para sul, erodindo o cordão dunar frontal, colocando mais povoações em risco. Porque os molhes construídos na década de 1960, na embocadura do Mondego, ficaram voltados à ondulação predominante de oeste, obrigando o encerramento com frequência do porto à navegação, entre junho de 2008 e agosto de 2010, o molhe norte foi prolongado 400 m. Fernández *et al.* (2019, p. 3), que estudaram cenários de dragagem na embocadura do Mondego com recurso a modelos, referem que esta intervenção teve como objetivo reduzir a acumulação de sedimentos na enseada que dificultava a navegação em direção ao porto. A praia a norte do molhe norte que já tinha atingido o equilíbrio, com os sedimentos a

contornarem o molhe e a passarem para sul, com a cabeça do molhe localizada mais a ocidente volta a realinhar-se, não tendo ainda (2019) estabilizado.

Durante o período de monitorização da linha de costa, na zona da Figueira da Foz, que decorreu de 10 outubro de 2010 a 21 de janeiro de 2019, a praia emersa (em baixa-mar de maré viva), defronte da ribeira do Galante/Oásis (850 m a norte do molhe norte) teve um acréscimo de 142 m a que corresponde uma largura total da praia em baixa-mar de maré viva (desde a marginal) de 595,40 m. Defronte da bola de Nívea (400 m a norte do molhe norte) a praia emersa (em baixa-mar de maré viva) teve um acréscimo de 168 m, a que corresponde uma largura total da praia em baixa-mar de maré viva (desde a marginal) de 766 m. Nos 1.250 m a norte do molhe norte, durante o período de monitorização, houve uma acreção da praia emersa de 1.285.000 m³ de sedimentos.

Em Buarcos (1.850 m a norte do molhe norte), entre o primeiro e o último perfil que realizámos, o crescimento da praia foi de 44 m, no entanto ao analisar as imagens do Google Earth de 30/10/2006 (a mais próxima anterior ao início do prolongamento do molhe norte) e de 18/06/2018 verificou-se que o crescimento foi cerca de 135 m. Concluindo-se assim que quando realizámos o primeiro perfil (10/10/2010) já se estava a verificar acreção (as obras do prolongamento do molhe norte foram iniciadas em junho de 2008), como é normal o prisma de acreção começou por se fazer sentir a barlamar e posteriormente verificou-se um realinhamento da costa. Ainda com base nas imagens de satélite (de 30/10/2006 e 18/06/2018), apesar de algumas reservas pois não sabemos em que período da maré foram realizadas, quantificámos uma acreção desde o molhe norte ao início das muralhas de Buarcos (em 2000 m) de cerca de 300.000 m².

Em junho de 2019 a imprensa referiu que “O Programa de Monitorização da Faixa Costeira de Portugal Continental (COSMO) detetou uma perda de 100 hectares desde 2010, com destaque para a erosão na zona da Figueira da Foz”. Não se sabe se a este valor de erosão foi deduzida a acreção que se verificou a norte dos molhes norte da embocadura do rio Mondego (cerca de 30 hectares) e da barra de Aveiro (este com o último prolongamento em 2012/2013), referindo apenas os molhes que afetam mais diretamente a área em estudo.

O movimento sedimentar da praia da Figueira da Foz após a construção dos molhes (década de 1960) analisado por alguns autores já citados neste trabalho: Vicente (1990) refere que a acreção nas proximidades do molhe norte foi de 24,4 m/ano; Cunha *et al.* (1998) estimaram que para o sector a norte dos molhes, entre 1958 e 1977, a linha de preia-mar avançou 7 m/ano junto a Buarcos e 25 m/ano, com um valor máximo de 478 m, junto do molhe norte.

Após o prolongamento do molhe e numa análise de oito anos e cento e dois dias concluímos que a acreção a 400 m a norte do molhe norte (perfis realizados no transecto defronte da bola de Nívea) foi, em média, de 20 m/ano. Verificou-se portanto uma redução na acreção da praia de cerca de 5 m/ano, relativamente ao que ocorreu após a construção inicial dos molhes, o que leva a admitir uma redução dos sedimentos que agora transpõem o Cabo Mondego.

Esta redução resulta, em parte, da construção dos molhes na barra de Aveiro em 1949/1953 e do seu prolongamento em 1983/1987 e 2012/2013. Inicialmente os sedimentos acumulados a norte (S. Jacinto), por interrupção da deriva, eram comercializados. Só em 1963 (14 anos depois do começo da construção dos molhes) foi iniciada a alimentação artificial, em praia imersa, defronte das praias da Barra e da Costa Nova. Estes sedimentos eram provenientes essencialmente das dragagens da barra do porto de Aveiro e do depósito de dragados do mesmo porto. Até 2010 tinham sido depositados 8.553.429 m³ (média ano 178.196 m³). Com o prolongamento dos molhes houve necessidade, para manter o equilíbrio dinâmico das praias a sul, de compensar os sedimentos retidos a norte; de 2012 a 2017 os valores médios/ano depositados aumentaram (total 3.498.795 m³, média ano 583.133 m³) segundo Pinto *et al.* (2018, p. 23-34). Em 2019 o Polis da Ria de Aveiro estava a proceder à dragagem de cerca de 1.000.000 de m³ de sedimentos dos canais da Ria, dos quais 259.165 m³ serão depositados na zona de rebentação. Referindo que se destinam a “reforçar a deriva litoral, com minimização de efeitos erosivos nestes troços particularmente ameaçados” <https://www.polisriadeaveiro.pt/obras/index.php?w=4>. Com uma deriva com capacidade potencial de transporte de cerca de 1.000.000 m³/ano, onde a vinda dos sedimentos de norte são reduzidos (o molhe norte da barra foi prolongado em 2012/2013), este reforço é mínimo.

Prevê-se que a estabilização da praia da Figueira da foz se verifique quando tiver atingido, imediatamente, a norte do molhe norte um acréscimo de cerca de 260 m. Esta previsão tem por base o prolongamento do molhe (novo ponto fixo) em relação à perpendicular da linha de costa. Sendo assim e tendo por base as medições que realizámos no transecto defronte da bola de Nivea (400 m a norte do molhe norte) e nas imagens de satélite a praia da Figueira da Foz para atingir o perfil de equilíbrio ainda terá uma acreção de cerca de 100 m. Teixeira (2006, p.6) considerou três cenários possíveis, no cenário A, que nos parece mais próximo do que está a acontecer referiu também que a praia, junto do molhe, iria sofrer um alargamento de 260 m e com base num caudal sedimentar entrado em Buarcos de 10^6 m³/ano, admitiu que "... a capacidade de acumulação criada pelo esgotamento do molhe norte poderá estar "próxima" do esgotamento ao cabo de 12 anos".

Com base na acreção que se verificou nos últimos anos, próximo do molhe norte, consideramos que na primavera/verão de 2020 (altura em que perfaz 12 anos do início do prolongamento do molhe norte) o esgotamento do molhe norte e a consequente estabilização da praia da Figueira da Foz não se irá verificar. Há um défice de sedimentos que contornam o Cabo Mondego para sul.

Nas praias a sul do Mondego, também monitorizadas com perfis de praia em 17 transectos, a erosão tem sido uma constante. O cordão dunar frontal longilitoral, em alguns troços, foi totalmente erodido com ocorrência de galgamentos oceânicos, noutros troços está talhado em arriba erosiva. Na praia da Cova/Gala, a sul do campo de esporões, na praia da Leirosa, a sul do esporão e na praia norte do Pedrógão foram colocados, em substituição do cordão dunar frontal erodido, cordões arenosos com areia retirada da zona intermareal, que também já foram erodidos. Na Cova/Gala em 2018/2019 foi feito um segundo cordão, agora a areia foi colocada em tubos de geotêxtil e de seguida cobertos por sedimentos repulsados de dragagens na embocadura. No outono de 2019, devido à erosão, parte desses geotubos já estavam descobertos.

A erosão que se tem verificado a sul da embocadura do Mondego tem sido atenuada pela alimentação artificial de sedimentos resultantes das dragagens para manutenção da barra do porto da Figueira da Foz e largados defronte do campo de esporões da Cova/Gala. Segundo Pinto *et al.* (2018, p. 23-

34), em 2012, 2013 e 2014 somaram 465.630 m³ e foram depositados em praia imersa entre -2m ZH/-8m ZH. Ainda que não sejam referidas por este autor, as dragagens no canal de acesso ao porto da Figueira da Foz, com depósito defronte da Cova/Gala, têm continuado. Romão *et al*, 2018, p.111 e 117 referem: setembro de 2014 – 110.000 m³ (já citado); março e abril de 2015 – 107.233 m³; novembro e dezembro de 2015 e fevereiro de 2016 – 233.500 m³; março e abril de 2016 – 160.000 m³. Estes autores consideram que as dragagens realizadas sofrem alguma colmatação, distinguindo o verão marítimo, com taxas entre 10.000 e 50.000 m³ e o inverno marítimo, com taxas que não excedem os 300.000 m³. Sugerindo que o sistema recupera a totalidade do volume dragado, dependendo desse volume e do clima de agitação marítima verificado em cada inverno. Concluindo que “Em condições pouco energéticas, o efeito das dragagens prolonga-se por meses, enquanto em condições muito energéticas o benefício das mesmas poderá durar apenas alguns dias”.

Estes valores de deposição de sedimentos defronte da praia da Cova/Gala (966.363 m³) entre 2012 e 2016 não têm sido suficientes para fazer face à erosão das praias a sul da embocadura do Mondego depois da interrupção da deriva em 2008 (prolongamento do molhe norte). Pelos valores apresentados por Pinto *et al*. (2018, p. 23-34) verificaram-se cerca de quatro anos (2008-2011) sem qualquer alimentação artificial. Este período por coincidir com a fase de prolongamento e pós prolongamento do molhe norte, a alimentação sedimentar natural a sul deveria ser quase nula. Já antes os 294.020 m³ colocados em praia emersa entre 1974 e 1976 na praia do Cabedelo (Pinto *et al*, 2018, p. 23) foram insignificantes para reduzir o défice sedimentar provocado pela construção dos molhes na década de 1960.

Para analisar as condições de mar que contribuíram para a alteração da linha de costa procedeu-se à análise das variáveis da ondulação (altura significativa, período da onda e rumo) de janeiro de 2004 a dezembro de 2018. Foi em 2014 que se verificaram os maiores desvios médios: altura significativa e período da onda mais elevados e rumo mais desviado para norte. Em 2013 a altura significativa da onda e o rumo tiveram valores muito próximos dos ocorridos em 2014. Também nestes anos (2013 e 2014) verificou-se a ocorrência de mais fenómenos extremos. Foi nestes anos, especialmente em 2014, que nas

praias a sul do Mondego ocorreu maior erosão com destruição de parte do cordão dunar e nalguns casos ocorreram galgamentos oceânicos. A norte, defronte da Figueira da Foz (perfis defronte da bola de Nívea e da ribeira do Galante), neste período (2013 e 2014), a praia chegou a recuar assim com a respetiva área da secção transversal abaixo dos perfis que também teve períodos em que diminuiu. Com a ondulação mais rodada para norte mais sedimentos transpuseram o molhe norte para sul. Mesmo com mais sedimentos a contornar a cabeça do molhe para sul e com os retirados da barra do porto da Figueira da Foz e colocados defronte do campo de esporões da Cova/Gala (255.630 m³ em 2013 e 110.000 m³ em 2014), não foi suficiente para manter o equilíbrio dinâmico das praias a sul.

O recuo erosivo das praias atingiu, em 2014, valores que nunca se tinham verificado. Andrade *et al.* (2014, *in Santos*) referem que “o esforço financeiro associado à proteção costeira no período de 1995 a 2014 totalizou 196 milhões de euros e o custo da reparação dos estragos provocados pelos temporais observados de janeiro a março de 2014 ascendeu a cerca de 23 milhões de euros”. Desde 2004 foram os meses de janeiro e fevereiro de 2014 que registaram a maior média da altura significativa da onda e do período da onda (respetivamente janeiro 4,4 m, 14 s e fevereiro 5,0 m, 14 s), o rumo da onda nestes meses também esteve mais rodado para norte relativamente à média de 2004 a 2018 (janeiro 310°N, fevereiro 307°N).

Curiosamente, dos registos a que tivemos acesso (de janeiro de 2004 a dezembro de 2018) o dia com a média mais elevada da altura significativa da onda foi 16 de fevereiro de 2011 com 7,9 m, mas no dia seguinte, entre 00h e as 03h, chegou aos 10,2 m. O dia em que se registou o período médio da onda mais elevado foi a 11 de dezembro de 2014 com 19 s mas que ao longo do dia atingiu os 20 s.

Nos anos de 2015, 2016 e 2017 a altura significativa da onda e o rumo voltaram para os valores normais, mantendo-se o período da onda acima da média. Nestes anos, defronte da Figueira da Foz (perfis da bola de Nívea e da ribeira do Galante) o prisma de acreção desenvolveu-se mais em altura do que linear. Nas praias a sul do Mondego a erosão foi inferior à que se tinha verificado em 2013 e 2014. Para esta redução da erosão contribuiu, além da diminuição da altura significativa da onda e do rumo menos rodado para norte os 500.733 m³

de sedimentos que em 2015 e 2016 foram retirados da barra do porto da Figueira da Foz e colocados defronte do campo de esporões da Cova/Gala, sendo 393.000 m³ de novembro de 2015 a abril de 2016.

Em 2018 as médias das variáveis da ondulação (altura significativa e período) apresentaram valores acima da média registada entre 2004 e 2018: a altura significativa da onda (*H_s*) foi de 2,27 m com média 2004-2018 de 2,06 m; o período da onda (*T*) foi de 11,8 s (o maior valor médio anual registado) com média 2004-2018 de 10,7 s; o rumo da onda esteve mais rodado para norte com média de 303,9°, a média de 2004-2018 foi de 302°. Estes valores das variáveis deverão estar na base do recuo acentuado da praia de Buarcos e da acreção das praias da Figueira da Foz que se verificou em 2018.

Verifica-se que o período médio da onda de 2004 a 2018, com destaque para o último ano, foi muito energético.

Santos (2017, p. 21) citando Oliveira (2017) que efetuou a caracterização da agitação marítima a sul da embocadura do rio Mondego, com base na série temporal (1952-2010), concluiu que “a zona de estudo está sujeita a um regime geral de agitação marítima com características médias *H_s* 2,15 m, rumo 299,5°N e *T_p* 11,6 s, *H_s* mais frequente de 1,00-1,50 m associada a rumo 300-310°N e *T_p* 8-10 s, e *H_s* máximo de 13,13 m”.

Comparando estes dados com os valores médios obtidos por nós, de 2004-2018, verifica-se que a média da altura significativa da onda diminuiu 0,09 m; que o período médio da onda diminuiu 0,95 s; que a direção média da onda teve uma rotação para norte de 2,84°. Relativamente ao valor máximo da altura significativa da onda verificado entre 2004 e 2018 foi de 10,20 m (média dia 7,82 m) muito abaixo do apresentado por Oliveira (13,13 m). Também Cunha (1999, p. 12) refere que a média da altura significativa da onda no período de 1989-1999 foi de 2,10 m, portanto mais próximo do valor médio obtido por nós (2,06 m). Relativamente ao rumo da onda, este autor refere um rumo médio de 1989-1998 de 305±4°N, mas rodando para oeste no período 1996-1998 com média de 298°N.

Fazendo uma súmula dos dados que apresentamos (2004-2018), comparativamente aos de Oliveira (1952-2010), verifica-se que a média da altura significativa da onda diminuiu e que a média do período da onda também diminuiu, no entanto está próxima do que se tem verificado desde 2014.

Relativamente ao rumo médio da onda verificou-se nos nossos dados uma rotação média para norte de $2,84^{\circ}$, comparativamente ao referido por Oliveira, mas que sobe para $5,35^{\circ}$ nos anos não abrangidos por este autor (2011-2018). Como já referimos Andrade *et al.* (2006, p. 200) afirmaram que “uma rotação angular pequena (da ordem de $1-2^{\circ}$) do regime de agitação costeiro pode produzir consequências relevantes nos caudais sólidos transportados ao longo da costa”.

O campo dunar que se estende da Figueira da foz à Nazaré e que atinge uma largura máxima de 13 km, imediatamente, a norte da lagoa da Ervedeira apresenta várias fases de atividade eólica, separadas por períodos de desenvolvimento do coberto vegetal e formação de solo tipo podzol. As sucessivas fases de movimentação depositaram, progressivamente, cada vez menos para leste, provavelmente, pelo efeito de obstáculo exercido pela vegetação que se tem expandido para ocidente por controlo climático e antrópico.

A estabilização das dunas, que identificámos até cerca de 2 a 3 km da atual linha de costa, ter-se-á iniciado por volta do séc. XIII com sementeiras de *Pinus pinaster* (início da formação do Pinhal do Rei), tendo, na frente ocidental, por obstáculo ao avanço do vento, dado origem a um imponente cordão dunar (crista de obstáculo), com dunas que atingem 147 m de altitude, cerca de 70 m de altura.

A última fase da atividade dunar e que se tem prolongado até à atualidade foi, também, condicionada por atividade antrópica com a colocação de um ripado na ante-praia que deu origem ao cordão dunar frontal longilitoral.

A destabilização atual deste cordão dunar frontal, com progressão para o interior através de corredores de deflação que, entretanto, se foram formando coloca a dúvida se deve haver nova colocação de ripado (paliçada), para impedir essa movimentação, ou pelo contrário se deve deixar seguir o percurso imprimido pelos ventos mais mobilizadores de areia. Atendendo a que a análise, durante vários anos, mostrou que a movimentação vai dar origem a um novo cordão dunar frontal longilitoral a algumas dezenas de metros, mais para oriente, deverá manter-se essa progressão mas ajudar a sua estabilização com plantas arenófilas. O facto de se formar mais para o interior vai permitir que, devido ao

avanço do mar, a erosão marinha que se está a verificar demore mais tempo a alcançá-lo. Pela mesma razão também os cordões arenosos, feitos em substituição dos dunares erodidos, como o da Cova/Gala e da Leirosa, deveriam ter sido colocados mais para o interior.

Na análise da deslocação dos sedimentos eólicos concluiu-se que:

- a maior parte da movimentação fez-se por reptação ou em “pequenos saltos”; o que é lógico dada a gravidade (a armadilha colocada junto ao solo recolheu sedimentos de maior granulometria do que as colocadas a 20 cm de altura);

- na última fase de observações (realizada, com interrupções, de 01/04/2010 a 30/04/2013) a média mensal de areia recolhida foi maior do que na primeira fase (realizada, com interrupções, de 10/01/1984 a 30/09/1994). Também a deflação média verificada na última fase de observações foi superior à verificada na primeira. Passados mais de 15 anos o mar avançou, a praia emersa é menor e a energia eólica dispersa-se menos na praia e concentra-se mais no cordão dunar frontal;

- o sentido da deslocação dos sedimentos foi, essencialmente, de norte e de noroeste; está de acordo com a maior velocidade e, especialmente, com a maior frequência do vento destes rumos;

- a contribuição do vento de SW na movimentação de sedimentos é praticamente nula; pois está associado a perturbações da frente polar, normalmente, ventos fortes que estão associados à ocorrência de pluviosidade, ficando os sedimentos com maior aderência entre si, a água preenche os interstícios entre os grãos de areia;

- o vento forte, mesmo nas dunas interiores, desprovidas de vegetação, tem competência para deslocar sedimentos. Esta análise torna-se importante visto que a maior parte da vegetação das matas litorais da zona centro foi destruída pelo incêndio de outubro 2017 e um ano depois, pelo ciclone tropical Leslie.

7 – CONCLUSÕES

As intervenções realizadas na embocadura do rio Mondego têm provocado a destabilização da costa com avanço da praia a norte até Buarcos e recuo a sul até, praticamente, ao canhão submarino da Nazaré (sumidouro dos sedimentos provenientes de norte). As intervenções mais significativas foram o prolongamento do molhe norte e as permanentes dragagens na embocadura e anteporto, que apesar da reposição das areias no litoral a sul, não tem sido suficiente para compensar o défice sedimentar da deriva.

Do molhe norte do rio Mondego até Buarcos (cerca de 2.000 m) o areal emerso, em baixa-mar de maré viva, ocupa uma área superior a um milhão de metros quadrados, sendo cerca de trezentos mil resultantes da acreção depois do prolongamento do molhe (2008/2010). De outubro de 2009 até ao início de 2019, a 400 m a norte do molhe a praia avançou 168 m e 850 m a norte do molhe avançou 142 m, não tendo ainda estabilizado.

A sul dos molhes o avanço do mar, depois do prolongamento do molhe norte, tem sido uma constante, com destaque para a praia da Cova/Gala a sul do campo de esporões (cerca de 2.000 m a sul da embocadura) onde a erosão foi de cerca de 40 m, dos quais 29 m verificaram-se entre outubro de 2013 e agosto de 2014; na praia da Leirosa a sul do esporão (cerca de 10.000 m a sul da embocadura do Mondego) o recuo erosivo do cordão dunar frontal foi de cerca de 20 m; o cordão dunar frontal da praia do Pedrógão, a norte do ribeiro (Casal Ventoso) e a sul do promontório calcário tem sido também bastante erodido. A norte do ribeiro, de outubro de 2011 a março de 2014, o recuo atingiu 30 m e a sul do promontório, de agosto de 2009 a janeiro de 2014, chegou aos 28,5 m.

As intervenções feitas para minimizar os efeitos da erosão nas referidas praias consistiram na colocação de areia para refazer a topografia do cordão arenoso. Entretanto, e porque o défice sedimentar continuou, a areia colocada foi, totalmente, erodida e refeito novo cordão arenoso na Cova/Gala, que também já se encontra em erosão.

Entre 2012 e 2016 as areias dragadas e colocadas na praia imersa defronte do campo de esporões da Cova/Gala foram insuficientes para anular o défice sedimentar; contudo, não foi possível saber se todos os volumes dragados

por imperativos de manter a acessibilidade marítima ao porto têm sido repostos na costa a sul.

A solução para estabelecer o equilíbrio dinâmico das praias a norte e a sul do Mondego passa por se assegurar a deriva litoral de areia de norte para sul da embocadura. Alguns autores referem que em condições pouco energéticas, o efeito das dragagens prolonga-se por meses, enquanto em condições muito energéticas o benefício das mesmas poderá durar apenas alguns dias, considerando que no verão marítimo as taxas de colmatação são entre 10.000 m³ e 50.000 m³, mas que no inverno não excedem ao 300.000 m³. Sendo assim, as dragagens realizadas estão muito abaixo destes valores. A transferência para sul, através de processos mecânicos, de parte dos sedimentos que se acumulam a norte do molhe norte seria outra intervenção para corrigir o desequilíbrio dinâmico nas praias.

A evolução erosiva da costa a sul da embocadura determina perda de território, a destruição de habitações e de outros bens imóveis, bem como o empobrecimento da qualidade ambiental desta zona costeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Livros e Artigos:

Alcoforado, M. J., Alegria, M. F., Pereira, A. R. e Sirgado, C. (2009) – *Domínios Bioclimáticos em Portugal, definidos por comparação dos Índices de Gaussen e de Emberger (3ª edição)*. Centro de Estudos Geográficos, Núcleo Clima e Mudanças Ambientais Lisboa, 59 p.

Almeida, A.C. (1995) - *As Dunas de Quiaios, Gândara e Serra da Boa Viagem. Uma abordagem ecológica da paisagem*. Tese de Doutoramento, Universidade de Coimbra, 305 p.

Almeida, A. C. (1997) – *Dunas de Quiaios, Gândara e Serra da Boa Viagem - Uma abordagem ecológica da paisagem*. FCB-JNICT, Col. Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas, 321 p.

Almeida, A. C. (2009) – *Ambientes Litorais Programa, Conteúdos e Métodos de Ensino*. Relatório elaborado para apresentação das provas de agregação em Geografia. Universidade de Coimbra, 57 p.

Almeida, C., Mendonça, J. J. L., Jesus, M. R., Gomes, A. J. (2000) – *Sistemas Aquíferos de Portugal Continental*. Centro de Geologia e Instituto da Água, pp. 250-265.

Andrade, C., Pires, H. O., Silva, P., Taborda, R., Freitas, M. da C. (2006) – Zonas Costeiras. In F. D. Santos e P. Miranda. *Alterações Climáticas em Portugal - Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação*. Projecto SIAM II, Editora Gradiva, pp. 169-208.

Andrade, F. (1933) – *O Hetangiano de St.^a Cruz, e algumas considerações sobre os vales tifónicos*. Boletim do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Lisboa, 119 p.

André, J. N. e Rebelo, F. (1992) – A Evolução Actual das Dunas na Área Compreendida entre Vieira de Leiria e S. Pedro de Moel. *Atas do VI Colóquio Ibérico de Geografia*, realizado no Porto, pp. 1045-1051.

André, J. N. (1994a) – Alteração Fisiográfica Recente e Situação Actual das Praias entre o Cabo Mondego e S. Pedro de Moel. II Congresso da Geografia Portuguesa, Coimbra, 10 p.

André, J. N. (1994b) – Morfologia Dunar entre o Rio Mondego e o Ribeiro de S. Pedro de Moel – Fixação e Evolução Actual. II Congresso da Geografia Portuguesa, Coimbra, 16 p.

André, J. N. (1996a) – *Morfologia litoral da área compreendida entre o Cabo Mondego e S. Pedro de Moel*. Dissertação de Mestrado em Geografia Física, Universidade de Coimbra, 164 p. e 5 anexos.

André, J. N. (1996b) – Breve nota sobre o recuo da linha de costa e a intervenção humana a sul da Figueira da Foz. *Territorium. Revista de Geografia Física Aplicada no Ordenamento do Território e Gestão de Riscos Naturais*. Minerva, nº 3. 1996, Minerva, Coimbra, pp. 57-58.

André, J. N., Rebelo, F., e Cunha, P. P. (1997) – Evolução da Morfologia Dunar entre o Rio Mondego e S. Pedro de Moel. In Associação Eurocoast - Portugal, *Colectânea de ideias sobre a Zona Costeira de Portugal*, Porto, pp. 503-523.

André, J. N. e Cordeiro, M. de F. (1998) – A Importância do "Pinhal do Rei" na Fixação das Areias Eólicas. In Associação Eurocoast - Portugal, *Seminário Dunas da Zona Costeira de Portugal*, Leiria, pp. 3-27.

André, J. N. Almeida, A. C. e Cunha, P. P. (1998) – *Visita de Estudo à Zona Costeira entre o Cabo Mondego e S. Pedro de Moel*. Associação Eurocoast - Portugal, Seminário Dunas da Zona Costeira de Portugal, Leiria, 1998, 24 p.

André, J. N. e Cordeiro, M. de F. (1999) – *Percurso Ambiental – Geobotânico da Lagoa da Ervedeira a S. Pedro de Moel (Matas Nacionais do Pedrógão e de Leiria)*. Câmara Municipal de Leiria, Associação de Desenvolvimento da Alta Estremadura (ADAE) e LEADER II, 64 p.

André, J. N. (1999b) – Evolução Histórica da Faixa Costeira da Região de Leiria. *Actas do III Colóquio Sobre a História de Leiria e da sua Região*, Câmara Municipal de Leiria, pp. 323-342.

André, J. N., Rebelo, F., e Cunha, P. P. (2001) – Morfologia dunar e movimentação de areias entre a lagoa da Ervedeira e o limite sul da Mata Nacional de Leiria. *Territorium. Revista de Geografia Física Aplicada no Ordenamento do Território e Gestão de Riscos Naturais*. Nº 8. 2001, Minerva, Coimbra, pp. 51-68.

André, J. N. e Cordeiro, M. de F. (2002) – Evolução do troço terminal do Rio Lis. *Territorium. Revista de geografia física aplicada no ordenamento do território e gestão de riscos naturais*, 9, pp. 123-134.

André, J. N. e Cordeiro, M. de F. (2003) – Mata Nacional de Leiria: Evolução Histórica e Aspectos Naturais. *Actas do Congresso, Pensar a Região de Leiria*, Escola Superior de Educação de Leiria, pp. 373-401.

André, J. N., Cunha, P. P., Dinis, J., Dinis, P. e Cordeiro, M. de F. (2009) – Características geomorfológicas e interpretação da evolução do campo dunar eólico na zona costeira entre a Figueira da Foz e a Nazaré. *Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos*, Volume VI, APGEOM, Braga, pp. 39-44.

André, J. N. e Cordeiro, M. de F. (2010a) – Intervenções antrópicas responsáveis pela destabilização do troço costeiro Cova do Vapor - Costa da Caparica. *Actas / Proceedings do V Congresso Nacional de Geomorfologia*, Porto, pp. 305-310.

André, J. N. e Cordeiro, M. de F. (2010b) – Intervenções antrópicas face ao recuo da linha de costa: exemplo da Foz do Douro à Nazaré. *Actas / Proceedings do V Congresso Nacional de Geomorfologia*, Porto, pp. 437-442.

André, J. N., Ramos, A. e Cunha, L. (2012) – *Visita de Estudo - Roteiro (Cursos de mestrado e doutoramento em Geografia)". Percurso: Figueira da Foz - Nazaré (orla ocidental central de Portugal)*, Universidade de Coimbra, Departamento de Geografia, 8 p.

André, J. N. e Cordeiro, M. de F. (2013a) – Alteração da linha de costa entre a Figueira da Foz e S. Pedro de Moel após o prolongamento do molhe norte do Mondego. *VI Congresso Nacional de Geomorfologia, Atas/Proceedings*, Coimbra, pp. 6-10.

André, J. N. e Cordeiro, M. de F. (2013b) – Análise da Morfologia Dunar na Área da Figueira da Foz – Nazaré. *VI Congresso Nacional de Geomorfologia Atas/Proceedings*, Coimbra, pp. 11-16.

André, J. N. e Cordeiro, M. de F. (2014) – A linha de costa de Buarcos (Figueira da Foz) a S. Pedro de Moel, três anos após a conclusão do prolongamento do molhe norte do rio Mondego. *12.º Congresso da Água / 16.º ENASB / XVI SILUBESA, Que futuro queremos?* Lisboa, pp. 1-15.

André, J. N. e Almeida, A. C. (2016) – Alteração da Linha de Costa Provocada pelas Infraestruturas Portuárias na Foz do Rio Mondego. *Territórios de Água, Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT)*, Coimbra, pp. 130-141.

André, J. N., Almeida, A. C. e Jorge, M.P. (2018) – Análise da alteração da praia da Figueira da Foz de 2010 a 2018 face ao prolongamento do molhe norte da embocadura do rio Mondego. *Atas do IX Simpósio da Margem Ibérica Atlântica*, Coimbra, pp. 313-314.

André, J. N., Almeida, A. C. e Jorge, M.P. (2019) – Análise da alteração da linha de costa depois do prolongamento do molhe norte na embocadura do Mondego. *Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos, Volume XI*, Guimarães, pp. 163-166.

Araújo, M. da A. F. P. de (1991) – *Evolução Geomorfológica da Plataforma Litoral da Região do Porto*. Tese de Doutoramento. Universidade do Porto, 534 p. + anexos.

Bagnouls, F e Gausson, H (1957). Les climats biologiques et leur classification. *Annales de Géographie*, Volume 66, nº. 355, pp. 193-220.

Bargado, M. A. do C. (2013) – *O reconhecimento da propriedade privada sobre terrenos do domínio público hídrico*. Instituto de Ciências Jurídico-Políticas, Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa, 25 p.

Bessa, F., Gonçalves, S. C., Franco, J. N., André, J. N., Cunha, P. P. e Marques, J. C. (2014) – Temporal changes in macrofauna as response indicator to potential human pressures on sandy beaches. *Ecological Indicators*, volume 41, pp. 49-57.

Bernardes, C.A., Noivo, L.M., Corrochano, A. (2001) - Evolution of Holocene coastal dunes at Leirosa, south of Cape Mondego, Portugal. *Thalassas* 17, 47-56.

Cabral, J.; Ribeiro, P.; Ramos, A. & Cunha, P. P. (2018) - Diapiric activity affecting late Pliocene to Pleistocene sediments under a tectonic compressive regime - an example from the West Iberia Margin (Sr^a da Vitória beach, central Portugal). *Journal of Iberian Geology*, vol. 44 (3), pp. 431-445. DOI: 10.1007/s41513-018-0073-3.

Campar, A., Gama, A., Cunha, L., Jacinto, R., Boura, I., Medeiros, J., e Brandão, J. (1989) – *Bacia Hidrográfica do Rio Lis – Contributo para o estudo da organização do espaço e dos problemas de ambiente*. Câmara Municipal de Leiria e Comissão de Coordenação da Região Centro, Coimbra, 248 p.

Carmo, J. S. Antunes do (2013) – Experiência de recuperação de um sistema dunar e proposta de instrumentos complementares de proteção, atração e valorização ambiental. *Revista de Gestão Costeira Integrada* 13(3), Lisboa, pp. 317-328.

Carvalho, G.S. (1954) - A Gândara (Portugal) e as Landes da Gasconha (França). *Memórias e Notícias*, Museu Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra, 37, 21-36.

Carvalho, G.S. (1964) - Areias da Gândara (Portugal). Uma formação eólica Quaternária. *Publicações do Museu Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto*, 81 (4), 3-32.

Carvalho, G. S. de (1973) – Dinâmica de praias e aplicação de traçadores luminescentes no litoral do terminal oceânico da Ponta Dobela (Distrito de Lourenço Marques). *Memórias do Instituto de Investigação Científica de Moçambique*, 9, Série B. Comunicação apresentada na I Reunião dos Geólogos de Moçambique, Lourenço Marques, pp 87-124.

Carvalho, G. S. de (1985) – A Evolução do Litoral (Conceito e aplicações). *Revista Geonovas*, 8/9, Lisboa, pp. 3-15.

Carvalho, G. S. e Granja M. E. (1991) – Uma Síntese das Investigações Geomorfológicas na Zona Costeira do Noroeste de Portugal. *Problemas e Potencialidades do Litoral Português*. Associação Portuguesa de Geógrafos, Lisboa, pp. 89-93.

Carvalho, G. S. e Granja M. E. (1997) – Realismo e Pragmatismo: uma necessidade para o aproveitamento dos recursos naturais na Zona Costeira (O exemplo da zona costeira do noroeste de Portugal). *In Colectânea de ideias sobre a zona costeira de Portugal*, Associação EUROCOAST – PORTUGAL, Porto, pp. 25-66.

Choffat, P. (1927) – *Cartas e Cortes Geológicas, Distritos de Leiria e Coimbra*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 5 estampas.

Coelho, C. D. B. (1995) – *Riscos de Exposição de Frentes Urbanas para Diferentes Intervenções de Defesa Costeira*. Dissertação de Doutoramento em Engenharia Civil. Universidade de Aveiro, 404 p.

Corbin, A. (1989). *O território do vazio. A praia e o imaginário ocidental*. S. Paulo, Companhia das Letras, Câmara Brasileira do Livro, São Paulo, Brasil (1.ª edição de 1988, em língua francesa), 44 p.

Cordeiro, M. F. (1999) – *Mata Nacional de Leiria – Exemplo Histórico na Fixação de Areias Eólicas e na Prevenção de Incêndios Florestais*. Dissertação de Mestrado em Geografia Física, Universidade de Coimbra, 230 p. e 7 anexos.

Corte-Real, João Alexandre Medina (2008) Versão integral da entrevista publicada na edição do Expresso de 9 de Fevereiro de 2008, 1.º Caderno, páginas 30 e 31.

Costa, J. B. da (1979) – *Caracterização e Composição do Solo*. Edição da Fundação Calouste Gulbenkian, 2ª edição (com revisão e aditamentos de A. L. Azevedo e R. P. Ricardo), Lisboa, 494 p.

Cunha, P. P., Dinis, J., Silva, A. F. e André, J. N. (1995) – Evolução Estuarina Condicionada por Intervenções Portuárias: Modificações Recentes no Sector Intermédio e Distal do Estuário do Mondego. *Memórias e Notícias*, Publ. Museu e Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra, nº 120, pp. 95-117.

Cunha, P. P., Dinis, J. L. e Reis, R. P. dos (1997a) – *Relatório Final do projecto de investigação PEAM/C/GEN/247/93 (Programa Específico para o*

Ambiente – JNICT/DGA): “Avaliação das modificações antrópicas actuais nos sub-ambientes sedimentares do estuário do Mondego”. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 152 p. e 8 anexos.

Cunha, P. P.; Pinto, J. & Dinis, J. L. (1997a) - Evolução da fisiografia e ocupação antrópica na área estuarina do Rio Mondego e região envolvente (Portugal centro-oeste), desde 1947. *Territorium, Revista de Geografia Física aplicada no ordenamento do território e gestão de riscos naturais*, Editora Minerva, Coimbra, 4, pp. 99-124.

Cunha, P. P.; Freitas, H.; Marques, J. C.; Dinis, J. L. & Caetano, P. (1997b) - A protecção e gestão de áreas estuarinas — importância da Ilha da Morraceira e do sub-sistema estuarino do Pranto (Estuário do Mondego, Portugal). In: *“Colectânea de ideias sobre a zona costeira de Portugal”*, Associação Eurocoast-Portugal (Editor), Porto, pp. 473-488.

Cunha, P.P.; Silva, A.F.; André, J.N. & Cabral, M.C. (1997c) - Considerações sobre a evolução actual do litoral entre a Figueira da Foz e Nazaré. In: *“Colectânea de ideias sobre a zona costeira de Portugal”*, Associação Eurocoast-Portugal (Editor), Porto, pp. 489-502.

Cunha, P. P. e Dinis, J. (1998) – A erosão nas praias do Cabo Mondego à Figueira da Foz (Portugal centro-oeste), de 1995 a 1998. Trabalho iniciado no âmbito do projecto PEAMB/C/GEN/247/93 (JNICT/DGA: *“Avaliação das modificações antrópicas actuais nos sub-ambientes sedimentares do estuário do Mondego”*, *Territorium. Revista de Geografia Física Aplicada no Ordenamento do Território e Gestão de Riscos Naturais*. Nº 5. 1998, Minerva, Coimbra, pp. 31-50.

Cunha, P. P., Dinis, J. e André, J. N. (1998) – Interacção entre as Operações de Dragagem no Porto da Figueira da Foz e a Dinâmica Sedimentar no Estuário do Mondego e Costa Adjacente (Portugal Central), *Associação Eurocoast-Portugal, Seminário sobre Dragagens, Dragados e Ambientes Costeiros*, Lisboa, pp. 27-45.

Cunha, P. P. (1999) – Erosão no troço costeiro Cabo Mondego-Figueira da Foz: controlos naturais/antrópicos e implicações na gestão do litoral e das adjacentes bacias hidrográficas. IV Simpósio de Hidráulica e recursos hídricos dos países de língua oficial portuguesa (Actas), 24-26 de Maio de 1999, Universidade de Coimbra, 22 p.

Cunha, P. P. & Mendes, J. A. (2000) - Análise das dragagens no Porto da Figueira da Foz (Estuário do Mondego). In: *Perspectivas de gestão integrada de ambientes costeiros*, Associação Eurocoast-Portugal (Editor), Porto, pp. 197-214.

Cunha, P. P. (2002) – Vulnerabilidade e risco resultante da ocupação de uma planície aluvial – o exemplo das cheias do rio Mondego (Portugal central), no Inverno de 2000/2001. *Territorium, revista de geografia física aplicada no ordenamento do território e gestão de riscos naturais*, 9, pp. 13-35.

Cunha, P. P. & Dinis, J. (2002) - Sedimentary dynamics of the Mondego estuary. In M. A. Pardal, J. C. Marques & M. A. S. Graça (editors), *Aquatic ecology of the Mondego river basin. Global importance of local experience*. Chapter 1.4, pp. 43-62, Imprensa da Universidade, Univ. Coimbra.

Cunha, P. P., Ramos, A. e André, J. N. (2008) – Evolução geológica da Região Figueira da Foz - Nazaré, nos últimos três milhões de anos. *Seminário Paisagens Geológicas da Nazaré, Encontros do Mar, da Terra e das Gentes*, Nazaré, 1 p.

Danielsen, R. (2008) - Palaeoecological development of the Quiaios – Mira dunes, northern-central littoral. Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 152 (1-2): 74-99.

Daveau, S. (1985) – *Mapas climáticos de Portugal. Nevoeiro e Nebulosidade – Contrastes térmicos*. Memórias do Centro de Estudos Geográficos, Nº 7, Lisboa, 84 p. e 2 mapas.

Daveau, S. (1991) – Três Teses de Doutoramento Sobre a Geomorfologia do Litoral Português. *Finisterra, Revista Portuguesa de Geografia*, volume XXVI, número 51, Centro de Estudos Geográficos, Lisboa, pp. 205-211.

Dias, J. M. A. (1985) – Registos da migração da linha de costa nos últimos 18 000 anos na plataforma continental portuguesa setentrional. *Actas da 1ª Reunião do Quaternário Ibérico*, Lisboa, pp. 281-295.

Dias, J. M. A. (1987) – *Dinâmica Sedimentar e Evolução Recente da Plataforma Continental Portuguesa Setentrional*. Tese de doutoramento, Universidade de Lisboa, 384 p. e 7 anexos.

Dias, J. M. A. e Taborda, R. P. M., (1988) – Evolução Recente do Nível do Mar em Portugal. *Anais do Instituto Hidrográfico nº 9*, Lisboa, pp. 83-97.

Dias, J. M. A., Ferreira, O. M. F. C. e Pereira, A. R. (1994) – *Estudo sintético de diagnóstico da geomorfologia e da dinâmica sedimentar dos troços costeiros entre Espinho e Nazaré*. Relatório final, ESAMIN – Estudos de Ambiente e Informática, Lda., 303 p., 1 anexo 24 p.

Dias, J.M.A., Boski, T., Rodrigues, A., Magalhães, F. (2000) - Coast line evolution in Portugal since the Last Glacial Maximum until present - a synthesis. *Marine Geology* 170, 177-186.

Dias, J. M. A. (2005) – Evolução da Zona Costeira Portuguesa: Forçamentos Antrópicos e Naturais. *Encontros Científicos – Turismo, Gestão, Fiscalidade*, Faro, pp. 7-27.

Dias, J. M. A. (2009) – *Posição crítica sobre a Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira*. Faro, 12 p.

Dinis, J. L. & Cunha, P. P. (1998) - Impactes antrópicos no sistema sedimentar do Estuário do Mondego. *Sociedade e Território, Revista de estudos urbanos e regionais*, Edições Afrontamento, Porto, 27, pp. 3-15.

Dinis, J. & Cunha, P. P. (1999) - Sedimentologia e hidrodinâmica dos subsistemas estuarinos do Mondego (Portugal central). *Recursos Hídricos*, Revista da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, vol. 20, nº 1, pp. 37-49.

Dinis, P. A. (1996) – *Dinâmica Sedimentar e Evolução do Estuário do Lis*. Dissertação de Mestrado em Geociências, Universidade de Coimbra, 205 p.

Dinis, P. A. (2000) – Análise das Condicionantes Antrópicas na Evolução do Estuário do Lis. Trabalho realizado no âmbito do projecto PRAXIS XXI, 2/21/CTA/156/94. Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra, 6 p.

Duarte, D. N. e Reis, R. P. (1992) – Estudo preliminar da evolução da linha de costa adjacente à embocadura do estuário do Mondego entre 1801 e 1989. Estimacões das taxas de acreção e erosão costeiras. *III Congresso Geologia España e VIII Congresso Latino Americano de Geologia*, 2: 146-150, Salamanca.

Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas (2017). ClimAdaPT.Local e Câmara Municipal de Leiria, Leiria, 158 p.

EUROCOAST (1991) – *A Zona Costeira e os Problemas Ambientais*. Conferências, Comunicações, Universidade de Aveiro, 261 p.

EUROPEAN CODE OF CONDUCT FOR COASTAL ZONES (1999), *Definitions of the Coastal Zone*, Geneva, 98 p.

Ferreira, Ó. M. F. C., (1993) – *Caracterização dos Principais Factores Condicionantes do Balanço Sedimentar e da Evolução da Linha de Costa entre Aveiro e o Cabo Mondego*. Tese de Mestrado. Universidade de Lisboa, 166 p.

Ferreira, Ó. M. F. C., (1998) – *Morfodinâmica de Praias Expostas: Aplicação ao Sector Costeiro Aveiro-Cabo Mondego*. Tese de Doutoramento. Universidade do Algarve, 337 p.

Força Aérea Portuguesa – Centro de Informação Meteorológica, *Esboço Climatológico do Distrito de Leiria*, 21 p.

Freitas, F. C. (1984) – *Notícia explicativa da carta III. 2, acidez e alcalinidade dos solos, do Atlas do Ambiente*. Comissão Nacional do Ambiente, 22 p.

Freitas, J. I. R. G. de (2010) - *O litoral português na época contemporânea: representações, práticas e consequências. Os casos de Espinho e do Algarve (c. 1851 a c. de 1990)*. Tese de Doutoramento. Universidade de Lisboa, 421 p.

Gestão da Zona Costeira (2014) - *O Desafio da Mudança*. Relatório do Grupo de Trabalho do Litoral, 242 p.

Girão, A. de A. (1949-1951) – *Geografia de Portugal*. Portucalense Editora, Porto, 510 p.

Girão, A. de A. (1958) – *Atlas de Portugal*. 2ª Edição, Instituto de Estudos Geográficos, Universidade de Coimbra, 40 temas.

Gomes, F. V. e Pinto, F. T. – (1997) – A Opção “Protecção” Para a Costa Oeste Portuguesa. *In Associação Eurocoast - Portugal, Colectânea de ideias sobre a Zona Costeira de Portugal*, Porto, pp. 163-190.

Gomes, F. V., Barroco, A., Pereira, A. R., Reis, C. S., Calado, H. Ferreira, J. G., Freitas, M. C. e Biscoito M. (2007) – *Bases para a Estratégia da Gestão Integrada das Zonas Costeiras*. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, 110 p.

Granja, H. M. L. P. (1990) – *Repensar a Geodinâmica da Zona Costeira: o Passado e o Presente; Que Futuro? (O Minho e o Douro Litoral)*. Tese de doutoramento. Universidade do Minho, 347 p. + anexos.

Instituto Hidrográfico, Capítulo 1 do volume I - 2019 da Tabela de Marés, 11 p.

IPTM – Instituto Português e dos Transportes Marítimos, I.P. (2011). *Prolongamento do Molhe Norte do Porto da Figueira da Foz*. Relatório de Demonstração do Cumprimento das Disposições da DIA na Fase de Construção. DSIA/DAOP, maio, 51 p.

Jornal Diário as Beiras, edição de 12 de outubro de 2014 – *Braço sul do Mondego, o rio “desconhecido” que quase seca na maré baixa*.

Jornal de Leiria, edição de 03 de março de 2011- *a Praia do Osso da Baleia está com muito mais areia do que era habitual*.

Jornal Região de Leiria, edição de 12 de julho de 2018 – *Pedras em vez de areia e nuvens no lugar do sol deixam adivinhar um verão difícil em S. Pedro de Moel*.

Lopes, M. de L., Neves, L. das., Gomes, F. V. e Pinto, F. T. (2016) - A utilização de sistemas de confinamento de areias em material geosintético para proteção costeira em Portugal. Repositório aberto da Universidade do Porto, FEUP – Faculdade de Engenharia, 8 p.

Loureiro, A. (1901) – *Os Portos Marítimos de Portugal e Ilhas Adjacentes*, volume II, Imprensa Nacional, Lisboa, 312 p.

Manuppella, G., Zbyszewski, G. e Ferreira, O. Da V. (1978) – *Notícia Explicativa da Folha 23-A da Carta Geológica de Portugal na Escala de 1/50 000, Pombal*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 62 p.

Martins, A. F. (1940) – *O esforço do homem na bacia do Mondego*. Tese de licenciatura em Ciências Geográficas, Universidade de Coimbra, 299 p.

Martins, A. F. (1947) – A configuração do litoral português no último quartel do século XIV- Apostila a um mapa. *Biblos*, Vol. XXII, Coimbra, pp. 163-197.

Martins, A. F. (1949) – *Maciço Calcário Estremenho - contribuição para um estudo de Geografia Física*. Tese de doutoramento em Ciências Geográficas, Universidade de Coimbra, 248 p.

Mateus, J. E., Queiroz, P. F. e Leeuwaarden, W. V. (2003) – O Laboratório de Paleoecologia e Arqueobotânica – Uma visita guiada aos seus programas, linhas de trabalho e perspectivas. Capítulo 4. *Trabalhos de Arqueologia*, 29, Lisboa, pp. 105-188.

Mendes, J. P. C. de A. (2002) – *Monitorização e avaliação de impactos ambientais de intervenções portuárias durante 2000-2001, no sistema sedimentar do Estuário do Mondego e litoral adjacente*. Dissertação de Mestrado em Geociências, Universidade de Coimbra, 206 p. e 17 anexos.

Mendes, S., André, J. N., Cunha, P. P. e Gomes, A. A. (2010) – Monitorização da morfologia costeira das praias de Quiaios à Leirosa, de Setembro a Dezembro de 2009, na fase final do prolongamento do molhe portuário Norte da Figueira da Foz. *VI Seminário Latino-americano e II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física*, Universidade de Coimbra, pp. 1-8.

Morais, J. C. de (1936) – Geologia e Geografia da Região do Pinhal de Leiria. *Memórias e Notícias, Publicações do Museu Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra*, nº 9, Coimbra, pp. 1- 46.

Moreira, M. E. S. de A. (1972 – 1973) – *Apontamentos de Geomorfologia Litoral, Curso de Geografia Física I*. Serviços Sociais da U. L. M., Moçambique, 184 p.

Moreira, M. E. S. de A. (1984) – *Glossário de termos usados em geomorfologia litoral*. Estudos de Geografia das Regiões Tropicais – 15, Centro de Estudos Geográficos, Lisboa, 167 p.

Moreira, M. E. S. de A. (1987) – Estudo Fitogeográfico do Ecossistema de Sapal do Estuário do Sado. *Finisterra, Revista Portuguesa de Geografia*, Centro de Estudos Geográficos, Vol XXII, nº 44, Lisboa, pp. 247-296.

Monteiro, M. Líbano (1991) – O Litoral como Interface de Transportes. *Conferência sobre Problemas e Potencialidades do Litoral Português*, Associação Portuguesa de Geógrafos, Lisboa, pp. 25-40.

Musellec, P. (1974) – *Géologie du plateau continental portugais au nord du Cap. Carvoeiro*. Thèse 3e. Cycle, Univ. Rennes, 170 p.

Nota sobre a exposição enviada à Assembleia Nacional por Regantes e Beneficiários do Vale do Lis, em Outubro de 1958, 58 p.

Nunes, F. O. (1993) – *Vieira de Leiria – A História, O Trabalho, A Cultura*. Edição da Junta de Freguesia de Vieira de Leiria, 429 p.

Oliveira, I. B. M. (1990) – Erosão Costeira no Litoral Norte Considerações sobre a sua Génese e Controlo. *Actas do 1º Simpósio sobre a Protecção e Revalorização da Faixa Costeira do Minho ao Liz*, Porto, pp. 201-233.

Oliveira, I. B. M. (1997) – Proteger ou não Proteger ou sobre a Viabilidade de Diferentes Opções Face à Erosão da Costa Oeste Portuguesa. *In Associação Eurocoast - Portugal, Colectânea de ideias sobre a Zona Costeira de Portugal*, Porto, pp. 205-227.

Oliveira, P. C. (1996) – *Evolução post-Cretácica da bacia de Monte Real*. Relatório de estágio ao abrigo do programa prodep III-1995, realizado na Universidade de Coimbra e Empresa Renoest. Policopiado, 14 p.

Pedrosa, V. G. (1933) – *Entre Mar e Terra – Cartas da foz do Liz*. Composto e Impresso na Tipografia Leiriense, Leiria.

Pereira, A. R. (1990) – *A Plataforma Litoral do Alentejo e Algarve Oriental Estudo de Geomorfologia*. Tese de Doutoramento. Universidade de Lisboa, 450 p. + anexos.

Pinto, A. A. (1938) – *O Pinhal do Rei*, vol. I, Alcobaça, 457 p.

Pinto, C. A., Silveira, T. M. e Teixeira, S. B. (2018) - *Alimentação Artificial de Praias na Faixa Costeira de Portugal Continental: Enquadramento e Retrospectiva das Intervenções Realizadas (1950-2017)*. Relatório Técnico da APA, 61 p.

Ramos, A. M. (2008) – *O Pliocénico e o Plistocénico da Plataforma Litoral entre os paralelos do Cabo Mondego e da Nazaré*. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra para obtenção do grau de Doutor em Geologia. Coimbra, 330 p.

Rebelo, F. e André, J. N. (1986) – Sobre a Evolução Actual das Dunas na Área de S. Pedro de Moel (Distrito de Leiria). *Atas do IV Colóquio Ibérico de Geografia*, realizado em Coimbra, pp. 883-893.

Rebelo, F. e André, J. N. (2001) – Riscos de Formação de Dunas e de Avanço Dunar", *Riscos Naturais e Acção Antrópica*. Coimbra, Imprensa da Universidade, pp. 129-141.

Ribeiro, O. (1967) – *Portugal, o Mediterrâneo e o Atlântico*. 3ª Edição, Livraria Sá da Costa Editora, Lisboa, 163 p. + Mapas.

Ribeiro, O. (1970) – *Ensaios de Geografia Humana e Regional*. Volume Primeiro, 1ª Edição, Livraria Sá da Costa Editora, Lisboa, 373 p.

Ribeiro, O., Lautensach. H. e Daveau. S. (1987/1991) – *Geografia de Portugal*, Edições J. Sá da Costa, 4 volumes, Lisboa, 1340 p.

Ribeiro, C. (1872) - Descrição da costa marítima compreendida entre o cabo de S. Vicente e a foz do rio Douro. *Revista Obras Publicas e Minas*, III(35/36): 373-399, Lisboa.

Ribeiro, J. L. (2006). *Centralidade geoambiental do estuário do Mondego no Ordenamento da zona Costeira da Figueira da Foz*. Tese de doutoramento, Instituto de Estudos Geográficos da Universidade de Coimbra, 432 p.

Rocha, J.S. e Freitas, H. (1998) – *O Rio Mondego. O ambiente fluvial e a sua ecologia*. 4º Congresso da Água – A Água como Recurso Estruturante do Desenvolvimento – Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, FIL, Lisboa, 14 p.

Rodrigues, A. e Dias, J. M. A. (1989) – *Evolução Pós-Glaciária da Plataforma Continental Portuguesa a Norte do Cabo Mondego*. *Anais do Instituto Hidrográfico* N° 10, Lisboa, pp. 39-50.

Romão, S., Silva, P. A., Batista, P., Fontán-Bouzas, A., Fernández-Fernández, S., Ferreira, C., Bernardes, C., Coelho, C., Garrido, C. e Rua, J. (2018) - *Efeito da Agitação Marítima na Morfologia de uma Embocadura Sujeita a Dragagens*. Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro, pp. 109-117.

Santo, Moisés Espírito (1989) – *Fontes Remotas da Cultura Portuguesa*. Assírio & Alvim, Colecção Lusitânia nº2 - Tradições Religiosas Populares, Lisboa, 252 p.

Santos, F. D., Forbes, K. e Moita, R. (2001) – *Mudança Climática em Portugal. Cenários, Impactes e Medidas de Adaptação*. SIAM, Sumário Executivo e Conclusões, Gradiva, Lisboa, 24 p.

Santos, F. D., Lopes, A. M., Moniz, G., Ramos, L. e Taborda, R. (2014) - *Gestão da Zona Costeira O Desafio da Mudança*, Relatório do Grupo de Trabalho do Litoral, 242 p.

Santos, M. I. M. A. (2017) - *Caracterização de tempestades marítimas e análise do seu efeito nas praias a sul do rio Mondego*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 95 p.

Silva, A. A. da e Costa, F. L. (2011) – *Classificação de Geoformas Litorais Activas: Proposta Metodológica para Análise em SIG*, Lisboa, 31 p.

Silva, F. M. P. da e Caetano, M. B. (1841) – *Memórias Sôbre o Pinhal Nacional de Leiria*. Imprensa Nacional, Lisboa, 62 p. e 2 estampas.

Sousa, A. S. L. de (2017) - *Análise e Consideração de Propostas Alternativas para os Problemas de Erosão em Pedrógão*. Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil – Especialização em Hidráulica. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 240 p.

Sousa, J. M. de (1999) - Mar territorial, zona económica exclusiva ou plataforma continental. *Revista Brasileira de Geofísica*, volume 17, nº1, pp. 79-82. São Paulo Mar.

Teixeira, A. T. (2006). *Prolongamento do Molhe Norte do Porto da Figueira da Foz*, Relatório de Demonstração do Cumprimento das Disposições da DIA na Fase de Construção. DSIA/DAOP (2011) e *Evolução da Linha Litoral a Sul do Porto da Figueira da Foz – estudos em modelo matemático*. Instituto Superior Técnico, CEHIDRO - Grupo de Costas e Portos, Lisboa, 25 p.

Vicente, C. M. (1990) - Evolução costeira devida a obras portuárias: casos da Praia da Figueira da Foz e da Embocadura da Ria de Aveiro. *1º Simpósio sobre a Protecção Revalorização da Faixa Costeira do Minho ao Liz*. Porto, 20, 21 e 22 de Junho, pp. 164-177.

Vitorino, A. (1950) – *Praia da Vieira, sua pena e sua glória*, ed. autor, Lisboa, 180 p.

Zbyszewski, G. (1965) – *Notícia Explicativa da Folha 22-B da Carta Geológica de Portugal na Escala de 1/50 000, Vieira de Leiria*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 20 p.

2. Legislação consultada:

Decreto-Lei nº 302/90, de 26 de setembro. Publicado no Diário da República – I Serie, N.º 223 – 26-9-1990.

Decreto-Lei nº 309/93 de 2 de setembro. Publicado no Diário da República – I Serie-A, N.º 206 – 2-9-1993.

Decreto-Lei n.º 54/2005, de 15 de novembro. Publicado no Diário da República – I-A Serie 219 de 2005-11-15.

3. Sites consultados:

Glossário das Zonas Costeiras - APRH <http://www.aprh.pt/rgci/index.html>
Consultado em julho de 2014.

http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Quotient_pluviométrique&oldid=62280783. Consultado em 3 de julho de 2014.

paginas.fe.up.pt/eurocoast. Consultado em julho de 2014.

Domínio público marítimo e propriedade privada, Diário de Notícias, edição de 15 de junho de 2013, Gonçalo Maia Camelo, Advogado. <http://www.dnoticias.pt/impressa/diario/opiniao/391859-dominio-publico-maritimo-e-propriedade-privada>. Consultado em agosto de 2014.

http://w3.ualg.pt/~jdias/OCEANGEOL/2_FISIOGRAFIA/2341_guyot.html. Consultado em 31 de agosto de 2014.

http://w3.ualg.pt/~jdias/OCEANGEOL/2_FISIOGRAFIA/2_Figpages/2b_MargemCont.html. Consultado em 31 de agosto de 2014.

<http://www.dgsi.pt/pgrp.nsf/0/90edf6fa5047cc51802570ff00603e19?OpenDocument> (Domínio público marítimo), consultado em 13 de Setembro de 2014.

<http://greensavers.sapo.pt/2013/04/16/como-ficarao-as-cidades-com-o-aumento-do-nivel-do-mar-com-infografia/>. Consultado em 4 de Outubro de 2014.

http://agencia.fapesp.br/quinto_relatorio_do_ipcc_mostra_intensificacao_das_mudancas_climaticas/17944/. Consultado em 4 de Outubro de 2014.

<http://www.hidrografico.pt/previsao-mares.php>. Consultado em 26 de dezembro de 2014.

<http://www.apdl.pt/historia>, Edição: Administração dos Portos do Douro e Leixões, 1998. Consultado em 15 de janeiro de 2015.

<http://www.socgeografialisboa.pt/wp/wp-content/uploads/2016/07/LOUDINOT-S%C3%8DNTSESE-PROGRAMA-1.pdf>. Consultado em 27 de novembro de 2016.

http://www.mcoutoalves.com.pt/content.asp?startAt=2&categoryID=918&newsID=2964&cnt_offset=20. Consultado em 29 de janeiro de 2018.

<https://www.surfguru.com.br/ciencia/2015/07/o-que-e-um-swell-e-o-que-sao-vagas.html>. Consultado em 10 de dezembro de 2018.

<https://www.polisriadeaveiro.pt/obras/index.php?w=4>. Consultado em 02 de dezembro de 2019.

4. Cartografia e Fotografia Aérea Vertical:

Atlas do Ambiente (1974) – Comissão Nacional do Ambiente, Lisboa.

Carta Geológica do Quaternário de Portugal (1969) – Serviços Geológicos de Portugal, escala 1/1 000 000.

Carta Neotectónica de Portugal Continental (1988) – Cabral, J. e Ribeiro, A., escala 1/1 000 000.

Carta Geológica da Plataforma Continental de Portugal Continental (1978) – Instituto Hidrográfico, Serviço de Fomento Mineiro e Serviços Geológicos de Portugal, escala 1/1 000 000.

Carta Geológica de Portugal (1981) – Serviços Geológicos de Portugal, folha nº 19-C, Figueira da Foz, escala 1/50 000.

Carta Geológica de Portugal (1965) – Serviços Geológicos de Portugal, folha nº 22-B, Vieira de Leiria, escala 1/50 000.

Carta Geológica de Portugal (1978) – Serviços Geológicos de Portugal, folha nº 23-A, Pombal, escala 1/50 000.

Carta Geológica de Portugal (1965) – Serviços Geológicos de Portugal, folha nº 22-D, Marinha Grande, escala 1/50 000.

Carta Geológica de Portugal (1968) – Serviços Geológicos de Portugal, folha nº 23-C, Leiria, escala 1/50 000.

Carta Militar de Portugal (1983) – Serviço Cartográfico do Exército, folha nº 239, Figueira da Foz, escala 1/25 000.

Carta Militar de Portugal (1983) – Serviço Cartográfico do Exército, folha nº 238A, Figueira da Foz, escala 1/25 000.

Carta Militar de Portugal (1983) – Serviço Cartográfico do Exército, folha nº 249, Marinha das Ondas (Figueira da Foz), escala 1/25 000.

Carta Militar de Portugal (1981) – Serviço Cartográfico do Exército, folha nº 248-B, Leirosa (Figueira da Foz), escala 1/25 000.

Carta Militar de Portugal (1983) – Serviço Cartográfico do Exército, folha nº 260, Vieira Norte (Leiria), escala 1/25 000.

Carta Militar de Portugal (1982) – Serviço Cartográfico do Exército, folha nº 272, Vieira de Leiria (Marinha Grande), escala 1/25 000.

Carta Militar de Portugal (1982) – Serviço Cartográfico do Exército, folha nº 284, S. Pedro de Muel (Marinha Grande), escala 1/25 000.

Carta Militar de Portugal (1982) – Serviço Cartográfico do Exército, folha nº 296, Marinha Grande, escala 1/25 000.

Reprodução parcial do mapa de Portugal de 1560, de Fernando Alvares Seco.

“MAPPA dos Pinhaes DE S. MAGESTADE E S. ALTEZA do Concelho de Leiria e Universidade de Coimbra”, feito debaixo das ordens do Ten. Coronel Guilherme Elsdén pelo Discípulo do Numero Maximiano José da Serra, a 1 de Julho de 1769.

MAPPA DOS CAMPOS DE LEIRIA PERTENCENTES A REAL CAZA DO INFANTADO – Com as Obras executadas por Ordens de S. MAG.^{de} para a abertura e segurança da Foz do Rio e para a cultura dos Campos (Pelo Sargento mor Raynaldo Oudinot, em 1783).

Reconstituição da “Carta Topográfica do Pinhal de Leiria e Seus Arredores”, levantada sob a direção do Coronel d` Engenheiros Frederico Luiz Guilherme de Varnhagen, pelos Tenentes da Armada Francisco Maria Pereira da Silva e Caetano Maria Batalha (André, 1996^a).

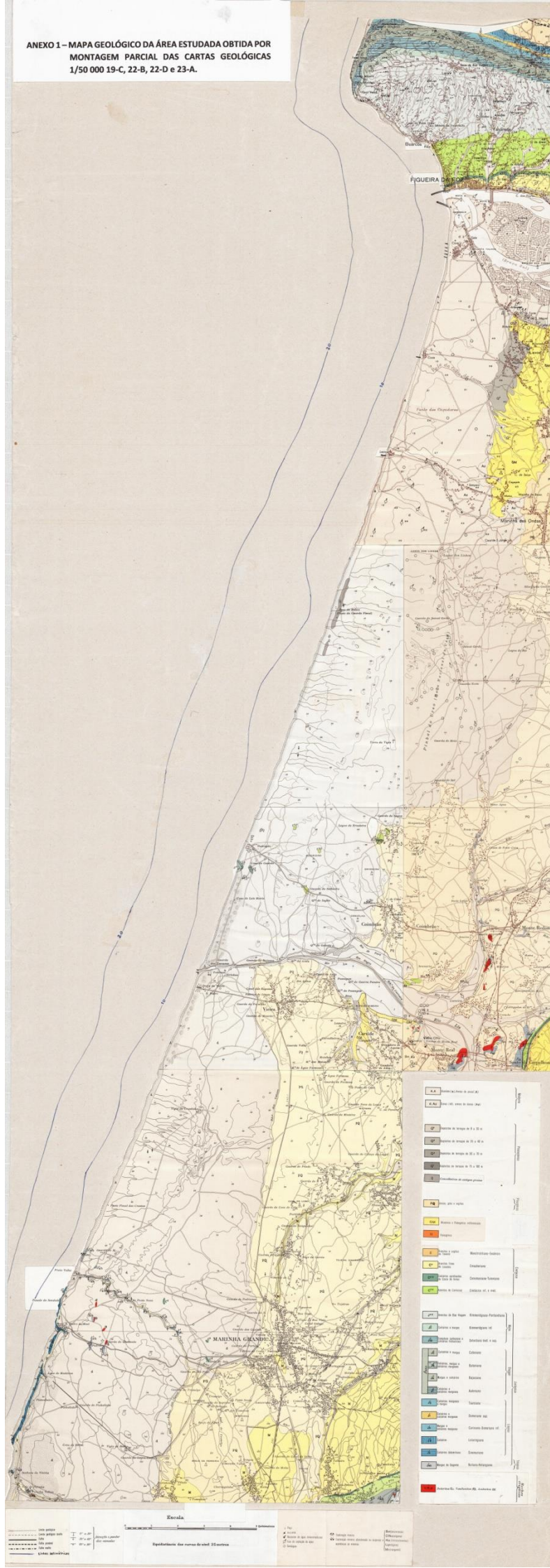
Fotografia Aérea Vertical (1947) – Serviço Cartográfico do Exército (voo da R.A.F.), escala aproximada 1/30 000.

Fotografia Aérea Vertical (1958) – voo da U.S.A.F., escala aproximada 1/25.000.

Fotografia Aérea Vertical (1991) – Base Aérea Nº 1, Esquadra de Reconhecimento 401, escala aproximada 1/8 850.

Fotografia Aérea Vertical (1995) – Instituto Português de Cartografia e Cadastro, escala aproximada 1/75 000.

ANEXOS



ANEXO 1 – MAPA GEOLÓGICO DA ÁREA ESTUDADA OBTIDA POR MONTAGEM PARCIAL DAS CARTAS GEOLÓGICAS 1/50.000 19-C, 22-B, 22-D e 23-A.



INSTITUTO DE METEOROLOGIA, I. P.
PORTUGAL

FICHA CLIMATOLÓGICA

1971-2000

MONTE REAL/BASE AÉREA (540)

Lat.: 39°50'N; Lon.: 08°53'W; Alt.: 32m

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Anual
Média da Temperatura Média Diária (°C)													
	9.6	10.7	12.3	13.5	15.5	18.2	20	20.1	19.1	16.2	12.8	10.8	14.9
Média da Temperatura Máxima Diária (°C)													
	14.3	15.3	17.3	18.1	19.8	22.8	24.9	25.1	24.4	21.1	17.4	15.1	19.6
Média da Temperatura Mínima Diária (°C)													
	4.9	6.1	7.2	8.9	11.1	13.6	15.2	15.1	13.9	11.3	8.2	6.5	10.2
Maior valor da Temperatura Máxima Diária (°C)													
	21.2	24.4	28.3	29.6	35.7	42.3	39.0	38.5	39.4	34.0	27.4	24.0	42.3
Data	26/1980	27/1997	30/1980	28/1994	20/1974	14/1981	14/1981	02/1987	06/1988	01/1980	05/1981	02/1985	14/1981
Menor valor da Temperatura Máxima Diária (°C)													
	4.5	6.6	8.0	10.4	11.6	15.0	17.4	19.0	16.4	13.6	10.8	6.4	4.5
Data	03/1971	15/1983	08/1971	12/1974	06/1985	09/1977	07/1977	11/1972	26/1992	27/1976	25/1971	20/1975	03/1971
Maior valor da Temperatura Mínima Diária (°C)													
	14.6	15.2	15.9	16.4	21.4	31.2	23.2	22.3	21.0	20.0	19.0	16.4	31.2
Data	08/1974	15/1995	11/1981	15/1983	05/1995	27/1998	19/1991	03/1987	13/1986	11/1997	20/1995	15/1989	27/1998
Menor valor da Temperatura Mínima Diária (°C)													
	-5.6	-4.0	-2.6	0.0	3.8	5.0	8.6	8.4	4.4	-1.2	-2.5	-4.0	-5.6
Data	10/1985	10/1983	02/1993	06/1975	07/1982	04/1975	25/1981	29/1986	29/1974	31/1974	27/1971	20/1975	10/1985
Número médio de dias com:													
Tx≥30 °C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.6	3.4	3.1	3.0	0.6	0.0	0.0	13.5
Tx≥25 °C	0.0	0.0	1.6	1.8	2.8	6.0	10.7	13.3	11.3	4.5	0.3	0.0	52.3
Tn≥20 °C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6
Tn≤0 °C	4.6	1.9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	3.4	10.7
Tx=Temperatura Máxima; Tn=Temperatura Mínima.													
Média da quantidade de Precipitação Total (mm)													
	101.2	92.9	59.7	72.6	64	23.6	8.5	10.6	36	92.7	110.8	118.1	790.7
Maior valor da quantidade de Precipitação Diária (mm)													
	40.9	49.1	45.4	51.5	51.8	50.7	21.4	21.4	45.4	54.3	51.6	66.8	66.8
Data	06_1994	01_1996	16_1984	04_2000	31_1989	01_1998	04_1988	08_1999	25_1987	28_1976	12_1976	30_1998	30_1998
Número médio de dias com:													
RR≥ 0.1mm	14.5	14.5	12.5	14.4	11.9	8.2	5.6	5.0	8.2	13.3	14.0	15.8	137.9
RR≥ 1mm	11.3	10.7	8.4	10.1	8.2	4.4	1.7	2.0	4.5	9.6	10.5	11.6	93.0
RR≥ 10mm	3.5	3.2	1.8	2.2	2.1	0.6	0.2	0.2	0.9	3.2	4.1	4.3	26.3
RR=Quantidade de Precipitação Diária (09-09 UTC).													

Observações

Toda a informação incluída neste documento é propriedade exclusiva do IM, não podendo esta instituição responsabilizar-se pelos danos resultantes da sua interpretação e/ou utilização.

É exclusivamente concedido o direito de utilização privada, individual, pessoal e não transmissível do presente conteúdo, sendo expressamente interdita toda a apresentação e/ou reprodução, total ou parcial.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior
Instituto de Meteorologia, I. P.

112

Rua C – Aeroporto de Lisboa
1749-077 Lisboa – Portugal

Tel.: (351) 21 844 7000
Fax: (351) 21 840 2370

e-mail: informacoes@meteo.pt
URL: http://www.meteo.pt

Anexo 2 – Ficha Climatológica de Monte Real (dados de 1971-2000).

FICHA CLIMATOLÓGICA

1971-2000

MONTE REAL/BASE AÉREA (540)

Lat.: 39°50'N; Lon.: 08°53'W; Alt.: 32m

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Anual
Insolação (horas)													
	148.1	140.9	205.1	213.7	242.7	262.5	285.7	281.8	225.9	186.9	148	128.3	2469.6
Número médio de dias com Insolação:													
= 0%	3.5	2.8	1.3	1.3	0.9	0.6	0.5	0.3	0.6	1.6	2.2	4.3	19.9
≤ 20%	8.8	7.9	5.8	5.1	4.9	3.0	2.4	1.5	3.1	6.3	8.7	11.3	68.8
≥ 80%	9.3	6.7	8.7	6.2	7.1	9.7	12.3	13.9	7.8	6.7	7.0	7.1	102.5
Evaporação (mm)													
	48.9	53.3	81.3	86.4	94.2	100.6	111.9	109.3	91.3	71.2	51.7	48.4	954.5
Evaporímetro de Piche; observação das 09 às 09h UTC.													
Humidade Relativa média do ar (%) às 09h UTC													
	95	88	89	79	78	77	79	81	85	87	89	90	85
Velocidade média do Vento (km/h)													
	9.9	10.3	10.2	11.7	12.4	12.1	12.6	11.5	9.5	9.1	9.4	10.1	10.6
Velocidade média do Vento Máximo em 10 minutos (km/h)													
	24.2	26.5	26.7	29.3	28.3	27.2	27.5	27.1	25.9	25.0	23.5	24.3	26.0
Maior valor da Velocidade Máxima Instantânea do Vento (rajada) (km/h)													
	33.1	40.6	35.4	34.0	36.0	28.7	34.5	28.8	31.5	30.9	32.4	34.4	40.6
Data	06/1994	17/1986	30/1981	25/1993	01/1971	01/1996	31/1978	01/1972	25/1987	15/1987	09/1971	25/1995	17/1986
Número médio de dias com Velocidade Máxima Instantânea do Vento (rajada):													
≥ 60 km/h	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4	2.6
≥ 80 km/h	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3
Número médio de dias com:													
Trovoada	0.6	0.7	1.1	1.1	1.8	0.8	0.6	0.7	1.1	1.5	0.7	0.6	11.3
Granizo	0.3	0.4	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	1.4
Neve	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2
Nevoeiro	5.3	4.5	4.3	4.6	4.1	5.2	6.9	9.5	9.5	5.8	6.8	5.1	71.6
Geada	5.4	2.3	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.7	4.9	14.9
Observações													

Toda a informação incluída neste documento é propriedade exclusiva do IM, não podendo esta instituição responsabilizar-se pelos danos resultantes da sua interpretação e/ou utilização.

É exclusivamente concedido o direito de utilização privada, individual, pessoal e não transmissível do presente conteúdo, sendo expressamente interdita toda a apresentação e/ou reprodução, total ou parcial.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior
Instituto de Meteorologia, I. P.

Rua C – Aeroporto de Lisboa
1749-077 Lisboa – Portugal

Tel.: (351) 21 844 7000
Fax: (351) 21 840 2370

e-mail: informacoes@meteo.pt
URL: <http://www.meteo.pt>

2/2

Anexo 3 – Ficha Climatológica de Monte Real (dados de 1971-2000).



INSTITUTO DE METEOROLOGIA, I. P.
PORTUGAL

FICHA CLIMATOLÓGICA

1971-2000

SÃO PEDRO DE MOEL (121)

Lat: 39°45'N; Lon.: 09°02'W; Alt.: 40m

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Anual
Média da Temperatura Média Diária (°C)													
	10.4	11.2	12.1	13.1	14.7	16.8	17.8	18.0	17.4	15.7	13.4	11.6	14.4
Média da Temperatura Máxima Diária (°C)													
	14.2	14.7	16.0	16.4	17.7	19.7	20.8	21.1	20.9	19.2	16.9	15.1	17.7
Média da Temperatura Mínima Diária (°C)													
	6.6	7.7	8.4	9.8	11.8	13.8	14.9	14.9	14.0	12.1	9.8	8.1	11.0
Maior valor da Temperatura Máxima Diária (°C)													
	21.6	23.5	29.2	31.0	32.8	34.5	37.5	38.5	35.2	31.5	25.0	25.0	38.5
Data	27/1980	25/2000	11/2000	20/1984	02/1997	15/1983	30/1975	02/1987	12/1978	12/1985	05/1981	02/1985	02/08/1987
Menor valor da Temperatura Máxima Diária (°C)													
	7.0	7.2	9.5	10.5	12.4	13.0	15.0	16.2	15.0	12.6	9.0	7.8	7.0
Data	03/1971	11/1983	08/1971	03/1971	01/1972	02/1984	02/1972	30/1979	29/1974	31/1974	29/1990	06/1983	03/01/1971
Maior valor da Temperatura Mínima Diária (°C)													
	14.7	15.0	16.5	18.9	22.5	20.8	20.5	20.0	20.4	21.0	19.0	17.2	22.5
Data	26/1980	05/1979	09/2000	08/1984	01/1997	10/1994	26/1990	02/1989	15/1986	26/1988	20/1995	04/1985	01/05/1997
Menor valor da Temperatura Mínima Diária (°C)													
	-4.5	-2.0	-0.5	-2.0	3.5	4.0	6.8	6.6	6.4	-1.8	-5.0	-5.5	-5.5
Data	02/1971	13/1983	15/1986	13/1986	19/1986	27/1986	21/1986	06/1986	21/1972	31/1974	06/1974	17/1974	17/12/1974
Número médio de dias com:													
Tx≥30 °C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	0.4	0.4	0.5	0.1	0.0	0.0	2.2
Tx≥25 °C	0.0	0.0	0.4	0.7	0.9	1.9	1.6	1.7	2.2	1.6	0.0	0.0	11.0
Tn≥20 °C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.5
Tn≤0 °C	1.2	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9	2.8
Tx=Temperatura Máxima; Tn=Temperatura Mínima.													
Média da quantidade de Precipitação Total (mm)													
	81.7	70.4	45.9	58.3	52.3	22.3	9.0	10.6	32.2	79.8	91.2	98.2	651.9
Maior valor da quantidade de Precipitação Diária (mm)													
	34.0	44.0	33.1	44.6	62.0	31.0	20.6	31.6	44.2	57.2	50.0	43.7	62.0
Data	21/1996	01/1996	25/1979	05/1990	05/1988	01/1998	16/1971	28/1991	25/1976	12/1978	25/1997	27/1981	05/05/1988
Número médio de dias com:													
RR≥ 0.1mm	13.7	13.1	10.4	12.6	10.2	6.2	3.8	3.8	7.2	12.1	13.0	14.5	120.6
RR≥ 1mm	10.9	9.9	7.4	9.4	7.6	3.6	1.8	1.9	4.6	9.3	9.6	11.4	87.4
RR≥ 10mm	2.8	2.0	1.2	1.7	1.5	0.6	0.2	0.2	0.9	2.7	3.3	3.1	20.2
RR=Quantidade de Precipitação Diária (09-09 UTC).													

Observações

Esta estação meteorológica não tem valores de insolação, assim como os valores da Velocidade média do Vento Máximo em 10 minutos(km/h).

Toda a informação incluída neste documento é propriedade exclusiva do IM, não podendo esta instituição responsabilizar-se pelos danos resultantes da sua interpretação e/ou utilização.

É exclusivamente concedido o direito de utilização privada, individual, pessoal e não transmissível do presente conteúdo, sendo expressamente interdita toda a apresentação e/ou reprodução, total ou parcial.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior
Instituto de Meteorologia, I. P.

12

Rua C - Aeroporto de Lisboa
1749-077 Lisboa - Portugal

Tel.: (351) 21 844 2000
Fax: (351) 21 840 2370

e-mail: informacoes@meteo.pt
URL: <http://www.meteo.pt>

Anexo 4 – Ficha Climatológica de S. Pedro de Moel (dados de 1971-2000).



INSTITUTO DE METEOROLOGIA, I.P.
PORTUGAL

FICHA CLIMATOLÓGICA

1971-2000

SÃO PEDRO DE MOEL (121)

Lat: 39°45'N; Lon.: 09°02'W; Alt.: 40m

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Annual
Insolação (horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Número médio de dias com Insolação:													
= 0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
≤ 20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
≥ 80%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Evaporação (mm)													
	72.1	66.1	86.0	85.5	80.3	71.3	58.0	54.8	56.2	69.3	71.2	72.6	843.4
Evaporímetro de Piche; observação das 09 às 09h UTC.													
Humidade Relativa média do ar (%) às 09h UTC													
	83	82	80	80	82	84	88	88	87	84	82	83	84
Velocidade média do Vento (km/h)													
	14.6	15.6	14.9	16.1	15.0	12.8	11.5	10.6	10.7	12.9	13.7	14.9	13.6
Velocidade média do Vento Máximo em 10 minutos (km/h)													
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maior valor da Velocidade Máxima Instantânea do Vento (rajada) (km/h)													
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Data													
Número médio de dias com Velocidade Máxima Instantânea do Vento (rajada):													
≥ 60 km/h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
≥ 80 km/h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Número médio de dias com:													
Trovoada	0.3	0.5	0.3	0.6	0.4	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.4	0.4	5.5
Granizo	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	1.3
Neve	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nevoeiro	0.7	1.0	0.9	1.3	1.5	3.0	4.3	5.8	5.7	2.3	1.1	0.8	28.4
Geada	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2

Observações

Esta estação meteorológica não tem valores de Insolação, assim como os valores da Velocidade média do Vento Máximo em 10 minutos(km/h).

Toda a informação incluída neste documento é propriedade exclusiva do IM, não podendo esta instituição responsabilizar-se pelos danos resultantes da sua interpretação e/ou utilização.

É exclusivamente concedido o direito de utilização privada, individual, pessoal e não transmissível do presente conteúdo, sendo expressamente interdita toda a apresentação e/ou reprodução, total ou parcial.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior
Instituto de Meteorologia, I. P.

Rua C - Aeroporto de Lisboa
1749-077 Lisboa - Portugal

Tel.: (351) 21 844 7000
Fax: (351) 21 840 2370

e-mail: informacoes@meteo.pt
URL: <http://www.meteo.pt>

2/2

Anexo 5 – Ficha Climatológica de S. Pedro de Moel (dados de 1971-2000).



INSTITUTO DE METEOROLOGIA, I.P.
PORTUGAL

ROSA DOS VENTOS

1971-2000

MONTE REAL/ BASE AÉREA (540)

Lat.: 39° 50'N; Lon.: 08° 53'W; Alt.: 32m; Anemómetro: 18.4m

jan fev mar abr mai jun jul ago set out nov dez Anual

Frequência (%) e velocidade média por rumo (km/h) às 0, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 UTC

NORTE (N)

%	14.0	20.1	25.1	23.5	27.6	32.5	38.4	37.6	27.6	20.6	18.7	14.7	25.2
km/h	14.1	15.9	18.9	19.4	19.6	18.4	19.4	18.6	16.2	15.0	13.2	12.5	17.4

NORDESTE (NE)

%	6.0	6.8	6.8	4.5	3.1	3.1	2.8	2.6	3.5	5.1	6.3	7.6	4.8
km/h	9.7	10.3	10.4	10.8	9.9	9.6	8.6	9.9	8.7	9.5	10.3	9.8	9.9

ESTE (E)

%	5.3	5.6	6.6	4.7	2.7	2.2	1.7	1.3	2.8	4.1	6.1	5.0	4.0
km/h	10.2	10.7	10.2	9.6	9.4	9.8	8.7	9.9	8.0	9.0	8.8	8.7	9.5

SUDESTE (SE)

%	26.2	19.9	14.7	10.4	7.7	3.9	2.3	3.0	7.4	16.6	24.4	29.1	13.7
km/h	11.6	11.0	11.6	11.2	10.3	9.5	8.0	7.9	8.9	10.8	10.7	11.2	10.9

SUL (S)

%	13.7	10.4	8.1	7.5	7.5	4.6	2.5	2.9	5.9	10.4	12.2	12.2	8.1
km/h	11.4	11.8	11.8	13.0	13.6	11.3	9.6	9.3	12.0	12.6	11.3	11.9	11.9

SUDOESTE (SW)

%	6.7	6.0	4.5	7.0	6.9	5.1	3.3	2.9	5.3	5.9	5.6	6.4	5.5
km/h	20.6	21.1	17.6	19.4	18.2	17.5	12.9	12.3	15.9	16.6	16.1	21.1	17.9

OESTE (W)

%	8.8	9.5	8.7	12.8	14.5	13.9	11.9	10.4	11.8	10.0	7.3	7.5	10.6
km/h	18.4	20.4	17.8	18.2	18.2	16.9	15.7	16.2	16.7	16.4	15.4	18.8	17.3

NOROESTE (NW)

%	9.2	12.8	15.8	20.3	24.0	28.3	30.0	30.3	23.2	15.2	9.4	6.9	18.9
km/h	17.1	17.3	17.5	19.3	18.5	17.7	17.2	17.1	16.2	14.7	14.5	14.9	17.1

Calma

%	10.1	8.8	9.8	9.1	6.0	6.4	7.2	8.8	12.5	12.0	9.8	10.6	9.3
---	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	-----	------	-----

Observações

Toda a informação incluída neste documento é propriedade exclusiva do IM, não podendo esta instituição responsabilizar-se pelos danos resultantes da sua interpretação e/ou utilização.

É exclusivamente concedido o direito de utilização privada, individual, pessoal e não transmissível do presente conteúdo, sendo expressamente interdita toda a apresentação e/ou reprodução, total ou parcial.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior
Instituto de Meteorologia, I. P.

Rua C - Aeroporto de Lisboa
1749-077 Lisboa - Portugal

Tel.: (351) 21 844 7000
Fax: (351) 21 840 2370

e-mail: informacoes@meteo.pt
URL: <http://www.meteo.pt>

1/2

Anexo 6 - Rosa dos Ventos do posto meteorológico de Monte Real (dados de 1971-2000).



INSTITUTO DE METEOROLOGIA, I.P.
PORTUGAL

ROSA DOS VENTOS

1971-2000

SÃO PEDRO MOEL (121)

Lat.:39° 45'N; Lon.:09° 02'W; Alt.:40m; Anemómetro:4.0m

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Annual
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--------

Frequência (%) e velocidade média por rumo (km/h) às 9 e 18 UTC

NORTE (N)

%	10.2	15.8	27.3	31.8	35.1	41.4	45.7	49.3	36.9	23.9	14.5	8.5	28.4
Km/h	18.6	19.5	18.5	18.0	17.6	15.2	14.1	13.0	12.6	14.2	16.4	17.6	15.6

NORDESTE (NE)

%	18.7	16.9	13.3	7.7	4.6	4.8	6.2	8.3	11.2	19.8	20.6	19.4	12.6
Km/h	9.5	10.0	9.5	10.4	10.3	11.8	12.0	11.6	9.8	8.7	9.5	10.1	9.9

ESTE (E)

%	20.4	12.8	10.3	5.0	3.0	2.6	1.4	1.9	4.1	7.5	15.9	20.0	8.8
Km/h	10.4	10.5	11.2	12.7	10.5	10.9	11.7	10.3	9.4	9.7	10.3	10.1	10.5

SUDESTE (SE)

%	19.0	14.5	10.9	7.1	4.8	2.2	0.6	1.9	4.3	12.0	18.3	21.6	9.8
Km/h	12.6	12.1	10.5	12.4	12.0	8.9	7.9	9.7	10.6	12.0	11.6	13.1	12.0

SUL (S)

%	4.5	4.8	3.3	2.9	3.9	2.1	1.1	2.0	4.1	4.8	4.5	4.0	3.5
Km/h	12.6	14.4	11.9	13.9	13.8	10.9	10.0	8.2	11.1	12.8	13.9	15.7	12.9

SUDOESTE (SW)

%	11.8	13.3	10.8	15.9	18.8	18.2	18.2	16.2	19.1	15.8	10.1	12.6	15.1
Km/h	19.7	19.5	16.0	17.6	15.6	13.1	10.7	10.9	11.1	14.4	16.8	22.0	15.1

OESTE (W)

%	8.6	10.3	10.4	12.4	10.7	9.9	8.0	5.8	5.8	5.6	6.0	6.8	8.3
Km/h	19.9	19.3	15.9	15.7	13.0	9.6	8.2	7.5	9.0	16.0	17.8	22.6	14.7

NOROESTE (NW)

%	6.2	10.3	12.7	15.9	18.1	18.0	18.5	14.1	12.9	8.4	8.7	6.4	12.5
Km/h	20.1	17.9	16.0	16.9	13.5	12.6	10.6	10.1	10.4	13.8	17.2	18.6	14.0

Calma

%	0.6	1.2	1.0	1.1	1.0	0.7	0.2	0.5	1.6	2.2	1.5	0.7	1.0
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Observações

Toda a informação incluída neste documento é propriedade exclusiva do IM, não podendo esta instituição responsabilizar-se pelos danos resultantes da sua interpretação e/ou utilização.

É exclusivamente concedido o direito de utilização privada, individual, pessoal e não transmissível do presente conteúdo, sendo expressamente interdita toda a apresentação e/ou reprodução, total ou parcial.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior

Instituto de Meteorologia, I. P.

Rua C - Aeroporto de Lisboa
1749-077 Lisboa - Portugal

Tel.: (351) 21 844 7000
Fax: (351) 21 840 2370

e-mail: informacoes@meteo.pt
URL: <http://www.meteo.pt>

12

Anexo 7 - Rosa dos Ventos do posto meteorológico de S. Pedro de Moel (dados de 1971 2000).

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (janeiro – 2004)			Média diária (fevereiro – 2004)			Média diária (março – 2004)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1,79	315,00		3,79	289,69	12,88	1,30	306,56	10,50
2	1,94	261,56		4,13	292,50	14,13	1,81	275,63	11,38
3	1,85	275,63		3,54	289,69	14,00	1,96	289,69	11,00
4	1,35	337,50		3,69	270,00	13,00	2,19	292,50	11,00
5	1,05	306,56		3,55	270,00	13,38	2,46	292,50	11,00
6	1,78	292,50		3,05	278,44	12,38	2,48	284,06	9,38
7	1,95	292,50		2,36	295,31	11,25	1,55	312,19	10,88
8	3,75	292,50		1,91	315,00	10,38	1,09	286,88	11,00
9	4,30	295,31		1,38	317,81	10,25	2,04	278,44	11,00
10	3,40	315,00		1,89	312,19	11,88	2,03	292,50	11,38
11	2,91	298,13		1,63	292,50	11,13	3,18	292,50	14,13
12	4,14	295,31		2,45	284,06	13,88	3,94	292,50	13,13
13	3,73	292,50		3,04	272,81	13,50	4,01	292,50	13,38
14	3,68	292,50		2,20	292,50	12,00	3,18	306,56	12,50
15	3,31	292,50		2,15	278,44	12,38	3,23	315,00	13,00
16	2,40	298,13		1,99	272,81	10,88	2,60	306,56	12,38
17	2,40	309,38		1,54	272,81	10,00	2,85	292,50	12,63
18	2,81	309,38		1,14	275,63	10,00	2,33	292,50	12,00
19	2,31	289,69		1,19	255,00	5,88	2,33	295,31	11,50
20	2,63	270,00		1,61	225,00	8,38	2,66	315,00	11,88
21	3,24	270,00		1,84	292,50	12,38	3,26	315,00	13,13
22	3,21	278,44		1,54	312,19	11,00	4,15	315,00	13,13
23	2,53	292,50		2,05	281,25	13,13	3,34	315,00	12,25
24	2,40	278,44		2,03	270,00	14,50	2,22	315,00	11,25
25	2,48	292,50		1,49	222,19	11,13	2,40	300,94	11,75
26	3,01	295,31		1,93	199,69	8,75	1,79	343,13	9,25
27	2,96	292,50		2,61	337,50	8,00	1,71	298,13	9,00
28	2,15	298,13		2,69	337,50	10,63	1,73	182,81	8,50
29	2,69	270,00	15,00	1,93	315,00	10,38	1,31	236,25	8,75
30	3,15	272,81	14,13				1,78	315,00	10,50
31	3,20	281,25	12,50				2,29	286,88	8,38
Média Mês	2,73	292,05	13,88	2,29	283,45	11,43	2,42	294,68	11,32

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 8 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2004.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (abril - 2004)			Média diária (maio - 2004)			Média diária (junho - 2004)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	4,10	270,00	9,50	1,83	317,81	9,88	1,55	309,38	9,25
2	4,85	312,19	12,50	1,16	331,88	8,88	1,64	281,25	7,88
3	3,01	315,00	10,88	1,68	337,50	7,38	1,40	255,94	8,00
4	0,49	348,75	3,00	2,16	334,69	7,25	0,84	275,63	8,75
5	0,10	360,00	1,00	3,60	320,63	9,88	0,80	292,50	10,00
6	0,18	360,00	1,00	3,68	337,50	11,75	0,80	292,50	9,00
7	0,20	360,00	1,00	2,63	337,50	10,38	1,09	298,13	10,75
8	1,73	343,13	7,00	1,88	337,50	9,50	1,11	292,50	9,50
9	1,96	250,31	8,50	1,60	323,44	7,63	0,93	292,50	8,63
10	1,76	295,31	8,38	1,91	315,00	8,75	1,44	292,50	9,63
11	1,16	306,56	9,00	2,03	317,81	8,50	1,59	292,50	9,75
12	1,10	272,81	8,13	1,78	320,63	7,13	1,24	267,19	7,75
13	1,46	295,31	7,75	1,70	289,69	8,00	1,04	225,00	7,50
14	1,18	264,38	7,25	1,38	239,06	8,00	1,05	275,63	9,00
15	1,25	320,63	12,13	1,31	264,38	8,75	0,81	213,75	6,88
16	2,49	323,44	10,00	0,86	292,50	10,00	0,60	258,75	8,13
17	2,53	315,00	12,00	1,45	292,50	11,13	0,70	284,06	8,50
18	2,70	315,00	10,00	1,39	292,50	11,38	0,96	292,50	7,88
19	4,38	320,63	13,00	0,81	303,75	9,63	1,43	312,19	6,13
20	3,31	326,25	12,88	0,80	306,56	10,63	0,89	315,00	8,00
21	3,16	309,38	11,25	1,09	315,00	11,25	0,78	295,31	6,50
22	4,33	292,50	12,88	1,09	295,31	9,25	1,15	208,13	8,17
23	2,78	292,50	11,88	0,93	191,25	8,13	1,58	270,00	7,63
24	1,85	295,31	10,75	0,63	185,63	10,38	1,40	286,88	8,00
25	2,34	292,50	11,88	0,38	234,00	11,25	1,15	295,31	8,00
26	1,74	292,50	11,00	0,54	315,00	7,25	0,95	286,88	7,88
27	1,86	250,31	9,63	0,53	323,44	6,25	1,99	292,50	9,88
28	2,66	219,38	9,00	1,65	315,00	11,75	2,24	292,50	9,13
29	2,71	303,75	9,75	2,33	315,00	12,38	1,64	300,94	8,13
30	2,25	315,00	10,13	2,06	315,00	11,88	1,81	317,81	7,60
31				1,68	315,00	10,38			
Média Mês	2,19	304,59	9,10	1,56	301,05	9,50	1,22	282,19	8,39

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 9 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2004.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (julho - 2004)			Média diária (agosto - 2004)			Média diária (setembro - 2004)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	2,04	315,00	9,75	1,18	300,94	8,75	1,05	337,50	9,50
2	2,11	281,25	9,13	1,00	315,00	9,38	0,96	315,00	7,63
3	2,04	315,00	9,75	0,86	315,00	9,63	2,34	315,00	11,25
4	1,50	317,81	9,38	1,16	315,00	8,63	1,86	315,00	11,75
5	1,65	329,06	7,50	1,05	300,94	8,00	1,70	315,00	10,50
6	2,06	337,50	7,00	0,95	292,50	8,00	1,25	295,31	9,38
7	1,46	329,06	6,38	1,09	298,13	8,00	1,13	295,31	9,88
8	1,79	298,13	7,88	1,20	303,75	8,00	0,81	306,56	9,00
9	1,35	320,63	8,00	2,64	312,19	10,63	0,55	306,56	8,75
10	1,29	306,56	7,13	2,53	315,00	10,88	0,63	300,94	10,13
11	1,51	298,13	7,25	2,30	315,00	10,00	0,81	315,00	9,00
12	1,61	222,19	6,00	2,66	295,31	9,75	1,31	320,63	8,75
13	1,53	202,50	6,25	1,75	292,50	8,50	1,64	331,88	10,00
14	1,61	295,31	6,75	0,95	292,50	7,25	2,20	315,00	11,50
15	1,31	270,00	6,75	0,90	292,50	7,38	2,70	315,00	11,88
16	1,30	292,50	7,00	0,93	292,50	8,00	1,95	315,00	10,50
17	1,04	309,38	7,38	1,74	281,25	7,38	1,04	315,00	9,88
18	1,00	315,00	9,00	2,55	275,63	8,63	1,41	303,75	10,88
19	1,00	315,00	8,25	2,73	292,50	10,00	2,01	315,00	11,00
20	0,83	315,00	8,00	2,13	292,50	10,00	2,08	329,06	9,88
21	1,06	300,94	8,00	1,65	315,00	9,00	1,91	329,06	10,88
22	1,05	292,50	8,00	0,96	312,19	8,00	1,89	317,81	12,00
23	1,18	312,19	9,00	1,16	292,50	8,00	1,48	306,56	11,50
24	1,25	309,38	9,00	1,54	292,50	8,50	1,70	278,44	9,25
25	0,98	309,38	9,00	1,59	315,00	8,38	1,60	255,94	9,25
26	0,74	264,38	8,00	1,75	331,88	8,50	1,43	227,81	12,38
27	0,75	281,25	8,50	1,64	323,44	9,13	1,18	270,00	12,50
28	0,74	317,81	8,00	1,51	326,25	7,75	0,83	270,00	10,38
29	0,60	303,75	8,13	1,14	315,00	7,00	0,73	278,44	8,88
30	0,84	303,75	7,25	1,10	326,25	6,75	0,93	258,75	7,17
31	1,04	315,00	9,00	1,61	337,50	11,63			
Média Mês	1,30	299,85	7,95	1,55	305,75	8,69	1,44	302,34	10,17

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 10 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2004.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (outubro - 2004)			Média diária (novembro - 2004)			Média diária (dezembro -2004)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1,31	315,00	7,38	1,24	337,50	8,38	2,74	300,94	9,88
2	2,00	315,00	10,88	1,58	295,31	12,88	3,45	315,00	12,75
3	2,31	315,00	11,50	1,93	292,50	11,88	1,99	315,00	11,50
4	1,65	315,00	10,38	1,66	292,50	10,13	1,40	260,36	8,63
5	2,11	315,00	10,38	1,45	250,31	8,63	1,19	253,13	10,50
6	2,26	315,00	11,25	1,40	315,00	11,88	1,23	312,19	13,00
7	1,98	329,06	12,13	0,96	295,31	11,88	2,05	315,00	15,13
8	2,41	275,63	9,88	1,83	286,88	14,75	2,11	315,00	13,00
9	3,69	247,50	9,00	2,06	233,44	11,00	2,05	312,19	14,00
10	3,60	292,50	9,00	2,18	180,00	9,50	2,38	292,50	14,13
11	2,30	307,50	8,33	2,45	264,38	10,25	2,18	295,31	12,25
12	1,23	323,44	7,25	1,93	241,88	9,50	1,81	298,13	11,63
13	0,95	326,25	7,75	1,35	298,13	9,75	2,01	261,56	11,25
14	1,81	315,00	9,63	1,70	244,29	9,38	1,91	261,56	11,00
15	2,33	315,00	11,00	1,18	295,31	9,00	1,33	295,31	10,13
16	2,20	334,69	10,25	0,71	241,88	6,75	1,28	315,00	10,88
17	1,85	337,50	9,50	0,51	337,50	12,25	2,34	315,00	12,75
18	1,50	253,13	7,00	0,68	337,50	10,88	2,95	315,00	13,00
19	2,28	236,25	8,50	1,01	230,63	9,13	2,63	315,00	11,13
20	3,38	233,44	9,13	1,13	323,44	10,75	3,53	315,00	12,13
21	2,96	264,38	9,38	0,74	331,88	10,13	2,41	281,25	10,63
22	1,89	270,00	9,75	0,76	289,69	10,75	2,13	298,13	9,50
23	2,38	272,81	10,50	1,01	292,50	11,00	1,50	315,00	10,00
24	2,84	270,00	10,50	0,79	284,06	10,38	1,66	315,00	13,13
25	2,55	270,00	9,88	1,19	272,81	9,63	3,29	312,19	12,88
26	1,88	267,19	8,25	1,20	286,88	9,88	5,10	315,00	12,75
27	3,55	250,31	9,38	1,39	255,94	7,63	3,41	315,00	12,13
28	4,03	286,88	10,75	1,84	239,06	9,38	2,25	331,88	10,75
29	3,89	303,75	11,38	1,49	208,13	8,63	3,05	329,06	13,25
30	3,61	329,06	12,00	1,34	216,56	7,38	3,05	323,44	13,63
31	2,90	337,50	10,38				2,15	315,00	13,75
Média Mês	2,44	294,80	9,75	1,36	275,71	10,11	2,34	304,16	11,97

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 11 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2004.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (janeiro - 2005)			Média diária (fevereiro – 2005)			Média diária (março – 2005)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	2,14	292,50	12,88	0,70	258,75	10,00	1,31	270,00	8,13
2	2,06	298,13	12,63	0,84	202,50	8,50	0,63	208,13	10,38
3	3,00	315,00	14,00	1,27	202,50	6,50	1,48	320,63	10,50
4	1,93	315,00	12,63	1,15	231,43	8,75	2,34	270,00	10,88
5	1,40	306,56	12,50	1,43	289,69	10,75	1,40	309,38	9,00
6	2,79	315,00	14,00	2,48	315,00	10,25	1,40	337,50	7,88
7	2,49	315,00	12,88	2,35	323,44	10,75	1,41	289,69	10,13
8	2,03	300,94	12,00	1,31	337,50	9,50	1,38	272,81	13,25
9	2,84	306,56	12,25	2,05	317,81	15,50	1,21	270,00	12,50
10	2,49	303,75	12,38	2,70	315,00	13,50	0,83	270,00	11,38
11	2,85	292,50	12,00	2,64	331,88	14,13	1,35	270,00	14,88
12	2,93	295,31	11,50	2,10	315,00	12,75	1,34	270,00	11,88
13	2,98	315,00	13,00	1,83	317,81	10,75	1,38	270,00	10,25
14	1,93	312,19	12,63	2,15	317,81	8,63	1,94	281,25	12,38
15	3,99	292,50	15,25	2,03	326,25	11,63	2,66	292,50	14,38
16	3,63	303,75	14,75	1,41	295,31	9,88	2,15	292,50	12,50
17	2,38	315,00	12,75	1,29	213,75	8,63	3,43	270,00	14,88
18	2,75	326,25	14,38	1,21	216,56	10,88	2,48	270,00	13,63
19	5,54	315,00	17,25	1,79	309,38	11,50	1,74	270,00	12,38
20	3,70	315,00	14,75	1,85	255,00	9,00	2,28	270,00	11,63
21	2,36	315,00	12,75	1,85	320,63	8,13	3,21	270,00	11,63
22	1,90	309,38	12,63	1,98	323,44	7,88	2,74	270,00	10,50
23	1,46	292,50	11,13	1,73	315,00	7,50	2,89	270,00	11,50
24	1,21	303,75	10,00	0,96	236,25	10,63	3,24	270,00	12,38
25	1,04	312,19	5,38	1,09	199,69	9,88	2,99	270,00	12,63
26	2,13	233,44	10,63	1,26	292,50	9,50	4,99	270,00	14,25
27	2,05	247,50	9,13	1,53	241,88	10,00	3,99	284,06	12,63
28	1,49	255,94	12,50	1,95	180,00	12,00	2,66	292,50	11,25
29	1,40	258,75	11,75				1,95	275,63	9,25
30	1,25	278,44	9,50				1,58	270,00	9,25
31	0,94	253,13	8,38				1,05	270,00	10,38
Média Mês	2,36	297,13	12,26	1,67	278,63	10,26	2,11	276,99	11,56

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 12 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2005.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (abril - 2005)			Média diária (maio - 2005)			Média diária (junho - 2005)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1,05	244,69	8,00	1,69	270,00	9,00	1,40	329,06	7,50
2	1,46	241,88	7,75	2,56	270,00	9,50	1,44	315,00	8,00
3	1,63	272,81	8,38	2,41	270,00	9,63	1,36	295,31	8,88
4	1,69	312,19	12,25	1,61	286,88	8,00	1,79	300,94	7,63
5	1,70	315,00	11,50	1,61	331,88	7,00	1,55	315,00	7,00
6	1,45	323,44	11,00	1,26	340,31	8,13	1,61	326,25	7,25
7	1,24	323,44	9,75	0,76	326,25	9,25	1,41	315,00	8,50
8	2,79	337,50	10,13	0,79	315,00	9,00	0,71	303,75	8,25
9	2,40	340,31	11,38	0,71	284,06	9,00	0,44	298,13	9,25
10	1,43	337,50	10,00	1,31	250,31	9,38	0,60	315,00	10,50
11	1,21	337,50	7,38	1,46	270,00	9,88	0,64	292,50	9,13
12	1,33	343,13	7,63	1,01	264,38	9,00	0,79	292,50	8,38
13	1,41	337,50	9,13	1,20	267,19	6,25	0,66	295,31	8,13
14	1,56	315,00	7,25	1,54	281,25	6,25	0,89	315,00	10,75
15	2,28	329,06	9,38	2,28	292,50	8,63	1,15	289,69	8,75
16	2,23	337,50	10,00	2,38	295,31	8,25	1,44	284,06	8,38
17	1,61	326,25	8,25	1,73	326,25	8,00	1,65	278,44	9,88
18	2,66	298,13	9,88	0,93	323,44	6,25	1,50	270,00	10,00
19	3,35	309,38	12,25	1,29	292,50	11,75	1,54	309,38	8,25
20	2,63	315,00	11,75	1,59	292,50	11,00	1,46	315,00	8,00
21	1,70	315,00	10,25	1,80	292,50	10,38	1,19	315,00	7,63
22	1,76	292,50	10,00	1,80	300,94	9,38	0,76	309,38	8,00
23	3,13	292,50	13,25	1,83	315,00	9,50	0,78	303,75	7,88
24	2,80	292,50	11,63	1,35	315,00	9,25	0,95	292,50	8,88
25	1,75	292,50	9,50	1,30	300,94	9,63	1,15	292,50	8,00
26	1,11	292,50	8,13	1,05	281,25	9,00	1,00	303,75	7,13
27	1,85	306,56	10,63	1,60	270,00	8,63	1,08	278,44	6,88
28	1,63	295,31	10,25	1,95	275,63	8,88	1,23	241,88	5,25
29	1,73	289,69	9,88	1,99	323,44	7,38	1,11	298,13	6,38
30	1,86	270,00	9,00	1,83	337,50	7,00	0,94	309,38	6,00
31				1,63	337,50	7,25			
Média Mês	1,88	307,88	9,85	1,56	296,76	8,69	1,14	300,00	8,15

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 13 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2005.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (julho – 2005)			Média diária (agosto - 2005)			Média diária (setembro - 2005)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1,59	306,56	7,88	1,91	337,50	7,00	1,21	295,31	8,75
2	1,93	315,00	9,75	1,55	345,94	6,38	1,03	315,00	9,50
3	1,69	315,00	9,25	1,20	340,31	6,00	0,95	315,00	8,38
4	2,31	331,88	8,00	1,09	334,69	8,00	0,74	298,13	8,63
5	1,99	323,44	9,00	1,19	315,00	10,50	1,20	309,38	8,75
6	2,00	326,25	8,88	0,93	334,69	8,63	1,53	315,00	8,50
7	2,19	337,50	8,00	0,41	331,88	8,00	1,54	315,00	7,13
8	1,99	337,50	8,25	0,30	295,31	9,50	1,18	315,00	8,00
9	1,64	337,50	8,00	0,60	289,69	9,75	1,23	309,38	8,13
10	0,86	337,50	8,00	0,70	292,50	9,00	1,84	300,94	8,25
11	0,54	289,69	7,13	0,91	315,00	7,13	2,16	326,25	9,38
12	0,41	281,25	7,88	0,98	312,19	7,13	1,74	306,56	10,38
13	0,50	292,50	8,75	1,19	312,19	8,13	1,55	275,63	11,38
14	0,40	292,50	8,00	0,99	317,81	7,88	1,06	292,50	9,63
15	0,43	270,00	9,00	1,08	345,94	7,63	1,05	292,50	9,00
16	0,31	264,38	9,50	1,00	337,50	6,50	1,18	320,63	6,50
17	0,80	337,50	7,25	0,98	337,50	6,00	2,44	337,50	8,25
18	0,69	326,25	7,63	1,38	337,50	6,00	1,43	312,19	9,88
19	1,10	334,69	8,63	2,13	337,50	7,00	0,74	278,44	9,63
20	1,61	337,50	11,13	2,28	337,50	8,63	0,81	292,50	9,50
21	0,98	329,06	9,63	2,11	337,50	8,25	0,84	292,50	9,00
22	0,76	317,81	8,13	1,36	331,88	7,50	1,08	309,38	9,00
23	0,96	317,81	6,50	1,49	323,44	7,38	1,33	295,31	10,38
24	0,78	292,50	7,50	1,86	331,88	9,75	1,44	306,56	10,63
25	0,95	292,50	7,00	1,51	315,00	10,63	1,65	326,25	10,50
26	1,29	278,44	7,38	1,56	315,00	10,00	2,39	315,00	11,88
27	1,50	247,50	7,00	1,41	315,00	9,25	2,10	306,56	11,50
28	1,39	270,00	7,00	1,31	315,00	9,00	3,20	315,00	13,50
29	1,03	315,00	7,00	1,29	315,00	8,88	2,39	315,00	11,50
30	0,99	326,25	6,00	1,00	300,94	9,25	1,59	315,00	10,75
31	1,63	337,50	6,75	0,98	292,50	9,38			
Média Mês	1,20	310,28	8,06	1,25	322,62	8,19	1,49	307,31	9,54

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 14 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2005.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (outubro – 2005)			Média diária (novembro - 2005)			Média diária (dezembro -2005)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	2,00	331,88	8,75	3,41	292,50	12,00	1,75	267,19	7,63
2	3,29	320,63	13,00	3,45	281,25	11,13	4,46	295,31	10,88
3	2,06	317,81	11,50	4,79	292,50	13,88	4,01	315,00	12,13
4	1,10	334,69	10,13	3,78	295,31	12,25	2,88	315,00	10,25
5	0,48	315,00	10,38	2,46	315,00	10,50	2,60	315,00	10,00
6	0,55	306,56	10,50	1,86	306,56	11,38	1,95	315,00	9,50
7	0,84	292,50	9,00	3,63	315,00	14,75	1,41	334,69	9,00
8	0,86	298,13	10,00	3,34	315,00	13,63	1,15	317,81	10,13
9	2,00	315,00	13,50	3,38	309,38	12,00	1,95	300,94	13,38
10	2,36	315,00	13,38	3,03	315,00	12,00	2,05	295,31	13,13
11	2,05	315,00	12,00	2,00	315,00	12,25	1,50	292,50	12,63
12	2,23	315,00	11,00	2,29	317,81	12,88	1,65	292,50	12,63
13	2,00	315,00	10,38	4,26	317,81	13,75	1,40	317,81	10,88
14	1,53	312,19	9,63	3,16	334,69	11,88	1,45	326,25	10,25
15	2,48	292,50	13,38	1,88	340,31	9,50	1,25	315,00	10,75
16	2,33	289,69	11,63	1,19	337,50	7,88	0,79	331,88	9,63
17	1,69	292,50	10,00	0,98	337,50	7,00	0,70	323,44	8,88
18	1,78	309,38	12,00	1,11	286,88	8,00	1,05	337,50	7,75
19	1,81	295,31	10,00	2,64	295,31	13,00	0,78	340,31	7,88
20	1,68	270,00	8,00	2,54	281,25	11,88	0,80	303,75	11,63
21	1,53	292,50	8,25	1,69	251,25	7,75	1,01	298,13	9,00
22	2,38	292,50	8,63	1,11	196,88	7,25	1,18	317,81	10,75
23	2,18	292,50	9,63	1,06	212,14	6,38	1,06	303,75	11,13
24	1,60	292,50	9,88	0,86	337,50	9,75	1,50	292,50	11,38
25	2,16	292,50	10,00	1,35	337,50	7,75	1,49	247,50	8,75
26	2,16	281,25	10,13	3,39	337,50	10,63	1,65	250,31	9,50
27	3,33	253,13	10,38	3,26	337,50	12,38	2,59	292,50	10,88
28	3,23	286,88	11,38	1,95	323,44	11,25	2,14	309,38	9,75
29	2,54	241,88	8,50	1,36	320,63	9,50	1,94	315,00	10,25
30	3,24	270,00	10,38	1,46	334,69	8,25	2,09	315,00	10,25
31	3,63	292,50	12,00				2,93	298,13	11,88
Média Mês	2,03	298,13	10,56	2,42	306,35	10,75	1,78	306,20	10,40

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 15 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2005.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (janeiro – 2006)			Média diária (fevereiro - 2006)			Média diária (março - 2006)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	3,68	306,56	12,00	1,73	270,00	11,63	2,53	270,00	14,13
2	3,08	315,00	11,88	1,75	261,56	9,63	2,11	281,25	12,38
3	2,03	315,00	10,63	2,31	275,63	10,88	2,71	292,50	12,63
4	1,49	300,94	11,25	2,79	295,31	11,00	3,81	284,06	10,63
5	1,54	292,50	12,38	2,25	281,25	14,63	3,73	295,31	11,00
6	2,99	292,50	12,38	2,00	284,06	13,88	2,14	289,69	11,00
7	3,11	315,00	11,25	1,24	292,50	12,00	1,80	292,50	11,88
8	2,06	315,00	10,13	0,63	292,50	10,38	1,93	292,50	12,00
9	2,31	292,50	12,63	0,53	267,19	8,88	2,31	292,50	12,00
10	2,08	292,50	11,25	0,96	227,81	9,75	2,89	300,94	12,00
11	1,41	300,94	10,88	1,28	225,00	8,63	3,08	315,00	11,63
12	2,06	312,19	12,13	1,13	272,81	8,88	2,16	315,00	11,88
13	2,25	298,13	12,13	1,33	292,50	13,75	1,60	295,31	12,50
14	3,65	292,50	13,63	4,09	292,50	15,88	1,85	292,50	11,88
15	3,61	292,50	13,25	3,55	292,50	13,88	1,25	292,50	10,25
16	4,66	298,13	13,75	3,51	300,94	13,63	1,65	286,88	12,63
17	3,09	315,00	11,75	5,35	315,00	14,88	2,84	270,00	13,50
18	2,69	315,00	11,00	5,38	295,31	14,00	2,18	270,00	11,13
19	1,96	315,00	10,00	6,25	292,50	12,88	2,05	253,13	8,88
20	2,18	292,50	15,13	4,50	306,56	12,00	1,73	255,94	7,88
21	2,61	295,31	14,75	3,04	317,81	10,50	1,36	270,00	9,25
22	2,18	315,00	12,88	1,73	331,88	9,50	1,35	281,25	6,75
23	1,13	306,56	11,25	1,13	312,19	9,50	2,76	244,69	7,50
24	1,19	303,75	12,25	1,45	292,50	10,13	4,48	264,38	11,00
25	1,84	261,56	11,25	2,04	298,13	7,50	3,28	270,00	12,00
26	3,11	292,50	15,38	1,93	315,00	9,75	2,86	270,00	11,00
27	2,35	300,94	13,75	1,69	295,31	10,75	4,29	270,00	13,88
28	1,74	337,50	9,75	1,39	281,25	13,25	3,11	270,00	11,38
29	1,93	317,81	9,88				2,48	292,50	10,00
30	1,43	295,31	11,50				2,54	286,88	10,00
31	1,50	270,00	12,63				3,18	281,25	14,00
Média Mês	2,35	302,12	12,08	2,39	288,48	11,50	2,52	281,89	11,24

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 16 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2006.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (abril - 2006)			Média diária (maio - 2006)			Média diária (junho - 2006)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	3,03	292,50	12,88	0,96	337,50	6,88	0,90	354,38	6,75
2	2,39	292,50	11,63	0,70	303,75	9,00	0,44	289,69	6,63
3	1,76	292,50	10,25	1,34	309,38	11,00	0,63	317,81	6,50
4	1,35	258,75	7,88	2,25	315,00	11,38	0,60	298,13	9,63
5	2,69	244,69	9,50	2,64	315,00	12,00	0,58	284,06	8,75
6	2,49	250,31	10,00	2,25	315,00	11,25	0,71	258,75	8,75
7	1,21	270,00	8,38	2,16	315,00	11,00	0,75	247,50	8,25
8	0,95	317,81	10,75	1,79	315,00	10,25	0,63	247,50	7,25
9	1,25	315,00	10,13	1,21	315,00	9,00	0,76	236,25	6,00
10	1,61	331,88	9,50	0,95	295,31	9,50	0,90	247,50	6,00
11	1,39	343,13	8,88	1,20	270,00	8,50	1,25	284,06	7,63
12	1,24	337,50	8,38	0,94	270,00	8,00	1,68	309,38	8,50
13	1,79	320,63	11,88	0,96	278,44	8,00	1,89	323,44	9,13
14	1,54	317,81	11,63	0,86	278,44	8,00	1,43	315,00	9,75
15	1,54	315,00	11,00	1,11	270,00	8,50	1,10	337,50	9,00
16	1,41	315,00	9,88	1,13	261,56	8,00	0,94	334,69	9,13
17	1,68	315,00	8,63	1,06	267,19	8,00	1,15	303,75	9,25
18	1,43	320,63	8,63	1,39	270,00	8,00	1,24	315,00	7,75
19	1,16	317,81	8,75	1,83	289,69	9,38	1,18	315,00	7,13
20	1,01	309,38	8,25	2,08	315,00	10,38	1,85	317,81	8,13
21	2,15	295,31	7,50	2,51	306,56	10,63	1,79	303,75	10,25
22	2,80	315,00	10,63	4,11	295,31	12,00	1,76	315,00	8,63
23	1,75	337,50	8,75	2,98	315,00	10,75	1,88	315,00	9,63
24	1,63	329,06	7,88	1,86	312,19	9,50	1,39	315,00	9,00
25	1,88	326,25	8,75	1,30	309,38	8,25	1,25	315,00	9,00
26	1,93	323,44	10,75	1,50	334,69	7,13	1,13	317,81	7,75
27	2,59	315,00	13,25	1,41	312,19	9,25	1,44	337,50	6,50
28	2,10	337,50	10,13	1,35	292,50	10,25	1,24	317,81	7,13
29	1,46	337,50	9,00	1,45	306,56	9,25	1,13	306,56	7,88
30	0,98	337,50	8,00	1,70	337,50	8,50	1,14	315,00	7,25
31				1,33	360,00	9,00			
Média Mês	1,74	311,06	9,71	1,62	302,84	9,37	1,16	303,19	8,10

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 17 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2006.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (julho - 2006)			Média diária (agosto - 2006)			Média diária (setembro - 2006)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1,00	315,00	8,63	1,60	315,00	10,00	1,75	292,50	12,50
2	0,99	315,00	9,25	1,71	320,63	8,25	1,61	292,50	10,88
3	0,90	315,00	9,00	1,65	315,00	7,13	1,35	295,31	9,75
4	0,83	315,00	7,88	1,64	334,69	7,63	1,56	292,50	10,00
5	1,15	317,81	7,00	1,10	329,06	8,00	1,31	292,50	9,63
6	1,14	337,50	6,50	1,03	317,81	8,00	1,01	284,06	8,75
7	1,40	337,50	6,00	1,60	340,31	8,00	0,88	270,00	8,50
8	1,41	309,38	9,00	1,34	337,50	8,00	0,81	270,00	7,88
9	1,19	300,94	8,38	0,99	337,50	8,00	0,76	278,44	7,00
10	1,34	317,81	8,00	0,91	348,75	8,00	0,60	278,44	7,88
11	1,70	326,25	8,25	1,01	360,00	8,38	0,95	292,50	8,88
12	2,10	337,50	9,00	1,41	348,75	8,00	1,30	292,50	8,63
13	1,58	331,88	9,00	1,51	345,94	7,75	1,24	309,38	8,13
14	1,38	320,63	11,88	1,56	340,31	7,50	2,59	315,00	10,88
15	1,11	315,00	10,50	1,34	337,50	6,63	3,04	315,00	12,25
16	0,84	317,81	8,25	1,08	286,88	5,00	2,35	312,19	11,25
17	0,66	303,75	7,50	2,16	309,38	8,75	2,48	292,50	13,88
18	0,80	306,56	9,38	2,28	337,50	10,00	2,35	292,50	11,75
19	0,91	295,31	9,88	1,71	337,50	9,38	1,53	292,50	10,25
20	0,93	292,50	9,00	1,29	337,50	8,00	1,20	292,50	9,00
21	1,05	292,50	8,63	1,04	337,50	6,25	2,70	253,13	8,13
22	0,89	292,50	8,25	0,84	337,50	6,00	3,49	315,00	13,00
23	1,21	289,69	8,00	1,45	337,50	6,63	3,44	315,00	12,00
24	0,95	275,63	7,63	1,36	337,50	5,75	3,04	312,19	10,88
25	0,81	292,50	7,88	1,03	326,25	5,88	2,23	315,00	9,38
26	1,05	295,31	7,63	1,33	315,00	8,75	1,68	284,06	13,13
27	1,13	317,81	6,00	1,36	315,00	8,13	2,51	270,00	13,50
28	0,91	334,69	5,63	1,33	315,00	7,88	2,09	272,81	10,88
29	1,19	312,19	11,00	1,49	315,00	7,00	1,54	292,50	8,75
30	1,58	315,00	11,00	1,51	334,69	6,13	2,31	303,75	10,63
31	1,54	315,00	10,00	1,23	312,19	7,75			
Média Mês	1,15	311,64	8,51	1,38	329,70	7,63	1,86	292,88	10,26

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 18 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2006.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (outubro – 2006)			Média diária (novembro – 2006)			Média diária (dezembro -2006)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	3,54	315,00	12,75	1,00	292,50	10,13	2,63	272,81	12,00
2	2,65	315,00	11,13	1,08	312,19	11,00	3,05	292,50	11,63
3	2,18	323,44	10,00	1,26	258,75	10,00	3,71	309,38	13,38
4	1,83	309,38	8,00	1,28	292,50	12,00	4,54	315,00	13,88
5	1,41	315,00	8,00	0,99	284,06	11,25	4,16	303,75	13,13
6	1,04	315,00	8,13	0,93	225,00	7,50	5,18	292,50	14,00
7	1,71	315,00	10,63	0,88	257,14	8,88	4,08	292,50	12,63
8	1,36	315,00	9,50	0,95	295,31	11,25	6,19	306,56	12,75
9	1,41	315,00	11,13	1,04	295,31	10,25	5,80	315,00	13,63
10	1,58	315,00	10,38	0,85	315,00	9,00	3,40	315,00	11,63
11	1,86	309,38	10,50	0,68	323,44	9,00	2,39	315,00	11,75
12	2,41	292,50	11,00	1,40	334,69	13,13	3,83	312,19	14,63
13	1,75	306,56	10,88	1,89	331,88	12,88	3,46	315,00	14,00
14	1,31	300,94	10,00	1,41	329,06	12,13	2,50	303,75	12,88
15	1,76	281,25	10,00	2,64	241,88	9,25	2,21	292,50	12,13
16	2,03	261,56	8,63	3,38	300,94	13,00	2,30	303,75	12,13
17	2,25	225,00	7,38	3,70	315,00	13,25	1,76	315,00	11,50
18	3,66	244,69	9,63	3,08	315,00	11,00	1,36	309,38	10,13
19	2,81	270,00	8,50	2,86	315,00	11,00	1,16	292,50	9,00
20	2,85	275,63	8,63	1,86	315,00	10,38	0,99	326,25	8,38
21	2,53	278,44	9,00	2,79	315,00	12,38	0,90	281,25	11,63
22	3,54	286,88	10,88	3,04	315,00	12,00	0,85	292,50	10,63
23	3,40	272,81	9,38	3,00	309,38	10,63	1,21	292,50	10,38
24	3,14	278,44	9,50	4,56	292,50	11,63	1,44	295,31	12,88
25	2,84	230,63	8,63	5,21	286,88	11,88	1,06	278,44	11,13
26	3,15	264,38	11,25	4,78	292,50	14,75	1,88	292,50	12,88
27	2,05	292,50	10,88	4,85	296,25	14,67	2,08	292,50	11,75
28	1,31	292,50	9,25	4,94	292,50	14,50	1,65	255,94	9,38
29	1,28	292,50	10,50	4,13	309,38	13,75	2,50	272,81	10,50
30	1,39	292,50	11,00	2,28	306,56	11,88	3,16	292,50	12,38
31	1,26	292,50	11,00				3,53	292,50	12,38
Média Mês	2,17	290,14	9,87	2,42	298,85	11,48	2,74	298,03	11,97

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 19 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2006.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (janeiro – 2007)			Média diária (fevereiro – 2007)			Média diária (março – 2007)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	3,73	292,50	13,50	2,14	292,50	13,00	3,20	286,88	13,38
2	3,48	292,50	13,00	2,04	292,50	13,63	3,21	292,50	12,50
3	2,91	303,75	13,00	2,00	292,50	13,00	2,88	292,50	11,25
4	2,71	295,31	13,88	1,49	292,50	12,00	2,88	281,25	10,25
5	2,46	292,50	12,50	1,13	292,50	12,00	3,88	292,50	11,13
6	2,05	300,94	12,50	1,20	312,19	12,00	3,86	292,50	12,38
7	2,61	309,38	13,13	1,65	286,88	10,50	4,08	292,50	12,00
8	2,73	300,94	12,00	2,14	284,06	10,63	4,01	312,19	12,00
9	2,76	298,13	12,13	4,15	292,50	12,13	2,60	292,50	11,00
10	3,78	298,13	14,63	4,58	292,50	13,63	2,63	292,50	13,00
11	3,33	292,50	13,38	4,75	292,50	14,75	2,49	292,50	13,50
12	2,73	300,94	13,38	4,84	292,50	14,50	2,59	292,50	13,38
13	2,74	315,00	13,25	3,63	292,50	12,50	2,73	292,50	12,88
14	2,58	300,94	13,38	3,49	278,44	11,00	2,55	298,13	12,00
15	2,23	292,50	11,50	3,01	284,06	12,00	1,81	315,00	11,38
16	2,15	292,50	12,25	4,19	292,50	13,25	1,94	315,00	10,63
17	2,20	292,50	11,50	4,03	292,50	13,75	1,79	317,81	11,88
18	2,99	309,38	12,25	3,35	300,94	12,38	1,53	317,81	11,63
19	3,00	315,00	13,00	2,48	303,75	12,13	2,66	337,50	8,25
20	2,81	298,13	12,50	3,81	292,50	12,38	4,30	337,50	14,25
21	3,55	306,56	14,13	3,74	292,50	12,63	3,13	337,50	12,38
22	3,58	315,00	13,50	4,33	292,50	13,63	1,96	337,50	10,63
23	2,56	315,00	11,38	6,20	292,50	16,00	1,31	334,69	7,63
24	2,13	337,50	10,63	5,03	292,50	14,63	1,10	298,13	10,13
25	2,10	323,44	11,13	3,14	292,50	12,38	1,70	292,50	11,38
26	1,95	315,00	12,38	2,43	292,50	11,00	2,03	292,50	11,38
27	1,29	360,00	7,88	2,00	292,50	11,50	2,06	292,50	11,38
28	0,81	326,25	8,75	2,80	292,50	13,50	2,05	298,13	10,38
29	0,69	272,81	10,00				2,49	315,00	9,50
30	1,53	270,00	14,88				1,88	295,31	11,38
31	2,76	275,63	15,13				2,33	289,69	11,38
Média Mês	2,54	303,57	12,46	3,20	292,60	12,73	2,57	304,11	11,49

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 20 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2007.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (abril - 2007)			Média diária (maio - 2007)			Média diária (junho - 2007)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	2,18	315,00	10,00	2,49	292,50	10,00	2,69	292,50	11,38
2	1,53	315,00	10,00	2,35	292,50	10,00	1,55	292,50	9,88
3	1,01	300,94	10,00	2,49	292,50	10,75	1,81	292,50	10,63
4	0,80	292,50	10,25	1,61	295,31	9,13	1,79	300,94	8,63
5	1,29	329,06	7,38	1,56	315,00	8,00	1,43	315,00	8,00
6	1,06	292,50	9,88	1,48	309,38	8,38	1,33	303,75	10,63
7	1,14	270,00	11,00	1,55	300,94	10,00	1,24	292,50	11,13
8	0,79	270,00	9,88	1,50	292,50	10,00	0,96	300,94	10,38
9	0,70	270,00	10,00	1,39	292,50	9,63	0,94	284,06	9,38
10	0,66	303,75	9,00	1,20	292,50	9,00	1,55	247,50	8,00
11	0,51	315,00	7,63	1,49	298,13	9,63	1,24	247,50	7,25
12	0,61	317,81	7,63	1,88	300,94	10,13	1,13	270,00	7,88
13	1,20	300,94	10,38	3,23	292,50	11,38	1,75	281,25	8,50
14	1,36	292,50	11,25	3,03	292,50	10,38	2,28	270,00	8,00
15	1,65	292,50	11,38	2,06	312,19	9,00	1,96	286,88	8,00
16	1,45	281,25	10,00	1,43	315,00	7,75	1,43	258,75	7,25
17	1,30	300,94	10,50	1,53	331,88	7,88	1,78	247,50	7,63
18	1,03	315,00	10,50	1,45	337,50	7,75	1,46	247,50	7,63
19	0,75	295,31	11,00	2,95	337,50	11,00	2,01	264,38	8,00
20	0,99	270,00	11,13	3,49	317,81	12,25	1,81	289,69	8,38
21	0,94	292,50	9,13	3,13	320,63	10,38	1,74	315,00	9,00
22	1,15	303,75	10,13	2,00	323,44	10,13	1,71	315,00	9,00
23	1,33	278,44	11,63	1,44	337,50	11,50	1,40	331,88	8,63
24	1,58	286,88	11,00	1,51	326,25	12,25	0,96	323,44	8,50
25	2,00	292,50	11,00	1,29	315,00	10,63	1,26	281,25	9,63
26	2,58	298,13	10,75	1,36	317,81	9,25	1,73	317,81	8,38
27	2,18	312,19	10,88	1,54	317,81	8,00	1,81	337,50	7,88
28	1,73	300,94	10,00	1,95	315,00	9,00	1,38	337,50	7,00
29	1,31	292,50	10,38	1,48	315,00	8,63	0,78	315,00	7,00
30	1,91	292,50	10,00	1,39	303,75	8,13	0,78	303,75	7,63
31				2,50	292,50	10,75			
Média Mês	1,29	296,34	10,12	1,93	309,56	9,70	1,52	292,13	8,64

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 21 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2007.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (julho - 2007)			Média diária (agosto - 2007)			Média diária (setembro - 2007)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	2,89	292,50	13,25	0,96	270,00	8,63	0,83	360,00	7,88
2	2,53	292,50	11,25	1,20	315,00	6,50	0,66	357,19	7,88
3	1,60	292,50	9,38	1,24	351,56	6,50	0,88	360,00	7,88
4	1,65	295,31	8,00	0,71	337,50	7,75	0,89	360,00	8,00
5	1,64	315,00	7,38	1,49	337,50	12,25	0,79	360,00	5,88
6	1,71	315,00	8,00	2,36	326,25	11,13	0,55	360,00	4,00
7	1,69	300,94	8,88	2,40	337,50	8,63	0,50	312,19	10,00
8	1,58	312,19	8,00	2,01	337,50	8,00	0,66	292,50	10,00
9	1,91	337,50	6,75	1,44	337,50	8,00	0,46	292,50	8,50
10	1,56	337,50	7,00	1,08	326,25	8,00	0,44	306,56	8,00
11	1,40	334,69	6,63	1,03	306,56	7,63	0,74	334,69	8,00
12	1,48	315,00	8,75	1,13	315,00	7,25	0,86	337,50	8,00
13	1,18	295,31	10,25	1,13	320,63	6,63	0,56	323,44	8,00
14	1,46	315,00	10,88	0,96	295,31	10,38	0,61	317,81	10,25
15	1,41	315,00	10,00	2,26	292,50	10,63	0,94	337,50	10,25
16	1,49	295,31	9,25	2,86	303,75	11,25	1,20	337,50	12,25
17	1,26	295,31	8,13	2,24	315,00	9,75	0,76	334,69	9,75
18	1,19	315,00	7,88	1,69	315,00	8,38	1,18	334,69	7,75
19	1,05	315,00	6,88	2,29	315,00	10,63	1,69	329,06	10,00
20	0,99	312,19	6,75	2,16	320,63	9,00	1,06	326,25	8,75
21	1,01	337,50	4,75	2,05	334,69	8,00	1,36	326,25	9,25
22	0,78	281,25	5,50	2,04	337,50	8,00	1,86	334,69	12,25
23	1,85	286,88	7,38	1,73	337,50	7,75	1,66	315,00	11,13
24	2,23	292,50	9,00	1,60	337,50	8,00	1,59	315,00	11,63
25	1,65	292,50	9,00	1,33	343,13	7,63	2,58	315,00	12,00
26	1,54	303,75	10,38	0,90	337,50	8,63	2,54	331,88	11,63
27	2,05	315,00	11,50	0,46	320,63	8,75	1,85	337,50	10,38
28	1,66	315,00	9,75	0,54	337,50	10,25	1,16	315,00	10,00
29	1,41	309,38	7,88	0,66	337,50	8,75	1,29	267,19	8,50
30	1,00	300,94	8,38	1,09	337,50	8,00	2,29	255,94	9,00
31	1,04	286,88	9,63	1,04	343,13	7,88			
Média Mês	1,54	307,11	8,59	1,49	325,16	8,66	1,15	326,25	9,23

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 22 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2007.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (outubro - 2007)			Média diária (novembro - 2007)			Média diária (dezembro -2007)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	2,94	272,81	10,50	1,10	315,00	10,00	2,90	315,00	13,50
2	1,75	270,00	8,50	0,54	315,00	10,25	4,68	315,00	16,13
3	0,99	292,50	8,63	0,49	300,94	10,25	3,53	315,00	14,25
4	1,15	315,00	11,75	0,85	292,50	10,25	2,95	315,00	12,75
5	1,10	315,00	10,88	0,81	315,00	10,00	3,03	300,94	13,38
6	0,96	298,13	10,00	0,73	315,00	9,75	4,51	292,50	15,25
7	1,34	292,50	10,00	0,80	323,44	11,38	2,98	292,50	12,75
8	1,34	289,69	9,13	0,96	303,75	13,00	2,78	292,50	12,25
9	1,08	306,56	7,00	0,86	295,31	12,50	3,68	295,31	13,13
10	1,51	292,50	11,00	0,84	309,38	10,63	4,91	315,00	14,63
11	1,63	300,94	10,25	0,80	295,31	9,63	2,89	315,00	11,75
12	1,20	270,00	10,75	0,71	286,88	8,00	1,55	303,75	11,13
13	1,36	284,06	11,38	0,70	281,25	6,63	2,04	300,94	13,00
14	1,64	292,50	10,75	1,16	323,44	7,50	1,96	315,00	12,75
15	1,59	295,31	10,00	1,43	337,50	9,63	1,65	298,13	12,38
16	1,50	315,00	11,50	0,89	320,63	6,75	2,61	292,50	13,38
17	1,46	315,00	11,25	0,76	282,86	10,00	2,14	292,50	12,13
18	1,24	315,00	10,00	0,85	292,50	9,63	1,73	270,00	10,75
19	0,85	309,38	9,75	1,59	292,50	8,00	3,60	194,06	8,63
20	0,59	286,88	8,75	2,44	329,06	10,63	2,34	182,81	6,88
21	1,25	286,88	10,75	2,65	309,38	10,13	1,45	230,63	10,38
22	1,69	292,50	11,13	2,11	295,31	9,00	1,73	292,50	13,00
23	1,51	300,94	11,00	1,53	320,63	7,75	2,05	292,50	12,38
24	1,36	292,50	10,13	1,78	337,50	7,75	1,79	292,50	11,75
25	1,54	298,13	11,88	1,63	337,50	8,75	2,21	292,50	11,75
26	1,75	329,06	9,38	1,80	337,50	13,13	2,16	315,00	10,88
27	1,56	312,19	11,38	1,46	337,50	10,38	2,10	315,00	11,63
28	1,65	315,00	11,63	0,76	326,25	10,25	2,35	309,38	13,38
29	1,85	315,00	12,13	1,44	292,50	11,50	2,39	295,31	12,25
30	2,49	315,00	12,13	1,78	312,19	11,38	3,05	315,00	12,25
31	1,83	315,00	11,25				2,39	315,00	12,50
Média Mês	1,47	300,03	10,47	1,21	311,12	9,81	2,65	292,86	12,35

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 23 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2007.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (janeiro - 2008)			Média diária (fevereiro - 2008)			Média diária (março - 2008)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	2,43	295,31	13,25	2,41	329,06	13,00	1,51	292,50	10,13
2	4,14	292,50	12,00	2,81	320,63	12,50	2,00	312,19	12,38
3	5,84	292,50	12,75	2,68	300,94	10,00	2,19	315,00	10,50
4	6,99	292,50	15,88	4,28	303,75	11,75	3,54	337,50	12,63
5	3,90	295,31	13,50	3,54	315,00	13,50	2,93	323,44	13,63
6	3,70	309,38	13,38	3,24	303,75	12,50	1,43	323,44	11,00
7	3,11	292,50	11,75	2,33	292,50	11,75	1,13	284,06	13,00
8	2,66	292,50	11,00	1,26	284,06	10,88	2,03	298,13	13,63
9	2,74	306,56	11,88	1,38	275,63	10,00	3,14	315,00	13,00
10	2,56	315,00	12,00	1,44	300,94	12,50	4,41	315,00	13,38
11	3,99	309,38	11,63	2,34	315,00	14,00	5,59	320,63	15,13
12	3,93	315,00	11,88	1,79	303,75	13,75	3,80	315,00	13,50
13	3,29	286,88	10,00	2,10	270,00	12,75	3,38	315,00	12,88
14	4,43	292,50	12,63	1,30	292,50	11,00	2,43	315,00	12,00
15	3,68	292,50	11,88	1,16	292,50	12,63	2,21	298,13	11,00
16	5,34	300,94	12,63	1,71	292,50	13,50	2,83	303,75	10,00
17	3,94	315,00	12,88	1,51	272,81	11,50	2,11	306,56	10,75
18	2,70	300,94	11,50	1,58	247,50	10,38	2,74	292,50	11,50
19	2,59	292,50	12,25	1,70	275,63	13,50	2,20	292,50	10,75
20	2,60	278,44	13,00	1,33	270,00	12,25	1,68	340,31	8,00
21	2,13	272,81	12,25	1,44	284,06	11,00	1,63	317,81	11,00
22	1,33	292,50	10,63	1,98	312,19	12,00	2,36	320,63	10,13
23	1,09	298,13	10,88	2,34	315,00	13,88	2,98	337,50	10,75
24	2,54	300,94	13,63	2,24	306,56	13,00	1,85	337,50	10,13
25	3,00	292,50	13,50	2,25	292,50	12,00	1,53	334,69	9,50
26	2,60	295,31	13,25	2,24	295,31	12,00	2,25	303,75	12,13
27	2,03	295,31	12,63	2,81	292,50	12,50	2,90	306,56	11,75
28	1,59	292,50	11,38	2,63	292,50	11,13	3,05	300,94	11,00
29	1,54	292,50	13,25	2,08	292,50	10,13	3,09	292,50	12,00
30	1,69	292,50	11,50				3,89	292,50	12,38
31	2,18	306,56	10,88				3,81	300,94	12,00
Média Mês	3,10	296,76	12,30	2,13	294,54	12,11	2,66	311,64	11,66

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 24 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2008.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (abril - 2008)			Média diária (maio - 2008)			Média diária (junho - 2008)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	2,49	303,75	10,75	2,33	315,00	10,75	1,36	298,13	8,38
2	2,20	298,13	11,88	1,46	315,00	9,75	0,80	292,50	8,00
3	1,35	292,50	11,00	1,43	278,44	9,63	0,96	292,50	8,38
4	0,81	292,50	11,00	1,60	247,50	9,00	1,63	315,00	8,38
5	0,66	286,88	10,50	1,26	253,13	8,13	1,44	315,00	9,50
6	0,83	250,31	9,63	1,03	270,00	8,38	1,73	320,63	9,38
7	1,46	236,25	7,38	1,19	270,00	8,38	1,83	337,50	8,25
8	2,95	241,88	8,63	1,15	278,44	7,50	1,75	337,50	8,00
9	2,70	225,00	8,63	1,15	298,13	8,25	1,16	337,50	7,88
10	2,94	275,63	9,88	1,53	300,94	8,00	1,31	309,38	10,00
11	2,23	337,50	8,50	1,71	315,00	7,00	1,26	309,38	8,88
12	2,61	337,50	13,00	1,23	289,69	9,13	1,01	315,00	8,38
13	2,03	331,88	10,25	1,65	284,06	10,88	0,96	315,00	8,00
14	1,44	315,00	8,25	1,91	292,50	9,63	0,93	300,94	8,13
15	1,23	289,69	9,75	1,88	292,50	8,50	0,98	270,00	10,13
16	1,49	270,00	9,63	1,31	281,25	10,25	1,36	272,81	8,38
17	2,51	272,81	8,38	1,25	270,00	10,88	1,40	315,00	7,38
18	4,34	289,69	10,75	1,18	284,06	9,00	0,91	309,38	7,00
19	4,00	292,50	12,00	1,45	292,50	7,00	0,89	323,44	10,25
20	4,01	292,50	11,75	1,23	272,81	10,25	1,28	315,00	9,38
21	2,79	292,50	10,38	1,31	272,81	9,00	0,96	309,38	8,50
22	1,69	292,50	9,00	1,28	286,88	8,63	1,09	275,63	8,00
23	1,90	292,50	9,25	1,74	286,88	10,50	1,30	306,56	6,75
24	3,16	292,50	14,25	1,55	292,50	9,63	1,03	315,00	8,00
25	2,88	306,56	13,13	1,83	292,50	9,13	1,61	315,00	8,38
26	1,85	306,56	11,75	2,16	317,81	9,38	2,10	315,00	8,38
27	1,63	292,50	10,50	2,13	317,81	8,38	1,84	334,69	7,75
28	1,59	292,50	9,88	1,78	315,00	9,13	1,70	331,88	7,50
29	1,90	300,94	9,00	1,84	292,50	8,25	2,04	315,00	9,00
30	3,29	315,00	11,13	1,99	300,94	10,50	1,66	312,19	8,38
31				1,59	306,56	9,75			
Média Mês	2,23	290,53	10,33	1,55	289,78	9,11	1,34	311,06	8,42

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 25 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2008.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (julho - 2008)			Média diária (agosto - 2008)			Média diária (setembro - 2008)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1,18	298,13	8,75	1,89	306,56	9,25	0,98	315,00	9,25
2	2,40	309,38	12,00	1,68	315,00	9,38	1,23	315,00	10,00
3	2,65	315,00	11,25	1,63	315,00	8,13	1,50	323,44	10,00
4	1,85	315,00	9,75	1,50	315,00	7,38	1,38	337,50	9,38
5	2,04	300,94	9,00	1,24	295,31	9,38	2,33	284,06	8,38
6	1,86	315,00	9,00	1,49	292,50	9,88	2,81	315,00	10,00
7	1,55	315,00	8,63	1,40	289,69	9,00	1,81	337,50	9,25
8	1,38	315,00	8,75	1,56	315,00	8,38	1,13	303,75	7,50
9	0,98	315,00	8,13	1,41	337,50	6,75	0,93	250,31	6,13
10	1,06	295,31	8,38	1,10	309,38	8,13	1,41	295,31	9,63
11	1,44	292,50	8,88	1,65	303,75	10,50	1,94	315,00	10,63
12	1,31	298,13	7,75	2,18	315,00	9,88	3,53	315,00	12,25
13	1,41	331,88	7,00	2,83	315,00	10,88	2,53	315,00	11,00
14	1,08	315,00	7,00	2,10	320,63	10,38	1,73	315,00	10,75
15	1,25	315,00	8,00	1,39	320,63	8,75	2,16	315,00	13,25
16	1,26	334,69	8,00	1,16	315,00	8,00	1,59	315,00	11,38
17	1,86	337,50	8,00	1,63	292,50	8,63	1,10	315,00	10,38
18	1,58	337,50	7,25	1,81	298,13	10,38	0,71	315,00	9,38
19	1,28	337,50	6,75	3,36	315,00	12,63	0,55	320,63	8,63
20	1,43	337,50	7,63	2,41	315,00	10,88	0,85	315,00	13,00
21	1,31	337,50	8,00	1,49	298,13	9,50	1,05	306,56	11,00
22	0,99	320,63	9,50	1,54	303,75	9,00	0,95	244,69	7,38
23	0,94	270,00	11,63	1,85	315,00	8,00	1,36	312,19	12,25
24	0,99	270,00	9,63	1,13	300,94	8,00	1,20	315,00	11,50
25	0,99	272,81	7,63	1,36	309,38	8,38	0,86	317,81	10,50
26	1,10	286,88	7,00	1,75	315,00	8,50	0,76	317,81	11,13
27	1,05	298,13	8,25	1,91	315,00	11,63	0,86	326,25	9,38
28	1,25	306,56	8,63	1,35	315,00	10,50	0,54	340,31	8,63
29	1,44	315,00	9,75	0,88	315,00	9,25	0,68	329,06	8,88
30	1,08	309,38	9,00	0,86	309,38	8,63	1,41	337,50	8,25
31	1,51	292,50	8,75	0,89	315,00	9,63			
Média Mês	1,40	310,01	8,63	1,63	310,10	9,27	1,39	312,66	9,97

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 26 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2008.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (outubro- 2008)			Média diária (novembro - 2008)			Média diária (dezembro -2008)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1,68	337,50	8,13	2,64	337,50	11,25	3,73	334,69	11,63
2	1,99	337,50	10,50	1,90	337,50	10,13	2,38	337,50	10,50
3	2,23	337,50	10,00	1,74	337,50	8,88	2,23	320,63	8,50
4	1,78	337,50	10,00	1,64	320,63	9,50	2,79	329,06	10,38
5	1,06	326,25	9,75	1,45	312,19	9,25	3,26	323,44	11,50
6	1,40	292,50	9,00	1,49	292,50	11,63	3,58	317,81	13,75
7	2,01	292,50	8,13	2,28	292,50	11,63	3,16	309,38	11,25
8	2,19	292,50	9,63	2,30	312,19	11,00	2,38	300,94	10,38
9	2,03	292,50	10,88	2,09	315,00	10,63	2,68	329,06	8,75
10	1,65	292,50	10,25	2,50	315,00	12,13	2,45	337,50	9,63
11	2,06	292,50	12,13	3,25	315,00	13,63	1,74	315,00	8,63
12	1,81	292,50	11,00	3,05	315,00	12,63	3,56	312,19	10,50
13	1,50	292,50	10,13	2,13	323,44	11,00	3,98	292,50	12,88
14	1,30	292,50	11,00	1,30	337,50	9,38	6,11	315,00	13,38
15	1,14	295,31	10,00	0,81	320,63	8,63	4,85	315,00	14,50
16	1,43	315,00	11,50	0,49	300,94	10,50	2,84	315,00	12,25
17	1,48	315,00	11,38	0,46	298,13	9,50	1,90	315,00	11,25
18	1,16	315,00	10,38	1,40	340,31	6,88	2,71	312,19	14,13
19	1,38	315,00	12,13	1,49	337,50	8,00	2,80	315,00	14,13
20	1,45	315,00	12,88	1,44	337,50	10,13	2,75	315,00	13,50
21	1,73	300,94	10,50	1,21	337,50	9,00	2,09	315,00	13,00
22	2,96	329,06	9,63	1,86	343,13	6,88	1,33	300,94	11,75
23	2,22	315,00	11,00	1,74	337,50	8,00	1,36	295,31	12,25
24	1,65	315,00	11,13	2,36	337,50	8,38	1,85	292,50	13,50
25	2,38	312,19	12,88	3,90	337,50	12,88	1,89	292,50	12,13
26	2,40	315,00	13,00	2,24	337,50	11,50	1,96	292,50	14,38
27	2,10	315,00	12,25	1,24	334,69	9,88	2,01	292,50	13,75
28	3,21	323,44	10,25	1,49	289,69	10,50	1,33	286,88	12,25
29	2,84	317,81	11,00	4,64	309,38	10,75	1,26	205,31	6,75
30	2,85	326,25	10,25	4,20	315,00	12,00	2,04	284,06	13,63
31	3,36	337,50	10,88				2,65	230,63	10,00
Média Mês	1,95	312,46	10,69	2,02	322,59	10,20	2,63	304,84	11,77

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 27 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2008.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (janeiro - 2009)			Média diária (fevereiro - 2009)			Média diária (março - 2009)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	2.35	247,50	10.00	4.30	284,06	11.63	1.89	292,50	12.63
2	2.04	270,00	9.50	4.18	289,69	13.75	2.19	292,50	11.50
3	2.33	272,81	12.75	2.35	292,50	11.75	2.05	315,00	9.88
4	2.81	275,63	13.00	4.93	286,88	12.38	3.91	320,63	10.63
5	2.55	270,00	13.75	5.60	292,50	14.88	6.53	334,69	14.75
6	2.70	289,69	14.50	4.75	312,19	13.13	4.45	315,00	12.88
7	2.01	292,50	12.75	3.23	315,00	11.38	3.00	315,00	11.25
8	1.76	281,25	12.88	2.10	315,00	9.75	2.36	309,38	11.63
9	1.69	272,81	12.63	2.44	278,44	9.75	2.55	309,38	12.88
10	1.70	292,50	12.13	4.09	292,50	12.13	2.53	315,00	12.00
11	1.75	292,50	11.13	3.00	292,50	11.88	1.78	315,00	10.88
12	2.48	309,38	14.50	1.93	292,50	10.75	1.61	300,94	11.50
13	3.75	292,50	14.00	1.50	281,25	12.38	1.51	292,50	11.38
14	3.13	292,50	12.75	1.75	289,69	12.75	1.39	278,44	11.00
15	3.53	281,25	12.25	1.63	292,50	11.50	2.01	306,56	10.88
16	4.79	298,13	13.88	1.13	292,50	10.50	1.38	323,44	10.88
17	3.28	306,56	12.75	1.98	270,00	14.50	1.78	315,00	12.75
18	5.00	315,00	16.50	2.10	270,00	12.88	1.51	315,00	11.88
19	6.06	315,00	16.63	2.26	292,50	13.25	0.81	309,38	11.00
20	7.15	315,00	15.75	1.75	292,50	12.00	0.69	292,50	10.88
21	6.68	315,00	16.00	1.88	278,44	14.50	1.54	303,75	9.00
22	4.35	315,00	14.63	2.18	270,00	13.88	1.64	306,56	10.00
23	4.44	306,56	12.50	1.64	281,25	12.00	0.96	317,81	10.88
24	6.14	292,50	13.38	1.16	292,50	11.25	1.11	315,00	10.38
25	6.34	292,50	13.63	1.26	292,50	12.50	1.21	337,50	9.75
26	6.86	300,94	14.63	1.10	284,06	12.00	1.15	337,50	9.00
27	4.14	309,38	12.63	0.96	292,50	11.00	1.63	337,50	8.00
28	3.25	303,75	13.38	1.11	292,50	11.25	2.56	337,50	9.13
29	3.68	315,00	14.75				2.89	337,50	11.00
30	3.69	292,50	13.00				2.05	323,44	10.63
31	3.63	289,69	11.75				1.26	315,00	9.13
Média Mês	3.74	294,04	13.36	2.44	289,59	12.19	2.06	314,09	10.96

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 28 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2009.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (abril - 2009)			Média diária (maio - 2009)			Média diária (junho - 2009)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	0.94	312,19	9.75	2.05	309,38	9.50	1.16	292,50	10.00
2	1.21	292,50	10.50	2.13	315,00	12.38	0.95	292,50	9.50
3	1.45	292,50	10.38	2.28	315,00	11.88	0.78	272,81	8.88
4	1.59	292,50	10.63	1.74	323,44	10.13	0.90	270,00	8.00
5	1.71	292,50	10.00	1.48	334,69	9.13	0.99	270,00	8.00
6	1.34	306,56	9.75	1.43	315,00	11.88	1.44	270,00	7.38
7	2.18	315,00	10.25	1.21	312,19	10.75	1.43	275,63	6.88
8	2.24	315,00	10.75	1.79	315,00	11.50	2.93	272,81	8.25
9	1.90	312,19	10.00	2.65	315,00	13.25	2.73	286,88	9.63
10	3.15	292,50	10.38	1.79	315,00	11.50	1.99	270,00	8.00
11	2.90	306,56	11.00	1.71	258,75	8.38	1.79	272,81	9.25
12	2.18	315,00	10.25	1.66	286,88	8.00	1.59	289,69	9.75
13	1.76	315,00	9.50	1.44	292,50	7.75	1.68	292,50	10.00
14	2.93	312,19	13.00	1.80	300,94	8.25	1.76	298,13	9.50
15	3.68	315,00	12.00	2.68	292,50	12.13	1.90	315,00	8.00
16	2.96	315,00	11.00	2.35	300,94	11.00	1.69	334,69	7.88
17	1.88	312,19	9.25	2.66	315,00	10.75	1.29	309,38	8.63
18	1.40	298,13	8.50	2.68	315,00	11.00	1.64	303,75	9.13
19	1.63	292,50	9.25	2.08	315,00	10.00	1.89	323,44	10.00
20	1.68	292,50	10.13	1.65	315,00	9.13	1.70	326,25	10.63
21	1.58	292,50	10.25	1.50	312,19	8.38	0.98	337,50	9.50
22	1.40	284,06	10.00	1.04	317,81	8.00	0.60	306,56	8.88
23	1.29	292,50	10.00	0.58	320,63	7.25	0.50	281,25	9.00
24	1.70	292,50	10.50	1.06	315,00	9.13	0.55	275,63	8.63
25	2.71	312,19	12.75	1.95	315,00	12.13	0.90	267,19	6.25
26	2.36	315,00	11.38	1.78	317,81	10.25	1.13	289,69	6.88
27	1.99	315,00	10.00	2.10	323,44	10.75	1.01	264,38	6.13
28	2.24	315,00	10.13	1.59	315,00	11.38	1.96	244,69	8.50
29	2.21	315,00	10.88	1.03	309,38	10.75	1.41	247,50	7.75
30	1.59	312,19	9.50	1.21	292,50	10.75	1.58	270,00	8.75
31				1.30	292,50	10.00			
Média Mês	1.99	304,78	10.39	1.75	309,47	10.35	1.43	287,44	8.58

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 29 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2009.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (julho - 2009)			Média diária (agosto - 2009)			Média diária (setembro - 2009)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1.31	270,00	8.00	1.29	303,75	9.50	1.44	298,13	9.50
2	1.06	286,88	8.75	1.54	292,50	8.25	2.35	315,00	11.25
3	0.91	292,50	8.00	1.23	312,19	8.00	2.06	315,00	10.38
4	0.80	292,50	8.00	1.46	309,38	9.00	1.71	315,00	9.13
5	1.19	303,75	8.50	1.61	303,75	9.50	1.78	315,00	8.13
6	1.46	306,56	9.00	2.36	315,00	11.63	1.40	315,00	7.63
7	1.66	317,81	8.75	2.03	315,00	10.25	1.30	331,88	8.13
8	1.84	337,50	7.75	1.99	329,06	8.00	1.31	329,06	7.50
9	1.89	337,50	7.00	2.13	337,50	8.00	1.58	315,00	8.00
10	1.40	337,50	6.50	1.51	337,50	7.13	1.81	315,00	9.75
11	0.78	331,88	5.88	1.35	337,50	7.00	1.19	323,44	9.25
12	0.85	292,50	8.25	1.05	320,63	7.75	0.83	317,81	9.38
13	1.28	292,50	8.25	0.91	315,00	8.50	0.59	315,00	9.50
14	2.04	292,50	10.00	0.84	306,56	8.63	0.68	312,19	8.63
15	2.36	303,75	10.38	0.70	295,31	8.25	1.55	337,50	8.38
16	1.48	315,00	8.88	0.78	315,00	6.00	1.95	331,88	8.75
17	1.60	312,19	8.63	0.88	315,00	6.00	1.71	331,88	9.75
18	1.60	337,50	7.13	0.98	312,19	7.50	1.53	334,69	9.13
19	1.33	329,06	7.38	0.89	292,50	8.38	1.05	315,00	6.00
20	1.23	298,13	9.00	0.99	303,75	9.50	0.89	320,63	10.13
21	1.00	292,50	8.75	2.01	315,00	10.00	1.38	315,00	10.75
22	1.71	267,19	6.88	2.05	315,00	10.13	1.31	315,00	11.38
23	1.94	272,81	7.63	1.86	315,00	9.63	1.40	315,00	11.88
24	1.45	292,50	8.00	1.40	315,00	10.00	1.46	292,50	10.75
25	1.49	292,50	8.00	1.79	315,00	11.00	1.25	295,31	9.63
26	1.24	292,50	8.13	1.68	315,00	11.13	1.06	320,63	8.25
27	1.73	306,56	10.88	1.71	315,00	10.00	0.81	329,06	8.63
28	1.40	295,31	8.88	2.19	309,38	9.13	0.80	315,00	10.50
29	1.11	312,19	8.25	2.43	326,25	9.50	0.75	315,00	10.00
30	1.46	303,75	9.25	1.91	315,00	10.50	0.65	309,38	10.38
31	1.20	315,00	9.00	1.23	315,00	9.25			
Média Mês	1.41	304,20	8.31	1.51	314,18	8.94	1.32	317,53	9.35

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 30 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2009.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (outubro - 2009)			Média diária (novembro - 2009)			Média diária (dezembro -2009)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	0.86	289,69	11.88	2.29	292,50	11.50	2.48	315,00	10.00
2	0.89	286,88	10.38	2.18	295,31	10.13	2.50	315,00	10.38
3	0.91	264,38	9.25	2.71	315,00	11.50	5.08	312,19	13.75
4	1.33	247,50	8.88	3.84	315,00	13.50	3.30	298,13	12.00
5	1.63	261,56	8.63	4.95	315,00	14.00	2.75	298,13	11.13
6	2.00	261,56	8.50	3.83	315,00	13.50	4.43	292,50	13.50
7	2.31	247,50	9.00	3.13	317,81	11.50	3.64	292,50	12.38
8	1.84	264,38	9.00	5.03	337,50	14.63	3.01	300,94	11.88
9	1.38	303,75	8.13	3.30	317,81	12.75	3.73	292,50	13.75
10	1.01	312,19	8.38	1.99	315,00	11.00	4.15	292,50	14.75
11	1.43	295,31	11.00	1.80	292,50	11.63	2.55	292,50	13.25
12	1.44	292,50	10.63	2.65	292,50	11.13	2.39	292,50	11.75
13	1.49	292,50	12.00	3.36	292,50	12.13	2.04	295,31	10.88
14	1.16	281,25	11.63	4.83	292,50	12.63	1.53	337,50	8.50
15	0.95	270,00	10.00	4.55	292,50	13.63	1.96	292,50	14.25
16	1.21	292,50	11.38	3.40	292,50	12.50	2.84	247,50	12.00
17	1.00	292,50	10.50	2.38	292,50	10.88	3.75	258,75	11.00
18	1.10	292,50	13.38	1.66	306,56	9.75	2.08	292,50	9.50
19	1.20	292,50	11.50	1.49	292,50	10.00	1.73	272,81	9.25
20	2.10	295,31	9.13	3.64	292,50	13.25	1.65	233,44	9.88
21	4.71	315,00	13.75	3.75	272,81	11.25	3.25	213,75	7.88
22	4.55	315,00	13.00	5.55	292,50	13.88	4.21	261,56	12.00
23	2.71	315,00	10.75	5.24	306,56	14.75	2.68	289,69	12.25
24	1.83	292,50	9.13	3.25	315,00	13.00	3.73	239,06	10.00
25	2.18	286,88	9.75	2.84	298,13	12.00	3.50	264,38	14.00
26	1.98	292,50	10.75	3.29	306,56	12.38	2.58	270,00	15.00
27	3.29	292,50	15.00	3.03	315,00	12.13	2.78	281,25	12.50
28	2.63	292,50	12.50	2.69	315,00	11.13	4.04	244,69	10.50
29	1.58	292,50	10.38	4.39	312,19	11.38	5.25	267,19	13.88
30	2.21	292,50	11.50	3.85	315,00	11.00	4.85	253,13	12.25
31	3.01	292,50	12.75				4.40	258,75	11.63
Média Mês	1.87	287,60	10.72	3.36	304,13	12.15	3.19	279,62	11.79

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 31 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2009.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (janeiro - 2010)			Média diária (fevereiro - 2010)			Média diária (março - 2010)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	4.65	286,88	10.50	1.44	337,50	10.00	2.50	270,00	8.13
2	2.53	275,63	8.50	1.04	303,75	10.50	1.88	250,31	8.75
3	3.26	255,94	9.75	1.39	292,50	14.13	2.84	247,50	11.63
4	2.59	270,00	13.13	2.25	292,50	12.75	1.66	247,50	9.38
5	2.75	270,00	11.88	5.31	292,50	13.63	1.39	262,50	7.63
6	1.53	270,00	10.38	5.08	292,50	14.38	2.21	270,00	14.38
7	2.35	295,31	12.25	2.96	284,06	14.13	1.81	270,00	12.75
8	3.15	286,88	14.25	4.66	270,00	16.00	1.50	270,00	12.63
9	1.89	270,00	13.50	4.88	275,63	15.63	2.35	270,00	14.75
10	1.88	210,94	8.25	3.18	292,50	13.50	2.40	270,00	13.00
11	2.81	258,75	11.13	2.48	292,50	12.00	1.70	270,00	11.63
12	4.13	272,81	11.00	1.93	275,63	13.00	1.26	281,25	10.63
13	4.60	289,69	12.88	1.64	270,00	13.00	1.50	315,00	8.63
14	5.15	292,50	12.00	1.35	250,31	11.00	1.08	331,88	7.13
15	3.25	281,25	11.38	1.93	261,56	15.25	0.45	270,00	7.00
16	3.44	292,50	12.00	2.53	270,00	14.88	0.49	236,25	8.63
17	3.51	281,25	12.63	2.26	272,81	13.13	1.74	267,19	12.13
18	2.79	292,50	12.63	3.06	286,88	14.75	1.91	270,00	10.75
19	2.31	292,50	11.00	3.18	292,50	14.00	2.66	267,19	10.00
20	2.81	292,50	12.38	2.59	278,44	12.63	2.54	270,00	9.75
21	3.54	292,50	13.63	3.08	239,06	9.63	1.93	281,25	9.00
22	3.36	292,50	13.50	4.31	253,13	10.63	1.66	286,88	10.75
23	2.81	292,50	12.00	5.75	270,00	12.88	1.94	292,50	10.38
24	2.64	309,38	10.50	5.58	281,25	12.50	2.13	292,50	10.38
25	2.64	295,31	12.63	4.89	272,81	11.50	3.85	275,63	10.13
26	2.13	315,00	10.00	3.78	270,00	11.13	4.93	337,50	12.63
27	1.83	315,00	11.00	3.35	244,69	9.50	3.45	292,50	12.00
28	1.18	315,00	10.25	2.95	270,00	9.13	2.31	309,38	10.25
29	1.35	340,31	6.13				2.54	286,88	8.75
30	1.88	337,50	9.13				4.83	292,50	11.50
31	1.74	337,50	10.63				3.21	303,75	10.63
Média Mês	2.79	289,69	11.31	3.17	278,04	12.68	2.21	279,28	10.50

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 32 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2010.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (abril - 2010)			Média diária (maio - 2010)			Média diária (junho - 2010)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	2.46	315,00	9.50	1.51	286,88	10.25	1.85	286,88	10.25
2	2.03	315,00	10.13	2.10	300,94	10.25	2.04	286,88	12.13
3	3.43	315,00	12.00	2.38	315,00	9.63	1.50	292,50	10.50
4	3.54	320,63	12.25	2.36	236,25	9.25	1.29	292,50	9.88
5	1.81	329,06	9.88	1.84	180,00	10.38	2.08	284,06	11.00
6	1.55	306,56	11.50	1.40	180,00	9.63	1.76	292,50	10.38
7	2.20	292,50	10.88	1.28	244,69	8.50	1.28	292,50	9.25
8	1.76	312,19	10.38	1.36	278,44	10.38	1.64	292,50	10.13
9	1.06	334,69	10.00	2.03	281,25	10.00	2.20	292,50	10.13
10	0.54	292,50	8.88	2.18	312,19	10.00	2.63	303,75	9.00
11	0.61	261,56	8.88	1.64	315,00	9.50	2.16	315,00	9.00
12	1.38	303,75	10.50	1.26	315,00	8.13	1.90	315,00	9.00
13	1.20	247,50	9.75	1.45	315,00	6.88	1.84	312,19	8.00
14	0.99	205,71	6.88	1.55	331,88	6.38	2.29	303,75	8.00
15	1.20	225,00	5.13	1.83	323,44	8.25	2.39	239,06	8.00
16	1.96	196,88	8.50	1.64	320,63	8.75	2.09	225,00	8.13
17	1.70	216,56	9.25	1.31	337,50	8.63	1.95	219,38	7.50
18	1.25	225,00	8.00	1.55	298,13	12.38	1.69	219,38	7.13
19	1.01	241,88	7.88	1.70	292,50	11.50	1.74	253,13	7.88
20	0.60	236,25	7.25	1.55	292,50	11.00	2.00	320,63	9.00
21	1.36	270,00	11.25	1.59	292,50	11.00	1.73	306,56	9.88
22	1.48	270,00	10.50	1.59	292,50	11.00	1.06	292,50	9.63
23	1.05	270,00	9.25	1.16	292,50	9.88	1.14	292,50	10.38
24	0.89	275,63	9.25	1.20	255,94	7.38	1.21	292,50	9.88
25	1.56	270,00	10.63	1.78	230,63	7.00	0.98	292,50	8.88
26	1.81	284,06	11.38	1.34	278,44	9.38	1.19	312,19	7.25
27	1.28	292,50	10.88	1.31	295,31	10.38	2.01	315,00	11.75
28	1.63	270,00	11.00	1.33	292,50	11.00	1.75	315,00	10.50
29	2.03	270,00	12.13	1.13	292,50	10.50	1.34	331,88	7.88
30	1.56	270,00	10.38	1.63	292,50	10.00	1.29	337,50	6.75
31				1.66	286,88	10.00			
Média Mês	1.56	274,51	9.80	1.60	285,79	9.58	1.73	290,91	9.23

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 33 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2010.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (julho - 2010)			Média diária (agosto - 2010)			Média diária (setembro - 2010)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	0.93	303,75	7.38	1.78	337,50	7.00	1.28	270,00	9.38
2	1.61	292,50	10.00	1.96	337,50	7.00	1.44	270,00	14.25
3	2.21	306,56	9.38	1.89	337,50	7.75	2.00	270,00	13.13
4	2.51	320,63	10.75	1.90	337,50	7.00	1.74	278,44	11.38
5	2.19	329,06	9.00	1.93	337,50	7.00	1.44	292,50	9.75
6	1.94	303,75	8.63	1.73	337,50	7.25	1.23	292,50	9.25
7	1.45	303,75	8.00	1.59	337,50	7.00	1.80	292,50	8.88
8	1.59	300,94	9.63	1.49	337,50	7.88	2.14	295,31	9.00
9	1.81	315,00	11.00	1.11	320,63	7.88	1.86	309,38	9.00
10	1.30	315,00	9.50	0.88	275,63	6.88	1.51	312,19	9.13
11	1.10	306,56	8.75	0.81	196,88	5.50	1.31	300,94	9.25
12	0.99	298,13	8.00	1.19	298,13	6.38	1.75	281,25	8.13
13	1.40	298,13	8.88	2.19	337,50	7.63	1.41	292,50	9.00
14	1.73	300,94	9.75	1.90	275,63	7.63	0.78	334,69	9.25
15	2.69	315,00	11.13	1.74	253,13	7.63	0.81	317,81	11.38
16	1.86	315,00	9.50	1.63	270,00	7.13	1.44	331,88	12.88
17	1.86	315,00	8.88	1.28	312,19	6.63	1.63	309,38	10.13
18	1.64	315,00	8.38	0.76	323,44	5.88	1.49	329,06	8.88
19	1.61	317,81	8.00	0.95	300,94	7.13	1.08	320,63	7.88
20	2.20	315,00	12.63	1.14	292,50	10.50	0.84	315,00	7.00
21	1.65	312,19	10.63	1.39	292,50	9.38	0.88	306,56	10.63
22	1.70	312,19	7.38	1.20	292,50	8.38	1.81	295,31	12.13
23	1.90	329,06	7.13	1.26	284,06	7.75	1.60	292,50	10.75
24	1.66	337,50	7.50	1.40	275,63	7.38	1.51	292,50	13.38
25	1.53	253,13	7.00	1.01	281,25	7.13	2.26	292,50	14.75
26	1.21	180,00	7.63	1.45	292,50	9.50	2.29	292,50	12.63
27	1.09	225,00	7.13	1.73	292,50	9.00	1.46	292,50	11.00
28	0.95	281,25	9.75	1.41	298,13	7.63	1.14	292,50	9.63
29	1.18	213,75	8.38	1.10	286,88	8.00	1.30	300,94	9.63
30	1.44	270,00	8.00	1.54	270,00	11.13	2.16	315,00	11.75
31	1.20	286,88	7.00	1.21	270,00	9.63			
Média Mês	1.62	296,40	8.86	1.44	299,76	7.73	1.51	299,63	10.44

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 34 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2010.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (outubro - 2010)			Média diária (novembro - 2010)			Média diária (dezembro -2010)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1.99	315,00	11.38	4.63	312,19	12.13	1.86	278,44	7.63
2	2.44	315,00	11.00	2.28	315,00	10.25	1.88	306,56	7.25
3	3.85	261,56	8.88	2.98	315,00	15.13	2.06	323,44	8.00
4	3.84	312,19	11.00	2.30	312,19	12.63	1.60	255,94	6.50
5	2.29	315,00	10.38	1.44	292,50	11.00	3.29	208,13	9.38
6	3.53	315,00	14.50	1.21	292,50	10.13	3.80	239,06	11.75
7	3.11	315,00	13.00	1.60	315,00	8.00	3.04	244,69	11.25
8	3.06	270,00	10.75	2.63	317,81	8.50	3.25	261,56	11.25
9	5.14	292,50	14.88	6.89	329,06	14.75	1.95	264,38	9.50
10	4.64	292,50	13.63	5.44	326,25	14.13	1.19	228,75	6.00
11	2.31	292,50	10.50	2.81	315,00	11.50	1.35	215,36	7.75
12	1.39	306,56	8.25	2.03	320,63	11.25	1.56	236,25	10.00
13	1.01	286,88	8.75	2.58	323,44	12.50	1.59	261,56	10.50
14	1.40	270,00	11.38	3.18	298,13	10.13	1.30	272,81	11.00
15	0.98	264,38	11.25	3.94	315,00	12.25	1.45	286,88	11.00
16	0.84	247,50	9.00	2.61	312,19	11.25	1.14	264,38	11.63
17	0.86	233,44	6.75	2.58	267,19	8.75	0.58	261,56	10.50
18	0.84	270,00	6.50	4.09	312,19	13.25	1.28	303,75	9.75
19	0.94	315,00	11.50	3.14	315,00	12.63	2.00	303,75	11.63
20	1.09	323,44	11.13	3.06	315,00	10.25	1.96	298,13	13.25
21	0.95	337,50	10.00	3.41	323,44	10.00	1.88	278,44	11.50
22	0.99	298,13	12.00	2.01	315,00	8.75	2.44	239,06	9.88
23	0.99	292,50	10.63	1.04	289,69	7.38	3.18	295,31	10.75
24	1.15	292,50	10.00	1.03	292,50	10.13	1.68	303,75	10.25
25	1.60	312,19	8.75	2.05	292,50	12.88	2.26	250,31	14.13
26	1.44	300,94	9.63	1.96	286,88	12.25	3.18	270,00	15.50
27	1.45	292,50	11.00	1.25	264,38	9.38	2.71	270,00	13.63
28	1.80	292,50	11.13	1.74	334,69	9.50	3.14	261,56	12.38
29	2.83	281,25	10.50	1.85	317,81	12.63	3.40	264,38	12.88
30	3.66	292,50	10.63	1.65	284,06	9.00	2.81	247,50	10.88
31	6.93	292,50	13.00				2.20	264,38	10.75
Média Mês	2.24	293,50	10.70	2.65	307,41	11.08	2.16	266,45	10.58

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 35 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2010.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (janeiro - 2011)			Média diária (fevereiro - 2011)			Média diária (março - 2011)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	2.85	272,81	15.50	2.16	284,06	13.25	2.00	236,25	9.38
2	2.68	270,00	14.88	2.16	292,50	12.63	2.38	303,75	14.75
3	1.73	270,00	13.13	2.43	298,13	12.63	2.26	300,94	13.13
4	1.73	270,00	11.38	3.05	309,38	13.25	1.63	298,13	11.38
5	2.00	247,50	8.13	3.13	315,00	14.63	1.28	262,50	8.00
6	2.93	250,31	8.25	2.50	303,75	13.50	0.84	217,50	6.88
7	4.51	272,81	12.38	2.45	312,19	13.63	0.58	239,06	8.13
8	4.84	270,00	12.63	2.38	295,31	11.38	1.06	261,56	10.25
9	2.86	289,69	11.38	2.49	253,13	10.13	1.50	315,00	12.25
10	2.33	292,50	11.00	3.48	292,50	14.13	2.45	334,69	14.63
11	2.06	292,50	10.25	3.16	292,50	13.50	2.25	337,50	13.25
12	2.30	292,50	11.38	5.05	292,50	15.00	2.25	320,63	12.50
13	2.93	292,50	15.25	4.45	292,50	14.50	2.40	315,00	12.00
14	3.56	292,50	14.75	5.19	300,94	15.00	2.50	315,00	11.88
15	-	-	-	5.46	315,00	15.00	2.14	326,25	11.00
16	3.60	292,50	14.50	7.88	292,50	15.75	-	-	-
17	3.85	292,50	14.25	7.69	292,50	15.13	-	-	-
18	2.75	292,50	13.00	3.41	292,50	12.50	1.89	315,00	12.25
19	1.81	292,50	11.25	3.40	281,25	13.00	1.80	315,00	11.25
20	1.44	298,13	12.13	4.18	292,50	14.88	1.28	315,00	10.13
21	2.04	309,38	13.50	4.18	292,50	14.00	0.98	315,00	9.50
22	1.61	261,56	9.63	3.16	292,50	12.63	0.90	284,06	10.00
23	1.33	360,00	5.00	2.28	292,50	11.38	1.01	266,79	9.00
24	1.13	360,00	4.63	2.53	286,88	13.75	-	-	-
25	0.83	270,00	7.63	2.33	278,44	12.88	0.63	296,25	10.50
26	0.65	180,00	9.88	2.78	292,50	13.88	1.49	261,56	8.88
27	1.15	272,81	8.75	2.71	272,81	12.13	3.06	270,00	9.75
28	1.84	303,75	11.75	2.56	300,94	12.13	2.25	270,00	11.63
29	1.93	292,50	12.00				2.23	292,50	12.88
30	1.79	258,75	10.75				1.85	292,50	11.63
31	1.89	185,63	9.88				2.05	292,50	11.25
Média Mês	2.30	279,94	11.29	3.52	293,20	13.43	1.75	291,78	11.00

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 36 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2011.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (abril - 2011)			Média diária (maio - 2011)			Média diária (junho - 2011)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período Da onda (s)
1	2.23	292,50	12.00	1.54	315,00	12.88	-	-	-
2	2.19	292,50	11.50	1.66	315,00	11.13	1.10	360,00	9.00
3	2.54	292,50	11.63	1.30	315,00	10.75	1.16	345,94	8.63
4	2.24	292,50	11.00	1.21	306,56	11.13	0.93	343,13	9.00
5	1.91	312,19	12.25	2.18	292,50	11.75	1.21	340,31	7.75
6	1.65	300,94	12.38	2.00	292,50	10.50	2.04	337,50	7.63
7	2.03	292,50	12.63	2.08	284,06	9.25	1.94	337,50	7.13
8	1.79	292,50	12.00	3.05	289,69	10.25	1.49	337,50	7.38
9	1.66	284,06	11.38	3.29	300,94	12.00	1.53	337,50	10.88
10	1.65	281,25	9.00	2.44	315,00	11.00	1.33	337,50	9.13
11	1.85	213,75	9.38	1.99	315,00	10.50	1.03	337,50	8.00
12	1.90	264,38	11.00	1.63	334,69	9.00	0.71	329,06	8.13
13	1.75	303,75	11.75	1.34	337,50	9.50	1.20	295,31	9.00
14	1.68	298,13	12.13	1.94	303,75	8.88	1.43	286,88	8.63
15	1.64	188,44	8.63	1.74	275,63	9.00	1.01	270,00	8.00
16	1.45	289,69	12.00	1.20	261,56	8.25	1.48	289,69	9.63
17	1.60	306,56	11.88	0.66	213,75	8.50	1.91	292,50	10.63
18	1.21	315,00	10.63	0.80	202,50	8.75	1.99	315,00	10.00
19	1.16	295,31	10.75	1.53	270,00	8.88	1.98	315,00	10.00
20	3.05	306,56	11.88	1.76	326,25	11.25	1.33	315,00	9.38
21	2.19	315,00	11.25	1.63	317,81	10.88	1.26	292,50	9.00
22	1.56	315,00	10.75	1.73	315,00	11.63	1.68	292,50	9.88
23	2.69	315,00	9.00	1.88	315,00	11.00	1.65	315,00	8.38
24	2.74	306,56	10.88	1.60	326,25	9.50	1.41	337,50	7.00
25	1.98	303,75	11.00	1.48	317,81	10.13	0.95	329,06	7.13
26	2.14	315,00	11.75	2.06	317,81	10.63	0.98	292,50	10.00
27	1.89	315,00	12.75	2.46	326,25	11.25	1.01	275,63	9.25
28	1.13	315,00	11.38	1.63	337,50	10.25	1.58	326,25	7.13
29	0.89	300,94	10.50	1.04	323,44	9.00	2.36	345,94	8.00
30	0.94	312,19	10.38	1.28	320,63	11.13	1.79	340,31	8.00
31				-	360,00	-			
Média Mês	1.84	294,28	11.18	1.74	304,66	10.28	1.43	319,66	8.68

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 37 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2011.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (julho - 2011)			Média diária (agosto - 2011)			Média diária (setembro - 2011)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1.00	357,19	8.00	1.09	300,94	9.00	1.38	272,81	6.88
2	0.71	331,88	8.00	1.00	292,50	9.00	1.15	292,50	8.38
3	1.36	331,88	6.00	1.00	292,50	8.63	1.31	292,50	12.25
4	1.49	317,81	9.38	1.09	292,50	8.88	1.61	315,00	10.63
5	0.90	315,00	8.75	1.41	292,50	9.00	2.00	315,00	10.38
6	1.26	309,38	8.50	1.41	292,50	8.50	1.95	315,00	10.38
7	2.15	315,00	10.50	1.51	286,88	8.50	1.31	315,00	10.13
8	2.10	315,00	10.38	1.56	298,13	8.25	1.66	323,44	11.00
9	1.75	315,00	8.63	1.85	334,69	8.75	1.43	315,00	11.00
10	1.38	315,00	8.00	1.59	329,06	9.13	1.68	298,13	10.75
11	1.01	315,00	8.00	1.68	326,25	9.38	2.93	295,31	12.13
12	1.34	329,06	6.75	1.94	334,69	8.75	2.15	312,19	10.25
13	1.70	351,56	6.25	1.26	300,94	8.00	2.69	295,31	11.63
14	1.60	323,44	9.00	0.83	292,50	8.00	2.63	295,31	12.38
15	1.79	323,44	9.13	1.15	292,50	8.63	1.93	292,50	11.38
16	1.31	292,50	9.75	1.15	292,50	8.38	1.56	300,94	9.63
17	1.93	309,38	9.00	0.88	298,13	7.75	1.74	317,81	9.50
18	2.16	315,00	9.88	0.71	309,38	7.63	1.98	331,88	8.50
19	2.21	315,00	9.38	1.06	329,06	6.88	2.13	334,69	10.63
20	1.96	315,00	8.75	0.88	337,50	7.00	1.58	315,00	11.38
21	1.85	334,69	7.50	0.99	317,81	9.38	2.23	315,00	13.50
22	2.16	337,50	7.63	1.38	315,00	10.25	2.46	315,00	13.38
23	2.01	337,50	7.38	1.34	315,00	9.63	2.05	315,00	12.00
24	1.85	348,75	6.63	-	-	-	-	-	-
25	1.64	340,31	7.25	-	-	-	1.55	292,50	11.00
26	1.73	331,88	7.75	1.89	334,69	11.25	1.44	292,50	9.75
27	2.04	343,13	7.25	2.23	337,50	10.50	-	-	-
28	-	-	-	1.39	337,50	8.88	1.08	275,63	9.50
29	1.38	298,13	10.50	0.95	334,69	8.00	2.11	270,00	11.63
30	1.39	331,88	8.25	0.83	300,94	7.50	1.70	264,38	10.00
31	1.11	323,44	7.38	1.28	270,00	6.63			
Média Mês	1.61	324,66	8.32	1.29	309,96	8.62	1.83	303,05	10.71

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 38 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2011.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (outubro - 2011)			Média diária (novembro - 2011)			Média diária (dezembro -2011)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1.25	270,00	9.00	3.58	292,50	14.25	2.76	315,00	13.25
2	1.03	272,81	8.13	3.29	272,81	11.25	3.31	315,00	12.00
3	0.80	295,31	9.00	6.48	275,63	14.75	2.90	315,00	12.00
4	0.80	329,06	6.75	5.04	292,50	13.50	2.55	323,44	11.88
5	1.39	323,44	11.50	4.05	300,94	13.00	2.59	320,63	12.38
6	1.75	317,81	11.13	3.01	315,00	11.50	2.56	317,81	11.75
7	2.18	348,75	9.25	1.69	315,00	10.25	2.13	337,50	11.75
8	2.34	337,50	11.13	1.64	261,56	9.00	1.96	337,50	11.50
9	1.61	320,63	10.75	2.59	286,88	12.25	1.90	326,25	12.00
10	0.96	312,19	12.13	3.23	292,50	12.00	2.56	337,50	12.00
11	1.13	292,50	12.00	3.56	292,50	11.63	2.43	337,50	11.00
12	1.15	298,13	11.00	3.04	278,44	10.63	3.03	320,63	15.75
13	1.06	270,00	11.00	3.15	222,19	9.88	-	-	-
14	0.80	284,06	9.38	2.80	239,06	8.88	5.55	315,00	15.00
15	0.60	278,44	8.50	2.74	300,94	9.63	5.69	315,00	15.63
16	1.29	306,56	12.25	1.85	315,00	8.25	4.30	315,00	14.00
17	2.44	315,00	14.75	1.80	298,13	10.50	4.05	315,00	12.00
18	-	-	-	2.11	289,69	11.00	2.95	315,00	11.75
19	2.00	315,00	11.50	3.85	292,50	13.63	1.91	315,00	10.38
20	1.98	340,31	10.88	2.98	292,50	12.25	1.24	295,31	9.50
21	1.44	331,88	10.75	2.13	298,13	10.25	1.00	303,75	10.00
22	0.83	306,56	9.38	4.46	317,81	10.25	1.29	317,81	12.75
23	2.04	239,06	6.88	3.21	315,00	13.38	1.04	315,00	10.75
24	3.48	286,88	9.75	-	-	-	1.44	329,06	9.50
25	4.04	309,38	11.63	1.35	292,50	12.00	1.80	292,50	11.25
26	3.56	267,19	9.63	1.81	300,94	11.25	1.38	295,31	10.63
27	4.39	300,94	10.50	1.68	315,00	10.63	1.33	309,38	12.50
28	2.48	320,63	10.00	1.49	298,13	13.13	1.50	298,13	11.75
29	1.98	303,75	13.63	1.75	292,50	11.00	2.26	323,44	10.88
30	4.01	292,50	15.75	2.48	306,56	11.50	2.25	337,50	11.75
31	2.99	292,50	13.75				1.73	326,25	13.38
Média Mês	1.93	302,63	10.72	2.86	291,82	11.43	2.45	317,91	12.02

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 39 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2011.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (janeiro - 2012)			Média diária (fevereiro - 2012)			Média diária (março - 2012)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1.61	289,69	11.75	1.43	292,50	11.13	1.96	292,50	12.50
2	3.61	306,56	13.00	2.18	334,69	10.38	2.56	292,50	12.00
3	4.56	315,00	15.38	1.55	360,00	9.25	2.84	292,50	12.88
4	3.56	315,00	14.63	1.58	309,38	11.63	3.24	292,50	12.75
5	3.30	315,00	13.25	1.78	292,50	11.25	2.60	303,75	12.00
6	2.26	300,94	12.13	2.05	320,63	9.75	2.24	315,00	12.00
7	1.79	312,19	11.63	2.29	306,56	11.75	1.75	300,94	11.25
8	1.63	298,13	13.50	2.64	312,19	11.38	2.04	306,56	12.50
9	1.50	292,50	12.38	1.89	303,75	11.50	3.38	326,25	15.50
10	1.10	272,81	11.75	1.44	292,50	11.25	2.11	315,00	13.63
11	1.15	289,69	11.50	1.36	292,50	10.25	1.98	292,50	12.88
12	1.06	300,94	10.63	1.08	315,00	9.00	1.19	292,50	11.63
13	1.03	315,00	10.13	1.03	360,00	6.50	0.85	292,50	10.50
14	0.84	298,13	10.00	1.85	354,38	6.88	1.13	298,13	10.63
15	-	-	-	1.69	343,13	9.25	1.65	298,13	12.63
16	3.10	315,00	12.00	1.08	337,50	9.00	1.58	303,75	11.38
17	2.29	306,56	10.88	1.29	309,38	10.75	2.04	295,31	11.50
18	2.03	292,50	11.25	1.06	270,00	12.00	2.95	315,00	11.38
19	2.03	292,50	12.00	1.36	317,81	13.50	2.45	315,00	11.13
20	2.18	292,50	12.00	1.63	337,50	12.25	1.44	315,00	9.63
21	2.08	300,94	11.38	1.18	337,50	10.38	0.71	298,13	9.63
22	1.53	315,00	10.75	0.91	329,06	7.63	0.50	275,63	9.75
23	1.73	315,00	13.25	1.19	292,50	11.00	0.83	216,56	8.50
24	1.64	315,00	11.25	2.00	292,50	13.38	2.05	286,88	13.50
25	1.23	292,50	10.75	2.30	292,50	12.88	-	-	-
26	-	-	-	1.84	295,31	11.50	1.85	292,50	12.00
27	3.58	315,00	13.50	1.24	303,75	10.38	1.94	292,50	12.13
28	2.53	317,81	12.00	1.43	292,50	12.38	1.59	292,50	11.38
29	1.63	337,50	11.25	1.44	292,50	11.13	1.44	292,50	11.00
30	0.76	331,88	10.00				1.08	292,50	10.38
31	0.63	292,50	10.75				0.78	292,50	9.75
Média Mês	2.00	305,30	11.88	1.58	313,45	10.66	1.82	296,25	11.61

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 40 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2012.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (abril - 2012)			Média diária (maio - 2012)			Média diária (junho - 2012)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	0.88	284,06	11.75	1.66	306,56	7.75	0.86	275,63	8.63
2	1.31	270,00	11.13	1.81	208,13	6.63	1.51	292,50	10.75
3	1.53	323,44	8.88	1.90	233,44	7.13	1.48	292,50	10.13
4	2.25	317,81	10.75	2.46	258,75	8.00	1.11	292,50	9.00
5	2.35	323,44	10.38	1.73	270,00	7.50	-	-	-
6	2.06	331,88	10.25	0.95	272,81	7.00	1.58	286,88	10.25
7	1.78	309,38	12.00	1.38	225,00	6.50	2.15	292,50	10.50
8	1.51	270,00	12.88	1.91	239,06	7.50	2.18	292,50	9.88
9	1.24	270,00	11.50	1.80	253,13	8.88	1.64	292,50	8.75
10	1.49	295,31	8.00	1.66	270,00	9.00	1.61	292,50	8.00
11	2.30	323,44	10.63	1.44	270,00	8.75	1.93	292,50	8.00
12	2.74	315,00	10.50	1.20	278,44	8.38	2.41	292,50	9.00
13	2.41	315,00	9.63	1.03	292,50	9.00	1.85	292,50	9.00
14	3.13	315,00	8.75	0.83	326,25	7.63	1.30	292,50	8.25
15	2.71	323,44	8.63	1.33	351,56	9.13	2.04	292,50	9.38
16	1.89	337,50	7.50	1.33	337,50	11.25	1.69	292,50	8.25
17	1.29	315,00	7.25	1.24	337,50	11.13	1.35	303,75	8.25
18	3.14	320,63	12.00	0.89	337,50	10.00	1.36	326,25	6.25
19	4.66	331,88	13.50	1.00	323,44	7.00	1.28	334,69	6.00
20	-	-	-	2.01	315,00	9.00	0.90	281,25	5.88
21	1.85	315,00	9.00	-	-	-	1.46	247,50	6.88
22	1.56	315,00	9.00	1.30	315,00	9.50	1.68	303,75	8.38
23	1.71	315,00	8.50	1.50	292,50	10.63	1.44	315,00	8.50
24	2.90	337,50	11.25	2.16	292,50	10.50	-	-	-
25	3.05	312,19	10.13	1.88	292,50	11.00	1.35	337,50	8.00
26	4.05	315,00	12.00	1.63	289,69	8.63	1.33	284,06	9.50
27	2.99	315,00	11.75	1.59	292,50	8.00	1.05	270,00	9.88
28	2.05	337,50	11.00	1.23	306,56	8.00	1.01	270,00	9.00
29	1.39	337,50	9.38	1.04	292,50	9.88	2.01	292,50	10.38
30	1.41	337,50	9.00	1.21	275,63	8.50	1.94	303,75	9.88
31				1.15	281,25	8.13			
Média Mês	2.19	314,81	10.24	1.47	287,91	8.66	1.55	294,11	8.73

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 41 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2012.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (julho - 2012)			Média diária (agosto - 2012)			Média diária (setembro - 2012)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1.70	331,88	10.00	0.83	292,50	9.25	1.29	340,31	8.13
2	-	-	-	1.65	300,94	9.13	0.81	351,56	6.00
3	1.40	315,00	9.00	1.75	315,00	9.38	0.81	360,00	6.25
4	1.48	298,13	9.50	1.69	337,50	10.50	1.08	360,00	6.13
5	1.71	292,50	9.00	1.33	337,50	9.13	1.13	357,19	7.88
6	-	-	-	1.18	337,50	8.00	1.01	326,25	10.13
7	1.43	315,00	8.00	1.01	337,50	7.50	0.89	315,00	10.13
8	-	-	-	0.75	320,63	6.88	0.66	315,00	9.00
9	1.20	315,00	8.00	0.90	312,19	10.38	0.58	292,50	10.63
10	1.01	329,06	7.13	0.99	306,56	9.88	0.98	292,50	11.13
11	1.29	337,50	5.50	0.80	281,25	8.25	1.43	315,00	10.13
12	1.16	331,88	6.50	1.19	281,25	8.00	1.18	323,44	8.13
13	0.96	298,13	9.00	1.08	292,50	7.38	1.93	345,94	7.88
14	1.66	292,50	8.88	1.55	275,63	7.38	1.51	337,50	9.25
15	1.65	303,75	8.13	2.31	275,63	7.88	1.23	315,00	10.75
16	1.49	329,06	7.25	-	-	-	1.06	306,56	11.38
17	1.09	331,88	7.25	1.50	292,50	9.00	1.10	315,00	10.00
18	1.40	337,50	7.13	1.53	286,88	8.63	1.49	320,63	12.13
19	1.53	337,50	8.00	1.38	284,06	9.00	2.08	315,00	11.88
20	1.26	331,88	7.25	1.45	295,31	9.75	1.69	284,06	11.63
21	1.00	320,63	6.63	1.18	289,69	8.88	1.35	247,50	11.25
22	1.21	317,81	6.75	1.35	261,56	10.00	1.38	241,88	9.13
23	1.26	334,69	7.00	1.14	334,69	7.00	3.18	255,94	8.88
24	1.41	306,56	10.00	0.96	306,56	7.25	2.98	306,56	9.38
25	1.53	312,19	10.88	-	-	-	2.53	315,00	11.63
26	1.25	309,38	9.50	1.35	315,00	8.25	2.88	315,00	10.75
27	0.95	312,19	8.88	0.88	312,19	7.50	2.53	331,88	11.00
28	1.26	329,06	7.75	1.19	292,50	8.75	2.11	337,50	9.63
29	1.31	337,50	6.75	1.56	292,50	9.13	2.23	351,56	8.00
30	1.11	337,50	7.13	2.05	317,81	9.88	1.81	337,50	10.50
31	1.03	323,44	8.75	1.89	329,06	9.25			
Média Mês	1.31	320,32	8.05	1.32	303,94	8.66	1.56	317,63	9.62

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 42 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2012.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (outubro - 2012)			Média diária (novembro - 2012)			Média diária (dezembro -2012)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1.30	334,69	10.88	1,90	292,50	7,75	3,09	320,63	10,88
2	1.96	315,00	12.50	2,80	315,00	10,88	2,30	315,00	10,88
3	2.04	315,00	11.75	2,66	315,00	12,50	2,00	298,13	13,75
4	1.91	315,00	10.88	2,44	315,00	12,25	2,71	303,75	14,00
5	1.33	315,00	9.63	3,18	329,06	12,25	3,05	315,00	13,88
6	-	-	-	2,61	337,50	11,75	2,64	303,75	12,00
7	1.63	270,00	9.25	1,69	337,50	10,63	2,81	284,06	10,75
8	2.11	258,75	11.00	1,04	320,63	9,75	1,80	303,75	10,75
9	1.89	247,50	10.38	1,00	292,50	11,13	1,39	323,44	10,63
10	1.36	247,50	9.38	1,55	300,94	12,38	1,18	253,13	10,38
11	1.16	255,94	8.00	3,79	315,00	13,50	1,94	275,63	12,63
12	1.34	300,94	7.50	-	-	-	2,31	292,50	12,63
13	2.08	315,00	12.38	1,63	326,25	11,25	2,54	292,50	12,63
14	2.14	315,00	12.38	2,66	306,56	14,38	4,05	281,25	11,13
15	2.30	315,00	10.38	3,09	315,00	15,00	5,29	292,50	14,00
16	2.18	306,56	11.50	2,54	298,13	12,75	5,71	292,50	15,75
17	3.25	300,94	11.38	2,16	270,00	9,50	-	-	-
18	3.64	315,00	12.00	3,00	334,69	11,63	2,55	292,50	12,00
19	3.01	315,00	12.00	-	-	-	2,06	286,88	10,38
20	2.08	315,00	10.75	-	-	-	3,43	286,88	12,63
21	2.08	298,13	14.25	3,13	292,50	11,13	3,61	292,50	12,63
22	3.15	295,31	14.13	-	-	-	2,31	292,50	11,25
23	-	-	-	3,30	303,75	12,67	2,36	275,63	11,75
24	2.55	247,50	10.00	3,20	278,44	11,13	2,91	270,00	11,50
25	2.28	247,50	9.38	2,44	312,19	10,13	2,68	289,69	11,38
26	1.76	258,75	8.50	2,43	315,00	11,13	3,33	315,00	12,13
27	1.68	334,69	7.25	3,11	317,81	11,13	1,91	315,00	10,25
28	1.55	357,19	7.50	2,94	337,50	10,00	2,55	292,50	12,63
29	-	-	-	2,11	337,50	8,88	3,21	286,88	12,00
30	1.20	281,25	6.17	3,29	334,69	9,25	4,16	292,50	12,50
31	1.05	337,50	10.00				-	-	-
Média Mês	2.00	297,52	10.39	2,53	313,49	11,33	2,82	294,34	12,06

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 43 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2012.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28

Dia	Média diária (janeiro - 2013)			Média diária (fevereiro - 2013)			Média diária (março - 2013)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	3,15	315,00	12,50	3,15	292,50	12,00	1,36	275,63	14,00
2	2,86	295,31	12,00	2,98	292,50	11,50	1,13	272,81	13,00
3	1,99	300,94	11,50	2,30	312,19	10,25	1,09	230,63	9,13
4	2,45	275,63	15,13	1,53	315,00	9,38	1,80	180,00	5,38
5	1,91	270,00	14,00	2,50	315,00	14,25	2,43	227,81	11,38
6	2,31	278,44	13,00	4,39	334,69	15,88	3,16	270,00	13,50
7	2,20	292,50	12,88	3,53	320,63	13,25	3,46	264,38	11,13
8	1,98	292,50	11,38	2,24	329,06	10,75	3,36	270,00	10,38
9	2,55	292,50	12,88	1,85	315,00	11,50	4,63	270,00	12,38
10	2,39	292,50	12,38	2,21	292,50	10,50	5,24	270,00	12,38
11	3,15	292,50	13,50	5,11	300,94	12,38	3,84	275,63	10,38
12	3,21	300,94	12,88	3,78	312,19	12,13	3,11	300,94	10,00
13	3,94	315,00	12,00	2,68	315,00	11,38	2,45	331,88	9,38
14	2,68	315,00	10,75	2,20	300,94	13,13	1,53	337,50	10,38
15	1,85	286,88	13,00	1,99	292,50	12,50	0,99	337,50	9,00
16	2,10	278,44	8,38	1,36	292,50	11,13	1,01	292,50	8,13
17	1,98	275,63	7,38	1,80	258,75	9,38	2,10	331,88	11,38
18	2,36	264,38	7,25	3,03	286,88	12,00	-	-	-
19	5,95	286,88	10,75	3,29	286,88	12,50	2,37	337,50	11,00
20	3,89	306,56	10,75	2,86	292,50	12,63	1,80	329,06	11,25
21	3,99	312,19	11,00	2,06	275,63	10,63	2,34	236,25	8,75
22	6,34	315,00	15,00	4,66	272,81	16,13	4,23	264,38	12,00
23	5,96	315,00	14,50	4,73	270,00	14,50	4,25	278,44	12,88
24	3,38	315,00	12,75	2,83	278,44	12,50	4,10	292,50	11,88
25	2,93	309,38	11,75	-	-	-	3,09	289,69	10,13
26	2,98	292,50	12,13	-	-	-	2,59	286,88	9,00
27	2,73	292,50	12,25	2,26	315,00	11,25	2,46	270,00	9,13
28	4,71	309,38	15,00	1,50	343,13	8,50	2,21	267,19	10,13
29	3,61	292,50	14,00				3,34	270,00	10,13
30	3,39	292,50	13,25				4,34	281,25	15,00
31	-	-	-				3,73	292,50	14,13
Média Mês	3,16	295,78	12,20	2,80	300,50	12,00	2,78	281,16	10,89

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 44 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2013.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28)

Dia	Média diária (abril - 2013)			Média diária (maio - 2013)			Média diária (junho - 2013)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	3,41	292,50	12,50	2,40	337,50	11,25	1,94	345,94	7,50
2	3,89	292,50	12,38	1,83	360,00	8,63	1,71	345,94	7,63
3	-	-	-	1,15	360,00	7,75	1,28	354,38	7,50
4	3,20	270,00	12,50	0,56	334,69	7,63	0,71	320,63	8,50
5	2,74	337,50	9,88	0,44	303,75	10,13	1,34	303,75	12,88
6	1,65	329,06	9,00	0,83	292,50	9,25	1,84	315,00	12,00
7	1,39	300,94	10,13	1,94	317,81	12,50	1,53	312,19	9,88
8	2,04	298,13	10,25	2,25	303,75	10,75	1,60	303,75	8,38
9	2,66	295,31	9,50	1,81	306,56	9,75	1,28	315,00	7,63
10	3,56	292,50	13,63	2,25	331,88	10,88	0,89	295,31	7,63
11	3,49	292,50	13,00	2,13	337,50	10,13	1,35	278,44	7,13
12	3,05	292,50	11,25	2,18	334,69	9,13	1,53	292,50	9,50
13	2,09	292,50	10,00	2,14	331,88	8,88	1,85	292,50	9,38
14	2,58	284,06	11,25	2,65	337,50	10,00	1,83	292,50	9,00
15	4,18	292,50	14,00	-	-	-	1,56	292,50	9,88
16	2,84	292,50	12,38	2,65	337,50	10,50	1,53	292,50	9,00
17	2,10	292,50	10,50	3,23	329,06	9,75	2,04	298,13	9,13
18	2,68	292,50	11,13	3,38	337,50	10,88	3,49	315,00	9,88
19	2,79	306,56	10,38	2,08	337,50	9,50	2,05	315,00	8,38
20	1,73	315,00	9,50	1,41	334,69	7,88	1,66	329,06	7,88
21	1,39	323,44	10,13	1,31	337,50	7,50	1,50	295,31	9,88
22	2,85	354,38	9,50	1,48	337,50	8,63	1,71	303,75	9,38
23	2,34	315,00	13,00	2,29	354,38	7,88	2,68	317,81	11,00
24	1,76	323,44	12,38	2,45	354,38	8,00	2,54	320,63	10,50
25	2,10	329,06	13,63	2,14	360,00	7,50	2,08	334,69	8,75
26	2,56	323,44	11,63	1,65	337,50	6,50	1,75	357,19	8,00
27	3,20	337,50	8,75	0,99	334,69	5,50	1,81	360,00	8,63
28	2,78	337,50	9,00	1,96	329,06	7,63	1,56	360,00	8,00
29	2,50	357,19	8,38	3,68	337,50	13,00	1,41	360,00	7,13
30	2,78	337,50	11,00	2,80	337,50	11,75	0,98	360,00	8,25
31				2,26	337,50	8,50			
Média Mês	2,63	310,34	11,05	2,01	334,13	9,25	1,70	319,31	8,94

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 45 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2013.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (julho - 2013)			Média diária (agosto - 2013)			Média diária (setembro - 2013)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1,60	348,75	7,38	1,24	303,75	9,00	1,45	331,88	9,25
2	1,73	326,25	9,13	1,54	292,50	8,25	1,46	337,50	11,88
3	1,41	326,25	8,50	1,75	292,50	8,75	0,96	334,69	10,38
4	1,88	315,00	9,63	1,45	303,75	8,63	0,98	292,50	12,50
5	1,65	317,81	9,50	1,50	317,81	9,13	1,33	300,94	10,63
6	1,43	315,00	10,00	1,50	315,00	8,75	1,90	317,81	9,25
7	0,98	300,94	9,13	1,26	315,00	8,00	2,44	343,13	7,63
8	0,86	309,38	10,13	2,18	334,69	7,25	1,90	345,94	7,75
9	0,81	315,00	9,25	2,14	360,00	7,25	1,25	329,06	8,00
10	0,70	329,06	8,25	1,99	340,31	8,88	1,63	354,38	6,13
11	0,76	351,56	7,00	1,91	334,69	9,13	2,38	351,56	8,75
12	0,76	348,75	7,00	1,86	334,69	8,75	1,53	360,00	8,25
13	0,55	337,50	6,88	2,56	357,19	8,75	1,03	350,36	8,13
14	0,53	343,13	6,00	2,18	360,00	8,13	1,78	345,94	8,63
15	0,45	357,19	6,00	1,68	360,00	7,75	2,10	317,81	11,88
16	0,28	345,00	5,38	1,46	354,38	6,75	2,03	329,06	9,13
17	0,35	348,75	8,00	1,28	298,13	8,38	3,28	340,31	12,00
18	0,46	360,00	7,00	1,39	312,19	10,25	2,96	343,13	12,25
19	0,35	357,19	6,50	2,08	315,00	10,00	2,51	343,13	11,88
20	0,35	312,19	9,75	1,80	320,63	9,00	2,25	329,06	9,25
21	0,71	306,56	10,13	1,23	315,00	9,00	1,58	315,00	9,00
22	0,93	292,50	8,38	1,01	315,00	10,13	1,46	315,00	13,13
23	0,99	292,50	9,50	1,18	312,19	9,50	1,33	300,94	12,13
24	1,09	292,50	9,38	3,08	360,00	7,63	1,93	289,69	10,75
25	0,98	292,50	8,38	3,29	360,00	8,50	2,29	300,94	12,00
26	1,46	295,31	10,00	3,24	348,75	8,88	2,75	278,44	10,63
27	1,81	315,00	10,00	2,56	340,31	9,00	3,31	247,50	10,00
28	2,03	315,00	9,25	2,33	360,00	8,00	3,19	264,38	9,50
29	1,40	315,00	8,38	1,88	360,00	7,88	1,99	264,38	7,88
30	1,21	298,13	8,00	1,45	323,44	9,63	1,84	247,50	7,00
31	1,31	315,00	10,00	1,54	337,50	8,75			
Média Mês	1,03	322,41	8,44	1,85	330,79	8,63	1,96	317,40	9,85

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 46 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2013.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (outubro - 2013)			Média diária (novembro - 2013)			Média diária (dezembro -2013)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	3,11	281,25	11,8	3,90	315,00	17,00	1,81	360,00	7,75
2	3,10	292,50	12,6	3,55	315,00	14,88	1,20	320,63	12,00
3	2,65	292,50	10,8	3,31	331,88	13,63	1,00	292,50	13,75
4	1,66	292,50	9,1	3,49	323,44	12,00	1,03	303,75	11,88
5	1,16	303,75	8,0	3,39	315,00	12,88	1,28	317,81	10,38
6	1,10	309,38	8,4	2,83	315,00	13,63	1,96	337,50	14,38
7	1,58	292,50	11,5	3,39	315,00	15,38	1,81	326,25	12,00
8	1,76	292,50	12,3	3,45	315,00	14,50	1,21	326,25	10,75
9	1,55	292,50	11,4	3,44	315,00	13,88	1,08	292,50	12,50
10	1,25	337,50	8,75	3,24	315,00	12,50	1,69	210,94	7,25
11	1,48	340,31	8,63	2,74	315,00	12,13	3,44	194,06	9,50
12	1,54	340,31	8,75	2,71	354,38	7,50	3,96	227,81	11,25
13	1,49	295,31	10,63	2,99	356,79	8,63	2,86	284,06	11,63
14	1,48	292,50	10,50	3,01	354,38	9,63	3,96	298,13	15,38
15	2,13	292,50	10,13	3,45	345,94	10,75	3,43	295,31	14,75
16	2,36	292,50	10,63	3,26	348,75	9,50	3,60	309,38	14,88
17	2,41	292,50	11,75	2,36	357,19	8,75	3,86	303,75	14,50
18	2,65	292,50	12,25	2,05	320,63	10,38	3,49	315,00	14,00
19	2,60	292,50	10,50	-	-	-	5,64	315,00	14,75
20	2,99	303,75	11,75	2,33	337,50	12,25	5,51	315,00	14,50
21	3,05	286,88	10,25	1,78	331,88	11,50	4,54	315,00	16,75
22	4,20	278,44	11,38	2,45	317,81	10,38	5,26	306,56	17,00
23	3,89	292,50	13,00	1,85	298,13	12,38	4,20	315,00	14,00
24	2,81	253,13	9,25	2,09	292,50	10,75	6,38	315,00	14,13
25	3,44	270,00	11,88	2,01	326,25	10,63	7,79	315,00	15,38
26	2,70	292,50	11,88	1,83	329,06	10,00	6,06	315,00	15,75
27	3,33	315,00	15,25	1,59	351,56	9,38	4,30	317,81	14,00
28	5,09	315,00	16,25	1,38	317,81	12,50	5,46	300,94	13,88
29	3,99	315,00	13,00	1,19	292,50	13,00	4,51	315,00	13,75
30	2,61	315,00	11,63	1,48	320,63	10,25	3,75	303,75	12,88
31	-	-	-	-	-	-	4,55	303,75	14,25
Média Mês	2,50	298,50	11,13	2,64	325,65	11,74	3,57	302,21	13,21

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 47 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2013.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (janeiro - 2014)			Média diária (fevereiro - 2014)			Média diária (março - 2014)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	5,48	312,19	15,75	5,46	315,00	13,50	4,30	315,00	13,88
2	4,95	312,19	14,13	6,70	334,69	17,88	4,20	315,00	12,00
3	4,89	300,94	14,63	5,58	312,19	13,25	6,95	315,00	15,75
4	7,70	292,50	15,75	5,35	312,19	14,13	5,61	315,00	15,63
5	5,64	292,50	15,50	7,20	315,00	15,75	3,50	315,00	12,75
6	7,68	292,50	18,75	6,16	303,75	14,00	2,21	306,56	11,00
7	6,45	292,50	17,50	5,34	292,50	12,88	2,00	300,94	12,00
8	4,18	292,50	14,13	6,70	303,75	15,00	2,25	315,00	13,50
9	2,69	298,13	12,38	6,98	312,19	15,38	2,69	315,00	15,13
10	1,98	315,00	11,00	7,11	315,00	13,50	2,73	315,00	13,88
11	2,36	306,56	13,88	4,68	303,75	12,13	2,01	315,00	12,13
12	2,68	292,50	13,00	3,61	292,50	12,00	1,58	298,13	12,88
13	4,15	298,13	13,88	3,94	312,19	13,63	1,33	270,00	12,25
14	5,00	315,00	14,00	4,86	303,75	13,00	1,18	270,00	11,63
15	3,74	315,00	13,25	6,16	295,31	15,00	0,94	275,63	10,63
16	5,23	300,94	14,13	5,11	315,00	14,75	1,01	298,13	9,50
17	5,76	315,00	14,38	3,76	312,19	13,00	0,84	309,38	9,75
18	5,49	315,00	14,75	4,79	292,50	15,25	1,69	317,81	11,25
19	4,28	315,00	12,13	2,83	292,50	13,25	2,29	300,94	13,25
20	3,16	323,44	11,63	2,94	292,50	15,38	1,61	295,31	11,88
21	2,48	315,00	11,25	4,46	292,50	14,00	2,30	315,00	12,75
22	3,56	315,00	14,00	4,44	309,38	14,38	3,11	309,38	12,50
23	3,38	315,00	12,25	3,68	306,56	14,00	3,94	323,44	14,38
24	2,43	315,00	11,00	4,60	292,50	15,13	2,85	337,50	12,88
25	2,61	315,00	13,13	5,10	306,56	14,75	4,10	315,00	13,00
26	3,85	315,00	16,88	4,81	315,00	14,13	4,03	323,44	11,63
27	5,14	317,81	15,50	3,08	315,00	12,38	2,43	309,38	10,75
28	6,65	337,50	17,13	4,18	315,00	15,50	3,43	303,75	13,00
29	6,80	323,44	14,88				2,91	315,00	12,50
30	4,30	315,00	12,88				2,90	292,50	18,38
31	2,73	315,00	11,13				4,05	292,50	14,88
Média Mês	4,43	309,56	14,02	4,99	306,46	14,17	2,80	306,93	12,81

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 48 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2014.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (abril - 2014)			Média diária (maio - 2014)			Média diária (junho - 2014)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	4,05	261,56	12,00	1,64	292,50	10,50	1,95	357,19	6,88
2	3,11	286,88	12,00	2,01	360,00	6,75	1,93	329,06	9,38
3	2,81	292,50	11,00	1,70	340,31	8,25	1,55	292,50	10,50
4	2,83	300,94	10,50	1,16	289,69	10,13	1,53	303,75	8,75
5	2,33	281,25	9,25	1,13	292,50	10,50	1,63	300,94	8,38
6	2,40	289,69	11,63	1,80	292,50	11,63	2,56	278,44	8,75
7	2,64	292,50	12,13	1,91	292,50	11,00	3,53	292,50	12,38
8	2,35	300,94	12,25	1,99	292,50	10,50	2,59	298,13	11,25
9	2,44	315,00	13,63	1,80	292,50	10,00	2,06	312,19	10,25
10	1,48	315,00	12,00	1,71	292,50	11,25	1,73	315,00	9,63
11	1,44	320,63	10,38	2,28	295,31	11,50	1,15	303,75	8,25
12	2,06	354,38	8,88	2,23	312,19	9,25	1,24	292,50	9,00
13	1,66	309,38	12,13	2,71	360,00	7,63	1,51	292,50	10,38
14	1,54	300,94	12,88	1,78	343,13	8,75	1,75	337,50	8,00
15	1,35	315,00	11,38	1,29	295,31	11,75	1,76	354,38	8,50
16	0,95	315,00	10,13	1,31	309,38	12,00	1,61	303,75	10,75
17	0,84	312,19	9,88	1,39	329,06	10,63	1,09	315,00	9,38
18	1,20	312,19	11,00	1,15	334,69	8,63	0,84	326,25	8,25
19	1,18	329,06	11,13	1,43	343,13	10,00	0,80	289,69	7,50
20	1,10	315,00	11,88	2,51	317,81	11,88	1,11	258,75	7,38
21	1,90	315,00	13,13	2,66	315,00	10,75	1,75	225,00	7,00
22	1,90	312,19	11,38	2,90	329,06	10,00	1,15	247,50	7,13
23	2,69	284,06	14,13	2,69	340,31	10,38	0,74	298,13	8,00
24	3,25	298,13	13,50	2,10	360,00	10,63	1,10	331,88	5,88
25	2,79	315,00	12,00	1,66	360,00	9,50	1,28	343,13	6,63
26	3,26	300,94	11,88	1,26	360,00	8,13	0,94	292,50	8,88
27	2,58	315,00	10,75	0,99	340,31	7,00	1,15	300,94	8,63
28	1,93	315,00	9,75	1,35	295,31	9,75	1,74	315,00	8,75
29	2,10	295,31	14,13	1,58	292,50	8,63	1,44	315,00	8,00
30	1,79	292,50	12,25	1,91	312,19	7,88	1,15	309,38	7,75
31				2,29	360,00	6,88			
Média Mês	2,13	305,44	11,63	1,82	320,72	9,74	1,54	304,41	8,67

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 49 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2014.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (julho - 2014)			Média diária (agosto - 2014)			Média diária (setembro - 2014)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	2,05	306,56	9,88	1,35	315,00	9,63	1,81	292,50	15,38
2	2,53	315,00	9,38	1,33	317,81	8,38	2,10	303,75	12,88
3	2,09	337,50	7,50	1,46	315,00	8,00	1,61	315,00	11,88
4	1,70	337,50	8,13	1,21	315,00	8,25	1,01	315,00	10,50
5	1,69	320,63	10,88	1,20	315,00	8,50	0,83	309,38	9,63
6	2,15	315,00	10,25	1,14	303,75	8,00	1,34	255,94	7,38
7	1,96	331,88	10,13	1,28	292,50	8,00	1,14	298,13	8,63
8	2,11	340,31	10,50	1,20	295,31	8,38	0,91	264,38	6,25
9	3,20	360,00	8,75	1,35	315,00	10,00	0,83	261,56	6,38
10	2,60	360,00	8,88	1,54	315,00	9,38	1,70	236,25	8,00
11	2,21	360,00	8,00	2,00	312,19	9,25	1,73	247,50	7,63
12	2,34	360,00	7,63	1,68	298,13	9,75	2,78	270,00	11,88
13	1,99	343,13	7,75	2,14	315,00	9,50	2,30	270,00	10,63
14	1,55	317,81	8,75	2,19	320,63	9,50	1,78	278,44	9,00
15	1,51	320,63	7,88	1,73	329,06	8,75	2,03	272,81	9,00
16	1,51	320,63	9,25	2,35	360,00	7,88	3,06	227,81	8,88
17	1,08	315,00	8,25	1,65	351,56	8,00	3,29	292,50	11,63
18	0,96	292,50	7,38	1,55	360,00	7,13	3,23	298,13	11,38
19	1,68	267,19	6,88	1,85	360,00	9,13	2,66	315,00	10,13
20	1,76	292,50	8,88	1,36	351,56	10,63	2,33	286,88	15,00
21	1,21	292,50	8,50	1,16	317,81	7,63	1,71	270,00	14,88
22	1,28	292,50	9,63	1,11	337,50	6,00	1,25	286,88	11,38
23	1,81	306,56	11,75	1,20	315,00	6,00	1,48	351,56	9,25
24	1,81	315,00	10,75	1,08	340,31	7,88	2,28	315,00	13,25
25	1,85	323,44	8,25	0,78	312,19	8,63	1,81	315,00	11,13
26	1,48	351,56	6,75	1,71	292,50	9,63	1,44	315,00	10,75
27	1,41	298,13	10,50	1,84	292,50	9,63	1,41	300,94	12,25
28	1,74	340,31	7,63	1,96	292,50	10,50	1,45	300,94	11,75
29	2,69	360,00	8,13	1,78	300,94	11,00	1,41	315,00	11,00
30	1,85	360,00	7,88	1,96	315,00	11,25	1,39	315,00	9,88
31	1,51	331,88	11,88	1,54	315,00	9,50			
Média Mês	1,85	325,34	8,92	1,54	318,99	8,83	1,80	289,88	10,58

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 50 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2014.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (outubro - 2014)			Média diária (novembro - 2014)			Média diária (dezembro -2014)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1,71	320,63	10,38	2,50	292,50	13,50	3,13	360,00	8,50
2	2,36	317,81	14,50	2,86	306,56	12,00	2,94	351,56	8,63
3	2,88	315,00	15,13	3,54	315,00	11,38	4,14	337,50	10,88
4	2,09	315,00	12,75	5,08	329,06	12,63	2,81	329,06	12,25
5	2,71	315,00	13,63	3,90	337,50	12,75	2,21	315,00	13,13
6	2,55	326,25	13,50	2,40	331,88	12,00	3,75	315,00	14,13
7	2,71	337,50	12,38	3,38	312,19	11,00	2,96	331,88	12,63
8	3,26	334,69	13,25	4,38	315,00	13,00	2,89	323,44	15,38
9	3,26	337,50	13,38	4,49	315,00	12,88	3,18	315,00	14,25
10	2,06	337,50	11,00	3,05	317,81	11,63	2,30	326,25	12,50
11	1,84	298,13	8,50	4,38	309,38	11,63	5,39	337,50	19,13
12	2,66	306,56	9,25	4,89	292,50	14,50	4,39	337,50	16,38
13	2,35	303,75	7,75	3,95	292,50	12,50	4,30	331,88	13,38
14	2,56	292,50	9,25	5,18	300,94	14,38	4,73	337,50	12,38
15	3,48	292,50	14,00	5,23	300,94	14,63	2,80	337,50	12,00
16	5,30	292,50	15,88	3,95	315,00	13,13	3,63	337,50	15,25
17	4,25	292,50	14,00	2,76	331,88	12,00	2,98	337,50	12,25
18	3,73	292,50	13,00	2,41	270,00	9,00	2,20	331,88	11,38
19	3,14	298,13	13,63	3,08	303,75	13,75	2,31	329,06	15,00
20	2,56	315,00	13,13	3,83	315,00	14,75	3,44	337,50	16,00
21	1,85	306,56	11,13	2,43	315,00	12,25	2,63	337,50	13,88
22	2,16	292,50	16,38	1,69	315,00	10,13	1,50	337,50	11,75
23	2,14	320,63	13,00	3,98	326,25	11,63	1,75	337,50	16,50
24	1,48	315,00	13,25	2,98	334,69	9,75	2,01	315,00	14,13
25	1,81	315,00	13,50	2,13	312,19	14,13	1,56	323,44	12,00
26	2,20	315,00	13,38	2,68	306,56	14,38	1,56	337,50	11,25
27	2,25	331,88	14,25	3,04	292,50	12,75	1,20	334,69	10,38
28	1,96	317,81	13,75	4,51	292,50	13,25	1,71	331,88	7,38
29	1,91	315,00	12,38	4,86	292,50	15,25	1,73	340,31	8,75
30	1,66	312,19	11,50	3,76	331,88	11,50	1,29	275,63	10,38
31	1,66	286,88	10,50				1,06	247,50	10,38
Média Mês	2,53	311,92	12,62	3,57	310,78	12,60	2,72	328,34	12,65

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 51 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2014.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (janeiro - 2015)			Média diária (fevereiro - 2015)			Média diária (março - 2015)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1,21	272,81	10,13	3,50	315,00	12,00	2,89	315,00	13,88
2	1,81	303,75	12,75	3,11	315,00	10,63	3,04	292,50	13,50
3	2,34	306,56	13,00	3,33	315,00	10,38	2,73	292,50	12,88
4	2,10	315,00	12,88	3,16	326,25	10,88	3,09	315,00	14,38
5	1,61	303,75	10,63	2,06	309,38	12,75	2,14	315,00	13,63
6	2,20	303,75	14,50	1,88	292,50	12,38	1,83	292,50	15,63
7	3,04	315,00	14,50	1,75	331,88	10,88	1,95	292,50	13,38
8	2,61	298,13	14,50	1,31	295,31	12,75	2,44	292,50	13,75
9	3,30	292,50	15,00	1,30	343,13	9,50	2,49	298,13	13,38
10	2,65	292,50	13,75	0,89	275,63	12,88	2,60	315,00	13,88
11	2,66	298,13	13,75	0,81	272,81	12,50	1,94	306,56	11,88
12	3,05	315,00	15,13	0,60	289,69	10,88	1,34	292,50	10,75
13	2,65	309,38	14,63	1,08	289,69	8,75	2,85	292,50	12,88
14	3,66	303,75	14,63	3,10	315,00	14,13	2,76	303,75	12,63
15	4,50	306,56	15,00	3,46	303,75	13,63	2,53	292,50	14,63
16	5,08	292,50	14,38	3,10	289,69	14,63	2,03	292,50	13,13
17	3,61	315,00	13,63	3,34	292,50	14,63	1,85	292,50	11,88
18	1,90	208,13	6,50	2,31	312,19	13,75	2,29	298,13	11,00
19	1,56	180,00	5,00	2,19	300,94	15,88	1,78	309,38	11,13
20	2,48	239,06	8,75	3,31	292,50	16,00	2,26	298,13	13,13
21	4,49	312,19	16,13	3,21	292,50	13,63	2,15	334,69	11,63
22	4,19	315,00	14,50	2,50	306,56	12,00	2,10	298,13	14,88
23	2,48	315,00	12,25	2,85	298,13	12,38	2,48	312,19	11,75
24	1,59	315,00	10,63	5,31	315,00	16,63	3,69	343,13	9,50
25	1,74	315,00	14,75	3,68	315,00	14,25	2,56	337,50	8,88
26	1,95	312,19	13,13	2,55	312,19	12,63	1,70	315,00	10,00
27	1,73	292,50	12,63	2,75	292,50	13,38	1,89	298,13	11,38
28	1,80	292,50	11,50	2,94	315,00	15,38	1,88	292,50	11,50
29	2,28	300,94	14,13				1,89	292,50	11,25
30	4,69	315,00	14,75				1,96	306,56	11,75
31	5,09	315,00	12,63				2,74	298,13	13,00
Média Mês	2,78	295,86	12,90	2,55	304,45	12,86	2,32	304,11	12,48

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 52 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2015.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (abril - 2015)			Média diária (maio - 2015)			Média diária (junho - 2015)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	2,80	292,50	13,13	2,01	292,50	9,25	1,51	309,38	9,63
2	1,92	292,50	12,50	1,95	278,44	9,75	2,15	315,00	14,00
3	1,45	315,00	11,13	2,48	270,00	10,75	2,31	315,00	12,13
4	1,67	337,50	9,17	3,14	250,31	10,63	2,08	295,31	11,88
5	1,14	320,63	9,50	2,66	275,63	9,63	1,61	309,38	9,75
6	1,09	292,50	12,00	2,39	312,19	11,88	1,85	337,50	7,75
7	1,21	292,50	11,00	1,98	317,81	11,63	1,48	337,50	9,63
8	1,25	284,06	12,38	2,20	264,38	10,63	1,21	329,06	10,38
9	1,61	292,50	14,00	1,51	270,00	11,13	1,25	334,69	10,00
10	1,38	292,50	12,25	1,08	281,25	10,00	1,48	357,19	9,00
11	1,43	292,50	11,50	2,05	292,50	12,50	1,24	348,75	7,25
12	1,50	292,50	10,63	1,57	292,50	10,83	0,94	337,50	7,00
13	1,68	295,31	11,63	1,31	289,69	10,00	1,33	323,44	7,88
14	1,29	312,19	11,25	1,61	278,44	8,88	1,31	309,38	7,25
15	1,41	292,50	12,88	2,59	315,00	10,25	1,14	326,25	6,63
16	1,45	303,75	11,75	2,29	306,56	11,25	1,21	337,50	6,00
17	1,70	306,56	11,13	1,86	300,94	10,88	1,30	323,44	9,50
18	2,29	292,50	10,13	2,34	329,06	8,75	1,56	292,50	12,00
19	2,04	292,50	15,88	3,15	337,50	8,50	1,41	298,13	10,13
20	2,44	292,50	14,63	2,78	337,50	11,63	1,30	315,00	9,13
21	1,63	292,50	11,88	2,20	337,50	9,63	1,11	303,75	11,75
22	1,24	292,50	11,00	1,91	337,50	8,00	1,23	303,75	11,75
23	1,55	272,81	15,00	2,01	337,50	7,75	0,95	312,19	10,13
24	1,74	270,00	12,50	1,75	337,50	7,88	0,81	292,50	9,50
25	2,16	270,00	10,75	1,51	337,50	7,88	1,20	292,50	12,25
26	2,25	270,00	10,38	1,84	337,50	9,63	1,18	292,50	10,75
27	1,71	281,25	8,88	1,71	337,50	9,00	1,53	292,50	10,63
28	1,16	315,00	7,75	1,63	337,50	8,50	1,51	292,50	10,75
29	0,95	331,88	10,63	2,23	337,50	7,38	1,38	292,50	10,00
30	1,19	320,63	9,25	1,44	326,25	7,38	1,29	292,50	11,25
31				1,14	315,00	9,00			
Média Mês	1,61	298,50	11,55	2,01	308,74	9,70	1,39	313,97	9,85

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 53 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2015.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (julho - 2015)			Média diária (agosto - 2015)			Média diária (setembro - 2015)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1,88	292,50	12,13	1,53	337,50	7,50	1,56	337,50	7,25
2	1,43	292,50	10,13	0,85	315,00	8,75	1,61	337,50	7,38
3	1,20	292,50	9,25	1,43	292,50	10,13	1,85	345,94	7,38
4	1,61	272,81	9,25	2,20	303,75	12,00	1,73	357,19	6,63
5	1,53	292,50	8,50	1,73	315,00	12,00	1,19	354,38	7,00
6	1,44	292,50	9,00	1,51	312,19	9,50	0,93	345,94	7,25
7	1,45	292,50	9,25	1,81	312,19	8,50	0,71	348,75	6,75
8	2,11	309,38	10,13	2,49	337,50	8,00	0,53	326,25	7,13
9	1,66	326,25	8,75	1,68	337,50	8,00	1,05	295,31	15,75
10	1,53	292,50	12,75	1,41	317,81	9,00	2,05	298,13	12,88
11	1,41	292,50	10,75	1,38	295,31	10,00	1,43	300,94	11,13
12	1,83	306,56	8,88	1,21	303,75	9,13	1,65	309,38	10,13
13	1,85	306,56	9,38	1,61	329,06	8,00	2,01	300,94	9,63
14	1,60	337,50	7,75	1,35	312,19	10,25	2,39	306,56	10,88
15	1,58	320,63	8,13	1,78	312,19	14,50	2,95	295,31	9,75
16	1,03	292,50	9,00	1,69	315,00	12,50	3,91	284,06	10,75
17	0,86	292,50	8,00	1,46	315,00	10,25	2,78	292,50	11,00
18	0,90	309,38	8,00	1,76	326,25	7,13	1,80	309,38	10,00
19	0,84	312,19	8,00	1,65	337,50	7,63	1,46	334,69	9,25
20	1,13	292,50	8,50	1,39	320,63	8,13	1,06	323,44	10,88
21	1,30	292,50	9,75	1,19	292,50	8,38	1,58	298,13	13,25
22	1,60	292,50	10,25	1,26	306,56	9,75	1,86	315,00	12,88
23	1,28	292,50	9,00	2,10	309,38	11,75	1,96	315,00	11,50
24	1,34	292,50	9,00	2,78	303,75	10,88	1,56	315,00	10,63
25	1,91	329,06	8,63	1,46	309,38	9,25	1,83	315,00	14,00
26	1,19	326,25	8,00	1,51	292,50	9,50	1,55	315,00	12,00
27	1,43	292,50	8,88	1,90	303,75	10,50	0,91	309,38	10,38
28	1,78	292,50	10,38	1,68	292,50	9,00	0,78	292,50	8,88
29	1,60	303,75	9,50	1,28	298,13	9,00	0,63	292,50	9,13
30	1,39	300,94	9,00	1,08	292,50	9,00	0,98	292,50	11,38
31	1,69	331,88	8,63	1,05	315,00	8,75			
Média Mês	1,46	302,12	9,24	1,59	311,73	9,57	1,61	315,47	10,09

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 54 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2015.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (outubro - 2015)			Média diária (novembro - 2015)			Média diária (dezembro -2015)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	0,89	292,50	9,50	3,28	292,50	14,50	2,21	312,19	13,13
2	0,63	295,31	8,25	1,90	312,19	12,63	1,66	292,50	12,38
3	0,61	267,19	7,13	2,04	292,50	12,75	2,01	281,25	12,38
4	2,68	233,44	8,13	2,34	292,50	12,38	2,24	298,13	11,38
5	3,50	236,25	9,63	1,86	281,25	10,13	2,16	312,19	13,25
6	3,68	272,81	11,88	2,03	270,00	10,25	2,95	292,50	15,13
7	2,68	306,56	11,63	1,98	278,44	11,38	3,06	292,50	14,13
8	2,16	315,00	13,00	1,55	270,00	9,75	3,23	292,50	12,63
9	1,78	315,00	13,00	1,43	281,25	9,75	2,81	292,50	12,75
10	2,91	270,00	16,00	1,74	295,31	11,50	2,01	306,56	12,50
11	2,39	292,50	11,75	2,28	292,50	13,00	1,84	295,31	12,13
12	1,95	320,63	9,63	2,59	292,50	14,00	2,04	315,00	14,25
13	1,45	340,31	8,88	2,66	292,50	13,50	2,28	261,56	10,88
14	1,30	298,13	16,00	2,04	295,31	11,75	3,15	258,75	10,25
15	1,25	292,50	13,38	1,68	312,19	13,00	3,04	255,94	10,38
16	1,05	303,75	11,75	1,85	292,50	13,25	3,08	264,38	12,75
17	1,80	250,31	9,25	1,74	292,50	11,25	2,90	261,56	11,63
18	1,93	222,19	8,25	1,74	292,50	10,88	2,56	270,00	12,25
19	1,41	261,56	7,75	1,83	292,50	11,63	3,84	270,00	14,63
20	1,83	348,75	8,50	1,94	292,50	12,75	4,30	286,88	15,38
21	1,13	348,75	8,63	2,84	303,75	10,13	3,08	292,50	13,38
22	0,98	323,44	11,13	2,99	331,88	10,00	2,44	292,50	12,13
23	1,95	292,50	14,25	2,51	337,50	11,00	4,06	292,50	15,88
24	1,61	292,50	11,50	1,65	334,69	11,00	3,96	292,50	14,75
25	1,89	303,75	10,88	1,98	323,44	12,50	3,10	292,50	13,38
26	1,81	306,56	11,50	2,61	315,00	12,88	2,78	286,88	12,38
27	4,31	300,94	15,63	2,06	334,69	10,63	2,73	255,94	10,75
28	3,95	315,00	13,88	2,38	329,06	9,13	3,64	227,81	10,00
29	2,88	295,31	10,75	3,01	315,00	14,63	3,54	284,06	12,00
30	3,06	309,38	13,25	3,00	315,00	14,13	4,63	292,50	14,25
31	3,40	295,31	13,13				4,44	292,50	14,38
Média Mês	2,09	294,13	11,22	2,18	301,78	11,87	2,96	284,34	12,82

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 55 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2015.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (janeiro - 2016)			Média diária (fevereiro - 2016)			Média diária (março - 2016)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	4,39	290,00	14,25	2,93	295,00	13,00	1,80	301,00	12,63
2	4,99	305,00	14,63	3,66	290,00	16,13	2,03	290,00	12,75
3	3,49	300,00	13,50	3,10	295,00	13,63	2,81	312,19	15,00
4	4,61	295,00	14,25	2,20	315,00	12,25	2,59	315,00	11,75
5	4,41	300,00	12,50	1,35	315,00	11,50	4,10	315,00	14,25
6	4,03	315,00	12,75	2,06	288,44	11,00	2,79	320,00	12,25
7	4,41	292,50	12,25	4,53	310,00	14,13	3,01	330,00	10,13
8	4,03	292,50	13,00	4,28	315,00	15,38	2,41	330,00	11,25
9	4,48	292,50	14,38	5,10	310,00	16,38	2,40	298,13	15,50
10	5,55	292,50	13,75	4,01	310,00	13,25	2,76	295,00	12,75
11	4,75	292,50	13,00	3,30	310,00	12,38	2,21	310,00	11,75
12	3,06	303,75	12,13	3,28	295,00	11,13	1,60	285,94	13,25
13	2,11	306,56	10,13	4,60	290,00	14,50	1,49	300,00	13,13
14	2,43	289,69	8,50	6,11	292,50	13,25	1,29	305,00	14,25
15	2,11	337,50	8,63	5,61	312,00	13,75	1,91	290,00	14,25
16	1,56	280,31	12,13	2,69	300,00	12,38	1,66	290,00	11,75
17	1,66	247,50	11,00	2,38	292,50	14,00	1,98	272,50	15,25
18	1,93	279,37	12,50	3,66	292,50	14,13	2,06	270,00	12,88
19	2,34	292,50	12,50	3,55	300,00	14,50	1,75	275,00	11,25
20	2,58	292,50	13,75	2,71	312,00	13,25	1,38	295,00	10,38
21	2,39	292,50	13,88	2,46	312,00	13,38	1,51	334,00	9,00
22	2,48	292,50	13,00	2,68	312,00	14,75	1,35	331,89	8,63
23	3,14	290,00	14,88	2,28	312,00	12,88	1,71	315,00	10,00
24	2,66	285,00	14,50	2,63	300,00	11,63	2,35	295,00	13,13
25	2,91	285,00	12,50	2,61	292,50	11,38	1,68	295,00	11,75
26	2,69	285,00	12,38	2,34	292,50	8,75	3,14	292,50	15,13
27	3,09	292,50	14,13	4,39	303,75	11,00	4,46	292,50	14,63
28	3,43	292,50	13,38	3,69	315,00	11,00	4,65	292,50	14,25
29	3,39	312,00	15,13	2,41	315,00	10,00	3,08	292,50	12,38
30	3,46	295,00	14,88				2,91	306,56	11,38
31	3,13	295,00	13,25				3,19	315,00	11,50
Média Mês	3,28	294,01	12,95	3,33	303,27	12,92	2,39	302,01	12,52

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 56 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2016.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (abril - 2016)			Média diária (maio - 2016)			Média diária (junho - 2016)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1,79	309,38	11,63	1,70	337,50	8,38	0,91	312,19	8,50
2	2,58	292,50	13,38	1,39	330,00	9,00	1,29	270,00	13,00
3	3,81	292,50	13,88	1,76	325,00	11,13	1,11	270,00	10,25
4	3,36	292,50	12,25	1,54	312,00	11,25	0,80	270,00	9,00
5	2,80	292,50	12,00	1,54	295,00	13,00	0,99	272,50	9,50
6	2,28	292,50	13,13	1,80	303,75	11,63	2,06	290,00	12,50
7	3,44	292,50	15,88	2,15	270,00	9,13	1,34	290,00	10,25
8	2,88	292,50	13,63	3,10	254,68	9,75	0,88	290,00	8,75
9	2,05	292,50	12,50	2,36	275,00	9,75	1,11	270,00	9,88
10	4,15	295,00	13,63	2,09	264,00	8,88	1,38	270,00	9,00
11	4,31	300,00	14,88	1,83	264,38	8,75	0,94	271,00	8,00
12	3,38	301,25	11,88	1,43	270,00	8,50	1,29	275,00	9,88
13	2,69	270,00	9,50	1,26	306,56	8,25	1,53	280,00	10,13
14	2,69	260,00	9,00	1,13	315,00	7,00	1,65	280,00	10,50
15	1,89	237,50	8,00	1,03	320,00	6,00	2,84	292,50	10,00
16	1,58	233,44	8,00	1,18	308,44	8,63	2,81	292,50	10,75
17	1,29	230,63	7,25	1,50	290,00	10,63	1,80	310,00	9,38
18	0,99	298,13	7,38	1,68	290,00	11,38	1,64	315,00	8,00
19	1,90	230,63	9,50	1,64	290,00	11,00	1,45	320,00	8,13
20	2,16	236,25	9,25	1,38	290,00	10,13	1,43	303,75	9,00
21	1,90	260,00	8,50	1,43	290,00	10,25	1,66	292,50	11,38
22	1,10	268,00	7,38	1,99	290,00	11,00	1,53	290,00	11,00
23	1,05	236,25	7,88	1,59	290,00	10,13	1,26	300,00	10,00
24	0,99	270,00	8,75	1,80	281,56	13,63	1,68	309,37	8,63
25	1,15	313,13	8,25	3,01	275,00	13,63	2,15	337,50	7,88
26	1,26	291,19	11,38	2,40	292,50	12,38	2,50	337,50	8,25
27	1,43	270,00	12,38	1,79	272,00	9,00	1,95	340,00	7,75
28	1,49	292,50	10,75	1,79	247,50	7,50	2,26	337,50	7,38
29	1,61	330,00	8,63	1,66	270,00	8,00	1,96	341,20	7,50
30	2,33	350,00	7,38	1,09	292,50	6,88	1,51	306,56	9,88
31				0,93	305,63	8,88			
Média Mês	2,21	280,78	10,59	1,71	290,90	9,79	1,59	297,89	9,47

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 57 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2016.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (julho - 2016)			Média diária (agosto - 2016)			Média diária (setembro - 2016)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1,61	315,00	10,00	1,46	337,50	6,25	1,98	315,00	13,13
2	1,96	315,00	9,25	1,55	337,50	6,38	1,38	315,00	10,38
3	2,34	335,00	9,13	1,80	309,38	10,25	1,55	292,50	13,38
4	2,14	335,00	9,00	1,43	292,50	9,88	1,69	270,00	14,38
5	1,75	335,00	9,00	1,50	295,31	8,88	1,46	292,50	10,50
6	1,28	335,00	8,75	1,35	320,63	7,63	1,41	292,50	10,75
7	1,15	330,00	8,13	1,55	311,27	11,25	1,31	292,50	10,25
8	1,13	292,50	8,13	1,96	295,31	11,38	1,86	306,56	10,13
9	1,41	292,50	12,00	2,26	337,50	8,75	1,53	315,00	9,50
10	2,18	292,50	13,13	2,35	337,50	8,88	1,54	315,00	10,00
11	1,73	292,50	10,63	1,41	337,50	8,75	1,75	315,00	11,00
12	1,80	300,94	9,13	0,71	337,50	7,38	1,73	315,00	11,63
13	2,00	337,50	7,13	0,65	333,75	6,13	2,45	315,00	11,63
14	1,51	337,50	7,50	0,81	306,56	8,13	2,10	315,00	11,00
15	1,15	334,38	8,38	0,63	292,50	8,25	1,86	315,00	10,00
16	0,94	303,75	10,13	0,83	292,50	10,50	1,86	306,56	11,38
17	1,00	292,50	10,50	1,48	292,50	10,63	2,20	315,00	12,88
18	0,90	300,94	9,75	1,43	315,00	11,50	1,76	323,44	10,50
19	0,76	315,00	9,38	1,35	315,00	10,13	1,60	284,38	12,63
20	0,86	305,00	9,75	2,20	319,00	11,50	1,93	315,00	10,63
21	1,00	303,75	9,50	1,88	325,00	10,75	1,93	315,00	15,13
22	1,49	303,75	8,63	1,30	320,00	10,00	1,73	315,00	12,63
23	2,11	337,50	7,75	1,15	292,50	10,13	1,38	315,00	11,38
24	1,61	337,50	7,00	1,40	295,31	8,88	1,25	315,00	11,50
25	1,63	337,50	7,00	1,54	319,00	10,25	1,84	300,94	11,00
26	1,80	337,50	8,00	1,48	325,00	8,38	2,03	310,00	11,38
27	2,34	337,50	8,00	0,99	320,00	8,63	1,91	305,00	10,00
28	1,90	337,50	7,38	1,40	306,56	9,63	1,98	284,69	12,38
29	1,70	335,00	7,00	1,74	325,00	7,88	1,64	280,00	12,75
30	1,50	326,25	8,00	1,34	335,00	7,00	1,33	280,00	10,63
31	1,11	315,00	7,75	1,73	335,00	7,50			
Média Mês	1,54	319,56	8,86	1,44	316,60	9,08	1,73	304,89	11,48

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 58 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2016.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (outubro - 2016)			Média diária (novembro - 2016)			Média diária (dezembro -2016)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1,38	292,50	10,00	1,51	315,00	11,50	1,75	202,50	8,63
2	1,48	292,50	10,00	1,20	320,63	10,25	1,09	255,94	9,75
3	1,49	303,75	12,25	1,35	284,30	8,38	1,89	202,50	7,63
4	2,31	292,50	13,25	1,05	233,44	6,88	2,64	241,88	11,13
5	2,21	315,00	12,75	1,50	308,44	8,13	1,70	266,25	10,75
6	1,53	309,38	12,00	1,95	330,00	9,50	1,08	270,00	9,75
7	1,58	300,00	11,63	1,85	337,50	9,50	2,03	270,00	12,63
8	1,76	300,00	12,25	1,51	309,38	11,25	2,23	270,00	12,25
9	1,54	300,00	10,63	2,01	304,06	8,63	2,39	275,00	12,75
10	1,19	315,00	11,13	1,66	315,00	9,88	2,60	292,50	12,88
11	1,20	300,94	12,63	1,99	315,00	12,50	1,95	297,50	11,75
12	2,44	292,50	12,25	1,59	315,00	11,25	1,41	292,50	11,50
13	2,03	310,00	10,63	1,84	295,31	10,38	1,76	292,50	12,63
14	1,36	312,19	9,63	1,41	306,56	10,00	3,04	289,69	12,75
15	1,73	307,81	12,00	1,18	306,56	10,50	3,18	292,50	13,00
16	2,03	315,00	11,50	1,00	292,50	11,50	5,21	292,50	16,00
17	1,69	288,44	9,88	1,28	301,88	13,63	3,40	306,56	13,88
18	1,54	266,88	11,13	2,89	315,00	15,13	1,88	303,75	12,25
19	1,45	275,00	14,88	3,29	315,00	14,38	2,08	292,50	14,25
20	1,70	275,00	14,13	3,16	315,00	12,38	3,00	292,50	15,25
21	1,53	281,25	13,75	4,40	303,75	12,38	2,74	297,50	14,63
22	1,75	310,00	13,75	2,83	315,00	11,50	3,15	310,00	14,88
23	3,44	270,88	11,75	2,40	335,00	10,33	3,00	315,00	15,00
24	3,66	302,25	14,63	1,95	334,69	9,00	2,64	315,00	14,50
25	2,28	315,00	13,50	2,29	357,19	8,88	2,34	315,00	13,00
26	1,39	309,38	11,88	1,39	241,88	7,50	2,25	303,75	13,88
27	1,13	286,88	11,88	1,01	300,94	11,75	2,23	292,50	13,25
28	1,09	281,25	11,63	1,26	292,50	13,00	1,58	295,00	12,25
29	0,91	298,13	11,50	1,41	295,31	12,38	1,30	290,00	13,75
30	1,23	306,56	13,75	1,80	236,25	10,38	1,39	299,06	13,00
31	1,54	300,94	13,25				1,09	313,13	12,50
Média Mês	1,73	297,64	12,12	1,87	304,94	10,75	2,26	285,32	12,65

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 59 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2016.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (janeiro - 2017)			Média diária (fevereiro - 2017)			Média diária (março - 2017)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1,45	309,38	14,00	3,14	292,50	13,25	3,03	315,00	14,13
2	3,20	248,13	10,88	6,01	288,75	14,38	2,04	315,00	11,88
3	2,61	225,00	10,00	6,54	292,50	15,88	3,03	295,31	10,63
4	1,54	220,00	9,00	4,80	292,50	13,50	3,29	292,50	12,00
5	1,35	255,00	10,38	4,91	292,50	12,88	2,96	292,50	12,13
6	1,25	270,00	11,00	3,14	292,50	12,50	3,51	292,50	15,00
7	1,23	277,50	11,88	3,70	292,50	13,88	2,93	292,50	13,88
8	1,06	312,19	12,50	3,49	292,50	14,00	2,20	292,50	12,63
9	1,04	302,50	12,25	3,15	292,50	14,25	1,76	290,00	12,00
10	2,18	302,50	14,50	5,28	292,50	14,88	1,41	290,00	11,75
11	2,60	315,00	13,00	2,91	296,25	13,50	1,46	290,00	11,50
12	1,94	315,00	12,50	1,58	313,13	11,50	2,19	305,00	8,63
13	3,15	315,00	13,75	1,64	289,06	12,50	3,41	295,31	13,38
14	3,04	315,00	13,63	2,16	280,00	14,50	2,46	292,50	14,00
15	1,86	315,00	12,00	1,60	280,00	13,25	2,46	292,50	15,00
16	1,46	334,69	9,38	1,18	280,00	11,88	1,95	292,50	13,50
17	1,08	324,69	10,38	1,31	280,00	16,50	2,18	295,00	14,13
18	1,29	292,50	12,88	2,78	280,00	15,88	1,94	315,00	11,75
19	1,03	289,38	12,75	2,46	280,00	13,25	2,21	298,13	14,38
20	1,63	275,00	14,63	2,00	280,00	14,13	2,23	292,50	13,50
21	1,70	277,50	13,00	1,74	280,00	13,50	2,11	292,50	11,75
22	1,58	280,00	11,88	1,35	280,00	12,38	3,74	306,56	12,25
23	1,56	309,38	12,00	1,58	288,75	10,63	4,45	315,00	13,75
24	2,25	277,50	15,63	1,85	337,50	8,63	2,93	322,50	11,50
25	2,03	277,50	13,00	1,63	315,00	11,00	1,85	330,31	10,88
26	2,89	275,00	11,88	2,03	292,50	14,00	1,51	282,50	11,88
27	3,93	278,75	12,38	2,76	297,50	12,38	1,75	282,50	11,25
28	3,31	310,00	14,50	5,14	315,00	17,25	1,81	280,00	10,88
29	2,45	299,06	10,50				2,39	275,00	14,00
30	2,35	286,88	11,38				3,48	280,00	15,00
31	3,35	288,13	13,13				3,20	280,00	13,88
Média Mês	2,04	289,46	12,27	2,92	292,36	13,43	2,51	296,23	12,67

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 60 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2017.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (abril - 2017)			Média diária (maio - 2017)			Média diária (junho - 2017)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	2,45	285,00	11,63	2,80	315,00	12,88	1,45	284,69	11,88
2	1,70	301,25	9,88	1,71	315,00	12,25	2,20	292,50	12,75
3	2,59	272,50	17,38	1,84	283,13	12,75	2,08	303,75	10,25
4	2,91	275,00	14,63	2,03	276,25	13,13	2,13	315,00	10,00
5	2,39	296,56	13,63	2,06	290,94	12,13	1,53	315,00	10,88
6	1,79	315,00	14,13	1,84	283,13	9,75	2,00	315,00	10,00
7	1,34	279,38	13,50	1,28	266,88	8,75	1,69	315,00	9,25
8	1,05	275,00	12,38	1,65	273,75	11,38	1,30	315,00	9,38
9	0,89	275,00	11,00	1,49	272,50	11,25	1,83	292,50	12,25
10	1,53	306,56	11,75	1,85	242,50	8,38	1,83	292,50	11,75
11	1,14	332,50	11,00	2,56	247,50	8,63	3,05	292,50	14,00
12	0,91	337,50	10,50	2,16	247,50	8,88	2,41	295,00	11,88
13	0,80	306,56	11,75	1,75	300,94	11,13	1,79	315,00	9,88
14	0,80	275,00	10,13	1,68	281,56	9,13	1,89	298,13	12,00
15	0,86	303,75	9,63	1,35	292,50	9,38	2,41	292,50	12,00
16	1,00	290,94	8,63	1,93	275,00	10,88	1,95	292,50	11,25
17	0,94	268,44	8,00	1,85	272,50	10,63	1,30	295,63	10,13
18	0,91	319,38	7,38	1,95	312,19	9,88	1,10	294,38	10,13
19	0,96	352,50	7,38	1,73	315,00	10,13	1,00	292,50	10,00
20	1,06	348,75	9,13	1,65	315,00	10,50	0,91	292,50	9,75
21	1,00	236,25	9,13	1,33	295,31	11,25	0,71	296,56	8,75
22	0,81	299,69	12,75	1,50	292,50	10,13	0,69	310,00	8,00
23	0,73	313,75	11,25	1,39	292,50	9,63	0,84	300,00	10,63
24	0,70	292,50	9,50	1,05	292,50	8,63	1,04	302,50	9,38
25	0,75	295,31	8,25	1,31	282,50	12,00	1,23	315,00	9,00
26	2,10	350,00	7,63	1,43	282,50	11,38	1,09	315,00	9,00
27	1,91	350,00	8,25	1,30	282,50	11,00	0,96	315,00	9,00
28	1,35	350,00	7,25	1,33	277,50	11,75	1,91	306,25	8,13
29	0,85	322,50	8,88	1,63	272,50	10,88	2,38	315,00	9,13
30	2,91	289,69	9,38	1,04	275,00	9,88	2,48	337,50	9,88
31				1,29	280,00	9,63			
Média Mês	1,37	303,88	10,52	1,67	284,00	10,58	1,64	303,81	10,34

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 61 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2017.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (julho - 2017)			Média diária (agosto - 2017)			Média diária (setembro - 2017)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	2,00	337,50	8,25	1,11	297,50	8,50	2,48	337,50	7,63
2	1,45	337,50	7,00	0,96	315,00	8,38	1,66	317,81	10,38
3	1,25	326,25	8,50	2,00	315,00	12,13	1,35	292,50	13,50
4	0,91	315,00	8,38	1,99	292,50	11,88	2,08	292,50	15,50
5	0,85	315,00	8,38	2,18	317,81	8,75	1,83	292,50	12,13
6	1,08	292,50	8,00	2,14	337,50	8,00	2,16	329,69	8,38
7	1,13	303,75	7,13	1,91	337,50	7,63	2,23	330,00	9,63
8	1,46	325,00	6,75	1,79	332,50	6,88	1,79	330,00	10,50
9	1,28	315,00	10,75	2,13	337,50	6,50	1,70	330,00	9,63
10	1,68	292,50	9,88	2,00	337,50	7,75	1,80	315,00	9,88
11	1,46	306,56	8,75	1,48	337,50	7,63	1,78	320,00	10,00
12	1,63	306,56	9,75	1,45	337,50	6,75	2,60	320,00	13,50
13	1,94	314,69	8,63	1,23	337,50	6,63	1,70	320,00	10,88
14	1,89	337,50	8,00	1,00	335,00	6,13	2,00	320,00	10,00
15	1,59	337,50	8,00	0,85	315,00	7,13	2,73	320,00	12,13
16	1,19	331,88	8,75	0,70	298,13	8,00	1,85	320,00	10,13
17	1,15	312,19	9,25	1,23	295,00	9,00	1,19	306,56	10,38
18	1,19	292,50	10,25	1,36	295,00	9,00	1,21	292,50	10,38
19	1,14	292,50	9,63	1,91	327,19	8,00	1,06	292,50	9,13
20	2,00	292,50	10,00	1,66	319,06	10,75	0,88	292,50	8,50
21	1,65	303,75	9,13	1,40	292,50	14,38	1,29	295,31	9,38
22	1,79	315,00	9,75	1,30	292,50	11,75	1,73	334,69	7,63
23	1,84	315,00	9,25	1,38	290,00	10,13	1,53	315,00	11,00
24	1,75	323,44	7,75	1,29	292,50	9,00	2,78	292,50	14,00
25	2,15	337,50	7,13	0,71	292,50	7,88	2,14	297,50	12,38
26	1,68	326,25	7,75	0,99	286,25	7,38	1,45	315,00	11,00
27	1,23	292,50	9,63	1,21	295,00	8,75	1,56	292,50	11,75
28	1,30	300,94	9,75	0,81	295,00	7,25	1,54	302,50	10,75
29	1,73	315,00	12,38	0,94	319,69	6,50	1,90	300,00	12,88
30	1,50	315,00	9,75	1,38	321,25	9,25	2,40	300,00	12,25
31	1,45	297,50	9,00	2,03	329,06	10,00			
Média Mês	1,49	313,75	8,88	1,44	313,66	8,63	1,81	310,55	10,84

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 62 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2017.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (outubro - 2017)			Média diária (novembro - 2017)			Média diária (dezembro- 2017)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	2,18	300,00	11,38	0,65	245,31	6,00	1,50	340,00	8,25
2	2,05	287,50	14,50	1,06	237,19	5,50	1,43	337,50	9,63
3	2,23	282,50	14,50	1,53	275,00	8,00	0,96	332,81	9,63
4	1,95	290,63	11,88	1,76	286,56	7,75	0,63	270,00	10,38
5	1,25	315,00	10,00	2,61	322,50	10,88	0,66	272,50	10,88
6	1,06	312,81	11,38	2,45	322,50	13,38	0,79	275,00	12,50
7	1,26	292,50	12,38	2,06	312,50	15,25	1,61	275,00	12,63
8	0,95	292,50	10,63	3,85	315,00	16,88	1,74	294,06	11,50
9	0,70	295,00	9,38	2,83	315,00	14,25	2,04	330,94	13,50
10	0,60	297,50	8,00	2,33	315,00	12,88	2,99	294,69	10,00
11	0,93	315,00	13,88	1,85	312,50	10,88	6,30	292,50	13,63
12	1,51	315,00	12,13	1,85	330,00	10,13	3,89	300,00	13,38
13	1,38	315,00	10,75	1,80	320,63	10,25	2,30	315,00	12,38
14	1,58	315,00	13,38	1,28	320,00	9,25	3,30	315,00	17,13
15	1,99	290,94	12,25	1,18	300,00	15,88	4,18	315,00	15,75
16	3,65	275,63	14,00	1,36	315,00	13,88	2,94	315,00	13,50
17	2,38	323,75	12,13	1,24	315,00	11,88	1,79	311,25	11,88
18	2,44	297,50	11,50	1,21	315,00	11,00	1,51	277,50	14,38
19	2,06	297,50	11,25	0,99	315,00	11,38	1,70	285,00	13,88
20	2,34	295,00	11,88	1,18	291,88	12,88	1,98	290,00	13,88
21	4,06	292,50	14,38	1,30	282,50	11,50	1,60	290,00	12,38
22	3,36	306,25	12,88	2,75	275,94	11,38	1,28	292,50	12,13
23	1,99	311,56	11,88	3,01	280,00	12,63	1,25	303,75	10,63
24	2,45	292,50	13,88	2,48	306,56	12,38	1,05	300,94	11,63
25	2,36	300,00	14,25	2,28	310,00	13,00	1,63	292,50	11,88
26	1,59	300,00	12,25	1,66	320,63	12,25	2,99	302,50	10,50
27	1,13	293,44	10,50	1,23	330,00	11,63	4,75	312,19	13,13
28	1,09	271,25	8,75	1,10	309,38	12,00	3,71	315,00	12,25
29	1,11	323,44	8,00	2,06	334,06	8,50	2,69	302,05	12,63
30	1,38	337,50	8,00	1,88	337,50	9,63	3,55	300,00	16,13
31	0,83	323,75	8,00		245,31		4,46	292,50	14,63
Média Mês	1,80	301,89	11,61	1,83	305,60	11,43	2,36	301,38	12,47

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 63 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2017.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (Janeiro - 2018)			Média diária (Fevereiro - 2018)			Média diária (Março - 2018)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	4,58	292,50	14,50	2,74	329,06	11,63	3,65	247,50	13,00
2	3,56	292,50	13,50	3,36	332,50	12,75	3,66	240,00	11,63
3	3,78	293,75	16,00	2,06	332,50	11,25	4,18	247,50	11,63
4	3,81	300,00	14,88	3,48	335,00	11,25	3,16	247,50	11,13
5	3,81	295,00	13,00	3,54	326,25	11,63	4,06	255,00	11,50
6	4,21	293,75	14,25	2,63	337,50	9,63	3,14	275,00	10,88
7	3,94	303,75	14,25	3,86	315,00	12,38	2,38	306,56	10,50
8	2,49	347,00	15,38	2,53	315,00	12,63	2,41	270,00	12,50
9	2,53	275,00	16,50	2,28	315,00	12,50	3,28	255,94	10,00
10	4,68	281,25	15,13	3,34	315,00	15,50	4,99	258,75	13,13
11	4,46	292,50	14,38	2,69	315,00	14,00	7,73	277,03	15,13
12	2,59	292,50	13,13	2,71	315,00	12,50	4,35	303,75	12,75
13	3,51	292,50	13,38	3,24	315,00	13,88	2,39	315,00	10,50
14	3,31	290,00	13,75	3,46	315,00	13,38	3,86	265,78	10,13
15	2,05	292,50	11,88	3,60	315,00	14,88	5,42	281,25	13,67
16	2,74	306,56	13,13	3,98	315,00	15,75	4,06	292,05	12,63
17	5,28	330,00	18,25	2,89	315,00	13,88	3,68	309,38	14,00
18	4,63	315,00	17,63	2,06	315,00	11,88	3,08	292,50	14,75
19	3,18	315,00	14,63	2,35	300,00	13,00	2,54	295,00	11,13
20	2,54	315,00	13,50	2,78	292,50	15,25	2,86	293,91	12,63
21	2,16	315,00	12,75	2,65	299,06	15,00	2,50	281,25	14,63
22	1,95	306,56	12,13	2,28	280,00	16,88	1,79	281,25	13,50
23	2,26	287,50	13,13	1,34	292,50	12,75	1,88	287,25	11,25
24	2,78	299,06	14,63	1,40	295,00	12,38	5,01	312,19	12,75
25	4,30	292,05	15,25	2,26	300,00	14,88	3,18	315,00	11,13
26	3,95	303,75	13,75	2,08	297,50	13,75	2,18	303,75	11,38
27	2,64	315,00	11,88	2,11	287,81	14,25	1,89	286,88	12,63
28	2,08	300,94	12,63	3,14	270,00	14,13	2,18	292,50	12,75
29	1,86	292,50	13,00				2,80	303,75	11,38
30	1,68	306,56	13,00				5,00	315,00	13,63
31	1,35	303,75	11,13				3,83	315,00	13,25
Média Mês	3,18	301,25	14,01	2,74	310,26	13,34	3,45	284,62	12,30

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 64 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2018.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (Abril - 2018)			Média diária (Maio - 2018)			Média diária (Junho - 2018)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	2,15	288,28	10,25	1,20	315,00	8,13	1,90	305,00	10,38
2	2,55	281,25	11,38	1,59	298,75	8,75	1,56	312,81	8,88
3	3,45	281,25	12,25	2,29	303,75	10,25	1,45	284,06	11,13
4	5,04	292,50	15,00	2,35	323,44	10,50	1,85	296,88	9,75
5	2,70	310,00	12,38	1,60	315,00	10,75	1,31	280,94	9,63
6	2,80	292,50	11,75	1,24	298,13	11,00	1,10	270,00	9,50
7	4,18	292,50	14,75	1,55	310,78	12,50	1,35	279,84	12,13
8	3,23	292,50	11,88	1,91	320,63	10,88	1,86	292,50	13,50
9	3,95	300,00	12,50	2,61	297,50	15,38	1,74	303,75	12,50
10	4,36	303,75	12,63	3,08	309,38	15,13	1,64	310,00	9,00
11	4,18	310,00	13,50	2,39	315,00	13,00	1,18	301,25	8,67
12	2,71	305,63	11,88	2,79	310,31	12,25	1,24	302,34	8,25
13	4,11	292,50	13,38	2,70	303,75	12,50	1,53	337,50	6,50
14	2,51	295,00	11,88	2,25	315,00	11,50	1,50	348,75	6,25
15	3,35	293,44	15,38	2,14	317,50	9,25	1,89	312,19	9,75
16	3,05	299,53	13,13	1,86	330,00	9,25	2,15	317,81	8,50
17	4,18	292,50	15,88	1,73	335,00	8,75	2,44	332,50	8,38
18	4,09	292,50	16,13	1,60	337,50	8,63	2,13	326,25	9,25
19	2,86	295,00	13,75	1,06	326,25	10,88	1,76	300,94	10,63
20	2,43	295,00	13,00	1,26	315,00	14,75	1,31	290,00	11,00
21	1,56	295,00	11,38	1,16	315,00	12,38	1,24	292,50	10,38
22	1,25	292,97	11,13	1,29	315,00	11,13	1,25	331,13	9,00
23	1,80	293,44	11,63	1,31	312,50	11,00	0,86	337,50	9,00
24	1,99	323,44	8,50	1,18	299,06	11,88	0,56	315,00	10,25
25	2,70	337,50	7,75	1,39	303,75	10,00	0,51	292,50	10,00
26	2,68	322,50	10,38	1,51	315,00	9,00	0,56	292,50	9,88
27	2,04	309,38	11,00	1,35	315,00	8,75	0,63	292,50	8,88
28	1,86	315,00	9,63	1,40	308,75	9,13	0,65	292,50	9,00
29	2,63	300,94	9,75	1,26	292,50	11,13	0,71	292,50	8,88
30	1,89	315,00	9,50	1,23	292,50	11,38	0,78	292,50	11,38
31				1,60	292,50	12,50			
Média Mês	2,94	300,36	12,11	1,74	311,59	11,04	1,35	304,55	9,67

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 65 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de abril, maio e junho de 2018.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (Julho - 2018)			Média diária (Agosto - 2018)			Média diária (Setembro - 2018)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1,20	292,50	11,38	2,01	309,38	10,63	1,28	312,19	8,75
2	1,71	309,38	9,88	1,51	315,00	10,63	1,05	305,16	12,75
3	1,31	337,50	8,88	1,04	309,38	9,25	1,36	315,00	13,50
4	1,00	329,06	8,88	1,00	317,81	8,13	1,55	315,00	11,75
5	1,00	315,00	10,00	0,80	336,13	8,00	1,64	327,66	10,50
6	0,96	315,00	11,50	0,71	307,97	6,75	1,76	337,50	9,00
7	0,93	315,00	9,25	1,34	326,25	6,38	1,29	337,50	8,75
8	1,01	315,00	12,00	1,00	317,81	7,00	0,91	320,94	12,63
9	1,30	315,00	12,13	2,00	323,44	7,63	1,15	305,00	13,00
10	1,09	315,00	10,50	1,83	330,00	7,67	1,25	310,00	11,50
11	1,64	327,66	9,50	1,36	332,50	8,13	1,36	310,00	10,75
12	1,75	324,84	10,13	1,06	313,59	8,88	1,14	315,00	9,75
13	1,20	318,13	8,63	1,38	292,50	9,88	1,55	315,00	11,88
14	1,00	306,56	9,88	1,59	309,69	8,88	1,51	315,00	10,88
15	0,85	289,84	12,25	1,16	323,44	7,75	1,44	315,00	10,75
16	1,14	281,25	15,25	1,70	334,69	7,00	1,20	306,56	10,63
17	1,73	295,00	11,88	2,51	337,50	8,88	1,18	262,81	14,63
18	1,61	305,00	9,88	1,85	322,03	10,00	2,33	282,66	11,88
19	1,23	315,00	8,75	1,26	311,56	11,25	1,44	292,50	9,38
20	1,65	337,50	6,63	1,36	295,00	10,75	1,46	295,00	10,75
21	1,34	334,69	6,13	0,99	313,13	8,75	1,48	295,00	10,13
22	1,03	306,56	8,13	0,79	315,00	8,00	1,39	303,75	9,25
23	0,91	307,97	7,63	0,74	296,09	8,00	1,43	306,88	9,63
24	0,81	315,00	6,63	1,50	332,81	7,63	1,74	314,38	9,38
25	0,86	302,34	7,88	2,18	337,50	7,25	1,36	334,69	10,00
26	0,98	312,50	9,75	1,63	334,69	8,00	1,23	317,50	17,50
27	1,45	292,50	10,38	1,34	315,00	9,25	1,30	310,00	14,63
28	1,70	305,16	11,38	1,55	315,00	9,75	1,38	310,00	13,88
29	1,94	315,00	11,50	1,55	317,81	9,50	1,15	303,75	11,63
30	1,83	303,75	10,25	1,99	331,88	9,75	1,14	293,91	10,50
31	1,78	303,75	10,13	1,71	334,38	9,38			
Média Mês	1,29	311,56	9,90	1,43	319,64	8,67	1,38	309,51	11,33

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 66 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de julho, agosto e setembro de 2018.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Dia	Média diária (Outubro - 2018)			Média diária (Novembro - 2018)			Média diária (Dezembro- 2018)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significava da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
1	1,71	326,25	13,00	2,75	305,00	12,50	2,50	316,41	13,00
2	1,46	315,00	12,63	1,96	310,00	11,25	2,75	306,09	12,63
3	0,93	320,00	10,50	2,03	289,84	16,38	3,05	281,25	15,63
4	0,56	326,25	10,00	3,41	292,03	15,63	2,39	281,25	14,13
5	0,60	319,22	11,75	4,15	312,50	13,75	1,95	281,25	12,75
6	1,08	324,84	8,75	3,26	309,38	11,88	1,66	281,25	10,63
7	2,24	330,00	9,38	4,41	292,50	13,38	1,64	288,28	11,38
8	1,45	324,22	11,00	4,21	304,06	14,75	2,49	292,50	12,88
9	1,54	303,75	13,63	4,31	315,00	16,13	3,10	296,72	15,63
10	1,70	300,47	13,38	4,21	303,75	13,13	3,06	292,50	15,13
11	2,29	292,50	11,50	3,79	292,50	13,75	1,60	292,50	12,50
12	3,06	286,88	12,13	3,20	292,50	13,13	2,93	292,50	15,63
13	3,36	281,25	12,38	2,76	315,00	12,75	5,33	292,50	15,25
14	4,13	271,88	13,88	1,53	310,78	11,13	4,28	299,53	15,13
15	3,86	286,88	12,38	2,08	292,50	12,38	4,03	296,72	17,50
16	2,81	292,50	12,38	2,60	292,50	14,00	3,73	292,50	14,25
17	2,15	292,50	13,00	3,75	290,63	16,75	3,03	292,50	13,00
18	3,04	299,53	12,13	5,06	287,81	18,13	4,28	291,25	14,13
19	2,36	315,00	10,75	2,98	292,50	14,88	3,70	290,00	13,38
20	2,01	303,75	14,50	2,63	293,75	14,50	3,10	307,97	13,00
21	1,46	297,19	12,25	3,20	292,50	14,25	2,30	315,00	12,38
22	1,36	292,50	12,63	2,89	292,50	13,00	1,98	298,09	11,88
23	1,49	322,81	11,88	2,20	305,00	12,00	2,19	281,25	14,00
24	1,03	315,00	11,88	2,09	271,72	9,00	1,84	285,00	12,88
25	0,69	299,53	12,75	2,00	273,13	9,88	1,31	277,03	11,50
26	0,83	284,06	13,38	3,26	292,50	10,50	1,61	243,28	10,13
27	3,13	339,69	9,00	2,90	292,50	13,75	1,41	272,84	13,38
28	3,80	337,50	11,75	3,71	288,28	15,38	1,36	281,25	13,13
29	2,29	337,50	10,13	4,23	281,25	15,50	1,33	292,50	11,88
30	3,05	304,22	9,13	2,54	286,88	11,25	1,01	292,50	10,75
31	3,10	312,19	12,00				1,00	275,78	13,13
Média Mês	2,08	308,22	11,80	3,14	295,69	13,49	2,51	289,68	13,31

Nota: a média diária foi obtida a partir de oito previsões (00h, 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h e 21h).

Anexo 67 – Estado do mar na Figueira da Foz nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2018.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Mês	Média mensal (2004)			Média mensal (2005)			Média mensal (2006)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)
Janeiro	2,73	292,05	13,88	2,36	297,13	12,26	2,35	302,12	12,08
Fevereiro	2,29	283,45	11,43	1,67	278,63	10,26	2,39	288,48	11,50
Março	2,42	294,68	11,32	2,11	276,99	11,56	2,52	281,89	11,24
Abril	2,19	304,59	9,10	1,88	307,88	9,85	1,74	311,06	9,71
Mai	1,56	301,05	9,50	1,56	296,76	8,69	1,62	302,84	9,37
Junho	1,22	282,19	8,40	1,14	300,00	8,15	1,16	303,19	8,10
Julho	1,30	299,85	7,95	1,20	310,28	8,06	1,15	311,64	8,51
Agosto	1,55	305,75	8,69	1,25	322,62	8,19	1,38	329,70	7,63
Setembro	1,44	302,34	10,17	1,49	307,31	9,54	1,86	292,88	10,26
Outubro	2,44	294,80	9,75	2,03	298,13	10,56	2,17	290,14	9,87
Novembro	1,36	275,71	10,11	2,42	306,35	10,75	2,42	298,85	11,48
Dezembro	2,34	304,16	11,97	1,78	306,20	10,40	2,74	298,03	11,97
Média ano	1,90	295,05	10,19	1,74	300,69	9,86	1,96	300,90	10,14

Mês	Média mensal (2007)			Média mensal (2008)			Média mensal (2009)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)
Janeiro	2,54	303,57	12,46	3,10	296,76	12,30	3,74	294,04	13,36
Fevereiro	3,20	292,60	12,73	2,13	294,54	12,11	2,44	289,59	12,19
Março	2,57	304,11	11,49	2,66	311,64	11,66	2,06	314,09	10,96
Abril	1,29	296,34	10,12	2,23	290,53	10,33	1,99	304,78	10,39
Mai	1,93	309,56	9,70	1,55	289,78	9,11	1,75	309,47	10,35
Junho	1,52	292,13	8,64	1,34	311,06	8,42	1,43	287,44	8,58
Julho	1,54	307,11	8,59	1,40	310,01	8,63	1,41	304,20	8,31
Agosto	1,49	325,16	8,66	1,63	310,10	9,27	1,51	314,18	8,94
Setembro	1,15	326,25	9,23	1,39	312,66	9,97	1,32	317,53	9,35
Outubro	1,47	300,03	10,47	1,95	312,46	10,69	1,87	287,60	10,72
Novembro	1,21	311,12	9,81	2,02	322,59	10,20	3,36	304,13	12,15
Dezembro	2,65	292,86	12,35	2,63	304,84	11,77	3,19	279,62	11,79
Média ano	1,88	305,07	10,35	2,00	305,58	10,37	2,17	300,56	10,59

Anexo 68 – Estado do mar na Figueira da Foz - médias mensais e anuais de 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 e 2009.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8"N, Longitude: 08° 52' 2.28"W)

Mês	Média mensal (2010)			Média mensal (2011)			Média mensal (2012)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)
Janeiro	2,79	289,69	11,31	2,30	279,94	11,29	2,00	305,30	11,88
Fevereiro	3,17	278,04	12,68	3,52	293,20	13,43	1,58	313,45	10,66
Março	2,21	279,28	10,50	1,75	291,78	11,00	1,82	296,25	11,61
Abril	1,56	274,51	9,80	1,84	294,28	11,18	2,19	314,81	10,24
Maiο	1,60	285,79	9,58	1,74	304,66	10,28	1,47	287,91	8,66
Junho	1,73	290,91	9,23	1,43	319,66	8,68	1,55	294,11	8,73
Julho	1,62	296,40	8,86	1,61	324,66	8,32	1,31	320,32	8,05
Agosto	1,44	299,76	7,73	1,29	309,96	8,62	1,32	303,94	8,66
Setembro	1,51	299,63	10,44	1,83	303,05	10,71	1,56	317,63	9,62
Outubro	2,24	293,50	10,70	1,93	302,63	10,72	2,00	297,52	10,39
Novembro	2,65	307,41	11,08	2,86	291,82	11,43	2,53	313,49	11,33
Dezembro	2,16	266,45	10,58	2,45	317,91	12,02	2,82	294,34	12,00
Média ano	2,06	288,45	10,21	2,05	302,80	10,64	1,85	304,92	10,15

Mês	Média mensal (2013)			Média mensal (2014)			Média mensal (2015)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)
Janeiro	3,16	295,78	12,20	4,43	309,56	14,02	2,78	295,86	12,90
Fevereiro	2,80	300,50	12,00	4,99	306,46	14,17	2,55	304,45	12,86
Março	2,78	281,16	10,89	2,80	306,93	12,81	2,32	304,11	12,48
Abril	2,63	310,34	11,05	2,13	305,44	11,63	1,61	298,50	11,55
Maiο	2,01	334,13	9,25	1,82	320,72	9,74	2,01	308,74	9,70
Junho	1,70	319,31	8,94	1,54	304,41	8,67	1,39	313,97	9,85
Julho	1,03	322,41	8,44	1,85	325,34	8,92	1,46	302,12	9,24
Agosto	1,85	330,79	8,63	1,54	318,99	8,83	1,59	311,73	9,57
Setembro	1,96	317,40	9,85	1,80	289,88	10,58	1,61	315,47	10,09
Outubro	2,50	298,50	11,13	2,53	311,92	12,62	2,09	294,13	11,22
Novembro	2,64	325,65	11,74	3,57	310,78	12,60	2,18	301,78	11,87
Dezembro	3,57	302,21	13,21	2,72	328,34	12,65	2,96	284,34	12,82
Média ano	2,39	311,51	10,61	2,64	311,56	11,44	2,05	302,93	11,18

Anexo 69 – Estado do mar na Figueira da Foz - médias mensais e anuais de 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 e 2015.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Mês	Média mensal (2016)			Média mensal (2017)			Média mensal (2018)		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)	Altura significativa da onda (m)	Direção da Onda	Período da onda (s)
Janeiro	3,28	294,01	12,95	2,04	289,46	12,27	3,18	301,25	14,01
Fevereiro	3,33	303,27	12,92	2,92	292,36	13,43	2,74	310,26	13,34
Março	2,39	302,01	12,52	2,51	296,23	12,67	3,45	284,62	12,30
Abril	2,21	280,78	10,59	1,37	303,88	10,52	2,94	300,36	12,11
Mai	1,71	290,90	9,79	1,67	284,00	10,58	1,74	311,59	11,04
Junho	1,59	297,89	9,47	1,64	303,81	10,34	1,35	304,55	9,67
Julho	1,54	319,56	8,86	1,49	313,75	8,88	1,29	311,56	9,90
Agosto	1,44	316,60	9,08	1,44	313,66	8,63	1,43	319,64	8,67
Setembro	1,73	304,89	11,48	1,81	310,55	10,84	1,38	309,51	11,33
Outubro	1,73	297,64	12,12	1,80	301,89	11,61	2,08	308,22	11,80
Novembro	1,87	304,94	10,75	1,83	305,60	11,43	3,14	295,69	13,49
Dezembro	2,26	285,32	12,65	2,36	301,38	12,47	2,51	289,68	13,31
Média ano	2,09	299,82	11,10	1,91	301,38	11,14	2,27	303,91	11,75

Anexo 70 – Estado do mar na Figueira da Foz - médias mensais e anuais de 2016, 2017 e 2018.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Ano	Média ano de 2004 a 2018		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
2004	1,90	295,05	10,19
2005	1,74	300,69	9,86
2006	1,96	300,90	10,14
2007	1,88	305,07	10,35
2008	2,00	305,58	10,37
2009	2,17	300,56	10,59
2010	2,06	288,45	10,21
2011	2,05	302,80	10,64
2012	1,85	304,92	10,15
2013	2,39	311,51	10,61
2014	2,64	311,56	11,44
2015	2,05	302,93	11,18
2016	2,09	299,82	11,10
2017	1,91	301,38	11,14
2018	2,27	303,91	11,75
Média	2,06	302,34	10,65

Anexo 71 – Estado do mar na Figueira da Foz - médias anuais de 2004 a 2018.

Estado do mar – Figueira da Foz (Latitude: 40° 09' 10.8''N, Longitude: 08° 52' 2.28''W)

Mês	Média mensal de 2004 a 2018		
	Altura significativa da onda (m)	Direção da onda	Período da onda (s)
Janeiro	2,85	296,43	12,61
Fevereiro	2,78	295,29	12,38
Março	2,43	295,05	11,67
Abril	1,99	299,87	10,54
Maió	1,72	302,53	9,69
Junho	1,45	301,64	8,92
Julho	1,41	311,95	8,63
Agosto	1,48	315,51	8,65
Setembro	1,59	308,47	10,23
Outubro	2,06	299,27	10,96
Novembro	2,40	305,06	11,35
Dezembro	2,61	297,05	12,13
Média de todos os meses	2,06	302,34	10,65

Anexo 72 – Estado do mar na Figueira da Foz - médias mensais de 2004 a 2018.

Anexo 73

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a abril de 2010
 Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	Valores observados em gramas											Vento					
	20 cm									0 cm		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo	Pluv. (mm)	
N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.								
1												009	6 = W	037	280º	001,4	
2												008	7 = NW	026	300º	000,0	
3												009	6 = W	031	240º	002,9	
4												011	8 = N	046	360º	005,7	
5												011	8 = N	041	330º	000,0	
6												009	8 = N	031	070º	000,0	
7												009	7 = NW	030	340º	000,9	
8												010	7 = N W	030	340º	000,0	
9												008	8 = N	030	120º	000,0	
10		8			7				11	1736	- 1	008	7 = NW	028	330º	000,0	
11										93		009	2 = E	041	070º	000,0	
12												010	8 = N	035	090º	000,0	
13												007	7 = NW	022	300º	000,0	
14									15	1372		011	3 = SE	031	120º	003,0	
15												016	3 = SE	041	120º	015,5	
16				28					59	1266	- 1	020	3 = SE	050	130º	001,5	Dia 16 ou 17?
17												013	3 = SE	056	130º	007,1	
18												008	3 = SE	024	160º	021,5	
19										78	- 1	007	3 = SE	028	130º	002,7	
20										230		007	3 = SE	031	150º	000,0	
21												010	3 = SE	035	140º	004,0	
22												009	3 = SE	024	160º	000,0	
23										55		009	7 = NW	030	300º	000,0	
24												007	7 = NW	026	300º	000,0	
25	5	20	6						3	280		007	6 = W	028	280º	000,0	
26										104		009	7 = NW	028	330º	000,0	
27										9		005	7 = NW	020	300º	000,0	
28										18		006	7 = NW	022	330º	000,0	
29										14		009	7 = NW	039	300º	000,0	
30												011	7 = NW	026	310º	000,0	
31																	

Anexo 74

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a maio de 2010
 Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	Valores observados em gramas											Vento					
	20 cm									0 cm		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo	Pluv. (mm)	
N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.								
1									135		011	7 = NW	033	310º	005,0		
2	282	227						8	*	- 5	018	7 = NW	039	350º	000,0	*Cheia	
3	370	1420						167	*	- 8	030	8 = N	054	350º	000,0	*Cheia	
4	316	378						99	*	- 4	027	8 = N	069	340º	000,0	*Cheia	
5	11							8	3200	- 1,5	014	8 = N	046	330º	000,0		
6											009	7 = NW	028	340º	000,0		
7											011	7 = NW	028	280º	VST		
8											011	6 = W	039	280º	003,4		
9								307			014	4 = S	039	210º	011,0		
10											008	6 = W	028	260º	000,0		
11											009	6 = W	031	270º	003,1		
12											013	7 = NW	033	320º	VEST		
13	12						7	8	2380	- 1	011	7 = NW	035	330º	007,3		
14								15	3215	- 1,5	020	7 = NW	052	330º	VST		
15								735			015	7 = NW	048	330º	001,3		
16	7	5						3	849		014	7 = NW	052	330º	000,0		
17								45			009	7 = NW	030	330º	000,0		
18											007	7 = NW	030	330º	000,0		
19											009	7 = NW	030	330º	000,0		
20											008	7 = NW	030	320º	000,0	Não houve leituras	
21											009	7 = NW	028	110º	000,0	Não houve leituras	
22						12	8	9	848		009	3 = SE	033	100º	000,0		
23								48			009	3 = SE	031	290º	000,0		
24				66			4	20	6325		012	3 = SE	033	280º	000,0		
25				86				13	*	- 1	021	4 = S	054	170º	002,0	*Cheia	
26											011	5 = SW	041	230º	000,0		
27											008	6 = W	028	290º	000,0	Não houve leituras	
28											013	7 = NW	031	300º	001,1	Não houve leituras	
29								65			011	7 = NW	035	330º	000,0		
30								306			011	7 = NW	033	310º	000,0		
31											015	7 = NW	043	340º	000,0	Não houve leituras	

Anexo 75

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a junho de 2010
 Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	Valores observados em gramas											Vento					
	20 cm									0 cm		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo	Pluv. (mm)	
N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.								
1												008	7 = NW	028	300º	000,0	Não houve leituras
2												009	7 = NW	030	330º	000,0	Não houve leituras
3										225		008	6 = W	019	280º	000,0	
4										4		010	6 = W	030	280º	000,0	
5										11		013	7 = NW	039	330º	000,0	
6										13		017	7 = NW	033	330º	000,0	
7												014	7 = NW	035	340º	000,0	
8												010	7 = NW	028	300º	001,6	
9												013	6 = W	028	290º	009,6	
10												013	6 = W	043	300º	013,1	
11												011	6 = W	033	300º	008,7	
12												015	7 = NW	031	340º	000,0	
13												011	7 = NW	030	340º	000,0	
14												011	7 = NW	031	340º	000,0	
15												017	8 = N	043	330º	000,0	
16												017	8 = N	056	350º	000,0	
17												012	7 = NW	030	330º	000,0	
18												011	7 = NW	022	310º	000,0	
19												013	7 = NW	031	320º	000,0	
20										55		014	7 = NW	037	330º	000,0	
21												011	7 = NW	033	330º	000,0	
22												008	6 = W	024	280º	000,0	
23												011	7 = NW	020	280º	000,0	
24												009	7 = NW	022	290º	000,0	
25												006	6 = W	030	270º	000,0	
26		3							69	616		007	7 = NW	028	290º	000,0	
27												010	7 = NW	033	320º	000,0	
28												007	6 = W	024	280º	000,0	
29												007	6 = W	024	280º	000,0	
30												009	7 = NW	028	290º	000,0	
31																	

Anexo 76

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a julho de 2010
 Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	Valores observados em gramas											Vento					
	20 cm									0 cm		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo	Pluv. (mm)	
N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.								
1												011	7 = NW	024	320º	000,0	
2												014	7 = NW	035	310º	000,0	
3												015	7 = NW	028	310º	000,0	
4												010	7 = NW	031	340º	000,0	
5												008	7 = NW	033	330º	000,0	
6												008	7 = NW	035	330º	000,0	
7												007	6 = W	031	280º	000,0	
8												007	6 = W	035	230º	000,0	
9												010	7 = NW	000	260º	000,0	
10												014	7 = NW	035	320º	000,0	
11												016	7 = NW	044	330º	000,0	
12												014	7 = NW	035	320º	000,0	
13												011	7 = NW	033	320º	000,2	
14												010	7 = NW	037	310º	000,2	
15												014	7 = NW	041	340º	000,0	
16										10		013	7 = NW	039	320º	000,0	
17										72		015	7 = NW	039	330º	000,0	
18												011	7 = NW	041	330º	000,0	
19												011	7 = NW	033	290º	000,0	
20												017	7 = NW	043	330º	000,0	
21												017	7 = NW	044	340º	000,7	
22										6		022	8 = N	052	360º	000,0	
23												022	8 = N	057	350º	000,0	
24												011	7 = NW	043	340º	000,0	
25												010	8 = N	039	330º	000,0	
26	7	6								804	-0,5	009	7 = NW	031	330º	000,0	
27	1		2	1	12	55	60	11	8	1045	-1	011	3 = SE	081	340º	000,0	
28												011	7 = NW	037	270º	000,0	
29												008	6 = W	037	260º	000,0	
30												014	7 = NW	028	280º	000,0	
31												009	7 = NW	026	310º	000,0	

Anexo 77

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a agosto de 2010
 Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	Valores observados em gramas											Vento					
	20 cm									0 cm		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo	Pluv. (mm)	
N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.								
1												010	6 = W	031	280º	000,0	
2	1	3	6						74*	87		016	7 = NW	041	340º	000,0	*Duvida
3												015	7 = NW	048	340º	000,0	
4												012	8 = N	046	340º	000,0	
5												014	8 = N	044	360º	000,0	
6												012	7 = NW	041	340º	000,0	
7												010	8 = N	041	340º	000,0	
8												008	7 = NW	028	290º	000,0	
9												007	6 = W	030	350º	000,6	
10												008	7 = NW	028	340º	000,0	
11												008	7 = NW	028	320º	000,0	
12												015	7 = NW	035	340º	000,0	
13												015	7 = NW	041	350º	000,0	
14									140			014	7 = NW	050	340º	000,0	
15												011	8 = N	050	350º	000,0	
16												010	7 = NW	030	330º	000,0	
17												009	7 = NW	033	300º	000,0	
18												014	7 = NW	030	280º	000,1	
19												013	7 = NW	035	330º	VST	
20												013	7 = NW	037	320º	000,0	
21												010	7 = NW	033	340º	000,0	
22												014	7 = NW	037	340º	000,0	
23			9	5						752		011	7 = NW	033	300º	000,0	
24												013	7 = NW	044	220º	000,5	
25												009	7 = NW	028	280º	000,0	
26												009	7 = NW	028	350º	000,0	
27												008	6 = W	028	310º	000,1	
28												012	7 = NW	039	340º	000,0	
29												010	7 = NW	031	310º	000,0	
30												008	7 = NW	033	340º	000,0	
31												008	6 = W	031	290º	000,0	

Anexo 78

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a setembro de 2010
 Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	Valores observados em gramas											Vento					
	20 cm									0 cm		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo	Pluv. (mm)	
N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.								
1												010	6 = W	039	140º	000,0	
2												011	7 = NW	033	320º	000,0	
3												014	8 = N	043	340º	000,0	
4												015	7 = NW	039	360º	000,0	
5												014	8 = N	033	310º	000,0	
6												011	7 = NW	039	330º	000,0	
7												010	5 = SW	031	270º	001,9	
8												012	4 = S	043	230º	000,9	
9												010	6 = W	031	330º	000,0	
10												011	8 = N	039	340º	000,0	
11	1	1	1							30		008	7 = NW	028	310º	000,0	
12												010	7 = NW	033	330º	000,0	
13												011	7 = NW	028	130º	000,0	
14												009	7 = NW	030	320º	000,0	
15												007	7 = NW	030	280º	000,0	
16												007	6 = W	022	340º	000,1	
17												009	7 = NW	031	320º	000,0	
18												008	7 = NW	028	310º	000,0	
19												009	7 = NW	033	320º	000,0	
20												008	7 = NW	033	310º	000,0	
21												007	7 = NW	028	310º	000,0	
22												007	7 = NW	030	310º	000,0	
23												008	6 = W	033	290º	000,0	
24		17								39		007	4 = S	059	230º	001,2	
25												014	8 = N	041	340º	000,0	
26	26	180	8							2174	-1,5	013	8 = N	041	340º	000,0	
27												010	7 = NW	046	320º	000,0	
28												010	7 = NW	031	330º	000,0	
29												007	7 = NW	030	320º	000,0	
30										33		015	7 = NW	035	350º	000,0	
31																	

Anexo 79

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a outubro de 2010
 Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES	
	Valores observados em gramas											Vento						
	20 cm									0 cm		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo	Pluv. (mm)		
N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.									
1												015	8 = N	050	340º	000,0		
2									181			009	3 = SE	030	330º	000,0		
3		6	49	81	49	16	4		6	3144		021	4 = S	056	190º	002,0		
4										11		021	7 = NW	070	220º	012,5		
5												010	7 = NW	041	320º	000,0		
6												011	3 = SE	028	230º	013,3		
7				27	43	81			15	3564		008	8 = N	028	160º	000,9		
8			9	33	81	188	70		44	2355	-0,5	026	4 = S	063	160º	002,7		
9												017	3 = SE	059	160º	038,2		
10												010	3 = SE	059	190º	025,3	Não houve leituras	
11										20		007	4 = S	030	120º	003,3		
12												010	7 = NW	037	350º	000,0		
13												007	3 = SE	059	340º	000,2		
14												006	3 = SE	022	300º	000,0		
15												006	6 = W	019	270º	000,0		
16												006	3 = SE	022	320º	000,0		
17	6	8	2	2						418	+0,25	006	3 = SE	026	300º	000,0	17/10 ou 17/11 ?	
18		5								294		008	2 = E	028	010º	000,0		
19	11	6							3	1128		007	3 = SE	028	350º	000,0		
20										7		006	4 = S	026	340º	000,0		
21												006	3 = SE	020	310º	000,0		
22												007	3 = SE	028	290º	000,0		
23	11	157	21						12	2100	-0,5	006	3 = SE	019	320º	000,0		
24	69	207	22						8	84	3125	011	8 = N	041	340º	000,0		
25												011	7 = NW	035	340º	003,5		
26												016	8 = N	033	330º	000,0		
27												006	3 = SE	022	310º	000,0		
28												006	7 = NW	019	320º	000,0		
29	2	4								17	990	013	3 = SE	039	160º	001,8		
30			22	36	26	16	8			1	123	+0,5	022	3 = SE	063	170º	035,0	
31	1031	*	2205	32		152+			16	1440`	*	-10	024	5 = SW	078	280º	012,2	*Cheia +Rasgada, Morf. duna alterada `inclinada

Anexo 80

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a novembro de 2010
 Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	Valores observados em gramas											Vento					
	20 cm									0 cm		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo	Pluv. (mm)	
N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.								
1	1622	2060	610	10			8	125	125	3860	- 6	029	7 = NW	078	320º	004,0	
2	391	252	27				3	48	35	3400	- 1,5	023	8 = N	056	350º	000,0	
3												011	8 = N	033	340º	000,0	
4												006	7 = NW	024	330º	000,0	
5												006	3 = SE	020	150º	000,0	
6												006	4 = S	022	140º	000,0	
7	216	329	90				3	24	2	*	- 2	009	8 = N	026	300º	000,0	*Cheia
8	52	523	386	11		40	1	1	65	*	- 2	018	8 = N	054	340º	003,0	*Cheia
9	104	637	155						74	4950	- 1,5	024	6 = W	061	290º	007,6	
10	2	16	25			61	1	1	11	55		017	7 = NW	065	300º	008,2	
11												007	3 = SE	028	330º	008,2	
12												007	3 = SE	024	240º	000,0	
13			6	9						480	- 1,5	008	2 = E	026	190º	000,1	
14	8	95	19	9	12	4		2	5	2280	- 0,5	015	4 = S	044	180º	005,8	
15	11	107	48	5					13	1737	- 1	009	7 = NW	043	330º	002,2	
16												008	3 = SE	026	340º	000,0	
17												015	3 = SE	050	270º	014,5	
18												INOP	INOP	INOP	INOP	001,3	
19	3	1	1		5				1	649	- 2	INOP	INOP	INOP	INOP	006,5	
20	24	63	6						2	3216	- 0,5	INOP	INOP	INOP	INOP	006,2	
21	277	428	95						35	5780	- 3	INOP	INOP	INOP	INOP	001,3	
22	11	17	6						12	250	- 1	INOP	INOP	INOP	INOP	004,8	
23					6	8	17	2		76	- 0,25	008	3 = SE	033	130º	000,4	
24												010	3 = SE	037	130º	000,7	
25												005	7 = NW	024	340º	000,0	
26												006	8 = N	017	340º	000,0	
27	78	72	2					12		3386	- 2	007	1 = NE	020	030º	000,0	
28												008	3 = SE	030	350º	001,3	
29	70	94	1					1		3780	- 2,5	007	3 = SE	028	150º	002,2	
30												015	3 = SE	044	140º	014,0	
31																	

Anexo 81

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a dezembro de 2010
 Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	Valores observados em gramas											Vento					
	20 cm									0 cm		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo	Pluv. (mm)	
N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.								
1	3	6	1					4	3	34	+ 0,25	009	3 = SE	050	190º	006,3	
2	1	3								42		008	8 = N	033	310º	002,4	
3												012	6 = W	057	300º	011,7	
4	76	239	93	22	252	433*	887	37	41	+	- 3	011	3 = SE	046	140º	000,0	*Rasgada +cheia
5				35	768*	1405	713*	70		4160	- 0,5	031	3 = SE	063	140º	014,5	*Duvidoso
6	8	8	147	532	187	17	29	10	6	4630	- 1,5	022	4 = S	052	220º	035,5	
7												017	4 = S	054	170º	010,3	Não houve leituras
8			12	28					1	288		011	4 = S	074	200º	006,0	
9												008	7 = NW	028	200º	002,2	
10												017	3 = SE	041	140º	000,6	Não houve leituras
11	3	3	1	57	541	1814	2950	342	17	*	- 3	023	3 = SE	056	140º	000,0	*Cheia
12												011	3 = SE	039	130º	000,0	
13												006	3 = SE	022	140º	000,0	
14												005	7 = NW	020	340º	000,0	
15												006	1 = NE	020	020º	000,0	
16								2	6	1	29	010	8 = N	028	080º	000,0	De 2010 ou de 2011?
17												006	3 = SE	022	120º	000,0	
18												005	1 = NE	022	020º	000,0	
19												006	8 = N	017	030º	000,0	
20												008	3 = SE	026	180º	000,2	
21					5	5	5	3	1	74		017	3 = SE	048	140º	042,4	
22												012	3 = SE	035	160º	002,4	
23	3358	3280	1273	8	5	33	*	476	321	3368	- 5	018	7 = NW	065	340º	006,7	*Inoperativa
24												011	7 = NW	072	360º	002,1	
25	1	1	1	3	73	233	256	146	21	2560	- 2	013	2 = E	044	100º	010,5	
26												008	1 = NE	044	110º	000,0	
27					45	163	149	55	4	3114	- 0,25	015	3 = SE	039	140º	000,0	
28												025	3 = SE	046	140º	001,2	Não houve leituras
29				1	60	310	168	17		3670	- 0,5	025	3 = SE	052	150º	002,5	
30		1	3	8	12	16	*	9	3	104	+ 0,5	021	3 = SE	054	140º	002,9	*Inoperativa
31												015	6 = W	044	140º	024,5	

Anexo 82

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a janeiro de 2011
 Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO Valores observados em gramas										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	20 cm									0 cm		Vento					
	N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo	Pluv. (mm)	
1												006	3 = SE	026	260º	001,2	
2												004	3 = SE	013	340º	000,0	
3												005	4 = S	013	010º	000,0	
4												009	3 = SE	017	150º	VEST	
5												012	4 = S	033	210º	006,6	
6				1	1						39	018	4 = S	044	200º	009,1	
7												021	4 = S	061	210º	032,4	Não houve leituras
8			43	86	33	5				14	907	023	4 = S	063	210º	008,7	
9												012	3 = SE	035	190º	009,6	
10											49	010	3 = SE	030	350º	000,0	
11												011	5 = SW	037	200º	008,5	
12												004	7 = NW	020	340º	000,0	
13												005	8 = N	015	030º	000,0	
14												006	4 = S	017	150º	000,0	
15												006	4 = S	019	150º	000,0	
16												011	3 = SE	024	140º	000,0	Não houve leituras
17					1	1					149	015	3 = SE	031	140º	010,7	
18												010	3 = SE	028	130º	000,0	
19												007	3 = SE	024	130º	000,0	
20												009	3 = SE	031	130º	000,0	
21												009	3 = SE	028	130º	000,0	
22												013	2 = E	041	090º	000,0	Não houve leituras
23	4				14	22	30	22	6	462		014	1 = NE	052	100º	000,0	
24	2	4	2	2	47	70	87	71	7	1241	- 0,50	015	2 = E	044	080º	000,0	
25	2	1		2	30	36	67	55	6	989	- 0,20	014	2 = E	050	110º	000,0	
26												009	2 = E	037	090º	000,0	
27												008	4 = S	026	130º	001,4	
28												011	3 = SE	031	040º	019,7	
29												006	4 = S	039	010º	004,8	
30												007	3 = SE	050	320º	005,0	
31	757	472	31				8	100	53	4700	- 1,75	010	8 = N	033	350º	000,0	

Anexo 83

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a fevereiro de 2011
 Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO Valores observados em gramas										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES	
	20 cm									0 cm		Vento						
	N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo	Pluv. (mm)		
1												008	3 = SE	035	340º	000,0		
2	10	7	1					1	4	12	174	- 0,5	008	8 = N	030	040º	000,0	
3	5	4							4	7	240		009	3 = SE	031	030º	000,0	
4													009	8 = N	026	310º	000,0	
5													006	4 = S	020	330º	000,0	
6													005	3 = SE	019	310º	000,0	
7													007	4 = S	022	320º	000,0	
8													009	3 = SE	024	140º	000,0	Não houve leituras
9				4	37	105	71	5	2		2700	- 0,25	021	3 = SE	048	150º	002,2	
10													014	3 = SE	043	160º	000,0	
11			5	14	17	16	5			10	2120	+ 0,20	013	3 = SE	033	140º	000,0	
12													009	3 = SE	044	180º	009,5	
13	29	56							2	17	217		009	4 = S	039	180º	000,0	
14													013	7 = NW	048	330º	012,8	Não houve leituras
15	54	72	14	13	28				2	19	1664		014	6 = W	061	024º	020,1	
16	593	678	435	44	38			2	316	172	3700	- 1	013	4 = S	046	270º	012,2	
17	1742	2278	1550			320	39	529	1103	*	*	- 8	031	7 = NW	080	280º	020,3	*Cheia, Morfologia da crista da duna alterada
18													015	7 = NW	054	300º	001,1	Não houve leituras
19											361		015	4 = S	041	220º	023,1	
20											16		007	3 = SE	033	140º	001,6	
21													011	6 = W	043	230º	000,0	Não houve leituras
22	38	15				3	2	17	18		1018	- 0,75	014	7 = NW	033	270º	000,3	
23	19	16	2						8	10	194		012	8 = N	041	330º	000,0	
24													010	8 = N	039	340º	000,0	
25	3	*2							3	2	43		006	7 = NW	022	310º	000,0	*Soltou-se
26	5	2							2	1	80	- 0,25	016	8 = N	041	350º	000,0	
27	629	1331	103			1	41	531	153		5355		019	8 = N	041	350º	000,0	
28													012	8 = N	044	330º	000,0	Não houve leituras
29																		
30																		
31																		

Anexo 84

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a março de 2011
Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO Valores observados em gramas										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	20 cm									0 cm		Vento				Pluv. (mm)	
	N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo		
1	723	858	95			4	51	445	231	*	- 4	015	8 = N	046	340º	000,0	*Cheia
2	42	49	2			2	9	55	10	888	- 1,25	010	8 = N	039	350º	000,0	
3	2	1						1	1	148		010	8 = N	039	330º	000,0	
4												009	8 = N	035	010º	000,0	
5				14	249	438	289	56	10	*		012	3 = SE	037	120º	000,0	*Cheia
6	2					6	5	1		374	- 0,25	016	3 = SE	052	140º	000,7	
7												013	3 = SE	037	140º	000,0	
8			1	9	115	214	139	61	6	*	- 0,75	013	3 = SE	044	130º	000,2	*Cheia
9												012	2 = E	041	110º	000,9	
10												009	2 = E	031	100º	000,0	
11						5	3	3		198		007	3 = SE	033	090º	000,1	
12												009	3 = SE	030	110º	000,2	Não houve leitura
13												009	4 = S	033	310º	000,2	Não houve leitura
14	10	26	14	4					32	1098	+ 0,25	008	3 = SE	028	120º	013,5	
15												010	7 = NW	030	310º	004,9	Não houve leitura
16	202	62	7					18	30	2285	- 1,5	009	4 = S	033	180º	000,0	
17	980	606	356	2	1	8	1	205	135	*	- 3	020	7 = NW	043	350º	000,7	*Cheia
18												012	8 = N	041	340º	000,0	
19												008	7 = NW	030	310º	000,0	
20												007	3 = SE	028	330º	000,0	
21												007	7 = NW	031	330º	000,0	Não houve leitura
22	1				17	48	40	15	7	1646	- 1	011	3 = SE	028	120º	000,0	
23				1	48	104	91	38	1	2452	- 0,25	014	3 = SE	050	130º	000,0	
24						18	14	4		560		011	2 = E	044	100º	001,4	
25										2		010	3 = SE	035	130º	000,0	
26		7	12	21	20				16	1810		011	3 = SE	033	210º	000,0	
27		15	20	11		1		1	29	1670		014	5 = SW	052	230º	006,4	
28										285	- 0,25	011	6 = W	041	270º	000,6	
29												011	5 = SW	043	220º	000,9	
30												009	7 = NW	030	250º	000,0	
31												008	7 = NW	026	320º	000,0	

Anexo 85

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a abril de 2011
Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	Valores observados em gramas											Vento				Pluv. (mm)	
	20 cm									0 cm		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo		
N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.								
1			17	144	284	121	24	4	4600		010	3 = SE	035	140º	000,0		
2											015	3 = SE	048	120º	000,0		
3	1140	460	249	1		11	392	221	*	- 2	015	8 = N	039	350º	000,0	*Cheia	
4	115	257	133			1	65	17	3820	- 2	020	8 = N	050	340º	000,0		
5											012	8 = N	041	330º	000,0		
6		2		7	69	204	122	37	7	3970	- 0,25	013	2 = E	056	100º	000,0	
7											012	3 = SE	052	150º	000,0		
8	1			5	34	72	24	3	2	2350		012	3 = SE	037	140º	000,0	
9											010	6 = W	043	140º	000,0		
10	195	273	102			6	99	54	3342	- 0,75	017	8 = N	037	360º	000,0		
11	1	1						1	45		015	7 = NW	046	330º	000,0		
12											011	7 = NW	041	340º	000,0		
13											009	3 = SE	031	360º	000,0		
14									26		008	7 = NW	031	320º	000,0		
15											009	7 = NW	028	320º	000,0	Não houve leituras	
16				7	18	*	5	2	446	- 0,25	009	7 = NW	035	120º	000,0	*Inoperativa	
17											035	6 = W	035	140º	000,0		
18				3	2	2			75		011	3 = SE	041	260º	000,0		
19											013	4 = S	041	180º	031,1		
20											007	7 = NW	022	320º	004,8		
21											008	3 = SE	039	270º	017,8		
22											011	6 = W	039	330º	005,3		
23											012	8 = N	044	350º	029,0		
24											012	8 = N	054	350º	000,0	Não houve leituras	
25	395	181	53				86	45	*	- 0,25	019	8 = N	044	340º	000,0	*Cheia	
26											009	7 = NW	037	330º	000,0		
27											010	4 = S	044	140º	000,0		
28											007	4 = S	026	310º	000,0		
29											007	6 = W	035	060º	000,0		
30											007	6 = W	020	330º	008,9		
31																	

Anexo 86

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a maio de 2011
Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO Valores observados em gramas										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	20 cm									0 cm		Vento					
	N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo	Pluv. (mm)	
1												007	6 = W	020	330º	014,4	
2												006	7 = NW	030	330º	000,0	
3												013	7 = NW	037	340º	000,0	
4												009	7 = NW	031	320º	000,0	
5												008	7 = NW	031	290º	000,0	
6										124		008	7 = NW	030	300º	000,0	
7			16	17	12	1			2	2033	-0,25	013	5 = SW	041	230º	001,8	
8												015	4 = S	043	240º	000,0	
9	65	63	45					11	19	2852		009	6 = W	041	270º	000,0	
10												012	8 = N	039	330º	000,0	
11	62	79	21	21	21	1		10	10	2750	-0,25	009	7 = NW	030	330º	000,0	
12												007	7 = NW	022	290º	000,0	
13												007	7 = NW	028	330º	000,0	
14												011	7 = NW	030	280º	000,0	
15										48		012	7 = NW	033	100º	000,0	
16												010	2 = E	041	110º	000,0	
17												012	4 = S	033	200º	013,1	
18	1					3	1	1		233		009	3 = SE	028	050º	007,8	
19												009	8 = N	037	020º	006,8	
20												010	7 = NW	037	330º	000,0	
21												009	7 = NW	030	320º	000,0	
22	10	3						4	3	422		016	8 = N	039	340º	000,0	
23												009	7 = NW	030	330º	000,0	
24												010	7 = NW	028	300º	000,0	
25												007	7 = NW	026	330º	000,0	
26										88		014	6 = W	026	300º	000,0	
27												007	6 = W	033	270º	000,3	Não houve leituras
28										4		009	7 = NW	030	310º	000,0	
29												009	4 = S	035	020º	000,8	Não houve leituras
30	36	2						4	6	568		008	3 = SE	033	240º	024,7	
31												020	8 = N	041	360º	000,8	Não houve leituras

Anexo 87

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a junho de 2011
Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	Valores observados em gramas											Vento				Pluv. (mm)	
	20 cm									0 cm		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo		
N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.								
1	76	22	5				9	12	2665	- 0,25	014	7 = NW	039	330º	000,0		
2	1	1	1				1	1	144		013	1 = NE	041	090º	000,0		
3											011	8 = N	039	340º	000,0		
4											009	7 = NW	033	330º	000,0		
5											009	7 = NW	031	340º	000,0		
6	153	42	11				51	24	4117	- 1	014	7 = NW	030	320º	000,0		
7	868	355	164	4		6	70	27	*	- 4	025	8 = N	052	350º	000,1	*Cheia, Corredor de deflação NNW – SSE	
8											021	7 = NW	050	350º	000,0	Posto em manutenção	
9											012	7 = NW	044	330º	000,2	Posto em manutenção	
10	5								24		006	7 = NW	022	330º	000,4		
11	2	1						1	533	- 1,25	013	8 = N	039	330º	000,0		
12											012	8 = N	035	340º	000,0		
13											009	7 = NW	031	330º	000,1		
14											014	7 = NW	030	330º	000,0		
15											012	7 = NW	039	320º	000,0		
16											014	7 = NW	035	310º	000,0		
17											016	7 = NW	039	340º	000,0		
18	1	1							218		015	8 = N	035	010º	000,6		
19											017	8 = N	048	330º	000,0		
20											017	8 = N	039	340º	000,0		
21											014	7 = NW	041	330º	000,0	Não houve leituras	
22											017	8 = N	037	010º	000,0	Não houve leituras	
23	10	20	1				1	15	3060	- 1	020	8 = N	046	360º	000,0		
24											018	8 = N	052	340º	000,0		
25											009	7 = NW	031	010º	000,0		
26											008	6 = W	030	300º	000,0		
27											010	3 = SE	037	130º	000,1		
28	2	3						1	786	- 0,25	019	8 = N	041	360º	000,0		
29									63		029	8 = N	046	340º	000,0		
30											013	7 = NW	041	340º	000,0		
31																	

Anexo 88

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a julho de 2011
 Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO Valores observados em gramas										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	20 cm									0 cm		Vento					
	N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo	Pluv. (mm)	
1												018	6 = W	033	330º	000,0	
2										26		006	7 = NW	026	320º	000,1	
3	1	27	1						4	2100	-1	014	7 = NW	039	340º	000,0	
4												020	7 = NW	044	320º	VEST	
5												012	7 = NW	037	330º	000,0	
6	2	1								333	-0,25	014	7 = NW	033	320º	000,0	
7	3	1								216		021	8 = N	048	340º	000,0	
8												013	7 = NW	043	340º	000,0	
9												011	6 = W	033	290º	000,1	
10												015	7 = NW	031	360º	VEST	
11												013	7 = NW	041	340º	000,0	
12	65	152	15					6	46	*	-0,50	018	7 = NW	035	330º	000,0	*Cheia
13	207	159	8					9	93	*	-1	025	8 = N	061	350º	000,0	*Cheia
14												021	8 = N	056	350º	000,0	
15	41								1	59		023	8 = N	052	340º	000,0	
16												028	7 = NW	048	330º	VEST	
17	13	28	4					3	6	2560		022	8 = N	048	330º	000,9	
18	8	29							3	1948	-0,25	030	8 = N	061	340º	000,0	
19	13	20	3					2	4	1600	-1	019	7 = NW	050	350º	000,8	
20												025	8 = N	061	350º	000,0	Não houve leituras
21	204	61	1					36	58	5475		031	8 = N	065	350º	000,0	
22	3	1						1		367		027	8 = N	061	340º	000,0	
23												018	7 = NW	052	330º	000,0	Não houve leituras
24												011	7 = NW	031	320º	000,0	Não houve leituras
25	5	3							4	980		016	7 = NW	048	330º	000,0	
26										76		018	7 = NW	044	340º	000,0	
27										13		015	7 = NW	044	340º	000,0	
28												011	7 = NW	043	340º	000,0	
29												009	6 = W	031	280º	000,0	
30												013	7 = NW	030	280º	000,0	
31												015	7 = NW	035	320º	000,0	

Anexo 89

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a agosto de 2011
Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	Valores observados em gramas											Vento				Pluv. (mm)	
	20 cm									0 cm		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo		
N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.								
1												019	8 = N	043	340º	000,0	
2												010	7 = NW	052	330º	001,5	
3												010	6 = W	033	280º	000,0	
4												017	8 = N	037	340º	000,0	
5												016	7 = NW	039	350º	000,1	
6												011	7 = NW	033	310º	000,6	
7												016	5 = SW	035	250º	003,4	
8	6	2							2	1192	-0,25	014	8 = N	035	330º	000,0	
9										14		014	7 = NW	048	340º	000,0	
10												010	7 = NW	039	330º	000,0	
11												009	6 = W	033	300º	000,0	
12												010	7 = NW	030	340º	000,0	
13												014	7 = NW	037	330º	000,0	
14												015	8 = N	041	330º	000,0	
15												010	7 = NW	031	330º	000,7	
16												011	7 = NW	024	350º	000,3	
17												014	7 = NW	030	340º	000,0	
18												011	7 = NW	031	340º	000,0	
19												011	7 = NW	035	320º	000,0	
20					9	22	13	4	1	590		011	7 = NW	030	050º	000,0	
21		1	8	34	30	42	24	4	2	2115	-0,25	015	3 = SE	065	170º	VEST	
22												010	6 = W	035	180º	004,2	
23												012	7 = NW	030	300º	000,0	
24												013	7 = NW	035	360º	000,0	
25												010	7 = NW	033	310º	000,0	
26												010	6 = W	041	020º	005,1	
27												015	8 = N	044	340º	000,0	
28												011	7 = NW	041	330º	000,0	
29												009	7 = NW	030	340º	000,0	
30										30		011	7 = NW	035	340º	000,0	
31										20		012	5 = SW	041	220º	000,0	

Anexo 90

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a setembro de 2011
Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	Valores observados em gramas											Vento				Pluv. (mm)	
	20 cm									0 cm		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo		
N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.								
1												014	4 = S	052	210º	005,0	
2												008	7 = NW	028	300º	000,4	
3												007	7 = NW	030	300º	001,9	
4												012	6 = W	043	360º	000,9	Não houve leituras
5	2	2						1	422			015	8 = N	046	330º	000,0	
6									46			014	8 = N	043	340º	000,0	
7												011	7 = NW	041	340º	000,0	
8												017	8 = N	044	340º	000,0	
9												009	7 = NW	030	320º	000,0	
10												009	6 = W	026	330º	000,0	
11												008	4 = S	030	330º	000,3	
12												008	7 = NW	030	320º	000,0	
13												014	7 = NW	039	330º	000,0	
14												011	7 = NW	033	340º	000,0	
15												INOP	INOP	INOP	INOP	000,0	
16												INOP	INOP	INOP	INOP	000,0	
17												INOP	INOP	INOP	INOP	000,0	Não houve leituras
18	43	58	11				3	11	4518			INOP	INOP	INOP	INOP	000,0	Leitura efetuada às 10h
19	375	411	120				2	74	48	3808	- 1,5	INOP	INOP	INOP	INOP	000,0	Data e deflação duvidosa
20									7			INOP	INOP	INOP	INOP	000,0	
21												INOP	INOP	INOP	INOP	000,0	
22												009	7 = NW	030	320º	000,0	
23												009	7 = NW	031	300º	000,0	
24												010	7 = NW	037	330º	000,0	
25												007	7 = NW	028	310º	000,0	
26												008	7 = NW	031	310º	000,0	
27												007	7 = NW	028	300º	000,0	
28												007	7 = NW	024	320º	VEST	
29												006	3 = SE	028	290º	000,0	
30												008	6 = W	041	120º	000,0	
31																	

Anexo 91

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a outubro de 2011
 Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO Valores observados em gramas										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	20 cm									0 cm		Vento				Pluv. (mm)	
	N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo		
1												010	3 = SE	035	130º	000,0	Não houve leituras
2				4	20	42	32	10	1	1590	- 0,25	013	3 = SE	052	130º	000,0	
3												009	3 = SE	043	130º	000,0	
4												008	7 = NW	033	330º	000,0	
5												008	7 = NW	031	330º	000,0	
6	3	3								478		008	7 = NW	031	320º	000,0	
7	108	91	9					14	21			021	8 = N	048	340º	000,0	
8												013	7 = NW	050	350º	000,0	
9												010	7 = NW	037	330º	000,0	
10												009	3 = SE	030	300º	000,0	
11												008	3 = SE	033	120º	000,0	
12												008	3 = SE	030	310º	000,0	
13												007	3 = SE	028	290º	000,0	
14												007	4 = S	028	310º	000,0	
15												006	4 = S	030	290º	000,0	
16												006	6 = W	028	310º	000,0	
17												006	7 = NW	024	300º	000,0	
18												009	7 = NW	024	320º	000,0	
19												009	8 = N	030	350º	000,0	Não houve leituras
20										4		013	8 = N	046	010º	000,0	
21						3	3		2	118		010	8 = N	039	010º	000,0	
22												009	3 = SE	039	150º	000,0	
23				9	7	2				1145	- 2	011	4 = S	041	180º	000,0	
24	8	36	20	9	9		1	1	12	1519	- 1,25	INOP	INOP	INOP	INOP	027,7	
25	24	169	177	6	1	1		1	38	2268		013	7 = NW	043	310º	003,3	
26					3	2			1	432		016	3 = SE	050	180º	003,2	
27	2200	2435	905	30				50	54	2170	- 3,5	028	4 = S	069	190º	025,0	
28	437	712	360					23	64	6700	- 4	022	8 = N	070	360º	001,1	
29												008	4 = S	028	360º	000,0	
30												007	8 = N	026	340º	000,0	
31												006	4 = S	020	340º	000,0	

Anexo 92

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a novembro de 2011
Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES	
	Valores observados em gramas											Vento				Pluv. (mm)		
	20 cm									0 cm		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo			
N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.									
1												008	4 = S	033	230º	002,9		
2		4		4	13	31	*		4	2650	- 0,5	013	3 = SE	046	170º	001,8	*Inoperativa	
3		19	13	1	26*				4	244		020	4 = S	056	190º	045,2	*Duvidosa	
4												012	4 = S	065	330º	024,4		
5	13	80	46					2	11	1705	- 0,25	011	7 = NW	046	150º	015,0	Duvidas entre N e NW	
6	82	212	24	1				3	20	36	7305	- 2,5	012	8 = N	054	340º	000,0	
7						1					51		012	8 = N	044	020º	000,0	
8													008	3 = SE	024	150º	000,0	
9													017	3 = SE	043	160º	012,8	
10													011	3 = SE	026	240º	000,0	
11													017	4 = S	035	200º	003,5	
12				11	35	700	375	70			8000	- 0,25	011	3 = SE	046	160º	011,3	
13													031	3 = SE	069	140º	004,5	Não houve leituras
14													019	3 = SE	063	170º	046,6	Não houve leituras
15	9	45	9	21	725	1288	546	59	87	*	?		012	4 = S	044	250º	023,1	*Cheia
16											22		009	4 = S	037	330º	002,1	
17													005	4 = S	022	200º	000,0	
18													009	3 = SE	035	150º	000,0	
19													011	4 = S	035	150º	016,5	
20													006	3 = SE	022	060º	000,0	
21													006	4 = S	017	090º	000,0	
22	2256	2057	982		7	5	4	57	146		4670	- 2,75	018	7 = NW	067	340º	019,3	
23													012	8 = N	059	340º	004,5	
24													006	8 = N	020	020º	000,0	
25													006	3 = SE	019	040º	000,0	
26													007	8 = N	024	030º	000,0	
27													005	3 = SE	015	330º	000,0	
28													005	4 = S	020	340º	000,0	
29													006	4 = S	019	340º	000,0	
30													007	4 = S	017	200º	000,0	
31																		

Anexo 93

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a dezembro de 2011
 Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	Valores observados em gramas											Vento				Pluv. (mm)	
	20 cm									0 cm		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo		
N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.								
1												011	3 = SE	026	160º	000,0	Não houve leituras
2												014	7 = NW	046	350º	004,5	Não houve leituras
3	831	674	216			5	4	20	18	5200	?	013	8 = N	048	340º	000,0	
4												007	3 = SE	030	050º	000,0	
5												006	7 = NW	024	340º	000,6	
6												006	7 = NW	026	350º	001,2	
7												008	3 = SE	033	050º	000,3	
8												006	3 = SE	028	010º	000,0	
9												005	4 = S	019	060º	000,0	
10												007	4 = S	022	340º	002,4	
11												009	6 = W	035	210º	013,3	
12												006	4 = S	033	330º	001,4	
13												009	4 = S	026	200º	000,1	
14												012	5 = SW	031	250º	007,6	
15												006	7 = NW	035	340º	004,2	
16												011	5 = SW	041	260º	000,1	
17												016	8 = N	074	030º	007,8	
18												005	4 = S	020	010º	000,0	
19												007	4 = S	028	040º	000,0	
20												005	3 = SE	019	350º	000,0	
21												006	7 = NW	028	010º	000,1	
22												007	4 = S	026	010º	000,0	
23	63	22						6	4	615		005	8 = N	019	340º	000,0	
24	11	6	1					3		531		012	8 = N	044	360º	000,0	
25												008	1 = NE	024	070º	000,0	
26												008	3 = SE	022	150º	000,0	
27												008	3 = SE	026	170º	000,0	
28												006	3 = SE	020	170º	000,0	
29												007	8 = N	030	350º	000,0	
30												006	3 = SE	026	040º	000,0	
31		1								328		006	3 = SE	024	340º	000,0	

Anexo 94

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a janeiro de 2012
 Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO Valores observados em gramas										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	20 cm									0 cm		Vento					
	N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo	Pluv. (mm)	
1										32		006	7 = NW	026	180º	000,0	
2												010	5 = SW	050	340º	000,0	
3												009	4 = S	030	330º	000,0	
4												004	3 = SE	013	190º	000,0	
5	3	1								462		009	8 = N	030	340º	000,0	
6	128?							11		1076	- 0,25	016	8 = N	033	020º	000,0	Faltam leituras?
7												006	3 = SE	024	360º	000,0	
8												006	8 = N	019	020º	000,0	
9												005	3 = SE	020	020º	000,0	
10												006	3 = SE	020	150º	000,0	
11												007	3 = SE	030	160º	000,0	
12												006	3 = SE	017	010º	000,0	
13												006	3 = SE	024	140º	000,0	
14												006	4 = S	020	170º	000,0	
15												008	4 = S	026	250º	006,4	
16												007	4 = S	026	250º	006,0	
17												010	8 = N	041	010º	000,0	
18	196	288	56				3	35		28		006	3 = SE	013	150º	000,0	
19												005	3 = SE	020	350º	000,0	
20												005	4 = S	019	320º	000,0	
21												008	3 = SE	028	020º	000,0	
22												007	3 = SE	024	010º	000,0	
23												005	8 = N	022	340º	000,0	
24												007	4 = S	026	340º	000,0	
25												006	4 = S	019	160º	000,0	
26												006	4 = S	030	340º	000,0	
27												013	8 = N	035	360º	001,4	Não houve leituras
28	1040	1089	199				11	405	85	*	- 3,25	012	8 = N	039	010º	000,0	*Cheia
29												007	3 = SE	024	340º	000,0	
30												006	3 = SE	028	350º	000,0	
31												007	4 = S	024	310º	000,0	

Anexo 95

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a fevereiro de 2012
Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	Valores observados em gramas											Vento				Pluv. (mm)	
	20 cm									0 cm		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo		
N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.								
1												006	3 = SE	020	360º	000,0	Não houve leituras
2												007	7 = NW	031	310º	005,9	Não houve leituras
3												009	2 = E	039	040º	000,0	Não houve leituras
4												009	8 = N	039	040º	000,0	Não houve leituras
5												008	3 = SE	039	040º	000,0	Não houve leituras
6	936	560	164			1	1	215	73	7950	- 3	023	8 = N	050	010º	000,1	
7	784	1346	244				27	577	8	*	- 3,25	022	8 = N	052	360º	000,0	*Cheia
8												020	8 = N	056	010º	000,0	
9	212	420	75				6	161	6			010	8 = N	037	010º	000,0	
10										7		007	8 = N	028	360º	000,0	
11												007	3 = SE	028	040º	000,0	
12												008	1 = NE	028	330º	000,0	
13												007	8 = N	028	340º	000,0	
14												011	8 = N	031	030º	000,0	
15												015	8 = N	052	350º	000,0	
16												010	3 = SE	035	330º	000,0	
17												009	8 = N	031	350º	000,0	
18												008	3 = SE	028	010º	000,0	
19												008	4 = S	031	340º	000,0	
20												008	2 = E	031	350º	000,0	
21												008	8 = N	028	360º	000,0	
22												008	7 = NW	030	350º	000,0	
23												007	8 = N	026	340º	000,0	
24												007	3 = SE	024	170º	000,0	
25												007	4 = S	028	330º	000,0	
26												006	7 = NW	024	330º	000,0	
27												013	8 = N	037	060º	000,0	
28												006	3 = SE	030	340º	000,0	
29												006	3 = SE	024	310º	000,0	
30																	
31																	

Anexo 96

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a janeiro de 2013
 Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES	
	Valores observados em gramas											Vento				Pluv. (mm)		
	20 cm									0 cm		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo			
N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.									
1												010	4 = S	041	200º	012,0		
2												006	8 = N	030	340º	000,0		
3												006	8 = N	019	350º	000,0		
4												010	3 = SE	037	110º	000,0		
5												010	4 = S	037	120º	000,0		
6												007	4 = S	019	140º	000,0		
7												005	4 = S	017	170º	000,0		
8												010	3 = SE	022	130º	000,0		
9												013	3 = SE	026	150º	001,3		
10												011	5 = SW	033	220º	002,0		
11												006	7 = NW	022	310º	000,0		
12												007	4 = S	026	270º	005,4		
13	22	96	32					8	118			012	6 = W	044	320º	010,4		
14												009	8 = N	048	350º	003,1		
15												008	8 = N	039	350º	000,1		
16												010	6 = W	035	340º	002,5		
17	112	210	80	2				1	36	4728	- 1	014	7 = NW	052	280º	012,9		
18												015	5 = SW	043	280º	007,6	Tempestade impossível leitura	
19												032	5 = SW	096	290º	017,9	Tempestade impossível leitura	
20												032	7 = NW	115	320º	002,0	Tempestade impossível leitura	
21	2009	*	*	100	2			269	425	200+	4322	- 9	019	7 = NW	057	250º	012,6	*Cheia, +armadilha rasgada
22	*	4437	2842	35				1295	3435	**	*	- 5	015	7 = NW	056	270º	010,0	*Cheia, **Inoperativa
23													024	7 = NW	083	330º	009,7	Não houve leituras
24	2910	1826	2001	25		*		11	210	*	1585	- 0,5	016	6 = W	052	300º	009,8	*Inoperativas
25													010	6 = W	039	280º	021,8	
26													014	7 = NW	039	330º	004,8	
27													008	4 = S	022	330º	000,8	
28	15	52	13							4	572	- 0,25	013	4 = S	046	330º	007,9	
29													011	3 = SE	024	280º	000,0	
30													008	3 = SE	024	140º	000,0	
31													008	3 = SE	022	150º	000,0	

Anexo 97

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a fevereiro de 2013
Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO Valores observados em gramas										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	20 cm									0 cm		Vento				Pluv. (mm)	
	N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo		
1												021	8 = N	054	220º	000,0	Não houve leituras
2	2021	3415	773	14	10			477	535	*	- 0,5	017	8 = N	054	350º	002,4	*Cheia
3												009	8 = N	030	340º	000,4	Não houve leituras
4	706	1345	400					254	183	*	- 2,5	012	8 = N	030	340º	000,0	*Cheia
5	436	757	444					228	53	*		025	8 = N	061	340º	000,0	*Cheia
6	?	5059	3114	6				453	262	*	- 3,5	023	8 = N	057	340º	000,0	*Cheia ?danificada
7												013	8 = N	054	350º	000,8	Não houve leituras
8	1209	3057	1149					188	90	*	?	018	8 = N	056	350º	000,0	*Cheia, Defl. sob armadi. E 27, NE 26, SE 18 (cm)
9	340	828	197					21	40	7394	?	007	4 = S	026	030º	000,0	
10												021	7 = NW	057	350º	000,0	Não houve leituras
11	1815	4163	4282	22				664	124	7466	- 4	014	7 = NW	059	340º	008,5	
12			17									012	8 = N	031	340º	002,0	
13												013	8 = N	037	340º	000,4	
14												011	8 = N	035	360º	000,0	
15												007	4 = S	024	290º	000,0	
16												008	3 = SE	026	140º	000,0	
17												011	3 = SE	031	150º	000,9	
18										143		010	3 = SE	041	140º	009,2	
19												006	3 = SE	024	360º	002,5	
20												013	3 = SE	031	150º	000,6	
21												014	4 = S	044	310º	004,7	Não houve leituras
22												022	6 = W	057	290º	016,7	Não houve leituras
23	813	1359	3045	55		2	19	233	312	*	- 5,75	019	8 = N	054	340º	010,0	*Cheia
24	576	1699	243					199	36	7991	- 5	013	8 = N	048	030º	000,0	
25	40	63	8					4		2065	- 0,75	007	8 = N	030	350º	000,0	
26										141		009	4 = S	033	350º	000,0	
27												011	8 = N	044	050º	000,0	Não houve leituras
28	27	18						4		359	- 0,25	009	8 = N	039	340º	010,1	
29																	
30																	
31																	

Anexo 98

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a março de 2013
 Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO Valores observados em gramas										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	20 cm									0 cm		Vento					
	N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo	Pluv. (mm)	
1												009	8 = N	039	340º	000,0	Não houve leituras
2	9	18	4		9	17	22	18	7	818	- 0,5	009	4 = S	031	320º	000,0	
3	1	1		4	68	192	154	55	44	3761	- 0,5	013	3 = SE	037	140º	000,0	
4	6	15	16	8	309	767	634	197	84	*	- 3,5	024	3 = SE	056	140º	VEST	*Cheia
5												021	3 = SE	070	120º	003,1	
6												015	3 = SE	035	130º	010,2	
7			134	449	196	46	1		10	2282	- 1	022	5 = SW	065	210º	009,9	
8										8		021	5 = SW	076	240º	004,0	
9		1	35	22	71	3			2	2830	- 3	015	4 = S	044	230º	004,0	
10												019	5 = SW	063	220º	006,1	Não houve leituras
11	194	292	324	80	4	3	10	76	18	7543	- 1	016	6 = W	056	250º	004,0	
12												012	6 = W	057	270º	005,4	Não houve leituras
13												017	8 = N	050	010º	007,8	Não houve leituras
14												019	8 = N	056	350º	000,0	Não houve leituras
15	1421	2096	1376	4			3	303	33	*	- 5,75	011	8 = N	037	340º	000,0	*Cheia
16												009	3 = SE	030	290º	002,2	
17												014	3 = SE	039	170º	004,5	
18												016	8 = N	050	340º	000,4	
19												008	7 = NW	028	300º	002,9	
20	217	314	84	1				15	2	3136	- 1	010	7 = NW	035	340º	001,4	
21			*	61	139	186	40	5	75	5809	- 1,5	014	3 = SE	033	240º	000,0	*Inoperacional
22				3	22	11	1		7	604		024	4 = S	063	180º	004,2	
23										4		014	5 = SW	048	190º	004,5	
24												013	4 = S	039	280º	007,1	Não houve leituras
25												018	6 = W	044	310º	005,3	Não houve leituras
26	530	177	22				4	170	7	7071	- 2,5	020	5 = SW	059	220º	011,7	
27	4	3								4		018	5 = SW	054	210º	006,4	
28												014	5 = SW	039	240º	001,2	
29			1	3	2				1	164		021	5 = SW	059	220º	021,7	
30												016	6 = W	056	220º	003,9	
31												013	6 = W	035	230º	019,3	

Anexo 99

Observação de campo e dados meteorológicos correspondentes a abril de 2013
Latitude = 39° 51' 08.54" N; Longitude = 8° 59' 01.30" W; Altitude = 20 m (cordão dunar frontal)

D i a	ALTURA E ORIENTAÇÃO Valores observados em gramas										Defl. (-) Acum. (+) (cm)	POSTO METEOROLÓGICO DA BASE AÉREA DE MONTE REAL					OBSERVAÇÕES
	20 cm									0 cm		Vento					
	N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Vert.	Vert.		Velocidad e Média (Km/h)	Rumo Médio	Rajadas (Km/h)	Rajadas Rumo	Pluv. (mm)	
1	4	3	33	5				3	5	944		014	5 = SW	048	260º	020,5	
2	55	67	47	2			1	23	1	45		017	3 = SE	052	160º	013,3	
3			2	3	4	9	4	2	6	787	- 0,5	015	3 = SE	041	200º	005,7	
4												015	8 = N	035	360º	000,9	
5	4565	*	2170	5	2		7	623	89	*	- 7	028	8 = N	070	350º	003,7	*Cheia, Morfologia da crista da duna alterada
6												014	8 = N	052	350º	000,0	
7												010	6 = W	041	220º	000,0	
8	455	1952	529	4				69	16	*	- 5	014	5 = SW	033	250º	003,2	*Cheia
9												013	6 = W	037	270º	000,6	
10												020	4 = S	046	220º	000,9	
11			10	16	10	4			2	1008	- 0,35	011	6 = W	054	310º	001,5	
12												013	5 = SW	037	250º	007,0	
13												008	4 = S	028	300º	000,0	
14												009	6 = W	033	280º	000,0	
15												009	7 = NW	031	320º	000,0	
16												010	8 = N	031	330º	000,0	
17												019	8 = N	046	350º	000,0	
18	787	826	34					118	8	*	- 9	028	8 = N	059	350º	000,0	*Cheia
19	1352	1134	374	1	1		**	83	15	*	- 5	014	7 = NW	041	340º	000,0	*Cheia, **Inoperativa
20	1							3	1	49	- 0,5	009	7 = NW	031	320º	000,0	
21												014	7 = NW	037	330º	000,0	
22	158	187	45					9	1	5137	- 3,5	015	8 = N	046	350º	000,0	
23												010	3 = SE	037	100º	000,0	
24												009	3 = SE	031	310º	000,0	
25												019	8 = N	044	340º	000,0	
26												023	8 = N	050	350º	000,0	Não houve leituras
27	*	*	4543	4	3	1	**	468	**	*	- 4,5	029	8 = N	076	350º	000,0	*Cheia, **Inoperativa
28	368	2172		1			**	57	40	*	- 8	024	8 = N	059	350º	000,0	*Cheia, **Inoperativa
29												018	8 = N	054	030º	000,0	
30												009	8 = N	033	340º	001,5	
31																	