



CRIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO NO LITORAL ABRANGIDO PELA ÁREA DE JURISDIÇÃO DA ADMINISTRAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO TEJO

Estudo do litoral na área de intervenção da
APA, I.P. /ARH do Tejo

Caracterização do regime de marés

Entregável 1.1.3.a

Junho 2013





Centro de
Geologia

INSTITUTO
DOM LUIZ

CRIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO NO LITORAL ABRANGIDO PELA ÁREA DE JURISDIÇÃO DA ADMINISTRAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO TEJO

Este relatório corresponde ao Entregável 1.1.3.a do projeto “Consultoria para a Criação e Implementação de um Sistema de Monitorização do Litoral abrangido pela área de Jurisdição da ARH do Tejo”, realizado pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL), para a Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. / Administração da Região Hidrográfica do Tejo (APA, I.P. /ARH do Tejo).

AUTORES

Carlos Antunes ^{(1), (2)}

⁽¹⁾ Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia, FCUL

⁽²⁾ LATTEX/IDL (Instituto Dom Luiz)



REGISTO DE ALTERAÇÕES		
Nº Ordem	Data	Designação
1	Dezembro de 2011	Versão inicial
2	Junho de 2012	Revisão
3	Junho de 2013	Revisão

Componentes do estudo do litoral na área de intervenção da APA, I.P. /ARH do Tejo

1 Estudo do litoral na área de intervenção da APA, I.P. /ARH do Tejo

1.1 Caracterização do forçamento meteorológico e oceanográfico

1.1.1 Vento

Entregável 1.1.1.a Caracterização do regime de ventos no litoral

1.1.2 Precipitação

Entregável 1.1.2.a Caracterização da precipitação na região hidrográfica do Tejo

Entregável 1.1.2.b Estimativas de descarga sólida fluvial potencial

1.1.3 Marés

Entregável 1.1.3.a Caracterização do regime de marés

1.1.4 Correntes

Entregável 1.1.4.a Caracterização das correntes costeiras

1.1.5 Sobre-elevação meteorológica

Entregável 1.1.5.a Caracterização da sobre-elevação meteorológica

Entregável 1.1.5.b Caracterização do regime de extremos do nível do mar

1.1.6 Nível médio do mar

Entregável 1.1.6.a Análise da evolução do nível médio do mar em Cascais

Entregável 1.1.6.b Cenários de evolução do nível médio do mar para 2100

1.1.7 Ondas

Entregável 1.1.7.a Caracterização do clima de agitação ao largo

Entregável 1.1.7.b Caracterização do clima de agitação junto à costa

Entregável 1.1.7.c Caracterização do clima de agitação na zona de rebentação nas praias-piloto

Entregável 1.1.7.d Avaliação da deriva litoral nas praias-piloto

1.2 Caracterização da margem terrestre na situação de referência

1.2.1 Caracterização das principais unidades geológicas e da organização geomorfológica da faixa costeira

Entregável 1.2.1.a Caracterização das principais unidades geológicas e da organização geomorfológica da faixa costeira

1.2.2 Estudo das tendências de evolução nos últimos 50-100 anos, em litoral de arriba e de acumulação

1.2.2.1 Litorais de arriba

Entregável 1.2.2.1.a Inventário de instabilidades nas arribas obtido por fotointerpretação

Entregável 1.2.2.1.b Inventário de instabilidades obtido por fotogrametria aérea digital multitemporal em sectores de arribas seleccionados

Entregável 1.2.2.1.c Monitorização da evolução de fachadas de arribas seleccionadas: técnicas e resultados

1.2.2.2 Litorais de acumulação

Entregável 1.2.2.2.a Análise da evolução da linha de costa em litoral baixo arenoso nos últimos 50 anos

Entregável 1.2.2.2.b Análise da evolução da linha de costa nos últimos 50 anos – caso especial da Costa da Caparica

Entregável 1.2.2.2.c Utilização de ortofotomapas e fotografias aéreas para a delimitação da linha de costa

1.2.3 Definição de uma série de áreas piloto (praias), representativas dos diferentes segmentos costeiros, para o estudo da variabilidade morfoodinâmica sazonal na área de intervenção da APA, I.P./ARH do Tejo, com vista à sua monitorização periódica

Entregável 1.2.3.a Lista das praias-piloto representativas do litoral em estudo para teste e aplicação de ferramentas de monitorização e caracterização da variabilidade sazonal

Entregável 1.2.3.b Rede de pontos de apoio das praias-piloto

Entregável 1.2.3.c Metodologia e frequência espaço-temporal a aplicar para monitorização e caracterização da variabilidade sazonal nas praias-piloto e avaliação das ferramentas de monitorização adotadas

Entregável 1.2.3.d Dados em bruto resultantes dos trabalhos de campo nas praias-piloto

Entregável 1.2.3.e Caracterização da variabilidade morfodinâmica sazonal das praias-piloto representativas do litoral em estudo

Entregável 1.2.3.f Evolução morfodinâmica da região das Barras do Tejo

1.3 Avaliação da perigosidade associada à mobilidade da linha de costa

1.3.1 Determinação e cartografia da perigosidade associada à ocorrência de fenómenos de instabilidade em arribas, incluindo definição objetiva de zonas de elevada perigosidade e/ou risco

Entregável 1.3.1.a Determinação e cartografia da perigosidade associada à ocorrência de fenómenos de instabilidade em arribas à escala regional

1.3.2 Determinação e cartografia da perigosidade associada à erosão de praias e ao galgamento oceânico

Entregável 1.3.2.a Determinação e cartografia da perigosidade associada à erosão de praias e ao galgamento oceânico

1.3.3 Verificação da adequabilidade das faixas de risco/salvaguarda definidas no POOC em vigor e, se necessário, proceder à sua redefinição

Entregável 1.3.3.a Estudo da adequabilidade das faixas de risco/salvaguarda definidas no POOC em vigor

1.4 Enquadramento das soluções de intervenção

1.4.1 Em litoral de arriba

1.4.1.1 Definição de um quadro de referência objetivo e pormenorizado de especificações técnicas, restrições e recomendações a aplicar em projetos de intervenção nas arribas que se tornem necessários para reduzir riscos, preservar património ou assegurar a estabilidade e segurança de projetos de estruturas que envolvam o uso da orla costeira, assegurando simultaneamente a preservação paisagística e ambiental do litoral de arriba

Entregável 1.4.1.1.a Definição de um quadro de referência a aplicar em projetos de intervenção nas arribas

1.4.2 Em litoral arenoso e nas áreas piloto previamente identificadas

1.4.2.1 Caracterização da capacidade de ocupação de praias

Entregável 1.4.2.1.a Caracterização da capacidade de ocupação de praias

1.4.2.2 Definição e teste de critérios para delimitação da linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais, como consagrado na Lei nº 54/2005 de 15 de novembro, na área de jurisdição da APA, I.P./ARH do Tejo

Entregável 1.4.2.2.a Estabelecimento de critérios e metodologias para a avaliação e verificação da linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais

Entregável 1.4.2.2.b Dados em bruto resultantes do trabalho de campo para medição da cota da linha de máximo espraio das ondas

Entregável 1.4.2.2.c Estudo e parecer sobre a delimitação da linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais na faixa costeira sob jurisdição da ARH Tejo

Índice

1	INTRODUÇÃO	9
2	CONCORDÂNCIA DE MARÉ ENTRE PORTOS.....	10
3	CARACTERIZAÇÃO DA MARÉ.....	12
3.1	Maré de Cascais.....	12
3.2	Maré de Peniche	15
3.3	Maré da Nazaré	16
4	ANÁLISE E CONCLUSÃO SOBRE O REGIME DE MARÉS.....	17
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18



1 Introdução

Este relatório tem como objetivo caracterizar de forma sucinta o regime de maré astronómica que atinge a costa atlântica do território de Portugal continental na área de intervenção da Administração da Região Hidrográfica (ARH) do Tejo.

Em termos genéricos, a maré astronómica em todo o território nacional, continente e ilhas, é do tipo semidiurno (em Cascais o número de forma – razão entre as componentes diurna e semidiurna – é de 0.097, i.e., inferior a 0.25, intervalo que caracteriza este tipo de maré) com uma desigualdade diurna pouco significativa, de maior magnitude em águas-mortas (AM), ou ainda em preia-mar (PM) de águas-vivas (AV). Este tipo de maré é caracterizado por uma onda com período médio de 12 h 25 min, com duas PM e duas baixa-mares (BM) diárias, resultando num atraso médio de 50 minutos por dia. No território continental, a amplitude média da maré astronómica é da ordem dos 2.1 m, atingindo uma altura em AV de 3.6 m (4.1 m para o caso de Lisboa e 3.65 em Cascais, relativo ao ano de 2011 (Antunes, 2007).

A onda de maré, no seu movimento diário, progride ao longo de Portugal continental, de sul para norte (**Figura 1**), demorando aproximadamente 35 minutos de Lagos a Leixões, de acordo com os modelos de previsão de maré da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL) (Antunes, 2007), correspondendo a uma velocidade média de cerca 840 kmh^{-1} . Este efeito explica os atrasos médios, de 5 a 10 minutos, entre os portos maregráficos da área em estudo.

A série maregráfica de Cascais apresenta um importante registo que remonta a 1882, sendo utilizado na caracterização da subida do NMM (Nível Médio do Mar) e do regime de sobre-elevação meteorológica que afeta a costa portuguesa. Por este facto, decidiu-se caracterizar o regime de marés da zona costeira sob jurisdição da ARH do Tejo por comparação e concordância em relação ao marégrafo de Cascais, e assim obter tabelas de maré que a possam caracterizar ao longo de toda a zona costeira e avaliar a sua semelhança, em amplitude e fase, com o regime de maré de Cascais.

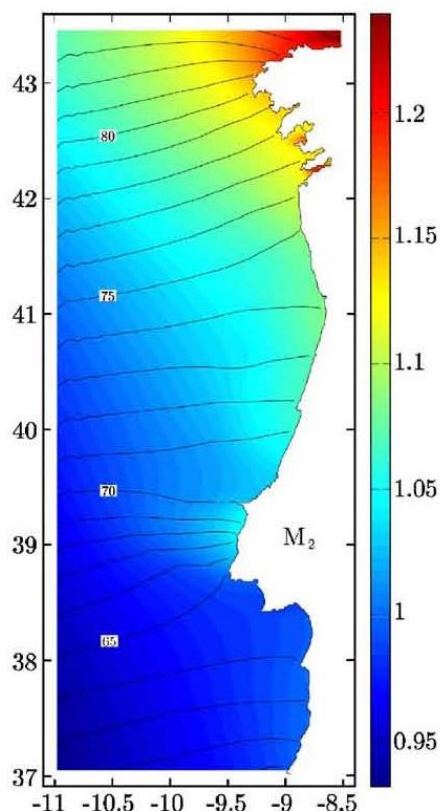


Figura 1. Amplitude (escala de cores em metros) e fase (graus) da componente M₂ da maré astronómica na costa ocidental portuguesa (retirado de Marta-Almeida e Dubert, 2006).

2 Concordância de maré entre portos

Com o objetivo de caracterizar as diferenças entre as marés de Cascais, Peniche e Nazaré, foram calculadas as concordâncias de maré entre o marégrafo de Cascais e os outros dois portos maregráficos. As concordâncias de maré são parâmetros de desfasamento da onda de maré entre dois portos que apresentem o mesmo regime de maré, habitualmente entre um porto principal e um porto secundário existente nas imediações. Estes parâmetros são usados e aplicados para a determinação da maré em portos secundários, onde não foi observado um período anual completo de registo de maré, com vista à sua parametrização por via do método de análise harmónica (cálculo das constituintes harmónicas de maré).

Dada a impossibilidade de acesso a registos de maré para os portos de Peniche e Nazaré, a determinação dos valores de concordância entre estes portos e Cascais baseou-se nos valores das Tabelas de Maré do Instituto Hidrográfico (IH) relativos a Janeiro de 2009 (Instituto Hidrográfico, 2010). Estes valores, aplicados à maré de Cascais determinada com o modelo de marés da FCUL (Antunes, 2007), permitiram a construção das tabelas de maré de cada um dos portos para o período de 2006 a 2010.

A partir das tabelas de marés assim construídas, fez-se uma análise da maré astronómica e respetiva caracterização, calculando-se valores médios e extremos de amplitude de maré.

Apresentam-se na **Tabela 1** os dados de posicionamento e referência dos portos maregráficos estudados.

Tabela 1. Dados de posicionamento e referência dos portos maregráficos estudados (ZH - zero hidrográfico).

Porto	Latitude	Longitude	ZH	Estabelecimento do Porto
Peniche	39° 21' 20" N	9° 22' 20" W	2.00 m	1:53
Cascais	38° 41' 40" N	9° 25' 5" W	2.08 m	1:40

Os valores de concordância de maré apresentados na **Tabela 2** foram determinados por comparação direta entre os valores das tabelas de maré de Janeiro de 2009 publicadas pelo IH (Instituto Hidrográfico, 2010), para os portos principais de Cascais e Peniche e o porto secundário da Nazaré.

Tabela 2. Concordâncias da maré de Peniche e Nazaré, relativas ao marégrafo de Cascais (com base nos valores da tabela de marés de Janeiro de 2009, publicadas pelo IH).

			Peniche	Nazaré
Águas-vivas	Preia-mar	Tempo (min)	+8	+2
		Altura (cm)	-13	-5
	Baixa-mar	Tempo (min)	+10	+7
		Altura (cm)	-15	-8
Águas-mortas	Preia-mar	Tempo (min)	+7	+3
		Altura (cm)	-9	-2
	Baixa-mar	Tempo (min)	+8	+5
		Altura (cm)	-12	-4

Considerando que o referido modelo de maré de Cascais apresenta uma precisão na ordem de 2 cm na amplitude e de 3 min na fase, e atendendo a que os parâmetros determinados e apresentados na **Tabela 2** terão uma precisão ligeiramente inferior, é de esperar que a maré deduzida por esta via para os portos de Peniche e Nazaré apresente precisões inferiores às do modelo de Cascais. É razoável assumir, sem prejuízo de valor, uma precisão não superior a 10 cm na amplitude e de 10 min na fase, respetivamente, para os valores calculados.

3 Caracterização da maré

A utilização do modelo da maré de Cascais da FCUL para aplicação das concordâncias de Peniche e Nazaré e obtenção das respetivas tabelas anuais de maré, tem como objetivo obter uma maré ajustada ao NMM atual e modelada adequadamente com a variação sazonal com características regionais (Antunes, 2011).

Para caracterizar a variação de amplitudes em cada marégrafo são apresentadas tabelas de valores médios e extremos de altura de maré (relativo ao ZH respetivo), no caso de Cascais, para a época de referência 2001-2010 e, nos casos de Peniche e Nazaré, para o período 2006-2010. No caso de Cascais, são apresentados adicionalmente gráficos de maré, um gráfico mensal e anual de alturas de água e um gráfico de percentagem de permanência e de tempos de emersão.

A caracterização foi efetuada através de parâmetros que definem a amplitude e a fase da onda de maré, usando sempre como referência o ZH local.

3.1 Maré de Cascais

A maré de Cascais está atualmente bem modelada e caracterizada através de uma análise harmónica realizada sobre os dados de registo de 2007 do marégrafo digital acústico do Instituto Geográfico Português (Antunes e Godinho, 2011).

Considerando a atual taxa de subida do NMM (Antunes, 2010), e adicionando essa mesma taxa ao modelo harmónico de Cascais, é possível prever níveis de maré com grande rigor. Com esse modelo de previsão são calculadas as tabelas anuais de marés (alturas e horas de PM e BM) para qualquer ano, disponibilizadas no sítio da internet da FCUL (Antunes, 2007).

Calculando as tabelas de maré a partir do modelo harmónico de previsão de marés da FCUL para o marégrafo de Cascais (Antunes, 2007), podem obter-se níveis médios e extremos, de PM e BM, em AV e AM, de forma a caracterizar as amplitudes anuais de oscilação da maré respetiva. Na **Tabela 3** estão reproduzidos esses valores (médios e extremos da maré astronómica reconstituída para Cascais) para a década de referência de 2001-2010. É de referir que estes valores não contemplam a componente meteorológica da maré observada, ou seja as sobre-elevações meteorológicas que terão ocorrido ao longo desta década. Este tema é abordado no Entregável 1.1.5.a: *Caracterização da sobre-elevação meteorológica*.

Tabela 3. Valores (m) médios e níveis extremos da maré de Cascais (relativos ao ZH local), com referência na década de 2001-2010, calculados a partir do Modelo de Marés da FCUL (Antunes, 2007).

Ano	PM max	PM av	PM med	PM am	PM min	NM	BM max	BM am	BM med	BM av	BM min
2001	4.08	3.59	3.26	2.88	2.52	2.22	1.89	1.56	1.18	0.86	0.47
2002	4.08	3.60	3.26	2.89	2.6	2.22	1.81	1.56	1.19	0.85	0.41
2003	3.98	3.60	3.25	2.86	2.54	2.23	1.93	1.58	1.20	0.86	0.47
2004	3.91	3.58	3.24	2.86	2.48	2.23	1.98	1.58	1.22	0.88	0.58
2005	4.04	3.57	3.23	2.85	2.48	2.23	1.95	1.60	1.22	0.90	0.54
2006	4.16	3.58	3.24	2.86	2.58	2.23	1.94	1.60	1.23	0.89	0.43
2007	4.00	3.58	3.25	2.87	2.58	2.23	1.86	1.59	1.21	0.87	0.50
2008	3.96	3.59	3.26	2.88	2.47	2.24	1.98	1.59	1.23	0.90	0.64
2009	4.07	3.60	3.26	2.90	2.52	2.25	1.98	1.59	1.23	0.89	0.49
2010	4.14	3.63	3.28	2.91	2.63	2.25	1.91	1.58	1.22	0.87	0.45
Mín	3.91	3.57	3.23	2.85	2.47	2.22	1.81	1.56	1.18	0.85	0.41
Média	4.04	3.59	3.25	2.88	2.54	2.23	1.92	1.58	1.21	0.88	0.50
Máx	4.16	3.63	3.28	2.91	2.63	2.25	1.98	1.60	1.23	0.90	0.64

A partir do mesmo modelo de maré astronómica foi possível reproduzir a oscilação periódica da maré ao longo de um dado período. A título exemplificativo, as **Figuras 2 e 3** mostram a maré astronómica mensal de Cascais, no mês de Janeiro de 2012, e no ano de 2012, respetivamente.

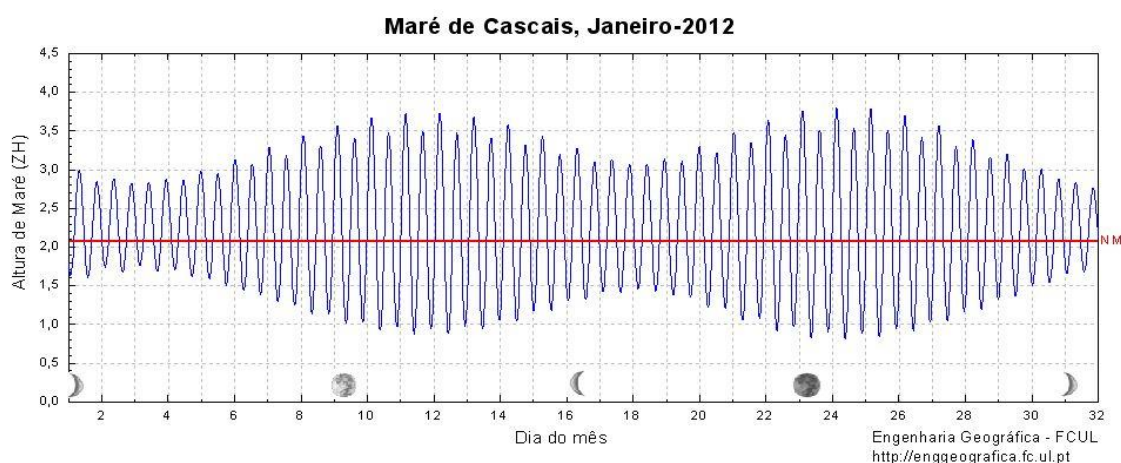


Figura 2. Gráfico mensal da maré de Cascais, relativo ao mês de Janeiro de 2012 (Antunes, 2007).

Na **Figura 4** é possível verificar a permanência do nível de água e distribuição dos tempos de emersão, em função da elevação, determinados pela maré de Cascais, relativos a 2010. São apresentados dois gráficos de percentagem, um gráfico de barras horizontais que representa a percentagem de permanência do espelho de água num determinado intervalo de níveis de altura (eixo vertical da esquerda *versus* eixo horizontal inferior) ao longo de um ano, e uma curva de frequência acumulada de emersão (percentagem do ano, eixo vertical da direita *versus* eixo horizontal superior) associada a diferentes alturas de maré.

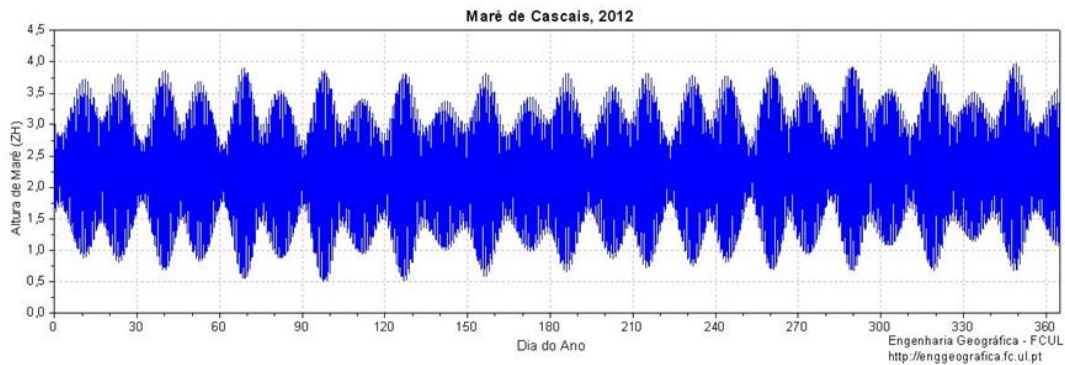


Figura 3. Gráfico anual da maré de Cascais, relativa a 2012 (Antunes, 2007).

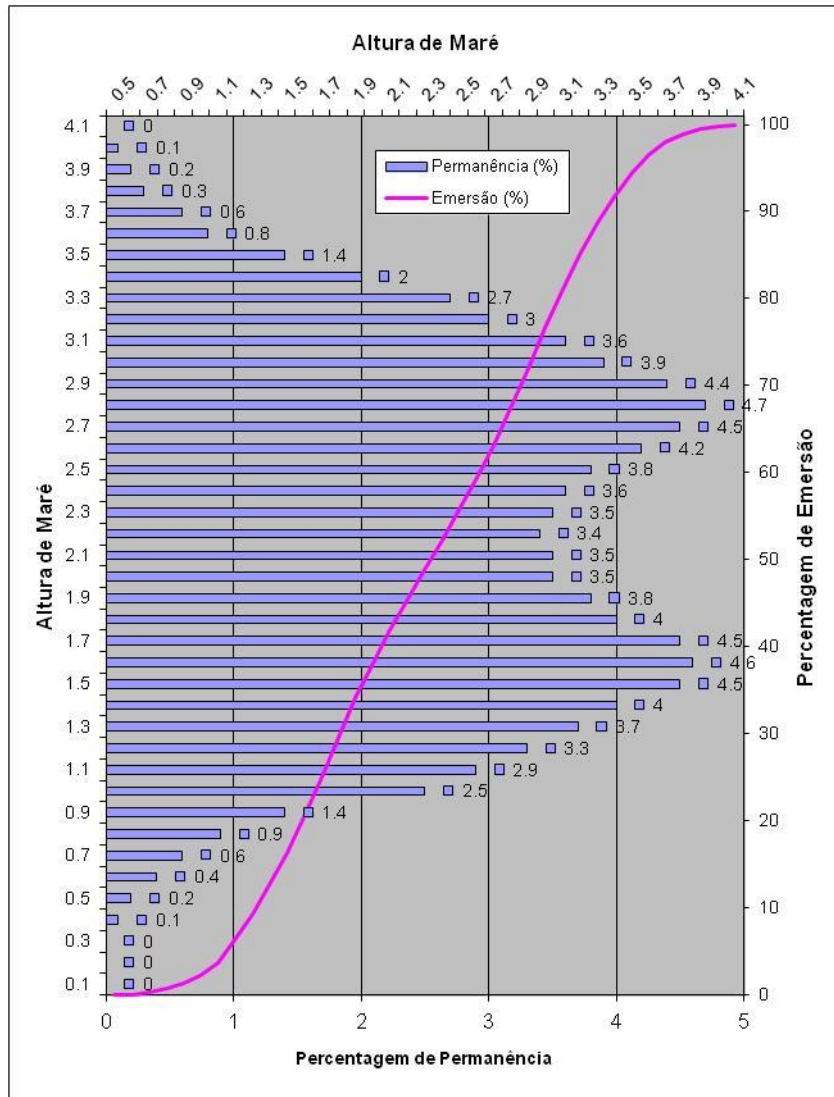


Figura 4. Gráfico de permanência do nível de água e tempos de emersão da maré de Cascais, relativo a 2010.

3.2 Maré de Peniche

A maré de Peniche pode ser reconstituída, para qualquer ano, a partir da Tabela de Marés do porto de referência (Cascais), aplicando os respetivos valores de concordância de maré listados na **Tabela 2**. Desse modo, obtém-se a Tabela de Marés do porto de Peniche, a partir da qual se pode calcular, à semelhança do que foi feito para Cascais, a tabela de médias e extremos de PM e BM em AV e AM (**Tabela 4**).

Os valores apresentados são referidos ao ZH local, de 2.00 m (**Tabela 1**), e foram ajustados aos NMM atual. A comparação direta de valores entre estes dois marégrafos, por esta razão, deve ser feita apenas após redução ao NMM, utilizando os valores médios extraídos das **Tabelas 3 e 4**, como se apresenta adiante na **Tabela 6**.

Tabela 4. Valores (m) médios e níveis extremos da Maré de Peniche (relativos ao ZH local), com referência no período de 2006-2010, calculados a partir de concordâncias de maré aplicadas ao Modelo de Marés de Cascais da FCUL (Antunes, 2007)

Ano	PM	PM	PM	PM	PM	NM	BM	BM	BM	BM	BM
	max	av	med	am	min		max	am	med	av	min
2006	4.02	3.51	3.17	2.79	2.43	2.15	1.80	1.50	1.13	0.79	0.37
2007	3.94	3.52	3.17	2.78	2.47	2.15	1.82	1.51	1.13	0.79	0.38
2008	3.82	3.51	3.18	2.80	2.40	2.15	1.88	1.49	1.12	0.79	0.47
2009	3.99	3.52	3.18	2.81	2.45	2.15	1.87	1.48	1.12	0.78	0.39
2010	4.08	3.55	3.19	2.83	2.53	2.15	1.80	1.47	1.11	0.76	0.34
Mín	3.82	3.51	3.17	2.78	2.40	2.15	1.80	1.47	1.11	0.76	0.34
Média	3.97	3.52	3.18	2.80	2.46	2.15	1.83	1.49	1.12	0.78	0.39
Máx	4.08	3.55	3.19	2.83	2.53	2.15	1.88	1.51	1.13	0.79	0.47

3.3 Maré da Nazaré

A maré de Nazaré pode ser reconstituída, para qualquer ano, tal como foi feito para Peniche, partindo da Tabela de Marés de Cascais e aplicando os respetivos valores de concordância, apresentados na **Tabela 2**. Obtém-se assim a Tabela de Marés deste porto, a partir da qual se pode calcular a tabela de valores médios e extremos de PM e BM em AV e AM (**Tabela 5**).

Os valores apresentados são referidos ao ZH local, de 2.00 m (**Tabela 1**) e ajustados ao NMM atual. A comparação direta de valores entre os marégrafos da Nazaré e Cascais só deve ser efetuada após redução ao NMM, utilizando os valores médios extraídos das **Tabelas 3 e 5**, como apresentado na **Tabela 6**.

Tabela 5. Valores médios (m) e níveis extremos da Maré de Nazaré (relativos ao ZH local), com referência no período de 2006-2010, calculados a partir de concordâncias de maré aplicadas ao Modelo de Marés de Cascais da FCUL (Antunes, 2007).

Ano	PM	PM	PM	PM	PM	NM	BM	BM	BM	BM	BM
	max	av	med	am	min		max	am	med	av	min
2006	4.03	3.52	3.17	2.79	2.44	2.15	1.80	1.51	1.14	0.79	0.38
2007	3.94	3.52	3.18	2.79	2.47	2.15	1.82	1.51	1.13	0.79	0.39
2008	3.82	3.52	3.18	2.81	2.41	2.15	1.88	1.49	1.13	0.80	0.48
2009	4.00	3.53	3.19	2.82	2.45	2.15	1.87	1.49	1.12	0.79	0.40
2010	4.09	3.55	3.20	2.83	2.54	2.16	1.80	1.47	1.11	0.77	0.34
Mín	3.82	3.52	3.17	2.79	2.41	2.15	1.80	1.47	1.11	0.77	0.34
Média	3.98	3.53	3.18	2.81	2.46	2.15	1.83	1.49	1.13	0.79	0.40
Máx	4.09	3.55	3.20	2.83	2.54	2.16	1.88	1.51	1.14	0.80	0.48

4 Análise e conclusão sobre o regime de marés

Analisando as tabelas de valores médios de referência (**Tabela 6**) relativos ao NMM (*datum* altimétrico de Cascais de 1938) e a tabela dos valores de amplitude (**Tabela 7**), constata-se uma grande semelhança entre as marés dos três portos aqui considerados. Os gráficos de permanência do nível de água e de tempos de emersão obtidos para Peniche e Nazaré (não apresentados aqui) são muito semelhantes ao gráfico obtido para Cascais (**Figura 4**).

Tabela 6. Valores (m) médios de referência e níveis extremos da Maré de Cascais, Peniche e Nazaré, referidos ao NMM de Cascais 1938.

	PM max	PM av	PM med	PM am	PM min	NM	BM max	BM am	BM med	BM av	BM min
Cascais	1.96	1.51	1.17	0.80	0.46	0.15	-0.16	-0.50	-0.87	-1.20	-1.58
Peniche	1.97	1.52	1.18	0.80	0.46	0.15	-0.17	-0.51	-0.88	-1.22	-1.61
Nazaré	1.98	1.53	1.18	0.81	0.46	0.15	-0.17	-0.51	-0.87	-1.21	-1.60

Em termos médios, e com base nos valores da **Tabela 2**, a maré de Peniche tem um atraso médio aproximado de 8 min, enquanto no porto da Nazaré, apesar de situado mais a norte, tem um atraso médio aproximado de 4 min. Este resultado está de acordo com os valores de concordância entre Peniche e Nazaré publicados pelo IH e com o conhecimento sobre o comportamento reverso da maré em Peniche, relacionado com a morfologia dos fundos da plataforma continental na região do Esporão da Estremadura, que justifica uma exceção à regra geral de, na generalidade da costa ocidental, a maré progredir de sul para norte. No que diz respeito à amplitude, a maré de Peniche e Nazaré apresentam a mesma amplitude (**Tabela 7**), com um acréscimo médio de 1% em relação a Cascais.

Tabela 7. Valores (m) médios de amplitude (relativos ao ZH local), de maré de Cascais, Peniche e Nazaré.

	Amplitude				
	Máxima	AV	Média	AM	Mínima
Cascais	3.54	2.72	2.04	1.29	0.62
Peniche	3.58	2.74	2.06	1.31	0.62
Nazaré	3.58	2.74	2.06	1.31	0.63

Os valores de amplitude máxima, média e mínima, de AV e AM são muito semelhantes nos três portos, observando-se apenas pequenas diferenças, de alguns centímetros, na amplitude na Nazaré e em Peniche relativamente a Cascais, sendo que as amplitudes daqueles dois portos são praticamente iguais.

Da análise apresentada neste relatório, pode concluir-se que o regime de maré é sensivelmente o mesmo ao longo do litoral sob jurisdição da ARH do Tejo, e que o marégrafo de Cascais pode ser usado como referência para a análise do regime de marés em toda esta área.

5 Referências bibliográficas

- Antunes, C. 2007. Previsão de marés dos Portos Principais de Portugal. FCUL Webpages, http://webpages.fc.ul.pt/~cmantunes/hidrografia/hidro_mares.html (acedido em 2011).
- Antunes, C. 2010. Monitorização da Variação do Nível Médio do Mar. 1as Jornadas de Engenharia Hidrográfica, Instituto Hidrográfico, 273-276.
- Antunes, C. 2011. Monitoring sea level change at Cascais tide gauge. *Journal of Coastal Research*, SI 64, 870-874.
- Antunes, C. e Godinho, J.M. 2011. Estudo da análise harmónica da maré aplicada ao marégrafo de Cascais. Actas da VII Conferência Nacional de Cartografia e Geodesia, 5-6 de Maio, Porto, Portugal (in press).
- Instituto Hidrográfico. 2010. Previsão de Marés – Portugal. <http://www.hidrografico.pt/previsao-mares.php> (acedido em 2011).
- Marta-Almeida, M. e Dubert J. 2006. The structure of tides in the Western Iberian region. *Continental Shelf Research*, 3(26), 385-400.