

DINÂMICA DE UM INDICADOR DE LINHA DE COSTA NO ARCO CAPARICA-ESPICHEL: CASO DE ESTUDO DA FONTE DA TELHA

SHORELINE DYNAMICS IN ARCH CAPARICA-ESPICHEL: FONTE DA TELHA CASE STUDY

Sousa, Nádia, *Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, nadiasousa@campus.ul.pt*

Trindade, Jorge, *Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, jorgetrd@campus.ul.pt*

Ramos-Pereira, Ana, *Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, anarp@campus.ul.pt*

RESUMO

Este estudo pretende avaliar a dinâmica da linha de costa no arco Caparica-Espichel, nos últimos 40 anos. Esta avaliação baseia-se na análise de fotografias aéreas e ortofotomapas das décadas de 1960, 1980, 1990 e de 2000. Incluem-se: (i) a avaliação de incertezas associadas à definição, georreferenciação e interpretação de imagens aéreas; (ii) a escolha dos indicadores de linha de costa; e (iii) a determinação do balanço erosão/acumulação.

São apresentados os balanços e as taxas de variação de posicionamento da linha de costa ao longo do arco Caparica-Espichel, entre 1967-2008. Inclui-se uma classificação por setores litorais, tendo sido distinguidos 9, com comportamentos tendencialmente erosivos, com acreção e de estabilidade dinâmica. Os maiores valores de erosão foram registados entre a Nova Praia e a Praia da Riviera. A acreção registou-se junto à praia do Castelo e a norte da Lagoa de Albufeira. Entre estes setores observou-se uma transição gradual norte-sul de valores positivos para valores negativos na tendência evolutiva da linha de costa. No caso da Fonte da Telha, pode distinguir-se um comportamento contrastado entre o setor norte com valores de dinâmica da linha de costa positivos e o setor sul com valores negativos. Estes possuem uma forte relação com a pressão antrópica, especialmente em época balnear e sobre as dunas, que neste setor se traduz na instalação de apoios de praia, parques de estacionamento, pisoteio e caminhos desordenados.

ABSTRACT

This study aims to assess the dynamics of the shoreline in Caparica-Espichel of the last 40 years, based on aerial imagery analysis of the 1960, 1980, 1990 and 2000 decades. The approach is based on: (i) the evaluation of uncertainties associated with the setting, georeferencing and interpretation of aerial images; (ii) the choice of shoreline indicators; and (iii) the erosion/accumulation budget. The shoreline rates and time variable trend are also an issue. A coastal classification based on erosive and accumulative tendencies is included.

The largest erosion values were recorded between New Beach and Riviera Beach. The accretion recorded on the beachfront of the Castle and north of the Lagoa de Albufeira. A gradual north-south transition of the shoreline evolutionary trend was observed between these sectors: from positive to negative values. Finally, we present the Fonte da Telha case study, describing the local relationship between the erosion/accumulation balance and land use. In the case of Fonte da Telha, it can be distinguished a mixed behaviour between the northern sector with positive shoreline dynamic values and the southern sector with negative values. These have a strong relationship with the human pressure, especially in summer season and over the dunes, reflecting the installation of beach facilities, car parks, trampling and wayward ways.

Palavras-chave: Arco Caparica-Espichel; DSAS; Linha de costa; Taxas de variação

Keywords: Caparica-Espichel; DSAS; Shoreline; Rates of change

1. INTRODUÇÃO

A morfodinâmica costeira em litorais arenosos está dependente do equilíbrio de forças associadas a variáveis hidrodinâmicas, morfológicas e sedimentares e não se tem demonstrado compatível com a tendência para a ocupação territorial densa na faixa litoral. Esta ocupação gera frequentemente uma elevada exposição face aos perigos litorais e resulta num elevado potencial de perda e prejuízo para as populações.

A falta de consenso na definição dos conceitos associados à morfologia e aos processos litorais remete para a necessidade de estes serem clarificados. Neste estudo adotam-se os conceitos presentes em Veloso-Gomes *et al.* (2007).

O relato de processos erosivos no litoral português inicia-se no séc. XIX, com referências ao recuo da linha de costa (LC) e da duna frontal na sequência de galgamentos oceânicos, a que se associam inundações, destruição de infraestruturas e defesas costeiras (Taveira-Pinto *et al.*, 2007 cit. em Pais-Barbora *et al.*, 2010). Estes processos são dominantes em cerca de 1/4 da do litoral português (Andrade *et al.*, 2006; Epifânio, 2013). Distinguem-se, como condicionantes da erosão, processos naturais e antrópicos, como: (i) elevação do nível do mar, (ii) diminuição da quantidade de sedimentos, (iii) degradação antropogénica das estruturas naturais e (iv) obras pesadas de engenharia costeira, nomeadamente as que são implantadas para defender o litoral (Alveirinho-Dias, 1993).

Esta conjuntura remete para a necessidade de se aprofundar o conhecimento da morfodinâmica litoral, especialmente a que se encontra directamente relacionada com a perda de território para o mar. Assim, este trabalho tem como objetivo o estudo da dinâmica da LC no litoral arenoso do arco Caparica-Espichel ao longo de 41 anos, apresentando-se a sua tendência evolutiva regional e o estudo de caso da Fonte da Telha (FT).

2. ENQUADRAMENTO

2.1 Localização da área

O arco Caparica-Espichel localiza-se no setor sul da área metropolitana de Lisboa, mais precisamente na orla ocidental da península de Setúbal (Figura 1). Com cerca de 20km, tem uma orientação NW-SE, da Cova do Vapor à Lagoa de Albufeira, e NE-SW daí até ao Cabo Espichel. Caracteriza-se, da Cova do Vapor à praia das Bicas, por uma faixa de acumulação arenosa contínua, em parte suportada por um cordão dunar, interrompida pelo sistema lagunar da Lagoa de Albufeira. Este estudo apenas abrange o troço arenoso não artificializado do arco Caparica-Espichel, sendo excluídas as extremidades norte, da Cova do Vapor ao limite sul do campo de esporões da Costa da Caparica, até imediatamente a sul da Fonte da Telha (FT).

2.2 Tipologia de sistemas litorais

O arco Caparica-Espichel caracteriza-se pela sua diversidade geomorfológica, evidenciando diferentes tipologias de sistemas litorais. É possível distinguir dois grandes conjuntos de formas, nomeadamente, (i) o litoral arenoso, com subsistemas de praia (Figura 1a), de duna (Figura 1b) e laguna costeira (Figura 1c) e (ii) litoral rochoso, com o subsistema da arriba viva, morta e fóssil (Figura 1d). Ao norte da Lagoa de Albufeira (Figura 1), o litoral é constituído por um sistema de praia e duna com setores muito destruídos pela intervenção humana.

2.3 Evolução recente

Os sedimentos disponíveis no arco Caparica-Espichel provêm quer da série arenosa pliocénica presente na arriba fóssil, quer da cobertura sedimentar da plataforma continental próxima e associada ao fornecimento sedimentar do rio Tejo (Ramos-Pereira, 1988; Ferreira, 1999). A abundância de sedimentos na plataforma continental próxima é confirmada pela existência de restingas e cordões litorais livres cartografados e descritos nos planos hidrográficos da segunda metade do século XIX (levantamento de 1842-1845) (Freire, 1986; Ramos-Pereira, 1988; Ferreira, 1999). Estes planos hidrográficos evidenciavam a existência de um campo dunar extenso com pântanos nas depressões interdunares entre a Trafaria e a Costa da Caparica (Figura 1), com uma largura máxima de 700 m (Freire, 1986). Entre 1845 e 1893, a restinga que prolongava para NW a planície litoral na Cova do Vapor (Figura 1), recuou cerca de 1150 m. Este retrocesso continuou, migrando a restinga para o interior do estuário do rio Tejo até à década de 1940 (Ramos-Pereira, 1988; Veloso-Gomes *et al.*, 2006), a par de um recuo da linha de costa (LC) junto à Costa da Caparica, expondo a frente urbana à ação direta do mar durante a ocorrência de temporais (Pinheiro, 2008). Como resposta à tendência erosiva verificada, construíram-se, em 1959, 3 esporões e um paredão entre a Cova do Vapor e a Costa da Caparica. Estas obras tiveram de ser rapidamente alargadas para sul, culminando, entre 1968 e 1971, com a construção de uma obra longitudinal aderente ao longo da toda a frente urbana da Costa da Caparica, numa extensão de cerca de 2500 metros, integrando um campo de esporões, com sete estruturas enraizadas na obra longitudinal aderente (Barceló, 1971; Castanho *et al.*, 1974; Veloso-Gomes *et al.*, 2006; Pinto *et al.*, 2007). Desde o término da construção das obras de defesa costeira (1972), o litoral apresentou uma dinâmica relativamente estável, com a ocorrência episódica de galgamentos oceânicos. O equilíbrio dinâmico inverteu-se, já na década de 2000, com um novo ciclo de recuos da LC (Veloso-Gomes *et al.*, 2006; Pinto *et al.*, 2007).



Figura 1 - Enquadramento da área em estudo. (a) praia; (b) duna, (c) laguna costeira, (d) litoral rochoso.

2.4 Dinâmica marinha

O litoral ocidental de Portugal continental apresenta um clima de agitação marítima de elevada energia, condicionado pela ondulação gerada no Atlântico Norte e é considerado um dos mais ativos e suscetíveis da Europa (Andrade *et al.*, 2006). O clima de agitação marítima é caracterizado por uma altura significativa de ondas entre 1 a 2 m, períodos de onda entre 6 e 9 s e uma direção predominante de NW (Dodet *et al.*, 2010). O regime de marés é do tipo mesomareal e semidiurno, cujo ciclo se completa em aproximadamente 12h25m (Carvalho e Barceló, 1966; Costa, 1987; Costa, 1992; Costa, 1994; Soares, 1999; Costa *et*

al., 2001). A amplitude de marés vivas é de cerca de 3,66 metros (segundo o marégrafo de Cascais relativo à tabela de maré de 2015).

No litoral ocidental de Portugal Continental, a corrente de deriva litoral apresenta uma direção predominante N-S, resultante da orientação geral do traçado de LC em associação com o domínio da ondulação de noroeste. Tal como identificado por vários autores (Freire, 1986; Abecassis 1987; Veloso-Gomes *et al.*, 2006; Pinheiro, 2008; Taborda *et al.*, 2014), o arco Caparica-Espichel apresenta assimetrias quando à direção de propagação da corrente de deriva litoral. Esta, entre a Cova do Vapor e o sul da Costa da Caparica, reflete a propagação das ondas de sudoeste, como consequência da difração das ondas provenientes de noroeste, e da refração gerada pela complexa batimetria da região associada ao relevo submarino da foz do Tejo. Tem nesse troço um sentido dominante de S para N. Já a sul, a energia da ondulação é maior, resultante por um lado, da incidência direta, sem difração, e por outro, pela existência de um maior declive da plataforma continental.

3. MÉTODOS, TÉCNICAS E FONTES

Apesar da diversidade de fontes de informação passíveis de aplicar neste tipo de estudos, optou-se pela utilização de fotografias aéreas e ortofotomapas (Quadro 1). Este tipo de informação fornece uma boa cobertura espacial da costa, permitindo abranger longos períodos temporais, sem perder rigor. A informação analisada abrange uma janela temporal de 41 anos, desde 1967 até 2008, Nesta integram-se marcos temporais intermédios, referentes à década de 1980 e ao ano de 1995 (Quadro 1).

Quadro 1 - Fontes documentais aplicadas ao presente estudo.

Base cartográfica	Número	Fonte	Escala
Fotografia aérea 1967	88051; 88045; 88043; 88024; 88023; 88021; 88019; 88017; 88015	Direção Geral do Território (DGT)	1:15 000
Fotografia aérea década 1980 (1982*/1984*/1985*/1986*/1989*)	3080*; 3141*; 3143*; 6674*; 2657*; 2735*; 8288 [□] ; 8290 [□] ; 8356 [□] ; 8360 [□] ; 8408 [□] ; 8413 [□] ; 8477 [□] ; 6356 ^x	Direção Geral do Território (DGT)	1:8 000
Ortofotomapa 1995		Direção Geral do Território (DGT)	1:15 000
Ortofotomapa 2008		Direção Geral do Território (DGT)	1:10 000

A escolha de um indicador de LC válido depende, sobretudo, da complexidade dos subsistemas litorais em presença, da dinâmica local, da fonte de dados e das preferências do investigador (Morton *et al.*, 2004, cit. em Cenci *et al.*, 2013). Neste trabalho, optou-se pela escolha do indicador de limite da vegetação dunar com a praia, como sendo o indicador que melhor se adequa às características do presente estudo.

Para a quantificação da evolução da LC utilizou-se a extensão do ArcGIS® *Digital Shoreline Analysis System*® v.4.3, desenvolvido pelo *United States Geological Survey* (Thieler *et al.*, 2009). Neste contexto, o processo metodológico para a obtenção de dados da dinâmica da LC no período analisado seguiu os seguintes passos: (i) vetorização do posicionamento da linha de base, paralela à LC; (ii) definição do número e equidistância de perfis e respetiva vetorização automática, optando-se por uma distância constante entre perfis de 50 m; (iii) o apuramento das incertezas; e (iv) a definição de medidas estatísticas utilizados no cálculo das taxas de variação da LC.

A determinação da incerteza (σT , Equação 1), associada às técnicas utilizadas, focou-se em fontes potenciais de erro: (i) erros de digitalização (σ_d^2), obtidos através da digitalização consecutiva do mesmo limite da LC e calculando o desvio padrão dos erros residuais; (ii) erros do pixel (σ_p^2), através da medição do pixel em cada fonte documental; (iii) erros de co registo (σ_{cor}^2), através da seleção aleatória de pixéis, de locais facilmente identificados, medindo o resíduo do desalinhamento entre os pixéis de cada ano, ao referencial cartográfico de 2008; (iv) erro de posição (σ_{pct}^2), obtido pela distância entre pontos de controlo identificados nos documentos e no terreno, por coordenadas dGPS. Seguindo a metodologia descrita por diversos autores (Crowell *et al.*, 1991; Genz *et al.*, 2007; Virdis *et al.*, 2012; Manca *et al.*, 2013; Romine e Fletcher, 2013), determinou-se a incerteza (Equação 1, Quadro 2) associada à posição de cada indicador de LC:

$$\sigma T = \pm \sqrt{\sigma_d^2 + \sigma_p^2} + \sigma_{cor^2} + \sigma_{pct^2} \quad [1]$$

Quadro 2 - Incerteza de acordo com os períodos em estudo.

	1967 (m)	1980s (m)	1995 (m)	2008 (m)
σT	3,31	3,45	7,09	2,31

A medida estatística utilizada para caracterizar a dinâmica de LC foi o NSM (*Net Shoreline Movement*), que corresponde à distância entre a LC mais antiga e a mais recente, admitindo-se uma incerteza para cada um dos valores de 3,31 m (Quadro 2). As taxas de variação de LC foram calculadas utilizando o WLR (*Weighted Linear Regression*), tendo assim em consideração a posição do indicador de LC em todos os períodos temporais, atribuindo à informação com menor valor de incerteza (Quadro 2) uma maior importância.

4. EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA

A evolução da LC ao longo do troço costeiro considerado caracteriza-se pela alternância entre setores com evidente déficit sedimentar e setores que registaram acumulação de sedimentos (Figura 2a). A Figura 2 mostra a divisão em setores com tendência evolutiva homogênea, tendo sido possível dividir a área de estudo em 9 setores de dimensão variável (S).

O balanço geral é ligeiramente acumulativo, já que 56% dos perfis mostraram um comportamento acrecionário, tendo os restantes 44% tendências erosivas. Apesar de menos expressivos, os sectores com tendências claramente erosivas encontram-se bem localizados nos limites da área em estudo, bem como, desde a FT até ao norte da Lagoa de Albufeira (Galherão). O valor de NSM médio de 21,6 m de acreção registado nos 41 anos estudados contrasta com o valor de NSM médio de erosão de -12,6 m. No mesmo período de análise registou-se o valor de NSM máximo de acreção de 143,8 m a norte da Lagoa de Albufeira e o valor de NSM máximo de erosão de -62,6 m na praia do Moinho de Baixo (Figura 2a). Analisando as taxas de variação, também se pode concluir que, para a totalidade da área de estudo, o balanço médio é positivo e corresponde a 0,16 m/ano. No entanto, da análise dos valores extremos das taxas de variação resulta que estes valores podem variar entre -1,61 m/ano, tal como observado na praia do Moinho de Baixo e 3,15 m/ano ao norte da Lagoa de Albufeira. Salientam-se os setores 1, 5, 6 e 8 (Figura 2a), como representativos de áreas com tendências erosivas constantes ao longo do período.

5. CASO DE ESTUDO: FONTE DA TELHA

A influência antrópica desempenha um papel preponderante na dinâmica dos sistemas litorais. Porém, o tipo de utilização antrópica do litoral pode sugerir dinâmicas distintas como

sucedem na FT (Figura 2b), que apesar de constituir uma área fortemente artificializada, possui dois sectores contrastados no que respeita à medida estatística NSM. O setor norte da FT (Figura 2b), apresenta, nos 41 anos em estudo, uma tendência média (NSM) positiva de 12,9 m (Quadro 3), encontrando-se o valor máximo de 30,6 m e o valor mínimo de -10,8 m. O setor sul da FT (Figura 2b) apresenta uma tendência distinta, com uma variação média de -0,8 m, acompanhada do valor máximo de 18,4 m e valor mínimo de -56,2 m. Dos resultados médios, pode concluir-se que o setor sul apresenta um comportamento próximo do estável, salientando-se a tendência de recuo da frente dunar evidenciado pelos valores extremos, quando comparado com o setor norte (Quadro 3). Não pode, no entanto, concluir-se que este recuo esteja relacionado com uma tendência erosiva com origem num défice sedimentar, uma vez que se atribui como principal fator condicionante dos valores obtidos a pressão antrópica sobre o sistema.

Quadro 3 – Dinâmica da linha de costa (NSM) na Fonte da Telha. $NSM \pm 3,31$ m.

FT	$NSM_{méd}$ (m)	$NSM_{máx}$ (m)	$NSM_{mín}$ (m)
Setor N	12,9	30,6	-10,8
Setor S	-0,8	18,4	-56,2

Das observações das fotografias aéreas, ortofotomapas e das observações de campo ressalta o contraste norte-sul da pressão antrópica exercida sobre a praia e sobre o campo dunar. O setor sul tem vindo a registar, desde o final da década de 1960, uma elevada pressão traduzida na densificação de caminhos desordenados sobre as dunas, no alargamento dos acessos à praia e parques de estacionamento e na ocupação do areal com estruturas de apoio balnear. No sector norte, permanecem apenas construções que servem de primeira habitação, fora do perímetro de praia e duna, encontrando-se bastante limitada a presença de estruturas de apoio balnear. O contraste encontrado na FT (Figura 2b) resulta, assim, de: (i) pressão antrópica mais ligeira a norte, não promovendo um recuo da linha de vegetação, e (ii) elevada pressão antrópica a sul, na sequência do turismo balnear, originando um recuo acentuado do indicador de LC.

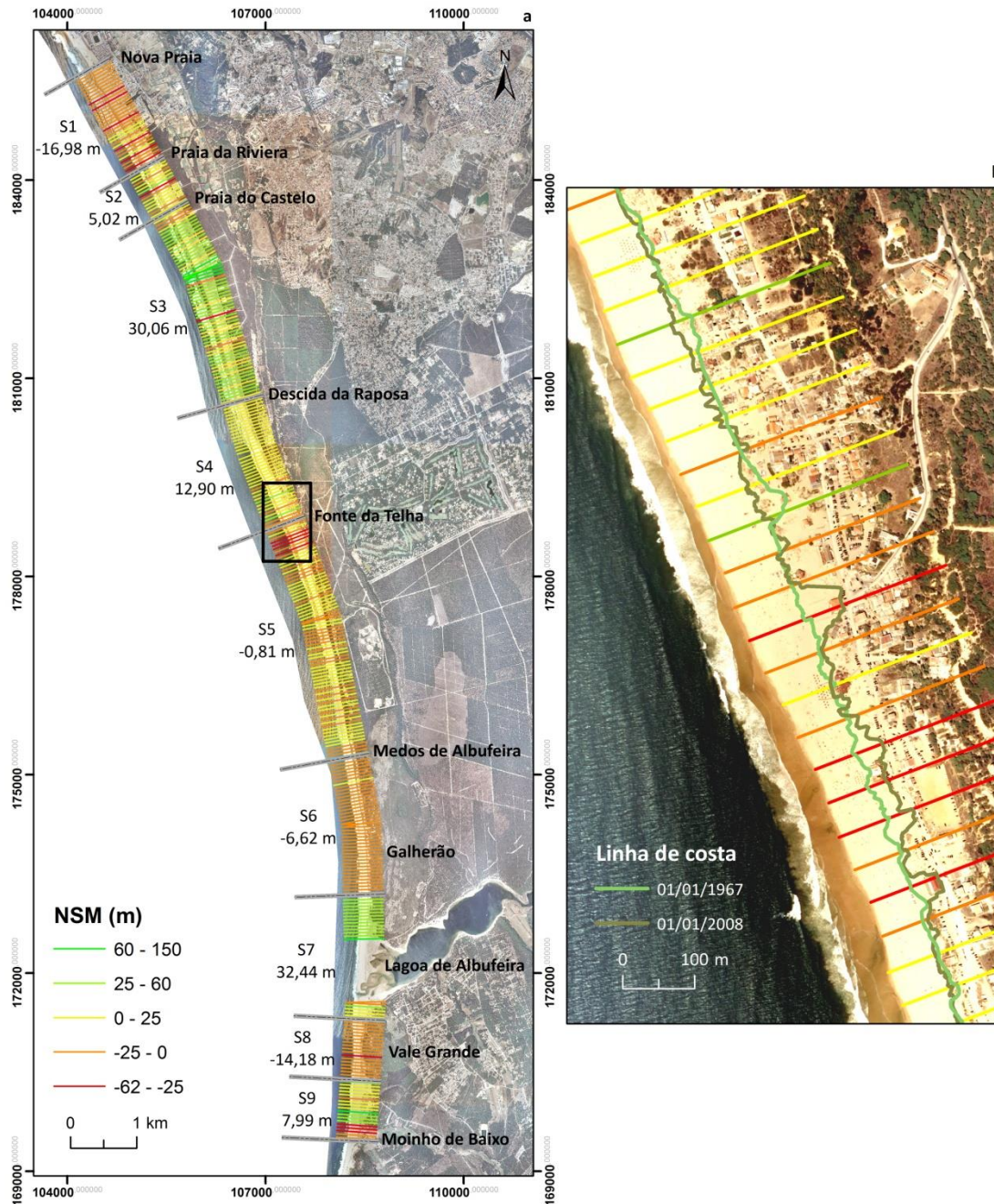


Figura 2 – Variação da posição de LC. a) Segundo o método estatístico NSM e a respetiva divisão da área em estudo por setores (S1 a S9) assinalando-se os valores médios de variação da posição de LC por setor, entre 1967 e 2008; b) pormenor na FT (localização na Figura 2a).

6. CONCLUSÃO

A LC no arco Caparica-Espichel, no período 1967-2008, não apresenta uma tendência evolutiva constante, segundo o indicador do limite da vegetação dunar, alternando ao longo da área tendências acumulativas e erosivas, com predomínio das primeiras, presentes em 56% da área. Dos vários setores identificados salienta-se o setor entre a Nova Praia e a praia Riviera com valor médio de recuo da vegetação dunar de -17 m e o setor da Lagoa de Albufeira com valor médio de acreção de 32,44 m. Estes valores mostram, no essencial, o recuo e o avanço da vegetação dunar, não sendo sempre clara a relação que possuem com a dinâmica sedimentar local.

A dicotomia existente na tendência evolutiva do indicador da LC encontra-se dependente dos diferentes condicionalismos a que o troço costeiro se encontra exposto. A análise pormenorizada do caso de estudo da FT mostrou que, em termos de dinâmica do indicador da LC, é determinante o tipo e a intensidade de utilização antropogénica do sistema e as medidas de proteção implementadas.

REFERÊNCIAS

- Abecassis F (1987) O regime aluvionar na costa portuguesa entre Peniche e a Foz do Mira. *Ingenium*, n.º8: 4-18.
- Alveirinho-Dias J (1993) *Estudo da avaliação da situação ambiental e propostas de medidas de salvaguarda para a faixa costeira portuguesa* (Geologia costeira). L.P.N., Min. do Ambiente.
- Andrade C; Oliveira Pires H; Silva P; Taborda R; Freitas M C (2006) Zonas Costeiras in Santos, F D e Miranda P, *Alterações climáticas em Portugal. Cenários, impactos e medidas de adaptação*. Projeto SIAM II. Gradiva, (4): 169-208.
- Barceló J (1971) *Experimental Study of the Hydraulic Behaviour of Inclined Groyne Systems*. LNEC, Ministério das Obras Públicas, Lisboa.
- Carvalho J e Barceló (1966) Agitação marítima na costa W de Portugal. *Memórias do L.N.E.C.*, 290, 34p.
- Castanho J, Gomes N, Carvalho J, Veracruz D, Araújo O, Teixeira A, Weinholtz M (1974) *Means of controlling littoral drift to protect beaches, dunes, estuaries and harbour entrances: Establishment of artificial beaches*. Memória n.º448, LNEC, Lisboa, Portugal.
- Cenci L, Disperati L, Sousa L, Phillips M, Alves F (2013) Geomatics for Integrated Coastal Zone Management: multitemporal shoreline analysis and future regional perspective for the Portuguese Central Region. *Jour. Coastal Research*, Special Issue n.º65: 1349-1354.
- Costa M (1987) Análise de um ano de dados de agitação marítima na Figueira da Foz. *Anais do Instituto Hidrográfico*, 8: 23 – 28.
- Costa M (1992) Inventário de dados de agitação marítima. Medições efectuadas pelo Instituto Hidrográfico. *Clima de agitação marítima na costa portuguesa*. NATO PO-WAVES, Rel. 7/92 – A, Lisboa, 4p. + anexos.
- Costa M (1994) Agitação marítima na costa portuguesa. *Anais do Instituto Hidrográfico*, 13: 35 – 40.
- Costa M, Silva R, Vitorino J (2001) Contribuição para o estudo do clima de agitação marítima na costa portuguesa. *Actas das 2as Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária*. Associação Internacional de Navegação, Sines, CDROM, 20p.
- Crowell M; Leatherman S; Buckley M (1991) Historical Shoreline Change: Error Analysis and Mapping Accuracy. *Journal of Coastal Research*, vol.7, n.º3: 839-852.
- Dodet G; Bertin X; Taborda R (2010) Wave climate variability in the North-East Atlantic Ocean over the last six decades. *Ocean Modelling*, n.º31: 120-131.
- Epifânio B (2013) *Instabilidade de arribas e avaliação da perigosidade no litoral da Lourinhã*. Dis. de Mestrado, Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Ferreira J (1999) *Vulnerabilidade e risco biofísico em áreas costeiras: o arco litoral Caparica-Espichel*. Dis. de Mestrado, Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Freire M (1986) *A planície litoral entre a Trafaria e a Lagoa de Albufeira. Estudo de geomorfologia litoral*. Dis. de Mestrado, Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Genz A; Fletcher C; Dunn R; Frazer I; Rooney J (2007) The Predictive accuracy of shoreline change rate methods and alongshore beach variation on Maui, Hawaii. *Jour. Coast. Res.*, vol.23, n.º1: 87-105.
- Manca E, Pascucci V, Deluca M, Cossu A, Andreucci S (2013) Shoreline evolution related to coastal development of a managed beach in Alghero, Sardinia, Italy. *Ocean & Coast. Manag.*, n.º85: 65-76.
- Pais-Barbosa J, Veloso-Gomes F, Taveira-Pinto F (2010) Análise de formas e padrões costeiros como indicadores de erosão na zona costeira noroeste de Portugal. *Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos*, vol.31: 15-26.
- Pinheiro J (2008) *Avaliação dos processos de transposição artificial de sedimentos em embocaduras*. Dis. de Mestrado, Univ. do Porto, Porto.

- Pinto C A; Taborda R; Andrade C (2007) Evolução recente da linha de costa no troço Cova do Vapor - S. João da Caparica. *5^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária*, Lisboa.
- Ramos-Pereira A (1988) Aspectos do relevo de Portugal. Litorais ocidental e meridional da Península de Setúbal. *Finisterra*, XXIII (46): 336-349.
- Romine B, Fletcher C (2013) A Summary of Historical Shoreline Changes on Beaches of Kauai, Oahu, and Maui, Hawaii. *Jour. Coast Research*, vol.29, n.º3: 605-614.
- Soares A (1999) *Caracterização do clima de agitação marítima em Portugal continental utilizando os resultados do modelo numérico MAR3G.2*. Nota técnica VAM2 – 2/99, Instituto de Meteorologia, 8p. + anexos.
- Taborda R, Andrade C, Silva A, Silveira T, Lira C, Freitas M, Pinto C (2014) Modelo de circulação sedimentar litoral no arco Caparica-Espichel. *Actas do IX CNG*, Especial II, Porto: 641-644.
- Thieler E R; Himmelstoss E A; Zichichi J L; Ergul; Ayhan (2009) *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 — An ArcGIS extension for calculating shoreline change*. U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278. *current version 4.3
- Veloso-Gomes F; Barroco A; Ramos-Pereira A; Sousa-Reis C; Calado H; Ferreira J; Conceição-Freitas M; Biscoito M (2007) *Bases para a Estratégia de Gestão Integrada da Zona Costeira Nacional*. Min. Ambiente, Ord. Ter. Desenvolvimento Regional.
- Veloso-Gomes F; Taveira-Pinto F; Pais-Barbosa J; Costa J; Rodrigues A (2006) Estudo das Intervenções na Costa da Caparica. *1^{as} Jornadas de Hidráulica, Rec. Híd. e Ambiente*, FEUP.
- Virdis S; Oggiano G; Disperati L (2012) A Geomatics Approach to Multitemporal Shoreline Analysis in Western Mediterranean: The Case of Platamona-Maritza Beach (Northwest Sardinia, Italy). *Journ. Coast. Research*, vol.28, n.º3: 624-640.