

## Determinação da susceptibilidade à inundação e   erosão em praias expostas.

### *Beach susceptibility to flooding and erosion.*

J. Trindade<sup>1</sup>, A. Ramos-Pereira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, edifício da Faculdade de Letras, Alameda da Universidade, 1600-214, Lisboa, Portugal. jorgetrd@univ-ab.pt

#### **Abstract**

This paper presents the beach morphodynamic monitoring results of three beach systems in the Estremadura coast. The aim of this research is to define the local susceptibility to marine flooding and erosion, distinguishing different levels of exposure to hazard. Conceptual susceptibility model for beach system and adjacent areas is proposed based on the indexes of potential marine flooding and erosion. These indexes are calculated using field measured morphodynamic and hydrodynamic data and empirical modelling of the beach profile response to extreme events. Results clearly show that different exposure levels relative to marine flooding and erosion are directly driven by beach profile and frontal dune morphology types.

#### **Keywords**

Coastal Systems, risk, extreme events, morphodynamics

#### **Resumo**

Apresentam-se os resultados da monitoriza o de três sistemas de praia no litoral estremenho, tendo como objectivo a determina o da susceptibilidade local   inunda o e   erosão marinhas. São propostos dois indicadores do potencial de inunda o e erosão, recorrendo a parâmetros morfológicos e hidrodinâmicos observados e   modela o empírica do comportamento dos perfis de praia sob condi oes extremas de ondula o. Os resultados e o zonamento da susceptibilidade a este tipo de perigo revelam níveis distintos de exposi o ao risco de inunda o e erosão marinhas dos vários sistemas analisados e das suas áreas adjacentes sob a influência de temporais extremos, com período de retorno de 100 anos.

#### **Palavras-Chave**

Sistemas costeiros, risco, fen menos extremos, morfodinâmica

#### **Introdu o**

O elevado dinamismo que caracteriza o ambiente litoral e em particular as praias está associado a elementos forçadores capazes de induzir mudanças dramáticas na linha de costa. As praias correspondem a um dos sistemas litorais mais dinâmicos, onde se concentram vários tipos de usos permanentes ou temporários (sazonais), cuja vulnerabilidade dependerá da robustez que o sistema apresenta no momento em que ocorre um fen meno com potencial destruidor. Este perigo materializa-se na frequência e magnitude com que as ondas atingem as praias. As consequências mais importantes e também as mais frequentes do impacto dos temporais na costa ocidental portuguesa são a erosão, por perda temporária ou permanente de sedimentos para a plataforma continental, e a inunda o, por galgamento oceânico, das praias e das áreas adjacentes.

Entre os elementos em risco podem enunciar-se os que são encontrados dentro do limite do sistema de praia, ou seja, as pessoas e as estruturas de apoio   prática balnear. No entanto, estes fen menos potencialmente danosos fazem estender os seus efeitos para lá dos limites do sistema, tendo por isso de ser considerados em risco todos os tipos de uso do território próximos do sistema, nomeadamente as infra-estruturas marítimas e terrestres, os bens, as propriedades e, em última análise, as actividades econ micas.

## Objectivos

O objectivo deste estudo é a determinação da susceptibilidade à inundação e   erosão em três praias expostas do litoral estremenho português (Fig. 1), a praia de S<sup>ta</sup>. Rita, a praia Azul e a praia da Foz do Lizandro, localizadas entre Peniche e Cascais.

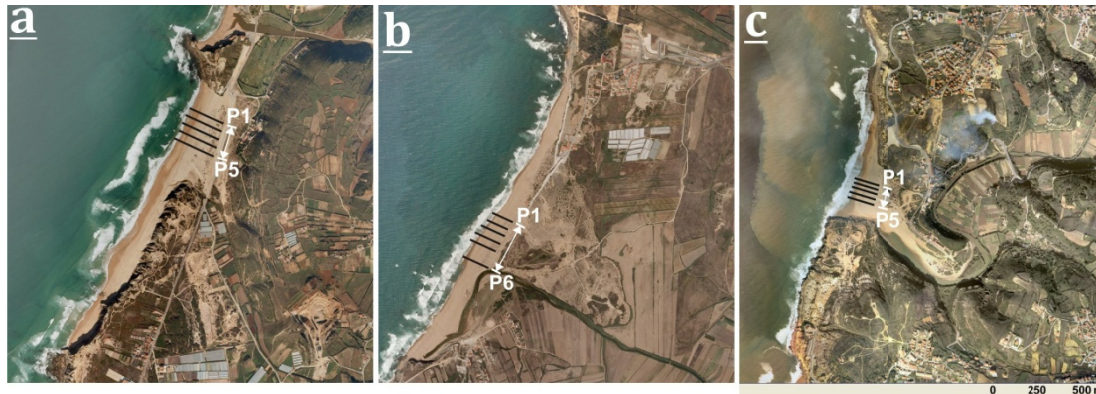


Figura 1. Localiza o dos perfis de praia monitorizados nas praias de S<sup>ta</sup>. Rita (a), Azul (b) e Foz do Lizandro (c).

## Metodologias

Apresentam-se os resultados das campanhas quinzenais de monitoriza o sequencial de perfis de praia nos três sistemas estudados, salientando-se o seu comportamento morfodinâmico após a ocorrência de temporais. Os perfis de praia foram monitorizados com recurso a dGPS e esta o total a partir de uma rede de referencia o local construída para o efeito, entre os anos de 2005 e 2006.

São propostos os indicadores do potencial de inunda o e erosão como base para o zonamento da susceptibilidade nos sistemas estudados e áreas adjacentes, conceptualizados num modelo de avalia o de susceptibilidades locais (Fig. 2).

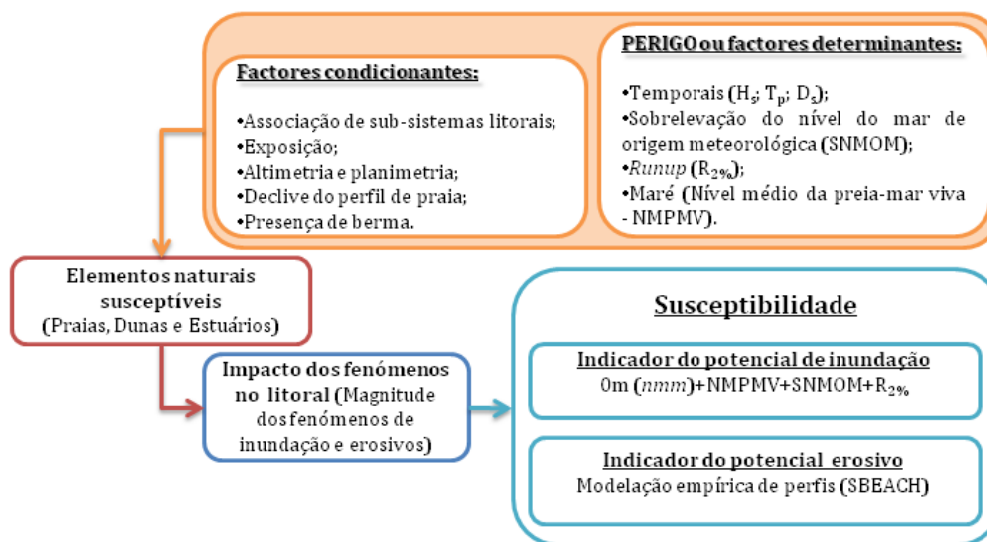


Figura 2. Susceptibilidade dos sistemas de praia   inunda o e   erosão.

Ambos os indicadores foram determinados a partir da parametriza o da hidrodinâmica e morfodinâmica locais e da modela o empírica (incluindo os processos de calibra o e a valida o) do comportamento dos sistemas sob o efeito de temporais registados durante o período de monitoriza o e de um temporal extremo, com período de retorno de 100 anos.

O indicador do potencial de inundação foi determinado pelo somatório de vários níveis de alturas de água a partir do nível médio do mar [nível médio da preia-mar viva + sobreleva o do nível do mar de origem meteorológica + runup (Stockdon *et al.*, 2006)], diferenciando o perfil de partida segundo os limites de declive apurados durante as campanhas. Os dados utilizados para a determina o do indicador do potencial de inunda o correspondem a séries de alturas de maré registadas, no marégrafo de Cascais, e previstas pelo modelo disponibilizado pelo Instituto Hidrográfico (entre 01.01.2004 e 31.07.2007), a dados da bóia ondógrafo de Sines, referentes aos parâmetros das ondas de largo da semana anterior a cada monitoriza o e a dados que caracterizam a morfologia das praias estudadas   data de cada monitoriza o.

O indicador do potencial de erosão   representado pelo recuo da linha de costa e pelas perdas volumétricas no perfil de praia, resultado da ocorrência de um temporal extremo, paraperfis de partida próximos do dissipativo e do reflectivo. Estes parâmetros foram calculados através da modela o numérica da resposta dos perfis de praia, incluindo processos de calibra o e valida o do modelo empírico *SBEACH* (Larson & Kraus, 1989; Wise *et al.*, 1996). Os resultados do processo de valida o do modelo *SBEACH* revelaram-se muito positivos. 20 dos 32 perfis testados apresentam uma taxa de explica o das previsões do balanço volumétrico superior a 90%, tendo em conta os dados observados (Fig. 3).

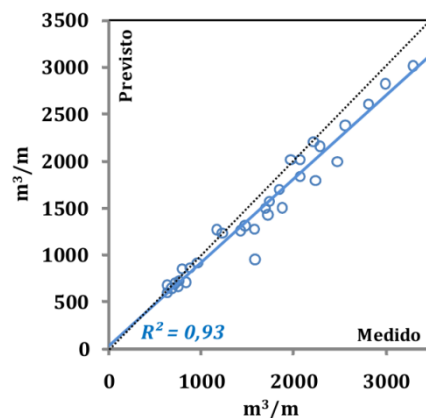


Figura 3. Valores de volumes p s-temporal medidos vs Previstos, nos três sistemas analisados.

## Resultados

Os resultados revelam a importância da modela o de perfis de praia na previsão do seu comportamento sob o efeito de temporais extremos e no zonamento das principais consequências da sua ocorrência.

A cartografia das áreas inundáveis nas três praias analisadas aponta para diferenças muito significativas quanto   susceptibilidade dos sistemas e das áreas circundantes   ocorrência de galgamentos oceânicos. As praias Azul e Foz do Lizandro correspondem aos sistemas mais afectados pelo perímetro de inunda o previsto devido às baixas altitudes das planícies aluviais junto   foz dos rios Sizandro e Lizandro, respectivamente (Fig. 4).

Salienta-se ainda a descontinuidade ou ausência de cordão dunar frontal como factor amplificador dos efeitos dos galgamentos oceânicos induzidos pelos valores considerados para um temporal extremo com período de retorno de 100 anos. A praia de S<sup>ta</sup>. Rita revelou uma baixa exposi o   inunda o de origem marinha, mesmo considerando o cenário extremo de um temporal centenário. Neste sistema de praia, a altitude do cordão dunar frontal   bastante superior aos níveis calculados do indicador do potencial de inunda o, apresentando-se robusto e sem descontinuidades.

A previsão das áreas afectadas pela erosão marinha, como consequência de um temporal secular, revela os elevados níveis de pressão sobre os sistemas estudados (Fig. 5), nomeadamente a reactiva o de processos marinhos em arribas que actualmente evoluem, no essencial, por processos continentais.

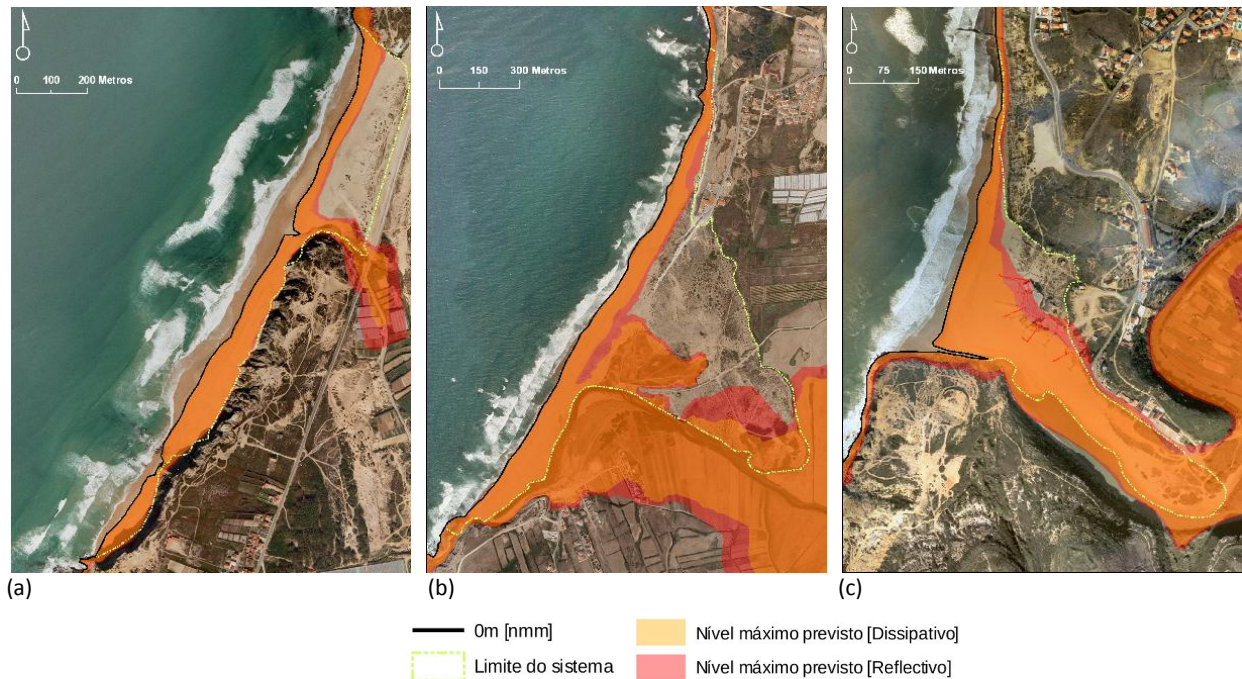


Figura 4. Susceptibilidade à inundação nas praias de S<sup>ta</sup>. Rita (a), Azul (b) e Foz do Lizandro (c).

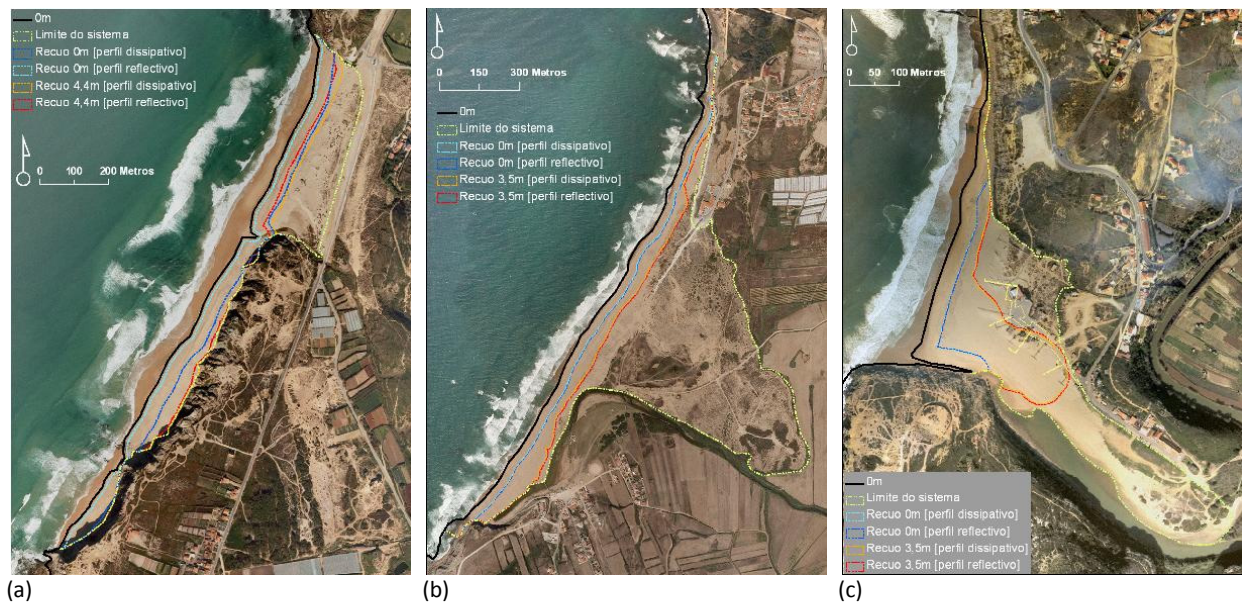


Figura 5. Susceptibilidade   eros o nas praias de S<sup>ta</sup>. Rita (a), Azul (b) e Foz do Lizandro (c).

Salienta-se o caso do sector Sul da praia de S<sup>ta</sup>. Rita onde o recuo proporcionado pela perda total de sedimentos da praia origina o recuo da linha de costa, implicando uma actua o directa e permanente das ondas sobre a base da arriba. Actualmente, este sector do sistema de S<sup>ta</sup>. Rita apenas   atingida pelo mar esporadicamente.

Outra consequência do recuo da linha de costa por ocorrência de um temporal extremo secular   o desaparecimento total ou parcial de dunas frontais, aumentando de forma directa e consequente a susceptibilidade   inunda o por galgamento oceânico das áreas próximas do sistema. Este facto   particularmente evidente na praia Azul e na praia da Foz do Lizandro.

## Conclusões

O estudo dos parâmetros que determinam as modificações da forma planimétrica das praias e da geometria dos seus perfis é essencial na previsão da dinâmica dos sistemas associada a condições extremas de agitação marítima. Salientam-se os resultados obtidos pela determinação dos potenciais de inundação e erosão como indicadores de susceptibilidade das praias face à ocorrência de temporais extremos. Assim, foi possível determinar os perímetros de inundação esperados na sequência da ocorrência de um temporal secular. A Praia de S<sup>ta</sup>. Rita apresentou-se como a mais robusta e pouco susceptível a este tipo de perigo, sendo de salientar a reduzida área afectada pela inundação marinha. As praias Azul e Foz do Lizandro possuem uma elevada exposição à inundação por galgamento oceânico, essencialmente devido à morfologia das áreas adjacentes ao limite do sistema, que configuram um estuário amplo no caso da praia Azul e encaixado no caso da praia da Foz do Lizandro. O recuo da linha de costa associado à ocorrência de um temporal extremo com período de retorno de 100 anos evidencia perdas sedimentares muito significativas que implicam, por um lado, a reactivação e intensificação de processos de origem marinha em arribas associadas a estes sistemas e, por outro, o desaparecimento do cordão dunar frontal, aumentando de forma indirecta a susceptibilidade à inundação das áreas ribeirinhas próximas das praias estudadas.

## Referências

- Gama, C.; Dias, J.; Ferreira, Ó. & Taborda, R. (1994) – Analysis of storm surge in Portugal, between June 1986 and May 1988. *Proceedings of Littoral 94*, Lisboa, p.26 – 29p.
- Larson, M. & Kraus, N. (1989) – Numerical model for simulating storm induced beach change. Report 1: Empirical foundation and model development. *CERC-89-9*, U.S. Army Corps of Engineers, 256p.
- Stockdon, H.; Holman, R.; Howd, P. & Sallenger Jr., A. (2006) – Empirical parameterization of setup, swash, and runup. *Coastal Engineering*, 53, p.573 – 588
- Wise, R.; Smith, S. & Larson, M. (1996) – SBEACH: Numerical model for simulating storm-induced beach change. Report 4. *Technical Report CERC-89-9*, US Army Corps of Engineers, 260p.