



## **EVOLUÇÃO E COMPORTAMENTO DAS ALIMENTAÇÕES ARTIFICIAIS DE PRAIA NA COSTA DE CAPARICA (ALMADA – PORTUGAL)**

Celso Aleixo Pinto; Ana Nobre Silva; Bruno Pires  
Agência Portuguesa do Ambiente  
[celso.pinto@apambiente.pt](mailto:celso.pinto@apambiente.pt)

### **Resumo**

A estratégia de proteção/defesa costeira definida para o troço São João de Caparica – Costa de Caparica (concelho de Almada) contempla a alimentação artificial de praias como medida de mitigação da tendência erosiva de médio-longo prazo. Desde 2007 foram realizados cinco alimentações no domínio emerso da praia, tendo sido depositados um total de 4.5 M m<sup>3</sup> de sedimentos.

A avaliação efetuada através da monitorização aponta para a necessidade de realizar nova intervenção de realimentação setembro/outubro de 2025. Preconiza-se que esta ocorra ao longo de 3.9 km de comprimento, entre o esporão EV1 e a Nova Praia, com um volume de 1 M m<sup>3</sup> de areia proveniente da dragagem do canal da barra sul (mancha de empréstimo), em área sob jurisdição da Administração do Porto de Lisboa (APL, SA).

### **Caraterização da área de intervenção**

#### *Evolução costeira e dinâmica sedimentar*

O troço costeiro de São João de Caparica – Costa de Caparica (Figura 1) insere-se na célula sedimentar 4, que se estende entre o cabo Raso e o cabo Espichel, mais precisamente na sub-célula 4b do estuário exterior do Tejo. A dinâmica sedimentar deste troço costeiro é particularmente complexa, resultando de diferentes processos associados à ação da agitação marítima, à influência do estuário do Tejo e respetiva de circulação sedimentar associada ao delta de vazante, e à forte ocupação e intervenção humana. Entre 1958 e 2023, o troço entre o limite norte de São João de Caparica (EV1) e o esporão EC 4 (Figura 1) recuou um máximo de 270 m, em média 200 m, apresentando taxa média de recuo de 3 m/ano.

Oliveira et al. (2020) simularam a morfodinâmica da zona ativa da praia com recurso ao modelo numérico XBEACH, designadamente o impacte da tempestade Hércules (janeiro de 2014) na praia de São João de Caparica para três casos de estudo com configurações morfológicas distintas, obtendo valores de perdas transversais de 56 000 m<sup>3</sup>, 37 000 m<sup>3</sup> e 66 000 m<sup>3</sup>, correspondendo a perdas de 40 m<sup>3</sup>/m/linear, 26 m<sup>3</sup>/m/linear e 47 m<sup>3</sup>/m/linear.

O balanço sedimentar à escala sazonal da Praia de São João de Caparica, efetuado entre 2019 e 2025 com os dados do Programa COSMO, confirma o cenário de intensa remobilização sedimentar, associado às trocas de natureza essencialmente transversal, entre o domínio emerso e imerso da praia, podendo atingir valores máximos da ordem dos 100 m<sup>3</sup>/m linear. Segundo Pinto & Taborda (2025), a profundidade de fecho neste troço é da ordem dos -10.2 m (Nível Médio) / -8.2 m (Zero Hidrográfico).

De acordo com Sancho (2023), o transporte longilitoral médio é dirigido para norte (negativo), devido a uma taxa líquida negativa de pequena magnitude, embora ocorram períodos em que a direção do transporte é contrária, i.e., para sul. Das simulações com o modelo LITMOD resultou um caudal médio dirigido para norte entre 50 x 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>/ano e 116 x 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>/ano.

### **Evolução das intervenções de alimentação artificial (2008 a 2023)**

A tendência de longo prazo das praias de São João de Caparica e da Costa de Caparica, caracterizada pelo recuo da linha de costa e redução da largura da praia (particularmente evidente nas praias entre esporões da zona urbana), justificou que, no início deste século, fosse

implementada estratégia de alimentação artificial das praias como medida de proteção/defesa costeira, destinada a mitigar o processo erosivo instalado (FEUP/IHRH, 2003).

As praias de São João e Costa de Caparica foram alvo de cinco alimentações artificiais (2007, 2008, 2009, 2014 e 2019), tendo sido depositados um total de 4,5 milhões de m<sup>3</sup> de areia na praia emersa. A avaliação do comportamento e da longevidade destas intervenções tem sido realizada periodicamente, através da comparação de levantamentos topo-hidrográficos numa área de monitorização comum de 3.13 km<sup>2</sup> (Figura 1). Para análise do balanço sedimentar da praia emersa foi definida uma área de deposição entre o Zero Hidrográfico e os limites superiores da praia. A intervenção de 2007 (0.5 M m<sup>3</sup>) não foi considerada na comparação direta, por se ter abrangido uma área de intervenção menor, sendo integrada na situação de referência de 2008.

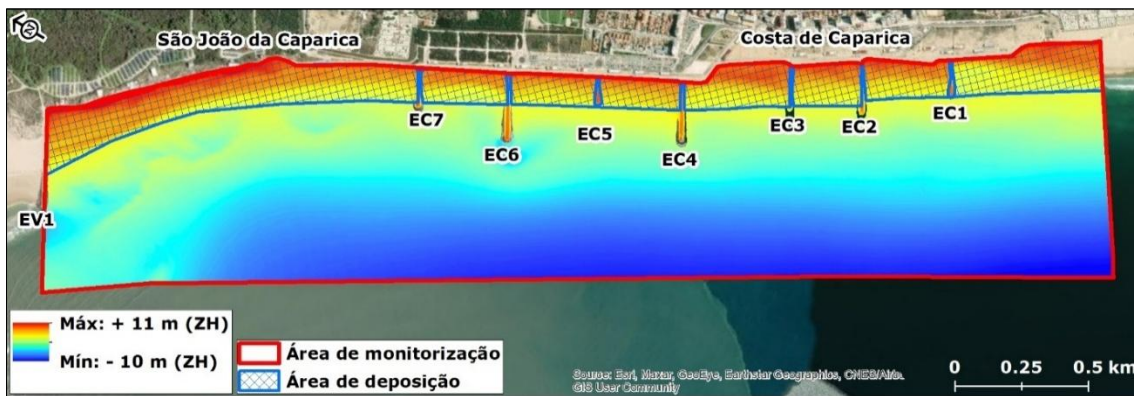


Figura 1. Limites das áreas de deposição e monitorização para efeitos de cálculo do balanço sedimentar e respetivas variações volumétricas.

Da monitorização (2008–2023) efetuada, destacam-se os seguintes aspetos (Figura 2):

- As perdas iniciais de curto prazo na praia emersa após cada enchimento rondam, em média 30%, em linha com a resposta morfológica típica de praias sujeitas a enchimento, devido ao reajuste do perfil às condições morfodinâmicas locais, agentes de forçamento oceanográfico e compactação da areia após deposição;
- Nas intervenções de 2008, 2009 e 2014, as perdas na praia emersa foram acompanhadas por perdas muito significativas na área submersa, sendo que em 2014 o enchimento estava integralmente esgotado na área de deposição;
- Ao invés da situação anterior, entre as intervenções de 2014 e 2019 as perdas no domínio emerso (área de deposição) foram substancialmente menores, recuperando parte do volume depositado em 2014; em sentido contrário verificaram-se perdas da ordem de 1 M m<sup>3</sup> na área de monitorização neste intervalo temporal;
- Entre 2014 e 2019, após as perdas iniciais de grande magnitude, o troço intervencionado exibiu relativa estabilidade na volumetria, resultando numa longevidade entre 4 e 5 anos da alimentação artificial de praia de 2014 (considerando a praia emersa/área de deposição como *proxy* da longevidade);
- O enchimento de 2019 perdeu progressivamente volume na praia emersa até novembro de 2023, atingindo 90% de perdas, enquanto na área de monitorização as perdas foram de 15%, sugerindo redistribuição dos sedimentos para o domínio submerso ativo do perfil de praia;
- Entre 2008 e 2023 verificaram-se fases alternadas de ganhos e perdas na área de monitorização (10<sup>4</sup>-10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>), com entradas externas significativas, o que confirma a existência de trocas sedimentares de grande magnitude entre a praia emersa, o perfil imerso e a célula do estuário exterior do Tejo, incluindo o Banco do Bugio/Cachopo Sul (Pinto *et al.*, 2015; Fortunato *et al.*, 2021);
- O balanço integrado (2008–2023) revela atualmente 3.2 M de m<sup>3</sup> na área de monitorização (≈80% do total depositado desde 2008), refletindo a conjugação de ganhos provenientes das alimentações artificiais e os ganhos/perdas para a célula de circulação sedimentar do estuário exterior do Tejo, incluindo as trocas sedimentares com as formas aluvionares submersas do Banco do Bugio/Cachopo Sul.

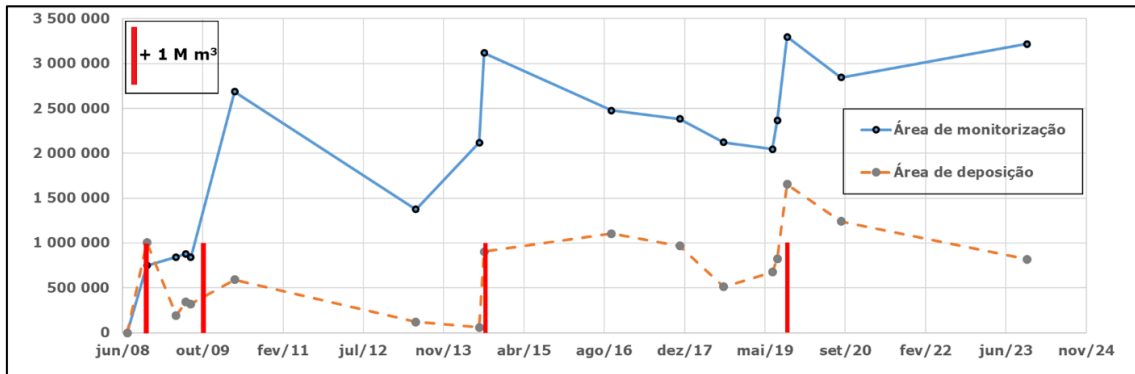


Figura 2. Evolução do balanço sedimentar e respetivas variações volumétricas ( $m^3$ ) na área de intervenção entre julho de 2008 e novembro de 2023 nas áreas de deposição e monitorização.

Da análise efetuada conclui-se que a longevidade média das intervenções de alimentação artificial, considerando-se apenas como fronteira de cálculo a área de deposição (i.e., praia emersa), é da ordem dos 4 a 5 anos. As perdas volumétricas na praia emersa são da ordem dos 90 % no final de 2023, confirmando o esgotamento quase total do enchimento realizado em 2019 e justificando a realização de nova intervenção no curto prazo.

### Descrição da intervenção de alimentação artificial – 2025

Em linha com estratégia de proteção/defesa costeira definida para este troço costeiro, preconiza-se a realização de nova intervenção de alimentação artificial de praia ao longo de 3900 m de comprimento, entre o esporão EV1 e a Nova Praia (500 m a sul do EC1) (vide Figura 1), com um volume de 1 M  $m^3$  de areia, proveniente da dragagem do canal da barra sul (mancha de empréstimo), em área sob jurisdição da APL, SA.

O objetivo geral da intervenção consiste na mitigação da erosão costeira e risco para pessoas e bens, cumprindo os seguintes objetivos particulares: Melhoria das condições de estabilidade da linha de costa; redução da vulnerabilidade ao galgamento/inundação costeira; proteção de obras de engenharia costeira pesada existentes (i.e., defesa longitudinal aderente e esporões). Como objetivo secundário, a intervenção irá melhorar as condições de uso balnear/recreativo, dado o aumento preconizado ao nível da largura da praia emersa.

Os desenhos de enchimento, ou perfis-tipo de enchimento, foram definidos com base nos seguintes critérios:

1. Análise dos 17 levantamentos topo-hidrográficos disponíveis entre 2008 e 2023 para a área de intervenção, observando-se em particular;
  - i. Cotas e largura de berma definidos nos enchimentos anteriores;
  - ii. Declive da face de praia imediatamente após o enchimento;
  - iii. Declive da face de praia nativa;
  - iv. Variabilidade morfológica dos perfis de praia (zona emersa), incluindo a resposta pós tempestade;
  - v. Stock sedimentar (volumes) acima do ZH em situação de pós-enchimento;
  - vi. Stock sedimentar (volumes) acima do ZH em situação pós-tempestade e imediatamente anterior (i.e., situação de referência) aos enchimentos de 2008, 2009, 2014 e 2019.
2. Adoção dos procedimentos e critérios definidos por Van Rijn (2014), Verhagen (1992), Rijkswaterstaat (1996) e Coastal Engineering Manual do USACE (Gravens et al., 2006);

Atendendo à análise efetuada, foram definidas as seguintes condições de projeto: Incremento de largura praia ao nível da berma de 50 m; Cota da berma instalada aos + 5.5 m ZH; declive da face de praia: entre as cotas + 5.5 m ZH e + 2 m ZH de 2.4° a 4.5° - consoante o perfil tipo; entre as cotas + 2 m ZH e 0 m ZH de 1.3° a 3.1° - consoante o perfil tipo; Densidades de enchimento



de 194 a 400 m<sup>3</sup>/m linear consoante o perfil tipo.

### Considerações finais

As praias de São João de Caparica – Costa de Caparica experimentam variações morfológicas muito significativas, tipicamente associadas a tempestades no inverno marítimo, com erosão da parte superior do perfil de praia e, ocasionalmente, galgamento e desmonte localizado do edifício eólico quando presente (i.e., São João de Caparica), seguidas de recuperação volumétrica – nem sempre total – nos meses de calmaria. Parte destas transformações corresponde à dinâmica morfossedimentar sazonal característica das praias e outra à expressão de uma tendência erosiva de médio-longo prazo.

A longevidade média das intervenções de alimentação artificial no domínio emerso das praias de São João e Costa de Caparica é da ordem dos 4 a 5 anos, sendo que o último enchimento realizado em 2019 já perdeu a quase totalidade do volume depositado. Não obstante, 85 % do volume após aquela data mantém-se na área de monitorização, na praia imersa, seguindo uma tendência já verificada em vários períodos desde 2008. Neste domínio submerso, observa-se com frequência uma barra submarina robusta e contínua, a qual é particularmente relevante em termos de dissipação da energia da ondulação incidente sobre a praia, contribuindo para a mitigação dos efeitos negativos causados pelos temporais.

Considera-se que a estratégia de alimentação artificial implementada para o troço costeiro de São João-Costa de Caparica, assente na gestão sedimentar integrada em articulação com a APL, SA, é a mais adequada para mitigar a tendência erosiva de longo prazo instalada e o risco para as pessoas e bens.

### Referências Bibliográficas

- FEUP/IHRH (2003). “Estudo de reabilitação das obras de defesa costeira e de alimentação artificial na Costa da Caparica”. Projeto Base. INAG. FEUP. Porto
- Fortunato, A., Freire, P., Mengual, B., Bertin, X., Pinto, C.A., Martins, K., Guérin, T., Azevedo, A. (2021). “Sediment dynamics and morphological evolution in the Tagus Estuary inlet”. *Marine Geology*. Volume 440. 106590. 17p.
- Gravens, M., Ebersole, B., Walton, T., Wise, R. (2006). “Beach fill design”. *In Coastal Engineering Manual*. Part V. Coastal Project Planning and Design; Chapter IV. Engineer Manual 1110-2-1100 U.S.; Ward, D., Ed.; Army Corps of Engineers: Washington, DC, USA.
- Oliveira, F.S.B.F., Fortunato, A., Freire, P. (2020). “Modelação para apoio às intervenções nas praias da Costa da Caparica – Almada. Estudo I – Análise da vulnerabilidade das praias urbanas a um evento de tempestade marítima”. LNEC. Relatório 110/2020.
- Pinto, C., Taborada, R. (2025). “Evaluation of closure depth along the Portuguese coast”. *Coastal Dynamics 2025*. Aveiro. 6p.
- Pinto, C., Silveira, T., Taborada, R. (2015). “Alimentação artificial das praias da costa da Caparica: síntese dos resultados de monitorização (2007 a 2014)”. 3.<sup>a</sup> Conferência sobre Morfodinâmica Estuarina e Costeira (MEC). Universidade do Algarve. Faro. pp.47-48.
- Rijkswaterstaat (1996). “Evaluation of sand nourishment projects along the Dutch coast 1975-1994” (in Dutch). Report RIKZ 96.028, The Hague, The Netherlands.
- Sancho, F. (2023). “Evaluation of Coastal Protection Strategies at Costa da Caparica (Portugal): Nourishments and Structural Interventions”. *JMSE*. 11, 1159.
- Van Rijn, L. (2014). “Beach Nourishment”. [www.leovanrijn-sediment.com](http://www.leovanrijn-sediment.com)
- Verhagen, H.J. (1992). “Method for artificial beach nourishment”. 23<sup>rd</sup> ICCE. Italy. p. 2474-2485.