

## CÁLCULO DO GALGAMENTO NA PRAIA DA VAGUEIRA UTILIZANDO O MODELO SWASH

João CORREIA<sup>1</sup>, Maria Graça NEVES<sup>2</sup>, Ana Catarina ZÓZIMO<sup>3</sup>, Gonçalo ROSA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Civil, Universidade NOVA de Lisboa, Caparica, 2829-516, Portugal, [jpb.correia@fct.unl.pt](mailto:jpb.correia@fct.unl.pt), [gsb.rosa@fct.unl.pt](mailto:gsb.rosa@fct.unl.pt)

<sup>2</sup> CERIS e Departamento de Engenharia Civil, Universidade NOVA de Lisboa, Caparica, 2829-516, Portugal, [mg.neves@fct.unl.pt](mailto:mg.neves@fct.unl.pt)

<sup>3</sup> Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal, [aczozimo@lnec.pt](mailto:aczozimo@lnec.pt)

### RESUMO

A praia da Vagueira está localizada no Município de Vagos, distrito de Aveiro e é protegida por uma estrutura de defesa frontal aderente que foi requalificada em 2015, com alteamento da sua cota de coroamento para a cota + 10 m (ZH) (Figura 1). O perfil de fundo efetuado com base nos dados recolhidos no âmbito do programa COSMO de 2018 (Fortes *et al.*, 2020) mostra um perfil do tipo barra-fossa (Figura 1). Na zona da praia da Vagueira foi recentemente estudada a viabilidade de um quebra-mar destacado multifuncional. Um dos fenómenos a estudar foi a influência deste nos galgamentos da estrutura de defesa aderente (Sancho *et al.*, 2020).

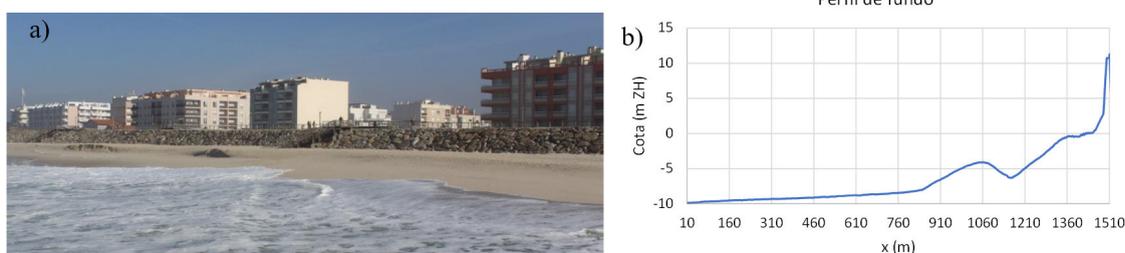


Figura 1. a) Vista da estrutura de defesa longitudinal aderente da praia da Vagueira (adaptado de Rosa, 2021), b) perfil de fundo em frente à estrutura em julho de 2018.

Para o cálculo do galgamento sobre uma estrutura de proteção costeira, são normalmente utilizadas formulações que, para dadas condições (tipo de estrutura, perfil de fundo em frente à estrutura, condição de agitação e nível de mar), permitem estimar o caudal médio de galgamento. No entanto, para um perfil de fundo do tipo barra-fossa as formulações existentes na literatura não se aplicam, por este ser um perfil no qual as profundidades são decrescentes na direção da costa. Uma alternativa que permite ter em conta qualquer forma de perfil de fundo é a utilização de modelos numéricos. Embora existam diversos modelos numéricos disponíveis na literatura, para que um dado modelo possa ser utilizado em fase de projeto, terá de apresentar um bom compromisso entre tempo de cálculo e precisão de resultados. O modelo numérico SWASH (Zijlema *et al.*, 2011), que resolve as equações não lineares de águas pouco profundas, é relativamente eficiente em termos de tempo de cálculo e tem sido aplicado com bons resultados ao estudo de

galgamento de estruturas de defesa aderente cujo pé de talude está acima do nível do mar ou em pequenas profundidades.

Neste trabalho apresenta-se a aplicação do modelo SWASH ao estudo do galgamento para um perfil de fundo do tipo barra-fossa na zona da estrutura de defesa longitudinal aderente na praia da Vagueira. O modelo foi aplicado com condições de agitação incidente associadas a três temporais ocorridos entre 1979 e 2018 para os quais se obtiveram os maiores valores de caudal médio galgado através de alguma das diversas formulações aplicadas a este caso com perfis de fundo simplificados (Rosa, 2021). Os dados de agitação foram obtidos num ponto (coordenadas 40°34'03.2"N, 8°47'45.9"W) localizado a 12 m (ZH) com base na transferência de dados provenientes do modelo de previsão WAM, do Centro Europeu de Previsões Meteorológicas a médio prazo (ECMWF) (Fortes *et al.*, 2020).

As simulações foram efetuadas com a versão unidimensional do modelo numérico SWASH. A aplicação do modelo foi precedida de um estudo de sensibilidade dos resultados do modelo (galgamento médio,  $Q$ , e máximo,  $Q_{max}$ ) à dimensão da malha ( $\Delta X$ ), tendo-se testado malhas de dimensão variável entre 0.075 m e 3 m, para as três condições de agitação referidas acima. Na Figura 2 apresentam-se os resultados obtidos para uma tempestade com uma altura significativa de 2,61 m, um período de pico de 14,88 s e um nível de mar de 3,79 m (ZH).

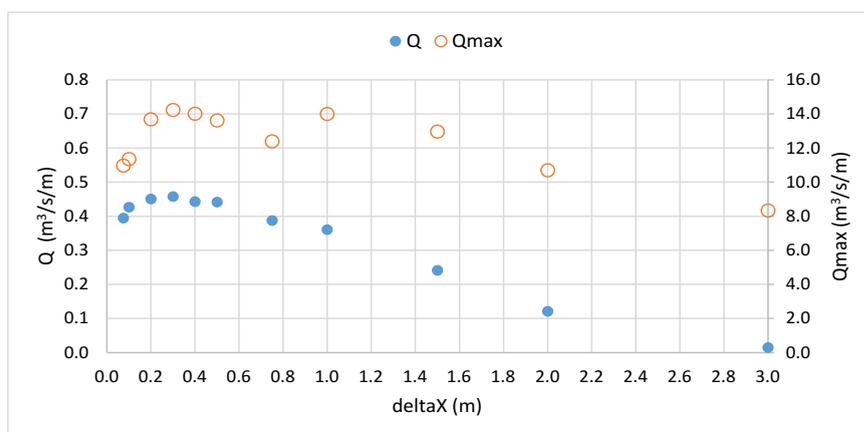


Figura 2. Caudal médio galgado,  $Q$ , e caudal máximo,  $Q_{max}$  obtido para diferentes dimensões da malha,  $\Delta X$ , para uma tempestade com uma altura significativa de 2,61 m, um período de pico de 14,88 s e um nível de mar de 3,79 m (ZH).

O domínio computacional tem um comprimento de 1524 m, desde a cota -12 m (ZH) e inclui a estrutura de defesa aderente. O tempo de simulação correspondeu a 1000 ondas acrescidas de um período de estabilização de 15% do tempo computacional, conforme recomendado pelo manual de utilização do modelo SWASH. Na fronteira de entrada foi imposto um espectro Jonswap com  $\gamma=3,3$ . Na Figura 3 apresenta-se a elevação da superfície livre resultante da simulação do SWASH num instante de cálculo, para a tempestade apresentada na Figura 2.

Na comunicação serão apresentados e discutidos os resultados obtidos, comparando-se com os resultados das formulações.

**Palavras-Chave:** Espraimento; modelo numérico; Barra-fossa.

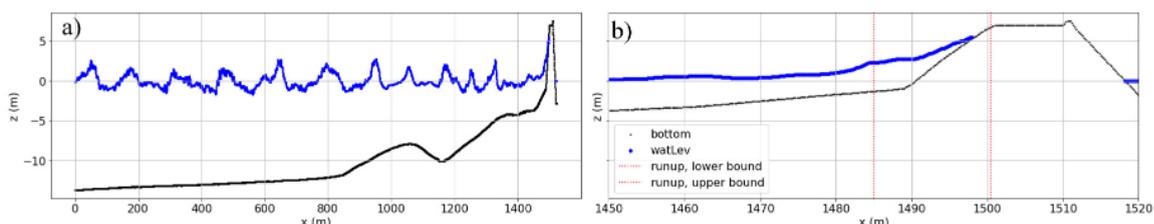


Figura 3. Elevação da superfície livre obtida da simulação do modelo SWASH para uma tempestade com uma altura significativa de 2,61 m, um período de pico de 14,88 s e um nível de mar de 3,79 m (ZH) no tempo correspondente ao máximo espraiamento: a) em todo o domínio de cálculo, b) na zona da estrutura.

## AGRADECIMENTOS

Dados de batimetria e altimetria obtidos no âmbito do Programa COSMO, da Agência Portuguesa do Ambiente, cofinanciado pelo POSEUR. Disponível em: <https://cosmo.apambiente.pt>.

## BIBLIOGRAFIA

Fortes, C.J.E., Neves, M.G., Capitão, R., Pinheiro, L. (2020). “Avaliação do galgamento costeiro sem e com um quebra-mar destacado na frente da Praia da Vagueira”, in *Atas. 6.ªs Jorn. de Engenharia Hidrográfica/1.ªs Jorn. Luso-Espanholas de Hidrografia*, Lisboa, 3 a 5 de novembro, pp- 187-190.

Rosa, G. (2021). *Cálculo do galgamento em estruturas de defesa aderente. O caso da Vagueira*, Dissertação de mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 90 pp.

Sancho, F.; Oliveira, F. S. B. F.; Fortes, C. J. E. M.; Baptista, P.; Roebeling, P. (2020). Estudo de caracterização e viabilidade de um quebra-mar destacado multifuncional em frente à Praia da Vagueira, in *Atas das 6.ªs Jorn. de Engenharia Hidrográfica/1.ªs Jorn. Luso-Espanholas de Hidrografia*, Lisboa, 3 a 5 de novembro, pp. 231-234.

Zijlema, M., Stelling, G.S., Smit, P. (2011). “SWASH: An operational public domain code for simulating wave fields and rapidly varied flows in coastal waters”, in *Coastal Engineering*, 58(10), pp. 992–1012.