

## ESTUDO DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE DRAGAGENS PARA ESTABILIZAÇÃO DA LAGOA DE ÓBIDOS

Diogo S. Mendes<sup>1,2</sup>, André B. Fortunato<sup>2</sup>, António A. Pires-Silva<sup>1</sup>, Kai Li<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Superior Técnico, ULisboa, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, Portugal.

ddiogosm@gmail.com, antonio.pires.silva@ist.utl.pt

<sup>2</sup> Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, Portugal.

afortunato@lnec.pt, kaili@lnec.pt

### 1. Introdução

Na lagoa de Óbidos, a forte interacção entre ondas e correntes de maré induz rápidas alterações morfológicas na sua embocadura. Esta laguna possui um prisma de maré reduzido e uma dominância de enchente em termos de níveis. Estes dois factores promovem um equilíbrio dinâmico instável na sua embocadura que migra frequentemente para junto das margens e coloca em risco as construções existentes (Oliveira *et al.*, 2006). As soluções implementadas nos últimos anos correspondem maioritariamente a dragagens com o objectivo de prevenir o fecho da embocadura. No entanto, estas medidas com carácter provisório não foram capazes de impedir o fecho da embocadura da lagoa de Óbidos em Janeiro de 2014. Este estudo visa contribuir para a gestão costeira da lagoa de Óbidos e tem por objectivo avaliar dois planos de dragagens alternativos, comparando-os com o plano que foi implementado na última década, através de um modelo morfodinâmico. A discussão de resultados será efectuada através da análise dos prismas de maré, das diferenças de duração entre a vazante e a enchente e dos volumes de sedimentos que atravessaram a embocadura durante um período de cinco meses após as dragagens.

### 2. Caso de estudo – lagoa de Óbidos

A lagoa de Óbidos é uma laguna localizada na costa oeste portuguesa com uma profundidade média de 4,5 m. A direcção normal à linha de costa é 315°N e a sua ligação ao oceano é feita através de uma pequena embocadura (largura inferior a 100 m). Os sedimentos dividem-se por duas zonas distintas, a zona superior constituída por sedimentos coesivos e a zona inferior que é caracterizada por sedimentos não-coesivos com  $d_{50}$  entre 0,4 e 0,8 mm (Fortunato *et al.*, 2011). As marés são semidiurnas com uma amplitude entre 2,0 a 4,0 m no exterior e entre 1,0 a 2,0 m no interior da laguna (Oliveira *et al.*, 2006). A agitação marítima pode ser caracterizada sumariamente por alturas significativas ( $H_s$ ) entre 1,5 e 6,0 m, períodos de pico ( $T_p$ ) entre 5 e 20 s e uma direcção média ( $Dir$ ) mais frequente de 315°N (Bertin *et al.*, 2009).

Várias soluções de engenharia foram propostas durante os últimos anos. No entanto, estas soluções não foram implementadas devido ao seu elevado custo, impacte visual e dificuldade de gestão de sedimentos. Fortunato e Oliveira (2007) propuseram uma solução inovadora constituída por um plano de dragagens e por um muro-guia parcialmente submerso. Este plano de dragagens é inovador porque representa a adição de canais transversais aos canais principais tradicionalmente dragados. Este estudo visa comparar o plano de dragagens proposto por Fortunato e Oliveira (2007), com um plano de dragagens igual ao anterior mas com apenas um canal transversal e com o plano que foi implementado na última década.

### 3. Modelo morfodinâmico

O modelo morfodinâmico utilizado simula o transporte de sedimentos não-coesivos e evolução dos fundos em zonas costeiras tendo em conta a interacção completa entre ondas e correntes. Este modelo é constituído por um modelo hidrodinâmico – SELFE (Zhang e Baptista, 2008), um modelo de propagação da agitação marítima – WWM-II (Roland, 2009) e um modelo de transporte de sedimentos e actualização de fundos – SED2D (Dodet, 2013). Todos os modelos numéricos acima referidos realizam as suas computações em paralelo e partilham a mesma malha de cálculo não-estruturada.

Após a calibração, a verificação do modelo morfodinâmico foi efectuada através da medida de erro estatística *brier-skill score* (Sutherland *et al.*, 2004) durante um período de cinco meses obtendo-se um valor de 0,47. Este modelo mostrou-se então apto para simular os cenários em análise neste estudo:

dragagens efectuadas em 2001 de acordo com o plano proposto por DHI (1997) e executadas ao longo da última década (1), plano de dragagens proposto por Fortunato e Oliveira (2007) com sete canais transversais (2) e plano de dragagens semelhante a (2) mas com apenas um canal transversal (3).

#### 4. Simulações morfodinâmicas de curto-prazo

A Figura 1 apresenta as batimetrias simuladas pelo modelo morfodinâmico para os três cenários em estudo durante um período de cinco meses. Em termos quantitativos, os resultados sugerem que o canal de transição está numa situação de equilíbrio estável para os cenários de dragagens porque, comparativamente com o cenário (1), a largura, a profundidade e a área transversal aumentaram em 40, 25 e 60%, respectivamente.

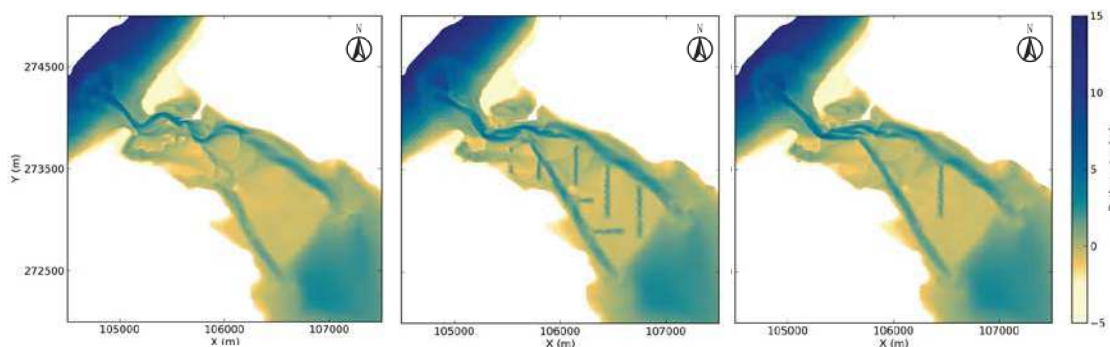


Figura 1 – Batimetrias simuladas para os três cenários de dragagens ao fim de cinco meses

#### 5. Agradecimentos

Os autores agradecem aos autores dos modelos SELFE, WWM-II e SED2D pela disponibilização dos seus códigos e ao Doutor Guillaume Dodet, Doutor Xavier Bertin e Doutor Thomas Guerin pela sua ajuda na implementação do modelo morfodinâmico. Este estudo foi elaborado através de resultados produzidos com o apoio da Iniciativa Portuguesa de Malha Nacional; mais informação em <https://wiki.ncg.ingrid.pt>.

#### 6. Referências Bibliográficas

- Bertin, X., A. B. Fortunato, and A. Oliveira, (2009), A modeling-based analysis of processes driving wave-dominated inlets, *Continental Shelf Research*, 29 (5–6).
- Bruneau, N., Fortunato, A. B., Dodet, G., Freire, P., Oliveira, A., & Bertin, X. (2011). Future evolution of a tidal inlet due to changes in wave climate, sea level and lagoon morphology (Óbidos Lagoon, Portugal). *Continental Shelf Research*, 31(18), 1915-1930.
- Danish Hydraulic Institute, 1997. Projecto de fixação da aberta de Óbidos. Hydraulic and sedimentologic studies. Design of a Dike/Channel System. Final Report.
- Dodet, G., (2013), *Morphodynamic modelling of a wave-dominated tidal inlet: the Albufeira Lagoon*. PhD thesis, Université de la Rochelle.
- Fortunato, A. B., Bruneau, N. and Freire, P., (2011) Dragagem e defesa da margem Sul da lagoa de Óbidos. Resposta às questões levantadas em sede de declaração de impacte ambiental: Aplicação de um modelo morfodinâmico para analisar a evolução da embocadura. Report 103/11 NEC, LNEC, Lisboa, (in Portuguese).
- Fortunato, A. B., et al., (2014), Morphological evolution of an ephemeral tidal inlet from opening to closure: The Albufeira inlet, Portugal, *Continental Shelf Research*, 73, 49–63.
- Fortunato, A.B., Oliveira, A., (2007), Case study: promoting the stability of the Óbidos Lagoon inlet, *Journal of Hydraulic Engineering*, (133), 816-824.
- Oliveira, A., Fortunato, A.B. e Rego, J.R.L., (2006). Effect of morphological changes on the hydrodynamics and flushing properties of the Óbidos lagoon (Portugal), *Continental Shelf Research*, 26/8: 917-942.
- Roland, A., (2009), *Development of the WWM (Wind Wave Model) II – Spectral Wave Modelling on Unstructured Meshes*. PhD thesis, Technical University of Darmstadt.
- Sutherland, J., Peet, A. H., & Soulsby, R. (2004). Evaluating the performance of morphological models. *Coastal Engineering*, 51(8), 917-939.
- Zhang, Y., and Baptista, A. M. (2008). SELFE: a semi-implicit Eulerian–Lagrangian finite-element model for cross-scale ocean circulation. *Ocean Modelling*, 21(3), 71-96.