

MODELAÇÃO MORFODINÂMICA DE UMA BARRA DE MARÉ EFÊMERA: LAGOA DE SANTO ANDRÉ, PORTUGAL

Alphonse Nahon¹, André B. Fortunato¹, Xavier Bertin², Anabela Oliveira¹, Conceição Freitas³, Ana Rita Pires³, César Andrade³

¹ Departamento de Hidráulica e Ambiente, LNEC, Avenida do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, Portugal.
anahon@lneec.pt

² Institut du Littoral et de l'Environnement (LIENSS, UMR 6250), Université de La Rochelle, 2 rue Olympe de Gouges, 17 000 La Rochelle, France.

³ Departamento de Geologia e Centro de Geologia da FCUL, Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal.

1. Introdução

A importância da Lagoa de Santo André tem motivado ao longo da última década um esforço de investigação significativo para melhorar a compreensão da dinâmica da sua barra de maré efémera. Na primavera de 2009, foi realizada uma campanha de monitorização visando caracterizar a evolução morfológica da barra desde a sua abertura artificial até ao seu fecho natural. O presente estudo baseia-se neste trabalho de monitorização e visa avaliar e melhorar as capacidades actuais de modelação numérica da morfodinâmica destes ambientes. Em particular, pretende-se verificar a capacidade dos modelos morfodinâmicos bidimensionais em simular o ciclo de abertura e fecho de uma embocadura.

2. A Lagoa de Santo André

A Lagoa de Santo André situa-se no arco litoral Tróia-Sines (**Fig. 1**), e está isolada do mar através de uma barreira arenosa contínua. Anualmente, no equinócio da Primavera, a embocadura da Lagoa é aberta artificialmente para permitir a renovação das águas interiores, mantendo a qualidade das águas da laguna que é reserva natural. O tempo durante o qual a barra permanece activa foi correlacionado com a cota do plano de água lagunar no momento da abertura (Cruces et al., 2009) e o seu fecho é causado pela interacção dos processos hidro-sedimentares transversais e longitudinais (Pires et al., 2009).



Fig. 1 – Lagoa de Santo André: localização e abertura artificial da embocadura em 2009.

Durante a fase de abertura, a barra funciona em regime hidro-sedimentar extremo (turbulência elevada, ressaltos hidráulicos, fortes concentrações de sedimentos em suspensão) que condiciona a morfologia resultante. Depois da abertura, a migração dos bancos do delta de vazante e o transporte litoral conduzem à formação de uma berma baixa que, predominantemente em regime de marés mortas e sob a acção das ondas, fecha a barra.

3. O sistema de modelação MORSYS2D

Foi utilizado o sistema de modelação bidimensional MORSYS2D (Fortunato e Oliveira, 2004; Bertin et al. 2009), que simula a morfodinâmica de ambientes costeiros sujeitos à acção conjunta das ondas e da maré (**Fig. 2**), através do acoplamento de modelos de ondas, de circulação e de transporte sedimentar. O domínio computacional é discretizado por uma malha não estruturada (com uma resolução até 2 m nas zonas da berma e da barra) e forçado nas suas fronteiras abertas por modelos regionais de maré (Fortunato et al., 2002) e de agitação (Dodet et al., 2010).

Dada a importância dos ressaltos hidráulicos na dissipação de energia no canal, foi implementada no modelo de circulação ELCIRC (Zhang et al., 2004) uma fórmula semi-empírica que calcula as perdas de carga associadas a este fenómeno. O atrito é representado através de uma formulação do tipo Manning. O

coeficiente associado é variável no espaço (com um valor máximo de 0.027 na zona do canal) e é somado a um termo derivado de Ead & Rajaratnam (2002) quando o número de Froude local é superior a 1 (i.e. quando há ressaltos hidráulicos). Os fluxos sedimentares são calculados com a fórmula de Soulsby – van Rijn (Soulsby, 1997).

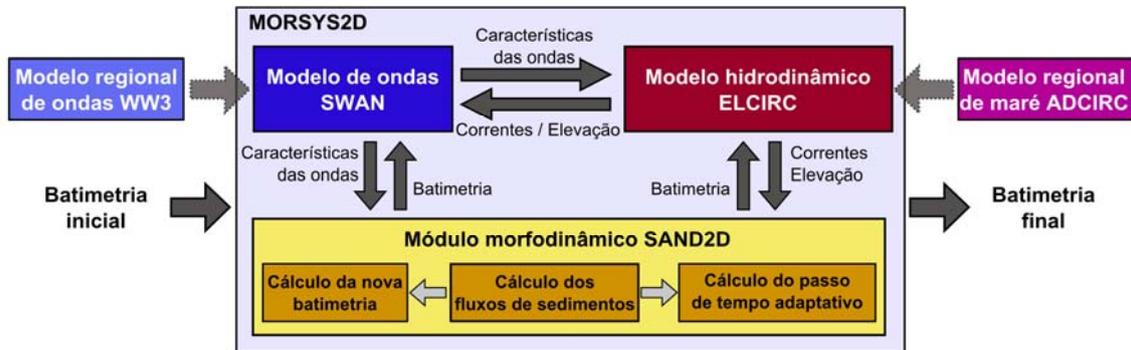


Fig. 2 - Esquema global do sistema MORSYS2D com os diferentes modelos envolvidos

4. Resultados e discussão

O modelo foi aplicado para o período de 9 de Março a 6 de Abril de 2009. O desempenho do MORSYS2D é avaliado desde a abertura artificial da barreira até ao seu fecho natural (28 dias). Os resultados são em primeiro lugar avaliados através dos dados de níveis na lagoa (Fig. 3).

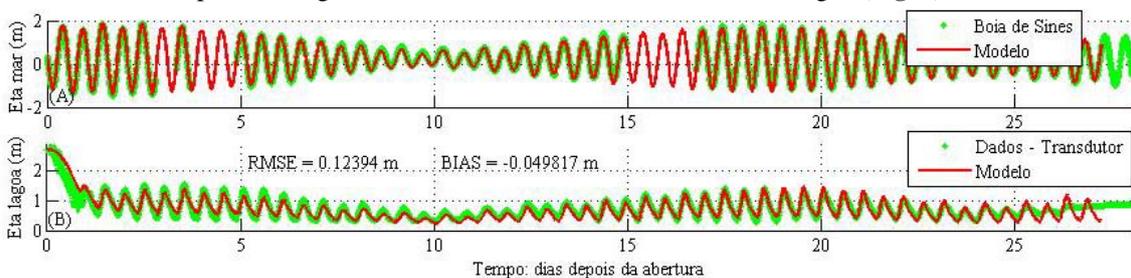


Fig. 3 – Resultados de modelação. (A): elevação ao largo – (B): elevação na lagoa.

Os resultados mostram que o modelo reproduz correctamente a propagação da maré para o interior da laguna durante a fase de abertura e grande parte do período durante o qual a embocadura permanece aberta. No entanto, o modelo não consegue reproduzir o fecho da embocadura, possivelmente devido à sub-estimação da deriva litoral. Com efeito, comparações batimétricas sugerem que a restinga que cresce de Norte para Sul, e acaba por fechar a embocadura, é subestimada pelo modelo.

5. Agradecimentos

Este trabalho é uma contribuição do projecto FCT-PTDC/MAR/65585/2006, “DETI – Dinâmica de barras de maré efémeras”.

6. Referências Bibliográficas

- Bertin, X., Oliveira, A. e Fortunato, A.B. (2009). Simulating morphodynamics with unstructured grids: description and validation of a modeling system for coastal applications, *Ocean Mod.*, 28/1-3: 75-87.
- Cruces, A., et al. (2009). Morphodynamics of the artificial inlet of Santo André coastal lagoon (SW Portugal) - twelve years of monitoring, *6º Simposio sobre el Margen Ibérico Atlántico - MIA09*.
- Dodet G., Bertin, X. e Tabora, R. (2010). “Wave climate variability in the North-East Atlantic Ocean over the last six decades”, *Ocean Mod.*, 31 (3-4), 120-131.
- Ead, S. A., and Rajaratnam, N. (2002). “Hydraulic Jumps on Corrugated Beds”, *J. Hydr. Eng.*, 128 (7), 656-663.
- Fortunato, A.B., Pinto, L., Oliveira, A. e Ferreira, J.S. (2002). “Tidally generated shelf waves off the western Iberian coast”, *Cont. Shelf Res.*, 22 (14), 1935-1950.
- Fortunato, A.B. e Oliveira, A. (2004). A modeling system for tidally driven long-term morphodynamics, *J. Hydraulic Research*, 42/4: 426-434.
- Pires, A. et al. (2009). Morfodinâmica de uma barra de maré efémera (Lagoa de Santo André, SW



Morfodinâmica Estuarina e Costeira

Lisboa, LNEC, 3-4 de Fevereiro de 2011

Portugal), 6º Simposio sobre el Margen Ibérico Atlántico - MIA09.

Soulsby, R. (1997). *Dynamics of marine sands, a manual for practical applications*. Thomas Telford, ISBN 0-7277-2584X, HR. Wallingford, England

Zhang, Y.L., Baptista, A.M. e Myers, E.P. (2004). "A cross-scale model for 3D baroclinic circulation in estuary-plume-shelf systems: I. Formulation and skill assessment", *Cont. Shelf Res.*, 24 (18), 2187-221.