

## PREVISÃO EM TEMPO REAL DA HIDRODINÂMICA E CONTAMINAÇÃO FECAL EM AMBIENTE CLOUD E HPC

Marta Rodrigues<sup>1</sup>, João Rogeiro<sup>2</sup>, André B. Fortunato<sup>1</sup> e Anabela Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Núcleo de Estuários e Zonas Costeiras, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil, 101, Lisboa, Portugal. [mfrodrigues@lnec.pt](mailto:mfrodrigues@lnec.pt), [afortunato@lnec.pt](mailto:afortunato@lnec.pt)

<sup>2</sup>Grupo de Tecnologias da Informação em Água e Ambiente, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil, 101, Lisboa, Portugal. [jrogeiro@lnec.pt](mailto:jrogeiro@lnec.pt), [aoliveira@lnec.pt](mailto:aoliveira@lnec.pt)

### 1. Introdução

Os sistemas de previsão em tempo real (SPTR) fazem previsões a escalas de tempo curtas (dias), através da integração de modelos e dados de campo, sendo ferramentas habituais de suporte à gestão costeira e portuária para análise de grandezas como a agitação marítima, os níveis e as velocidades. O custo computacional é uma das maiores limitações no uso de modelos de elevada precisão em sistemas de previsão em tempo real nas zonas costeiras (Rodrigues et al., 2013). Os avanços recentes em computação de elevada performance (HPC), tais como os obtidos no *cluster* MEDUSA do LNEC (Costa et al., 2009), criaram as condições para o uso eficaz destes modelos em SPTR. O uso de modelos em modo paralelo abriu ainda caminho à evolução dos SPTR da hidrodinâmica para a morfodinâmica (Bruneau et al., 2010) e a qualidade da água (Rodrigues et al., 2013), e à sua operacionalização diária através do uso de recursos computacionais avançados em *clusters* (HPC), sendo as previsões disponibilizadas on-line como serviços para as entidades gestoras (Oliveira et al., 2014). A *cloud*, que permite o cálculo em máquinas virtuais utilizando computadores e servidores compartilhados e interligados através da Internet, poderá também ser uma alternativa para a computação exigente dos SPTR. Apresenta-se aqui uma análise comparativa da performance de um SPTR utilizando três abordagens distintas: a) workstations locais, b) *clusters* e c) um piloto de *cloud* (Tab.1).

### 2. Sistema de previsão em tempo real da hidrodinâmica e da contaminação fecal no estuário do Tejo

O SPTR do LNEC (WIFF, <http://ariel.lnec.pt>) foi adaptado à simulação acoplada hidrodinâmica-qualidade da água da rede de coletores, ETAR de Alcântara e estuário do Tejo. Este sistema fornece as séries temporais em pontos pré-definidos e as imagens e camadas SIG das previsões on-line, permitindo ainda a comparação automática com dados da rede de monitorização em tempo real deste estuário. A aplicação do modelo acoplado hidrodinâmico e de contaminação fecal no estuário do Tejo foi baseada na aplicação de Rodrigues et al., (2013). As simulações são realizadas com o modelo tridimensional ECO-SELFE (Rodrigues et al., 2009), aplicado desde a zona oceânica próxima de Cascais até ao limite de montante próximo de Ómnias. A malha de cálculo horizontal apresenta uma resolução variável entre os 2 km e 1 m (Fig. 1a). As áreas de maior resolução localizam-se junto à zona de influência da descarga do caneiro de Alcântara e das zonas das 6 descargas de emergência (Fig. 1b). As simulações foram calibradas e validadas para um conjunto de campanhas de campo com colheita sinóptica de dados hidráulicos e de qualidade no sistema de drenagem, ETAR e estuário (Rodrigues et al., 2013). O sistema está em funcionamento desde o início de 2014, sendo operado em redundância em duas workstations (Tab. 1).

### 3. Metodologia e análise preliminar dos resultados

A análise de performance foi efetuada nos três ambientes de computação utilizando números crescentes de processadores. Para a gama de processadores comuns (menor que 8), as três alternativas conduzem a resultados similares (com tempos computacionais semelhantes entre as 2 workstations, a *cloud* e os 2 nós mais potentes do cluster MEDUSA), exceto nos nós mais antigos (e mais lentos) do *cluster* MEDUSA (Fig. 2a). Dentro desta gama de número de processadores, a *cloud* é assim uma opção viável. No entanto, não foi possível obter o número de processadores ótimo para a aplicação de SPTR em análise dentro da gama comum. Assim, este ótimo foi procurado nos nós 1 e 2 da MEDUSA, que dispõe um maior número de processadores (Fig. 2b). Para esta aplicação, o valor ótimo é de cerca de 30 processadores, dependendo este valor da configuração numérica do modelo (p.ex. com um maior número de nós horizontais ou camadas verticais, ver Costa et al., 2009).

A aplicação de recursos *cloud* semelhantes aos testados para este número ótimo de processadores implicaria a criação de um *cluster* virtual que agruparia as várias máquinas virtuais da *cloud*, sendo a comunicação entre estas feitas também por uma rede virtual. Dependendo do modelo em causa e da quantidade de comunicação feita entre processadores de máquinas virtuais, esta solução *cloud* poderá ter uma degradação de performance. Esta análise será conduzida no futuro para o SPTR em causa aplicado à contaminação fecal no estuário do Tejo e à hidrodinâmica da Ria de Aveiro.

#### 4. Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pelo projeto “Piloto de experimentação Cloud Computing” (FCT), enquadrado no INCD: Infraestrutura Nacional de Computação Distribuída, e por SFRH/BPD/87512/2012.

#### 5. Referências Bibliográficas

- Bruneau, N., Fortunato, A.B., Oliveira, A., Bertin, X., Costa, M., Dodet, G. 2010. “Towards long-term simulations of tidal inlets: Performance analysis and application of a partially parallelized morphodynamic modeling system”. *Proceeding of the 18<sup>th</sup> CMWR*, 8 pgs.
- Costa, M., Oliveira, A., Rodrigues, M., Azevedo, A. 2009. “Application of Parallel, High-Performance Computing in Coastal Environmental Modeling: Circulation and Ecological Dynamics in the Portuguese Coast”. *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> IBERGRID*, 375-386.
- Oliveira, A., Jesus, G., Gomes, J.L., Rogeiro, J., Azevedo, A., Rodrigues, M., Fortunato, A.B., Dias, J.M., Tomás, L.M., Vaz, L., Oliveira, E.R., Alves, F.L., Den Boer, S. 2014. “An interactive WebGIS observatory platform for enhanced support of coastal management”. *Journal of Coastal Research*, SI 66, 507-512.
- Rodrigues, M., Oliveira, A., Queiroga, H., Fortunato, A., Zhang, Y. 2009. “Three-dimensional modeling of the lower trophic levels in the Ria de Aveiro”. *Ecological Modeling*, 220(9-10):1274-1290.
- Rodrigues, M., Costa, J., Jesus, G., Fortunato, A.B., Rogeiro, J., Gomes, J., Oliveira, A., David L.M. 2013. “Application of an estuarine and coastal nowcast-forecast information system to the Tagus estuary”. *Proceedings of the 6<sup>th</sup> SCACR* 10 pp.

**Tabela 1. Características dos recursos computacionais analisados**

Recurso	Processador	Memória
Workstation 1	2 Intel Xeon X5650 - 6 core @ 2.67GH	5 GB
Workstation 2	8 Intel Xeon E5645 - 6 core @ 2.40GHz	16 GB
Cloud	2 Intel Xeon E5440 - 4 core @ 2.83GHz	8 GB
Medusa 1	67 nós * 2 AMD Opteron 280 - 2 core @ 2.4 GHz	4 GB/nó (268 GB)
Medusa 2	4 AMD Opteron 6220 - 8 core @ 3.0GHz	256 GB
Medusa 3	2 Intel Xeon E5-2620 - 6 Core @ 2.0 GHz	32 GB

