



OBSERVATÓRIOS COSTEIROS: FERRAMENTAS PARA APOIAR A COMPREENSÃO DA CAPACIDADE DE REGULAÇÃO BIOGEOQUÍMICA DE ESTUÁRIOS

Marta RODRIGUES¹, Ricardo MARTINS¹, João ROGEIRO¹, Alexandra CRAVO², André B. FORTUNATO¹, Anabela OLIVEIRA¹, Alexandra ROSA², José JACOB², Paula FREIRE¹, Alberto AZEVEDO¹

1. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Hidráulica e Ambiente, Avenida do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, mfredrigues@lnec.pt, rjmartins@lnec.pt, jrogeiro@lnec.pt, afortunato@lnec.pt, aoliveira@lnec.pt, pfreire@lnec.pt, aazevedo@lnec.pt

2. CIMA – Centro de Investigação Marinha e Ambiental, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, acravo@ualg.pt, xana.imrosa@gmail.com, jjacob@ualg.pt

RESUMO

Os observatórios costeiros permitem apoiar a gestão diária e a longo prazo dos sistemas costeiros (e.g., antecipação de eventos de contaminação, implementação de planos de gestão). Estas ferramentas integram observações históricas e em tempo real, previsões, resultados de cenários e indicadores em plataformas Web, disponibilizando diferentes produtos e serviços. No âmbito do projeto UBEST foram desenvolvidos observatórios costeiros e demonstrada a sua aplicação em dois casos de estudo, o estuário do Tejo e a Ria Formosa, com o objetivo de analisar a capacidade de regulação biogeoquímica destes sistemas e a sua vulnerabilidade face a alterações climáticas e a pressões antropogénicas. Os observatórios costeiros desenvolvidos integram um conjunto de informação a diferentes escalas espaciais e temporais e com diferentes níveis de agregação. Esta informação é disponibilizada através de uma plataforma WebSIG, que permite o fácil acesso a diferentes comunidades de utilizadores, funcionando como uma ferramenta efetiva de apoio à gestão dos sistemas costeiros.

Palavras-Chave: Observatórios; Dados históricos e em tempo real; Modelação numérica; Estuário do Tejo; Ria Formosa.

1. INTRODUÇÃO

Os estuários fornecem múltiplos serviços de elevada importância. Ecologicamente, suportam diversas espécies e protegem a zona costeira adjacente do aumento das cargas de nutrientes e de outros contaminantes. Simultaneamente sustentam diversas atividades humanas (e.g., pesca, turismo), proporcionando resiliência económica às comunidades costeiras e protegendo-as de riscos naturais. No entanto, o aumento previsto das atividades humanas nos estuários, conjuntamente com as alterações climáticas, podem aumentar as pressões nos sistemas costeiros e alterar a dinâmica dos seus ecossistemas. As alterações climáticas (e.g., subida do nível médio do mar, aumento da temperatura do ar) podem ter impactes significativos, potenciando o aumento da salinidade e a aceleração dos ciclos dos nutrientes. Adicionalmente, os aumentos recentes e previstos das cargas de nutrientes podem amplificar estes impactes, levando a um declínio dos serviços de regulação, incluindo a capacidade de regulação biogeoquímica.

Os observatórios costeiros são ferramentas de apoio à gestão, que permitem suportar de forma efetiva a gestão diária e a longo prazo dos sistemas costeiros (e.g., antecipação de eventos de contaminação, implementação de planos de gestão). Estas ferramentas integram observações históricas e em tempo real, previsões, resultados de cenários e indicadores em plataformas Web, disponibilizando produtos e serviços a diferentes comunidades de utilizadores. No âmbito do projeto UBEST foi desenvolvida a metodologia para criação de observatórios costeiros detalhados (Fig. 1) e demonstrada a sua aplicação em dois casos de estudo com características distintas, o estuário do Tejo e a Ria Formosa, visando melhorar a compreensão global da capacidade de regulação

biogeoquímica destes sistemas e da sua vulnerabilidade face a cenários futuros de alterações climáticas e de pressões antropogénicas.



Fig. 1. Conceito dos observatórios costeiros desenvolvidos no projeto UBEST.

2. OBSERVATÓRIOS COSTEIROS: PLATAFORMA WEB UBEST

Os observatórios costeiros desenvolvidos no projeto UBEST foram aplicados e demonstrados no estuário do Tejo e na Ria Formosa. Estes observatórios estão acessíveis através de uma plataforma WebSIG que integra, para os dois sistemas, a seguinte informação:

- i) dados históricos desde 1980 até ao presente de variáveis físicas, químicas e biológicas (e.g., salinidade, temperatura, clorofila *a*, oxigénio dissolvido e nutrientes inorgânicos);
- ii) observações de campanhas sazonais realizadas em 2017 (Ria Formosa) e 2018 (estuário do Tejo) – Fig. 2 – e observações em tempo real da qualidade da água, medidas através de uma sonda instalada *in-situ* – Fig. 3;
- iii) previsões diárias (para as 48 horas seguintes) de níveis, correntes, salinidade, temperatura e um conjunto de variáveis biogeoquímicas, simuladas com o sistema de modelos numéricos SCHISM (Zhang et al., 2016; Rodrigues et al., 2009, 2012) – Fig. 3;
- iv) resultados da simulação de diferentes cenários de alterações climáticas (e.g., subida do nível médio do mar) e pressões antropogénicas (e.g., alteração das cargas de nutrientes);
- v) um conjunto de indicadores das características de circulação (Geyer & MacCready, 2014), do estado químico relativo aos nutrientes (Caetano et al., 2016) e do estado trófico (TRIX – Vollenweider et al., 1998) – Fig. 4.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No âmbito do projeto UBEST foi desenvolvida a metodologia para criação de observatórios costeiros detalhados e demonstrada a sua aplicação em dois casos de estudo, o estuário do Tejo e a Ria Formosa. Estes observatórios costeiros integram um conjunto de informação a diferentes escalas espaciais e temporais (e.g., dados históricos desde 1980, previsões diárias da circulação e da qualidade da água) e com diferentes níveis de agregação (e.g., séries temporais, indicadores). Esta informação é disponibilizada através de uma plataforma WebSIG, que permite o fácil acesso a diferentes comunidade de utilizadores, funcionando como uma ferramenta eficaz para apoiar diferentes objetivos na gestão dos sistemas costeiros (e.g., avaliação contínua do estado trófico das massas de água, apoio na resposta de emergência em eventos de contaminação).

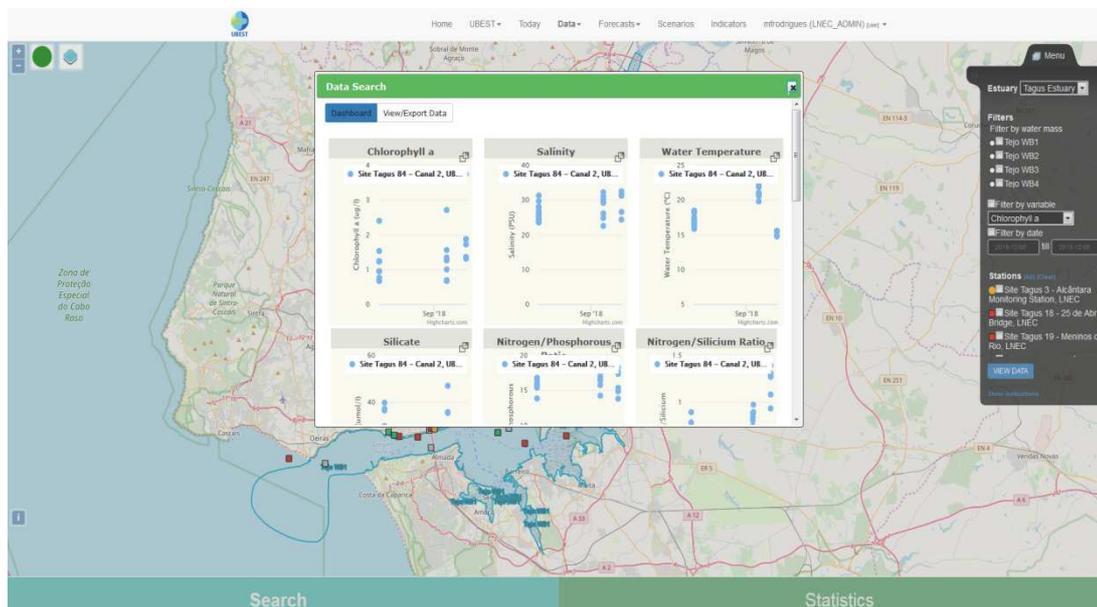


Fig. 2. Exemplo da visualização e acesso aos dados das campanhas de monitorização realizadas no estuário do Tejo em 2018.

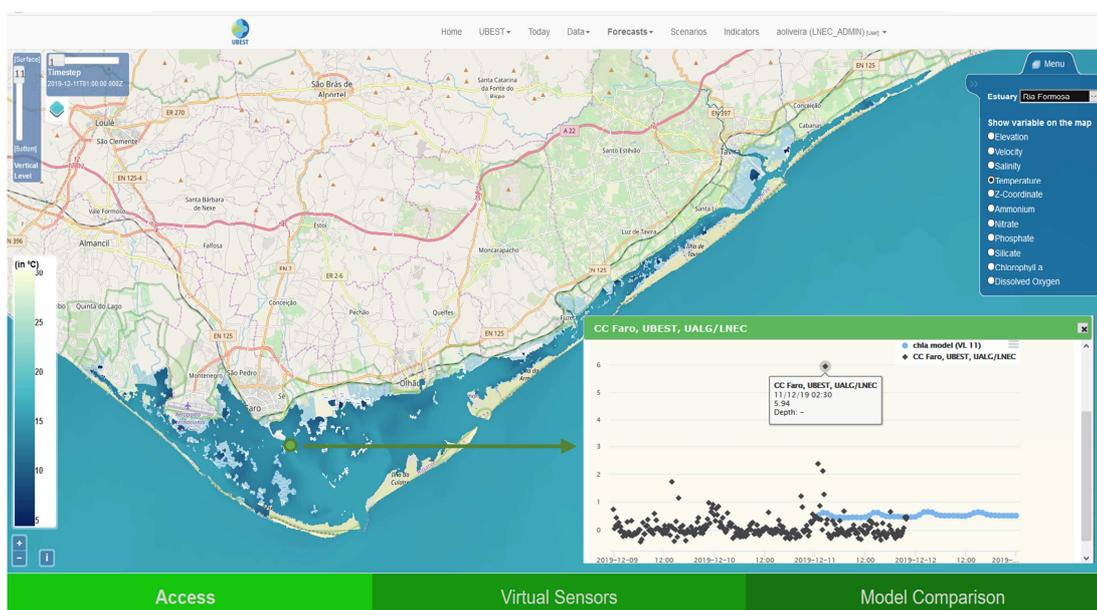


Fig. 3. Exemplo das previsões diárias de temperatura na Ria Formosa e comparação das previsões de clorofila *a* com observações em tempo real no Cais Comercial de Faro.

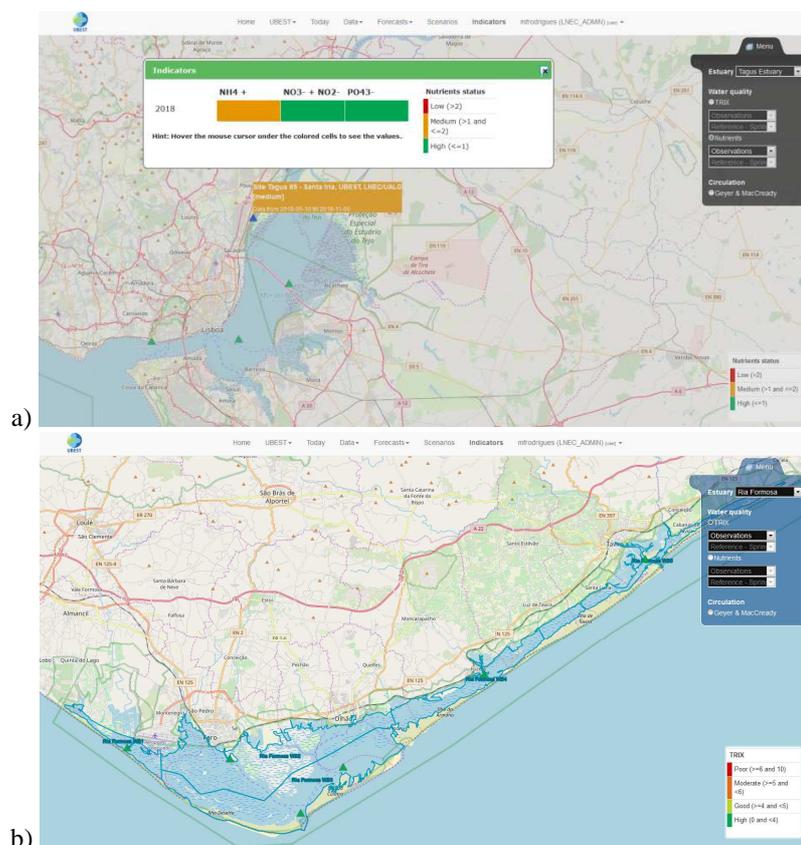


Fig. 4. Utilização de indicadores: a) classificação do estado relativo aos nutrientes no estuário do Tejo com base nas observações das campanhas de monitorização realizadas em 2017; b) TRIX (Trophic Index) na Ria Formosa com base nas observações das campanhas de monitorização realizadas em 2017.

AGRADECIMENTOS

O projeto UBEST foi financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia através de fundos nacionais, PTDC/AAG-MAA/6899/2014. As simulações dos cenários foram efetuadas na Infraestrutura Nacional de Computação Distribuída (INCD), financiada através do projeto LISBOA-01-0145-FEDER-022153.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caetano M, Raimundo J, Nogueira M, Santos M, Mil-Homens M, Prego R, Vale C (2016). Defining benchmark values for nutrients under the Water Framework Directive: Application in twelve Portuguese estuaries. *Marine Chemistry*, 185, 27-37
- Geyer WR, MacCready P (2014). The estuarine circulation. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 46, 175-197
- Rodrigues M, Oliveira A, Queiroga H, Fortunato AB, Zhang YJ (2009). Three-dimensional modeling of the lower trophic levels in the Ria de Aveiro (Portugal). *Ecological Modelling*, 220(9-10), 1274-1290
- Rodrigues M, Oliveira A, Queiroga H, Brotas V (2012). Seasonal and diurnal water quality modelling along a salinity gradient (Mira channel, Aveiro lagoon, Portugal). *Procedia Environmental Sciences*, 899-918
- Vollenweider RA, Giovanardi F, Montanari G, Rinaldi A (1998). Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. *Environmetrics*, 9, 329-357
- Zhang YJ, Ye F, Stanev EV, Grashorn S (2016). Seamless cross-scale modeling with SCHISM, *Ocean Modelling*, 102, 64-81