

## Cartografia e Monitorização Cartográfica do Intertidal do Estuário do Tejo através de Detecção Remota e imagens de Landsat7 ETM

Ricardo Nogueira Mendes<sup>1,2</sup>, Rodrigo Ceia<sup>1</sup>, João Catalão<sup>3</sup>, Ricardo Melo<sup>1</sup>, Rui Taborda<sup>3</sup> e Paula Freire<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Centro de Oceanografia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campus da FCUL, 1749-016 Campo Grande, Lisboa, Portugal. [rnmendes@fc.ul.pt](mailto:rnmendes@fc.ul.pt) / [ramelo@fc.ul.pt](mailto:ramelo@fc.ul.pt) / [rodrigoceia77@gmail.com](mailto:rodrigoceia77@gmail.com).

<sup>2</sup> Centro de Estudos de Geografia e Planeamento Regional, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, Av. de Berna 26C, 1069-061 Lisboa, Portugal. [rnmendes@fcsh.pt](mailto:rnmendes@fcsh.pt).

<sup>3</sup> Instituto Dom Luiz, Universidade de Lisboa, Campo Grande, 1749-016 Lisboa. [jcfernades@fc.ul.pt](mailto:jcfernades@fc.ul.pt) / [rtaborda@fc.ul.pt](mailto:rtaborda@fc.ul.pt).

<sup>4</sup> Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Avenida do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, Portugal. [pfreire@lnec.pt](mailto:pfreire@lnec.pt).

### 1. Introdução

Actualmente, são vários os instrumentos legais e de ordenamento e planeamento que carecem de bases cartográficas rigorosa e exactas como os Planos de Ordenamento, os Regulamentos Sectoriais ou os Planos Directores, entre outros. Frequentemente estes mesmos instrumentos, sobretudo os de última geração, prevêem a devida monitorização e o acompanhamento das condições de referência ou das acções a implementar, no sentido de avaliar os resultados e de preparar futuras revisões.

No que diz respeito aos sistemas costeiros e estuarinos, a monitorização e acompanhamento destes territórios à luz destes instrumentos é de especial relevância, uma vez que os fenómenos responsáveis por mudanças ou alterações significativas podem ter efeitos muito mais rápidos do que os tempos médios de vigência dos mesmos. A maioria das alterações significativas resultantes de acções antropogénicas, que originam por exemplo grandes modificações no uso do solo, acabam por estar devidamente enquadradas nestes próprios instrumentos, sendo apenas necessário garantir a devida fiscalização das actividades previstas e/ou condicionadas (mariscagem, pesca, intervenções agrícolas, etc.). No caso de eventos extremos ou fenómenos ecológicos esta monitorização é indispensável. Por um lado, episódios como cheias ou grandes tempestades podem facilmente induzir alterações morfológicas significativas, como o recuo ou o avanço da linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais (LMPMAVE) ou a destruição e perda de habitats prioritários. Por outro lado, o normal funcionamento dos ecossistemas pode levar a perdas ou ganhos de áreas de ocupação de diversos habitats originando por vezes a mudança dos pressupostos com que os instrumentos de ordenamento foram elaborados. É nesse sentido, que técnicas como a Detecção Remota e ferramentas como os Sistemas de Informação Geográfica podem ser de grande utilidade, uma vez que facilitam a actualização e a manutenção de informação de base com vista a análises de carácter espacial e temporal.

No âmbito do projecto *MorFeed: Resposta morfológica das margens estuarinas aos efeitos das alterações climáticas* ([http://www.lnec.pt/organization/dha/nec/estudos\\_id/morfeed](http://www.lnec.pt/organization/dha/nec/estudos_id/morfeed)) e no seguimento da proposta de delimitação da LMPMAVE, segundo os critérios descritos em Rilo *et al.* (2012), realizou-se a tipificação do leito e margens (Freire *et al* 2012) do estuário do Tejo com base nos ortofotomapas de 2007 do Instituto Geográfico Português (IGP), e na imagem de satélite Landsat7 ETM de 13 de Março de 2009 (LE7204033 ETM + L1T 20090313 2009:072:11:04). Deste trabalho resultou uma proposta de cartografia do intertidal do estuário do Tejo (Nogueira Mendes *et al.*, 2012), de onde se destacam a confirmação da ocorrência de um pequeno povoamento de *Zostera noltii* (Directiva Habitats 1140pt2) citado por Cunha *et al* (2011) e uma grande área de Raso de Maré (Directiva Habitats 1140), respetivamente com 12 e 9347 ha, representando 0,04 e 27,50 % da totalidade do leito do estuário.

O presente trabalho pretende atualizar a informação obtida anteriormente, uma vez que em missões de campo do Projecto *MorFeed* foi detetado um crescimento significativo do povoamento de *Z. noltii* (que aumentou a sua ocupação para e cerca de 60 ha) havendo também a necessidade de caracterizar com mais pormenor o Raso de Maré, e de confirmar ou não a estabilidade morfológica dos restantes habitats.

## 2. Materiais e Métodos

Com base na LMPMAVE proposta pelo Projecto *MorFeed* foi criada uma máscara de corte para eliminar o ruído que os pixéis adjacentes à área de estudo poderiam provocar na análise das imagens. Tal como nos trabalhos de Rilo *et al.* (2012) e de Nogueira Mendes *et al.* (2012) foram seleccionadas imagens de Landsat7 ETM correspondentes a baixa-mar de marés vivas, uma vez que as restantes bases cartográficas disponíveis (nomeadamente os ortofotomapas de 2010 do IGP) foram recolhidas em situação de preia-mar. Para além deste aspecto, as imagens de Landsat7 ETM apresentam características adequadas aos objectivos do presente estudo: medir o crescimento do povoamento de *Z. noltii* e tentar discriminar subclasses de Raso de Maré, uma vez que as perdas em termos de resolução face aos ortofotomapas são compensadas por ganhos em resolução espectral.

O processamento das imagens foi feito testando métodos de classificação automática por segmentação, e métodos de classificação automática não assistida (Iso Cluster) limitado superiormente a 30 classes, seguida de uma classificação de máxima verosimilhança. As áreas de treino foram determinadas com base nas missões de campo e nos resultados obtidos ao longo do projecto.

No que diz respeito ao povoamento de *Z. noltii* do Samouco, os resultados obtidos foram confrontados com o levantamento do perímetro externo realizado em 31 de Janeiro de 2013, feito através de um GPS Garmin EDGE705 (erro posicional de  $\pm \sim 3$  m).

## 3. Resultados e Discussão

A actualização da cartografia da zona intertidal do estuário do Tejo mostrou que, apesar das muitas pressões antropogénicas (com especial destaque para a apanha ilegal de bivalves) e contrariando o grande retrocesso mundial dos povoamentos de ervas marinhas, o povoamento de *Z. noltii* no estuário do Tejo tem vindo a crescer. Esta evolução justifica a necessidade de incorporar medidas de monitorização e gestão flexíveis nos instrumentos de ordenamento e planeamento que sejam apoiadas em conhecimentos técnicos e científicos e para as quais a detecção remota e as bases de dados de acesso livre poderão ter um papel de grande relevância. Pretende-se que os resultados obtidos neste trabalho possam vir a contribuir para a definição de estratégias e metodologias simples e eficazes de suporte aos instrumentos legais de gestão dos sistemas costeiros e estuarinos.

## 4. Agradecimentos

Este trabalho é um contributo do Projecto *MorFeed: Resposta morfológica das margens estuarinas aos efeitos das alterações climáticas*, financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (PTDC/AAC-AMB/100092/2008), contando ainda com dados do Projecto *EEMA: Avaliação do estado ecológico das massas de águas costeiras e de transição e do potencial ecológico das massas de água fortemente modificadas*, co-financiado pelos fundos de coesão da União Europeia, através do POVT, no âmbito do QREN.

## 5. Referências Bibliográficas

- Cunha, A. H., Assis, J. F., e Serrão, E. A. (2011). Seagrasses in Portugal: a most endangered marine habitat. *Aquatic Botany*. doi:[10.1016/j.aquabot.2011.08.007](https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2011.08.007)
- Freire, P., Rilo, A., Ceia, R., Nogueira Mendes, R., Catalão, J., Taborda, R. e Melo, R. (2012) Tipificação das zonas marginais estuarinas. O caso do estuário do Tejo. Actas das 2<sup>as</sup> Jornadas de Engenharia Hidrográfica. pp. 319–322.
- Nogueira Mendes, R., Ceia, R., Silva, T., Rilo, A., Guerreiro, M., Catalão J., Taborda R., Freitas M. C., Andrade C., Melo R., Fortunato A. e Freire P. (2012.). Detecção Remota e Cartografia do Intertidal. O contributo do Projeto MorFeed. Actas das 2<sup>as</sup> Jornadas de Engenharia Hidrográfica. pp. 341–344.
- Rilo, A. R., Freire, P., Mendes, R. N., Ceia, R., Catalão, J., Taborda, R., Melo, R., Caçador, M. I., Andrade, C. e Freitas, M. C. (2012). Um contributo para o traçado da Linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais em ambientes de transição. O caso do estuário do Tejo. *11.º Congresso da Água, 6-8 de Fevereiro 2012*. APRH, Porto, Portugal, CD-ROM, 11 pp. [http://www.lnec.pt/organizacao/dha/nec/estudos\\_id/morfeed/pdfs/CAgua\\_paper\\_Rilo\\_et\\_al.pdf](http://www.lnec.pt/organizacao/dha/nec/estudos_id/morfeed/pdfs/CAgua_paper_Rilo_et_al.pdf).