

## Evolução morfológica recente da zona lagunar da Ria Formosa

L. I. Portela (1)

(1) Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, lportela@lnec.pt.

**Resumo:** A análise da evolução de um conjunto significativo de canais e barras da Ria Formosa, efectuada com base em levantamentos hidrográficos e em fotografia aérea, indica que, entre 1980 e 2011, nas áreas abrangidas, se verificou uma perda de sedimento da ordem de  $12 \times 10^6 \text{ m}^3$ , em resultado de dragagens realizadas quer nos canais de navegação, quer em outros canais do sistema lagunar. Os canais interiores aparentam, na ausência de intervenções, uma relativa estabilidade. Pelo contrário, as barras naturais, tendo sofrido ou não intervenções, estão sujeitas a rápidas alterações morfológicas que condicionam a evolução dos trechos dos canais de maré mais próximos. A barra da Armona constitui um caso particular, pela manutenção da tendência de forte redução de largura registada nas últimas décadas.

**Palavras chave:** deposição, erosão, dragagens, morfodinâmica, Ria Formosa

### 1. INTRODUÇÃO

A Ria Formosa é um sistema lagunar delimitado exteriormente por um cordão litoral de ilhas barreira, em que se abrem seis barras: Ancão, Faro-Olhão, Armona, Fuzeta, Tavira e Lacém. Essas barras definem, nos extremos do cordão, as penínsulas de Faro e de Cacela e, no seu corpo, as ilhas da Barreta, Culatra, Armona, Tavira e Cabanas. O cordão litoral tem mais de 50 km de comprimento, encontrando-se a laguna preenchida por sapais, áreas entremarés de areia e vasa, e canais.

Os canais de navegação, principais e secundários, encontram-se definidos no Plano de Ordenamento da Orla Costeira e no Plano de Ordenamento do Parque Natural da Ria Formosa. Os canais principais são dragados regularmente pelo Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos. Além destes, existem muitos outros canais lagunares, não classificados, alguns dos quais foram dragados no âmbito do Projecto de Requalificação do Sistema Lagunar da Ria Formosa, promovido pelo Instituto da Conservação da Natureza em 1999/2000.

Embora a Ria Formosa tenha sido objecto de numerosos estudos, existe escassa informação acerca das tendências evolutivas dos canais lagunares. Essa informação seria da maior importância para apoiar a elaboração de planos de intervenção que visem potenciar os valores naturais do sistema. A presente comunicação descreve aspectos de um estudo recentemente realizado (Portela *et al.*, 2011), com esse objectivo, em que se procurou caracterizar a evolução morfológica da zona lagunar entre 1980 e a actualidade.

### 2. METODOLOGIA

O estudo envolveu a comparação de levantamentos hidrográficos (Fig. 1) e fotografia aérea. Numa fase inicial, verificou-se que apenas se encontravam disponíveis levantamentos actualizados das barras de

Faro-Olhão e de Tavira, correspondentes aos canais principais. Compararam-se levantamentos dessas áreas realizados pelo Instituto Hidrográfico em três datas (1979/1980, 2001/2002 e 2008). No resto do sistema, apenas foi examinada fotografia aérea antiga (1983) e recente (2007 e 2009).

No primeiro semestre de 2011, a Sociedade Polis Litoral Ria Formosa promoveu a realização de levantamentos parciais das zonas poente, central e nascente da Ria Formosa, executados pela firma LHT. De forma a completar a análise anterior, estes novos levantamentos, abrangendo 12 canais e barras (Ancão, Armona e Lacém), foram comparados com o levantamento geral do sistema realizado pelo Instituto Hidrográfico em 1979/1980.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Comparação de elementos pré-existentes

Os resultados da comparação de levantamentos das barras de Faro-Olhão e de Tavira encontram-se representados nas Figs. 2 e 3. A comparação de levantamentos indica ter-se verificado, entre 1980 e 2008, um aprofundamento muito significativo dos principais canais de navegação, certamente por efeito de dragagens, com um saldo de “erosão” de  $8,0 \times 10^6 \text{ m}^3$  no canal de Faro (a montante dos molhes) e de  $1,5 \times 10^6 \text{ m}^3$  em Santa Luzia, Tavira e Cabanas. No caso do canal de Faro, o saldo de “erosão” equivale a um abaixamento médio do leito de 2 m. O efeito das operações de dragagem na evolução do canal de Faro, até 2001, já tinha sido referido por Pacheco *et al.* (2006). O presente estudo permitiu verificar a continuação da tendência de aprofundamento entre 2001 e 2008, embora a ritmo mais lento do que entre 1980 e 2001.

Com base em fotografia aérea, verifica-se ainda, qualitativamente, que as zonas lagunares interiores, afastadas das barras, aparentam uma grande estabilidade morfológica, nomeadamente no que se refere ao posicionamento dos canais de maré. Nas

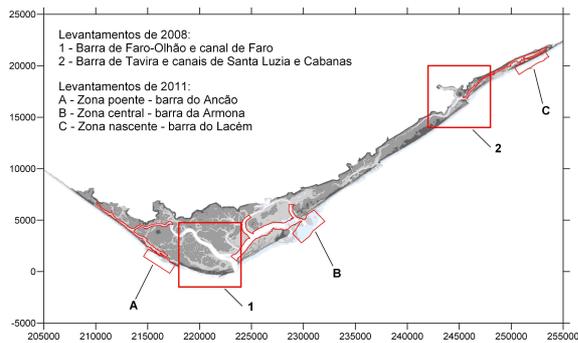


Fig. 1. Localização de levantamentos hidrográficos recentes da Ria Formosa: a) Canais de navegação principais (1, 2); b) Zonas poente, central e nascente (A, B, C).

zonas de menores profundidades, são ainda identificáveis os efeitos das dragagens realizadas em 1999/2000.

Pelo contrário, a análise de fotografia aérea indica que as barras estão sujeitas a grandes alterações morfológicas, que condicionam a evolução dos canais de maré mais próximos. A barra da Armona constitui um caso particular, distinguindo-se das restantes barras naturais (Ancão, Fuzeta e Lacém) pela sua maior importância para o sistema, mas também pela redução de largura, associada ao crescimento da ilha da Culatra, registada nos últimos 100 anos, como se pode verificar, por exemplo, comparando o plano hidrográfico levantado em 1916 “Barra e Canais de Faro e Olhão” com fotografia aérea recente.

### 3.2 Zona poente - Ancão

A barra do Ancão situa-se numa área muito dinâmica do sistema, estando sujeita a migrações cíclicas para nascente, por vezes descontínuas. Foi objecto de uma intervenção de realocação, a poente, em 1997 (Vila-Concejo *et al.*, 2006). Posteriormente sofreu uma evolução significativa, registando uma taxa de migração máxima de 180 m no primeiro trimestre de 2001 (Vila-Concejo *et al.*, 2004). Com base no levantamento de 2011 e em fotografia aérea de 2007 e 2009, verifica-se que entre 2007 e 2011 (mas essencialmente entre 2009 e 2011), a barra do Ancão se deslocou para nascente cerca de 1000 m, a que não terá sido estranha a ocorrência de galgamentos oceânicos e a ruptura do cordão litoral no final do Inverno de 2009/2010 (Freire *et al.*, 2011).

A comparação em planta dos levantamentos de 1980 e de 2011 indica que os canais lagunares apresentam maior profundidade em 2011 do que em 1980, decerto devido a dragagens, nomeadamente as realizadas em 2000 no âmbito da intervenção de requalificação do sistema lagunar (Fig. 4). O saldo de “erosão” na zona lagunar interior ( $0,6 \times 10^6 \text{ m}^3$ ) é próximo do volume então dragado a W e a E da ponte da Praia de Faro. A comparação dos mesmos levantamentos incluindo a zona exterior conduz a um saldo de “erosão” superior ( $1,0 \times 10^6 \text{ m}^3$ ), mas é

menos significativa, dado que a posição das barras em 1980 e 2011 não coincide.

A comparação de perfis longitudinais de 1980 e de 2011 indica que no esteiro do Ramalhete, no canal da Praia de Faro a W da ponte e no mesmo canal a E da ponte, a profundidade do talvegue aumentou em média, respectivamente, 2,0 m, 1,5 m e 1,3 m. Apenas no trecho de 1000 m do canal da Praia de Faro situado mais a nascente (Fig. 5), sob maior influência da barra do Ancão, este efeito de aprofundamento não é perceptível.

### 3.3 Zona central - Armona

A barra da Armona, no passado a mais importante do sistema, tem sofrido uma redução de largura muito significativa, a uma taxa média, na segunda metade do século XX, de  $30 \text{ m ano}^{-1}$  (Vila-Concejo *et al.*, 2002). O levantamento de 2011 revela a continuação deste fenómeno nos últimos 30 anos, encontrando-se a largura ao ZH da barra da Armona em 2011 reduzida a cerca de 200 m. Os levantamentos revelam também que, entre 1980 e 2011, o eixo da barra da Armona sofreu um

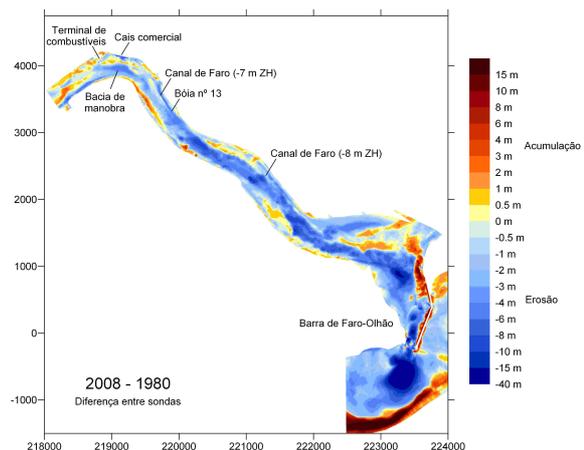


Fig. 2. Barra de Faro-Olhão e canal de Faro. Comparação de levantamentos hidrográficos de 1980 e 2008.

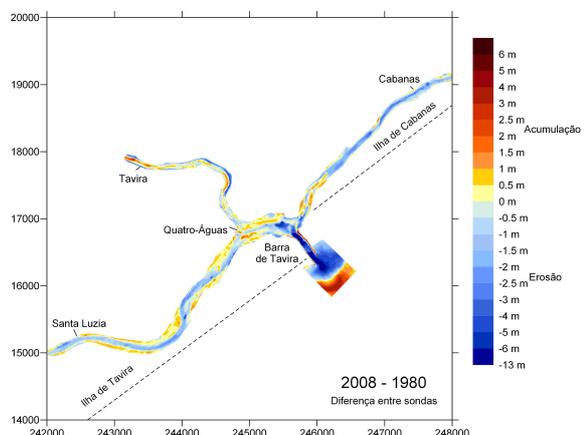


Fig. 3. Barra de Tavira e canais de Santa Luzia e Cabanas. Comparação de levantamentos hidrográficos de 1980 e 2008.

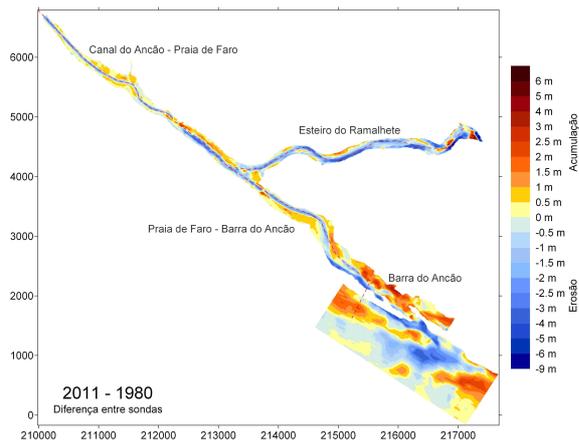


Fig. 4. Zona poente – barra do Ancão. Comparação de levantamentos hidrográficos de 1980 e 2011.

deslocamento para NE de cerca de 180 m. A redução de largura da barra provocou o estrangulamento do escoamento de maré, tendo sido acompanhada por um aumento da profundidade máxima do talvegue, de -6 m ZH para -12 m ZH, e por um apreciável desenvolvimento do delta de vazante.

A distribuição das zonas de acumulação e de erosão sugere uma relativa estabilidade da zona lagunar interior, com alguma acumulação sedimentar em pontos de confluência de canais e tendência de erosão na proximidade das barras de Faro-Olhão e da Armona. O saldo na zona lagunar interior e na zona interior da barra da Armona é de erosão ( $1,4 \times 10^6 \text{ m}^3$ ), mas, incluindo na comparação a zona exterior da barra da Armona, obtém-se um saldo de acumulação de  $0,4 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

A comparação de perfis longitudinais indica que o eixo do canal de Olhão apresenta em 2011 uma cota média da ordem de -4,7 m ZH. O mesmo eixo apresentava em 1980 uma cota média de -4,1 m ZH; o aprofundamento verificou-se essencialmente no trecho poente, sendo pouco significativo no trecho interior. Um levantamento adicional de 2005/2006 realizado pelo Instituto Hidrográfico apresenta uma cota média de -4,3 m ZH, consistente com uma tendência de aprofundamento do trecho poente, mais próximo do canal de Faro e da barra de Faro-Olhão (Fig. 6). O eixo do canal da Culatra, exceptuando o trecho de 1000 m situado mais a nascente, mais próximo da barra da Armona, evidencia grande estabilidade, apresentando em 2011 profundidades praticamente iguais às de 1980 (Fig. 7).

### 3.4 Zona nascente – Lacém

A evolução da zona nascente do sistema, entre 1980 e 2011, deve ser interpretada com prudência, dado terem ocorrido importantes alterações na barra do Lacém. Com efeito, em fotografia aérea de 1983 observam-se duas barras, cobrindo uma extensão de 1600 m, deslocadas 2000 m para poente da actual. A barra do Lacém terá sido dragada em 1999 (Ciacomar, 2001), mas verificou-se em 2003 a abertura natural de uma nova barra e o encerramento

da anterior (Vila-Concejo *et al.*, 2006). Entre 2007 e 2011, ocorreu um deslocamento da barra de cerca de 150 m para nascente.

A comparação de levantamentos indica que o canal lagunar interior apresenta actualmente maiores profundidades, por efeito de dragagens, excepto na proximidade da barra do Lacém. A comparação de levantamentos revela também que se verificou neste período um recuo significativo do cordão litoral. Dada a reduzida profundidade da actual barra e o importante desenvolvimento do delta de enchente, essa área surge, paradoxalmente, como zona de acumulação. Considerando apenas a zona lagunar, obtém-se um saldo de acumulação de  $0,4 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Globalmente, incluindo a zona exterior, calcula-se um saldo de erosão de  $2,0 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

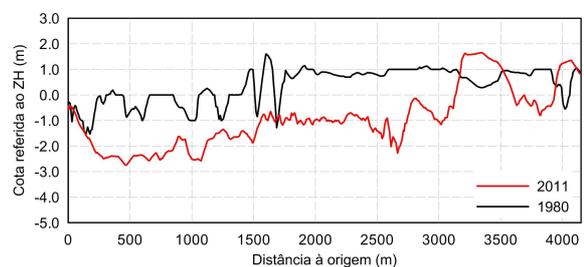


Fig. 5. Perfil longitudinal do canal Praia de Faro–barra do Ancão.

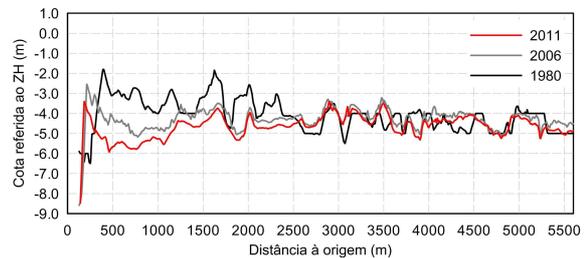


Fig. 6. Perfil longitudinal do canal de Olhão.

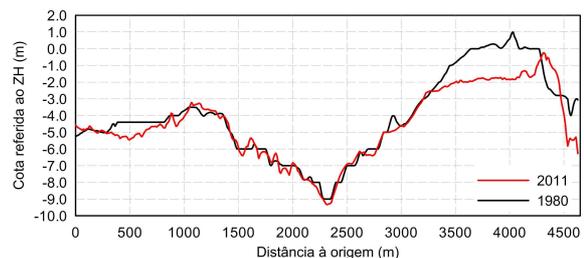


Fig. 7. Perfil longitudinal do canal Culatra–barra da Armona.

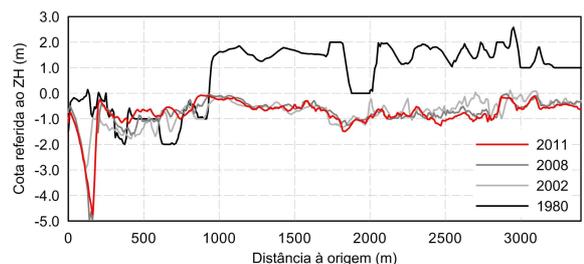


Fig. 8. Perfil longitudinal do canal de Cabanas.

O canal de Cabanas apresenta especial interesse, por existirem levantamentos em diferentes datas (1980, 2002, 2008 e 2011; Fig. 8). Relativamente a 1980, o eixo deste canal em 2011 sofreu um aumento de profundidade de 1,6 m, devido à alteração dos trechos intermédio e nascente, certamente por efeito de intervenções de dragagem. Relativamente aos levantamentos de 2002 e de 2008, realizados pelo Instituto Hidrográfico, embora na proximidade da barra de Tavira, onde a secção se encontra reduzida por aterros e obras, se observem localmente profundidades crescentes, verifica-se, globalmente, uma grande estabilidade da cota média do eixo do canal (-0,74 m ZH em 2002, -0,76 m ZH em 2008 e -0,78 m ZH em 2011).

#### 4. CONCLUSÃO

A análise da evolução de um conjunto significativo de canais e barras da Ria Formosa, efectuada com base em levantamentos hidrográficos e em fotografia aérea, indica que: a) Entre 1980 e 2011, nas áreas abrangidas, se verificou uma perda de sedimento da ordem de 12 milhões de m<sup>3</sup>, em resultado de dragagens realizadas quer nos canais de navegação e nas barras que se encontram fixas, quer no restante espaço lagunar; b) Os canais interiores aparentam, na ausência de intervenções, uma relativa estabilidade; c) Pelo contrário, as barras naturais, tendo sofrido ou não intervenções, estão sujeitas a rápidas alterações morfológicas que condicionam a evolução dos canais mais próximos; d) A barra da Armona, que já foi a principal barra do sistema, manteve entre 1980 e 2011 a tendência de perda de importância observada nas décadas anteriores, apresentando actualmente apenas cerca de 200 m de largura ao ZH.

#### Agradecimentos

O autor agradece à Sociedade Polis Litoral Ria Formosa a autorização concedida para a publicação deste estudo.

#### REFERÊNCIAS

- Ciacomar (2001). Relatório final da monitorização da repulsão de dragados para a zona barreira da Ria Formosa (Abril de 1999 a Dezembro de 2001), 70 pp.
- Freire, P., Sancho, F., Oliveira, F. (2011). Valorização hidrodinâmica da Ria Formosa e mitigação do risco nas ilhas barreira. Relatório 1: Mitigação do risco nas ilhas barreira, 1ª fase. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Relatório 40/2011-NEC.
- Pacheco, A., Carrasco, A.R., Vila-Concejo, A., Ferreira, Ó., Dias, J.A. (2006). Recent evolution of Faro channel and its association to dredging

operations (Algarve, Portugal). *Journal of Coastal Research*, SI 39, 572-577.

- Portela, L.I., Azevedo, A., Fortunato, A. (2011). Valorização hidrodinâmica da Ria Formosa e mitigação do risco nas ilhas barreira. Relatório 3: Valorização hidrodinâmica da laguna, 3ª fase. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Relatório 395/2011-NEC.
- Vila-Concejo, A., Matias, A., Ferreira, Ó., Duarte, C., Dias, J.M.A. (2002). Recent evolution of the natural inlets of a barrier island system in Southern Portugal. *Journal of Coastal Research*, SI 36, 741-752.
- Vila-Concejo, A., Ferreira, Ó., Morris, B.D., Matias, A., Dias, J.M.A. (2004). Lessons from inlet relocation: examples from Southern Portugal. *Coastal Engineering*, 51, 967-990.
- Vila-Concejo, A., Matias, A., Pacheco, A., Ferreira, Ó., Dias, J.M.A. (2006). Quantification of inter-related hazards in barrier island systems. An example from the Ria Formosa (Portugal). *Continental Shelf Research*, 26, 1045-1060.