

Taxas de acumulação sedimentar no porto de pesca da Nazaré

L. I. Portela (1)

(1) Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), E- mail: lportela@lnec.pt

Resumo: O conhecimento dos processos de transporte sedimentar na enseada da Nazaré apresenta ainda algumas limitações. O presente estudo tem por objetivo analisar as taxas de sedimentação no porto de pesca, construído no início da década de 80. A análise baseia-se na comparação de levantamentos hidrográficos realizados desde 1983, mas principalmente entre 2004 e 2015. Obtiveram-se taxas de sedimentação médias da ordem de 0,03 m/ano, não se registando diferenças acentuadas entre os diferentes sectores do porto (anteporto, canal de acesso e bacia interior). Esta estimativa é coincidente com o esforço de dragagem conhecido. As elevadas profundidades na proximidade do porto e a orientação do trecho costeiro parecem contribuir para a inexistência de problemas de dinâmica sedimentar. Contudo, recomenda-se o acompanhamento da evolução da praia da Nazaré, imediatamente a norte, dado o seu progressivo robustecimento, induzido pelo molhe norte do porto.

Palavras-chave: levantamentos hidrográficos, Nazaré, portos, sedimentação, transporte sedimentar.

1. INTRODUÇÃO

O porto de pesca da Nazaré situa-se num trecho de costa arenosa, numa enseada, 1500 m a sul de um promontório. Devido à proximidade do canhão da Nazaré, registam-se nesta enseada profundidades de 100 m a apenas 800 m da praia. O canhão é considerado um obstáculo dificilmente transponível pelo sedimento proveniente do trecho costeiro a norte (Abecasis, 1997; Duarte *et al.*, 2014).

Os processos sedimentares em áreas portuárias situadas em trechos de costa arenosa são de grande importância para a sua manutenção. Quando se projetou o porto da Nazaré, nos anos 70, foi sentida a necessidade de avaliar as implicações do transporte litoral nas obras a construir. Dada a especial complexidade dos fundos marinhos, foram realizados ensaios com areias marcadas (Pereira e Castanho, 1976). Embora revelando que parte das areias não se perdia para os grandes fundos, os resultados foram considerados encorajadores da localização do porto na foz do rio Alcoa.

Passados mais de 30 anos sobre a construção do porto, o presente trabalho pretende avaliar o seu comportamento, confirmando ou não as previsões iniciais, a partir do cálculo de taxas de sedimentação no interior do porto, com base em levantamentos, e de uma análise sumária da evolução da zona exterior próxima do molhe norte.

2. ÁREA DE ESTUDO

O porto da Nazaré, construído na antiga foz do rio Alcoa, entretanto desviada para sul, foi inaugurado em 1983. A sua entrada, com 100 m de largura, encontra-se protegida por dois molhes. O molhe norte tem cerca de 250 m de comprimento, tendo sofrido obras de reparação em 2015 (Santos-Ferreira *et al.*, 2015), e o molhe sul cerca de 400 m.

O porto é constituído por três sectores distintos, anteporto (-6 m ZH), canal de acesso (-6 a -5 m ZH) e bacia interior (-5 a -2 m ZH), apresentando uma área total de cerca de $0,2 \times 10^6 \text{ m}^2$.

Em 2009, foi executada uma dragagem de manutenção, com volume previsto de $0,11 \times 10^6 \text{ m}^3$, envolvendo areias, siltes e lodos, com repulsão das areias limpas do anteporto para as praias a sul (IPTM, 2008; Portela, 2017).

O trecho de costa onde se situa o porto apresenta orientação (NE-SW) diferente da que se verifica a norte do promontório (NNE-SSW).

As praias da enseada da Nazaré são formadas por areias médias e grossas, com diâmetros menores do que os registados no trecho costeiro a norte (valores típicos de D_{50} de 0,7 mm e 1,1 mm, respetivamente; Pereira e Castanho, 1976).

A agitação marítima ao largo apresenta direção dominante de NW, mas o canhão da Nazaré e o abrigo proporcionado pelo promontório exercem forte influência sobre a sua propagação até à costa (Silveira *et al.*, 2016).

3. METODOLOGIA

Foram comparados levantamentos hidrográficos de 2000, 2004, 2009 (de pré e pós-dragagem), 2014 e 2015, com espaçamentos entre sondas variáveis de 15 m a 5 m. Os levantamentos de 2000 e 2004 (B.H. nº1 Viana do Castelo, jun./2000 e out.-dez./2004) abrangem a totalidade do porto. Os levantamentos de 2009 (CPTP) abrangem também todo o porto, com exclusão, no de pós-dragagem, de uma área não dragada do anteporto. Os levantamentos de 2014 e 2015 (Etermar, set./2014 e set./2015) cobrem, o primeiro, o anteporto e, o segundo, o canal de acesso e parte da bacia interior.

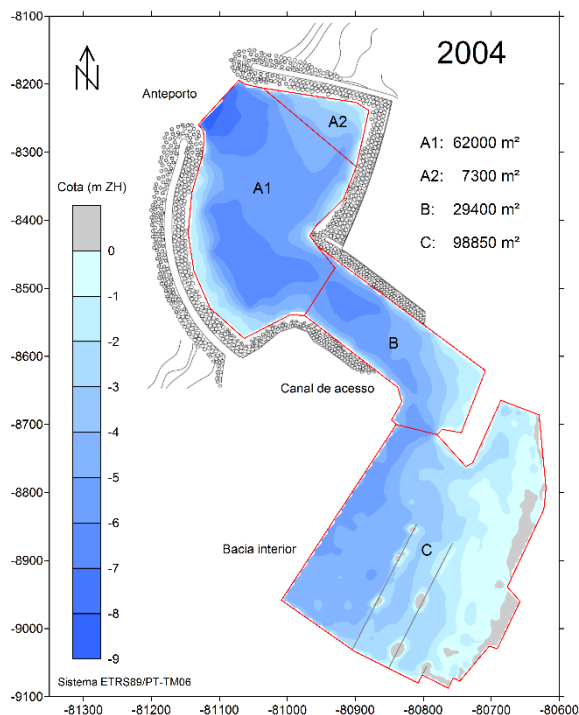


Fig. 1. Levantamento topo-hidrográfico de 2004: localização dos sectores analisados e suas áreas.

Utilizou-se o programa Surfer (versão 8.04) para criar malhas de cada um dos seis levantamentos, com passo espacial de 5 m, por *kriging*, e calcular variações volumétricas entre eles.

Consideraram-se quatro sectores distintos: (A1) área principal do anteporto (62 000 m²); (A2) área secundária, não dragada em 2009 (7300 m²); (B) canal de acesso (29 400 m²); e (C) bacia interior (98 850 m²). Estes sectores perfazem uma área total de 197 550 m² (Figura 1).

Para a análise da zona exterior, foi ainda utilizado um levantamento de 1983 (Meira, out./1983), juntamente com o de 2014 acima referido.

4. RESULTADOS

As cotas médias do fundo, as alturas de dragagem em 2009 e as taxas de sedimentação médias anuais calculadas em cada sector são apresentadas nas Tabelas I, II e III. O levantamento de 2000 apresenta cota média superior em 0,30 m ao de 2004; dada a aparente inconsistência com os restantes dados, foi excluído da análise (cf. Tabela III).

As taxas de sedimentação mais elevadas foram obtidas com base nos levantamentos anteriores à dragagem. Entre 2004 e 2009 (Figura 2), verifica-se uma acumulação de 52 688 m³ em 5 anos (cerca de 10 500 m³/ano). Este valor equivale a uma taxa de sedimentação média de 0,053 m/ano. A evolução do anteporto e dos restantes sectores pode considerar-se relativamente uniforme.

Na comparação dos levantamentos de pré e pós-dragagem, em 2009 (Figura 3), foi calculada uma

escavação de 135 273 m³, valor um pouco superior ao volume de dragagem previsto no projeto (113 000 m³; IPTM, 2008).

As menores taxas de sedimentação foram obtidas com os levantamentos mais recentes: 0,024 m/ano na área principal do anteporto, entre 2009 e 2014 (Figura 4a); 0,034 m/ano na área não dragada, entre 2004 e 2014 (Figura 4b); e valores quase nulos (0,011 e -0,003 m/ano) no canal de acesso e parte da bacia interior, entre 2009 e 2015 (Tabela III).

No seu conjunto, as taxas de sedimentação calculadas por comparação de levantamentos apresentam um valor médio ponderado de 0,03 m/ano.

Por outro lado, entre o estabelecimento do porto e a dragagem de 2009, que terá sido a primeira intervenção de manutenção, decorreram cerca de 25 anos. Sabe-se que os fundos em 1984-1985 não eram substancialmente diferentes do plano de dragagem de 2009 (IH, 1986; IPTM, 2008). Admitindo uma taxa de sedimentação de 0,03 m/ano, equivalente a cerca de 6000 m³/ano, determina-se em 25 anos uma acumulação sedimentar (150 000 m³) muito próxima do volume dragado em 2009.

5. DISCUSSÃO

A taxa de sedimentação média no porto da Nazaré obtida neste estudo envolve alguma incerteza, dada a origem muito diversa dos levantamentos utilizados e a própria exclusão de um deles. Porém, afigura-se credível, tendo em conta a proximidade entre os valores estimados por comparação de levantamentos e com base no esforço de dragagem.

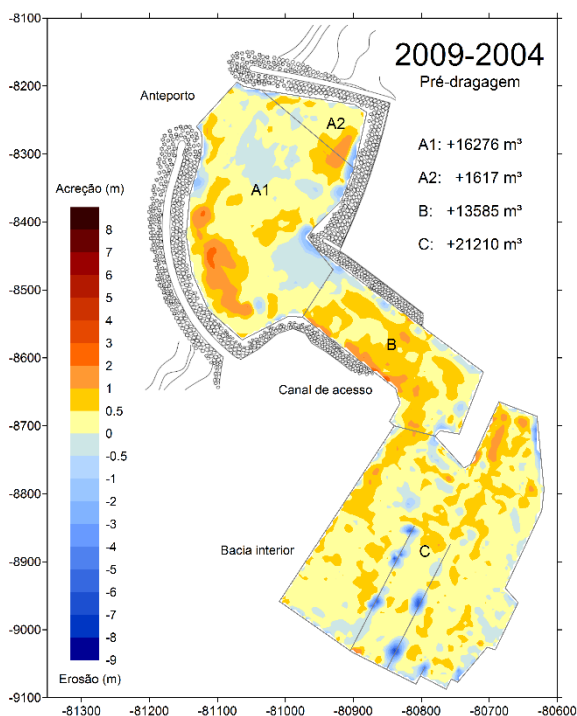


Fig. 2. Comparação de levantamentos hidrográficos: 2009-2004, sendo o levantamento de 2009 de pré-dragagem. Indicam-se os volumes de sedimentação em cada sector.

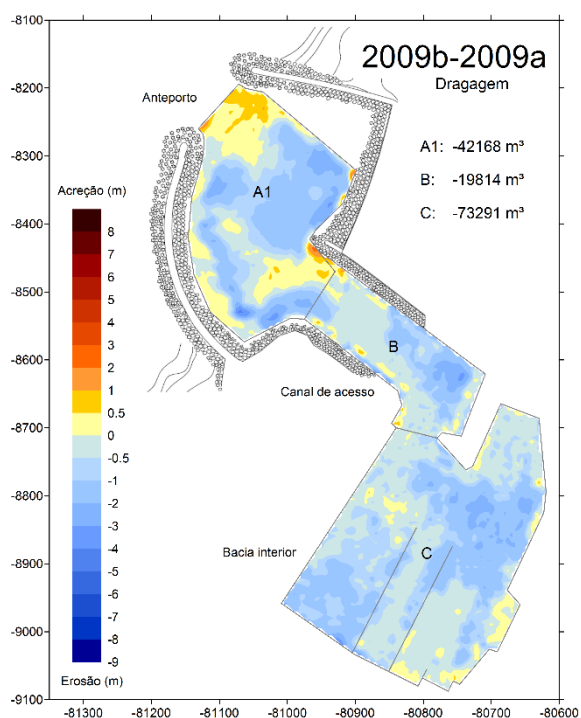


Fig. 3. Comparação de levantamentos hidrográficos, de pré e pós-dragagem, de 2009. Indicam-se os volumes de sedimentação em cada sector (valores negativos: escavação).

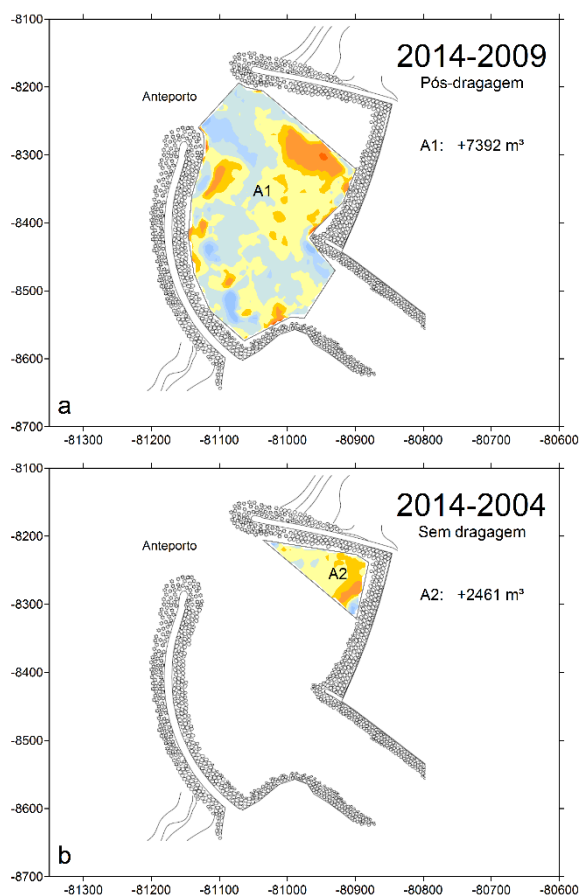


Fig. 4. Comparação de levantamentos hidrográficos: a) 2014-2009 (pós-dragagem); b) 2014-2004 (área não dragada). Escala de cores idêntica à das Figs. 2 e 3.

Tabela I. Cota média do fundo por sector.

Ano	Cota média (m)				
	A1	A2	B	C	Total
2000	-4,60	-3,01	-3,70	-2,24	-3,23
2004	-5,12	-3,28	-4,07	-2,39	-3,53
2009a	-4,86	-3,06	-3,61	-2,17	-3,26
2009b	-5,54	-	-4,29	-2,91	-
2014	-5,42	-2,94	-	-	-
2015	-	-	-4,22	-	-

Tabela II. Altura de dragagem em 2009.

	Altura de dragagem (m)				
	A1	A2	B	C	Total
2009b-2009a	-0,68	-	-0,67	-0,74	-

Tabela III. Taxa de sedimentação média anual.

	Taxa de sedimentação (m/ano)				
	A1	A2	B	C	Total
2009a-2004	0,053	0,044	0,092	0,043	0,053
2014-2009b	0,024	-	-	-	-
2014-2004	-	0,034	-	-	-
2015-2009b	-	-	0,011	-0,003	-
$\bar{x}_{pond.}$	0,038	0,037	0,048	0,018	0,030

Os resultados parecem confirmar a previsão inicial, de que não seriam de esperar problemas de dinâmica sedimentar associados à instalação do porto na foz do rio Alcoa (Pereira e Castanho, 1976). Com efeito, a taxa de sedimentação é pouco importante e não se observam fenómenos de assoreamento na zona de entrada, como os que se registam em outras áreas portuárias.

O comportamento do porto é consistente com um transporte sedimentar relativamente fraco no trecho costeiro, em comparação com o que se verifica a norte do promontório da Nazaré (Pereira e Castanho, 1976; Duarte *et al.*, 2014). Para isso, devem contribuir: (a) a captura do transporte litoral pelo canhão da Nazaré, bem como a presença de grandes fundos junto ao porto e à praia situada imediatamente a norte; e (b) a orientação do trecho, menos oblíqua em relação à resultante da agitação do que a norte do promontório, e a menor altura de onda na enseada.

Com base nos resultados obtidos, a sedimentação no porto representará menos de 1% do transporte litoral a norte do promontório da Nazaré.

Ainda assim, desde a construção do porto, tem-se assistido a um gradual robustecimento da praia da Nazaré, induzido pelo molhe norte. Esta tendência, e o recuo da linha de costa a sotamar, sugerem algum transporte dirigido para sul.

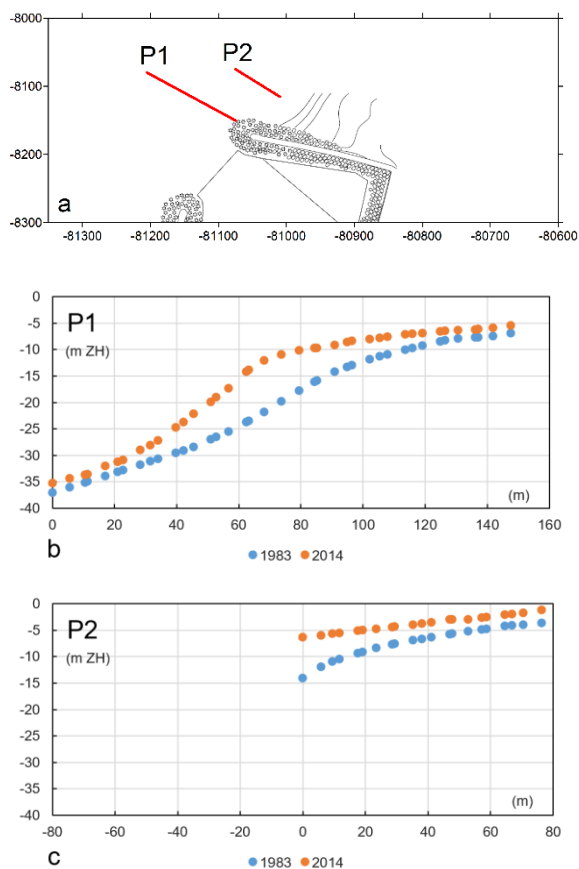


Fig. 5. Comparação de perfis transversais na zona do molhe norte, extraídos de levantamentos de 1983 e 2014: a) Localização dos perfis; b) Perfil P1; c) Perfil P2.

Apresentam-se na Figura 5 dois perfis transversais da zona exterior próxima do molhe norte, traçados com base em levantamentos de 1983 e 2014. O perfil P1 revela um acréscimo médio de área da secção transversal de 20 m²/ano e o perfil P2 (incompleto) um acréscimo de 8,5 m²/ano. No caso do perfil P1, esse acréscimo de área verifica-se entre as cotas -5 e -40 m ZH, isto é, em grande parte abaixo da profundidade de fecho teórica (admitindo, para esta, um valor máximo de -16 m ZH).

Não se exclui a possibilidade de, no futuro, com a continuação do alargamento da praia e a saturação do molhe norte, se registar um aumento da entrada de areia no anteporto. Porém, este processo será provavelmente mitigado pelo elevado declive do perfil transversal (da ordem de 1:5, mas atingindo 1:3 entre as batimétricas -10 e -25 m ZH) e pelas elevadas profundidades a que se verifica a acumulação sedimentar.

6. CONCLUSÕES

O porto de pesca da Nazaré apresenta condições de manutenção muito favoráveis, do ponto de vista da dinâmica sedimentar.

Estimou-se, por comparação de levantamentos, uma taxa de sedimentação média de 0,03 m/ano, com variação entre os diferentes sectores pouco

significativa (0,02-0,05 m/ano). Esse valor é consistente com o volume de dragagem de manutenção conhecido, equivalente, em 25 anos, a uma taxa média praticamente uniforme nos vários sectores de 0,02-0,03 m/ano.

Para a reduzida taxa de sedimentação, parecem contribuir a reduzida resultante do transporte sedimentar litoral e as elevadas profundidades na proximidade do porto.

Recomenda-se a continuação do acompanhamento da evolução do porto, mas também da praia da Nazaré, a norte, dada a possibilidade de alteração da situação atual em consequência do gradual alargamento da praia e enchimento do molhe norte.

Agradecimentos

O autor agradece à Direção-Geral dos Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos (DGRM) os levantamentos disponibilizados.

REFERÊNCIAS

- Abecasis, F. (1997). Caracterização geral geomorfológica e aluvionar da costa continental portuguesa. *Colectânea de Ideias sobre a Zona Costeira de Portugal*, Porto, 9-24.
- Duarte, J., Taborda, R., Ribeiro, M., Cascalho, J., Silva, A. e Bosnic, I. (2014). Evidences of sediment bypassing at Nazaré headland revealed by a large scale sand tracer experiment. *3.^{as} Jornadas de Engenharia Hidrográfica*, Lisboa, 289-292.
- IH (1986). Carta hidrográfica da Enseada da Nazaré (levantamento 1984-1985), 1ª edição. Instituto Hidrográfico, Lisboa.
- IPTM (2008). Empreitada de execução de dragagens de manutenção no Porto da Nazaré. Projecto de execução. Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, Lisboa.
- Pereira, M.C. e Castanho, J.P. (1976). Estudo do esquema geral de obras portuárias na enseada da Nazaré: ensaios com areias marcadas. Proc. 63/1/5205, LNEC, Lisboa.
- Portela, L.I. (2017). Plano plurianual de dragagens portuárias 2018-2022. Relatório 417/2017-DHA/NEC, LNEC, Lisboa.
- Santos-Ferreira, A., Cabral, M. e Santos, C. (2015). The rehabilitation of north breakwater of Nazaré harbor. *Procedia Engineering* 116, 755-762.
- Silveira, T.M., Taborda, R., Carapuço, M.M., Andrade, C., Freitas, M.C., Duarte, J.F. e Psuty, N.P. (2016). Assessing the extreme overwash regime along an embayed urban beach. *Geomorphology*, 274, 64-77.