



Evolução da praia da Nazaré após a construção do porto de pesca

L.I. Portela (1), S. Teixeira (2), F. Sancho (3)

- (1) Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), lportela@lnec.pt
- (2) Programa H2Doc - Instituto Superior Técnico e Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC)
- (3) Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC)

Summary: Evolution of Nazaré beach after the construction of the fishing harbour • The evolution of Nazaré beach from the establishment of the fishing harbour in the early 1980s to the present is examined based on aerial images and topo-bathymetric data. After the construction of the harbour, a trend of shoreline advance is observed. On average, the rate of change is estimated at 2.5 m/year. The result seems consistent with the increase of the cross-sectional area at the north jetty (estimated at an average of 20 m²/year). The accretional trend, resulting from the retention effect of the north jetty, is likely to involve sand coming from the north that is not captured by the Nazaré canyon. It is estimated that the Nazaré beach accretion rate represents around or less than 5% of the longshore sediment transport to the north of the Nazaré headland.

Keywords: accretion, beach, EPR, GIS, linear regression, Nazaré, morphodynamics

Introdução

A praia da Nazaré situa-se num ponto singular da costa portuguesa, junto de um vale submarino. É uma praia refletiva, com declive típico de 1:8, formada por areia de D_{50} da ordem de 0,7 mm. Tem cerca de 1500 m de extensão e 150 m de largura.

Situada ao abrigo de um promontório, a norte, encontra-se também, desde o início da década de 80, confinada a sul pelo molhe norte do porto de pesca então construído.

A praia da Nazaré foi recentemente estudada na perspetiva da avaliação do risco de galgamento, tendo em conta as variações naturais do seu perfil transversal (Silveira *et al.*, 2016).

O presente trabalho tem como objetivo identificar tendências de evolução da praia a mais longo prazo, associadas a alterações das condições de equilíbrio decorrentes da construção das obras exteriores do porto da Nazaré.

Metodologia

Compararam-se fotografias aéreas e ortofotografias de 1973, 1982, 1989, 1995, 1999, 2007 e 2014, provenientes da Direção-Geral do Território e do Centro de Informação Geoespacial do Exército.

Após retificação e georreferenciação, procedeu-se, em cada imagem, à digitalização da linha de costa, correspondente à linha seco-molhado.

A taxa de variação da posição da linha de costa foi calculada através da aplicação DSAS, baseada no software ArcGIS (Thieler *et al.*, 2017). Foram definidos 32 transectos perpendiculares à linha-base com espaçamento de 50 m.

O cálculo da taxa de evolução foi realizado pelos métodos de variação simples (*end point rate*, EPR) e

de regressão linear (*linear regression rate*, LRR). A fotografia de 1973 reflete uma situação anterior à existência do porto. Para o cálculo, considerou-se como instante inicial a fotografia de 1982, onde se observam os molhes em construção.

Resultados

A análise da posição da linha de costa entre 1982 e 2014 (período de 32 anos; Fig. 1a) revela um avanço aproximadamente equivalente a uma duplicação da largura da praia. Em média, esse avanço é estimado em 2,6 m/ano por variação simples e 2,5 m/ano por regressão linear (Tabela 1).

Embora as taxas de evolução sejam menores no extremo norte (<2 m/ano) do que nos sectores médio e sul (>2 m/ano), o robustecimento da praia e a sua evolução em planta podem ser considerados relativamente uniformes (Fig. 1b).

O envelope de diferenças entre a linha de costa mais afastada e a mais próxima da linha-base (SCE) coincide com a variação entre a mais recente (2014) e a mais antiga (1982) em 25 dos transectos.

Este resultado explica a proximidade das taxas calculadas por EPR e LRR e o elevado coeficiente de determinação (r^2) da regressão linear (0,92).

As taxas de evolução obtidas envolvem alguma incerteza, decorrente de diversos factores ligados aos processos naturais e ao tratamento das imagens (Thieler *et al.*, 2017), mas parecem ser razoavelmente fiáveis. Por exemplo, se, em alternativa à linha seco-molhado, se tivesse usado a linha de água, as taxas de evolução obtidas seriam algo inferiores mas não muito diferentes (em média, 2 m/ano).

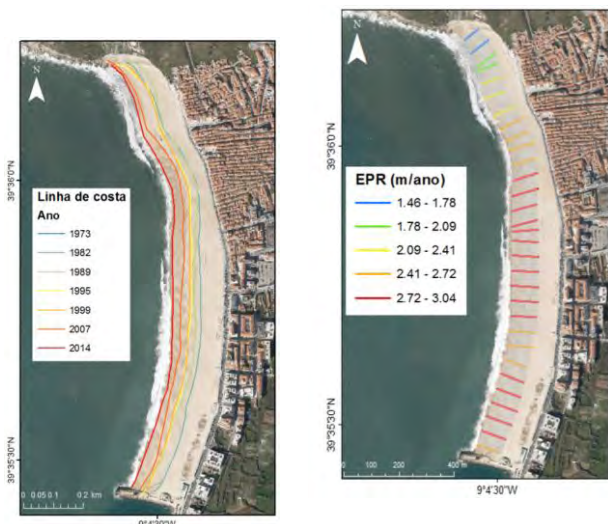


Fig. 1. Praia da Nazaré. **a** Linhas de costa extraídas de imagens aéreas em diferentes datas (1973-2014), sobre imagem de 2014; **b** Taxas de evolução (m/ano) entre 1982 e 2014.

Tabela 1. Resultados da aplicação do software DSAS (1982-2014).

	Envelope (m)		Taxa de evolução (m/ano)		r^2 (-)
	SCE	EPR	LRR	-	
Média	85,67	2,61	2,54	0,92	
Mínimo	59,30	1,46	1,77	0,79	
Máximo	97,25	3,04	2,98	0,99	

Discussão

O robustecimento da praia da Nazaré, desde o início da década de 80, pode ser explicado pelo efeito de retenção associado ao molhe norte do porto.

A evolução da praia obtida neste trabalho é razoavelmente consistente com o conjunto de cinco perfis

Referências:

- Cascalho, J., Duarte, J., Taborda, R., Ribeiro, M., Silva, A., Bosnic, I., Carapuço, M., Lira, C. & Rodrigues, A. (2014). Sediment textural selection during sub-aerial headland bypassing. An example from the Nazaré coastal system (Portugal). 3as Jornadas de Engenharia Hidrográfica, Lisboa, 297-300.
- Portela, L.I. (2018). Taxas de acumulação sedimentar no porto de pesca da Nazaré. 5as Jornadas de Engenharia Hidrográfica, Lisboa.
- Silveira, T.M., Taborda, R., Carapuço, M.M., Andrade, C., Freitas, M.C., Duarte, J.F. & Psuty, N.P. (2016). Assessing the extreme overwash regime along an embayed urban beach. *Geomorphology*, 274, 64-77.
- Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L. & Ergul, A. (2017). Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 - An ArcGIS extension for calculating shoreline change (ver. 4.4, July 2017): U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278.

relativos a 2001-2013 apresentados em Silveira *et al.* (2016). Em termos gerais, esse conjunto de perfis sugere um avanço de cerca de 40 m acima do NM, entre as cotas +6 e +2 m ZH, entre 2001 e 2013 (em média, 3,3 m/ano).

Os dados sobre a parte imersa da praia são escassos. Com base em levantamentos de 1983 e 2014, foi calculado, numa secção alinhada com o molhe norte, um acréscimo de área transversal, entre as cotas -5 e -40 m ZH, de 20 m²/ano (Portela, 2018).

Partindo de um deslocamento de 2,5 m/ano, a variação volumétrica pode ser estimada admitindo um trapézio de acreção com uma altura de 8 m, por consistência com a área acima referida. Por outro lado, pode também admitir-se uma altura de 14 m (entre +6 e -8 m ZH), com base na cota da berma e na profundidade de fecho local. Considerando que a praia da Nazaré tem uma extensão de 1500 m, estima-se, assim, o volume de acumulação médio em cerca de 30 a 50 x 10³ m³/ano.

Estes valores são uma ordem de grandeza superiores ao volume de sedimento captado pelo porto da Nazaré (cerca de 6 x 10³ m³/ano; Portela, 2018).

Embora o transporte sedimentar na enseada da Nazaré seja muito complexo devido à natureza da batimetria, afigura-se plausível considerar que o robustecimento da praia se faça principalmente à custa de areias que transpõem o promontório, sujeitas a um eventual processo de filtração textural (Cascalho *et al.*, 2014).

A acreção na praia da Nazaré representará apenas cerca de 5%, ou menos, do transporte sedimentar a norte do promontório da Nazaré, que se estima da ordem de 1 x 10⁶ m³/ano.