

Paleolitorais submersos e emersos no Algarve Central (Portugal)

Submerged and emerged paleoshorelines on the Central Algarve (Portugal)

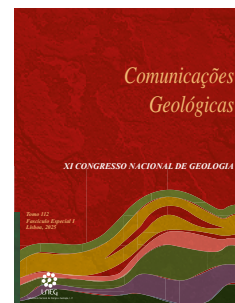
S. B. Teixeira^{1*}, C. A. Pinto², M. Rosa³

DOI: <https://doi.org/10.34637/pnkd-z258>

Recebido em 27/09/2023 / Aceite em 09/11/2023

Publicado online em abril de 2025

© 2025 LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia IP



Artigo original
Original article

Resumo: Apresentam-se os resultados da prospeção da zona submarina ao largo do Algarve Central, até à batimétrica dos 30m, a partir da utilização de sonar de varrimento lateral, ecossonda monofeixe, observação em mergulho com escafandro autónomo, complementado com colheita de amostras superficiais. Foram identificadas duas estruturas submarinas com desenvolvimento linear, cujo topo atinge a profundidade de -15 m (NMM) e -8 m (NMM) com escarpados verticais, constituídas por calcarenitos médios, com cimento carbonatado, provavelmente formados durante o Plistocénico, quando o nível médio do mar esteve abaixo do nível actual. Um terceiro paleolitoral, traduzido em afloramentos de *beach rock* na baía de Armação de Pêra, sob a praia actual, foi datado do Holocénico.

Palavras-chave: Paleolitorais; calcarenitos; mergulho; datações radiocarbono.

Abstract: Here we present the results of offshore Central Algarve sampling, using side scan sonar, combined with scuba dives, and sediment/rock samples. Two submerged structures were identified, with the top at depths of -15 m (MSL) and -8 m (MSL), with vertical cliffs, probably formed as paleoshorelines during the Pleistocene. A third paleoshoreline was identified on the current beach, consisting of beachrock, of Holocene age.

Keywords: Paleoshoreline; beach rock; scuba diving; radiocarbon dating.

^{1,2} Agência Portuguesa do Ambiente, Rua da Murgueira, 9 - Zambujal – Alfragide, 2610-124 Amadora, Portugal.

³ Instituto do Mar e da Atmosfera, Av. Alfredo Magalhães Ramalho, 6 1495-165 Algés, Portugal.

* Corresponding author / Autor correspondente: sebastiao.teixeira@apambiente.pt

1. Introdução

Em 1997, teve início a caracterização da zona submarina da costa Sul portuguesa, mais concretamente do Algarve Central, desde a Ponta da Piedade (Lagos) e o Ancão (Faro), cobrindo uma frente de mar de cerca de 60 km, até aos 30 m de profundidade, visando a prospeção e caracterização de manchas de empréstimo para alimentação artificial de praias (Teixeira, 2004). A cartografia realizada à data, à escala 1/10.000, recorrendo a sonar de varrimento lateral, aferido através de mergulhos com escafandro autónomo, com recolha de amostras superficiais, permitiu identificar duas manchas de empréstimo: uma ao largo de Quarteira, com um volume de $18.6 \times 10^6 \text{ m}^3$ (Teixeira *et al.*, 2019) e outra ao largo de Albufeira, com um volume de 9.4×10^6

m^3 (Teixeira *et al.*, 2022). No âmbito desses trabalhos foram também colhidas amostras e caracterizados os afloramentos rochosos que predominam na metade ocidental da área. Este trabalho apresenta os resultados parcelares dessa prospeção.

2. Enquadramento geológico

A geomorfologia do litoral da zona de estudo, entre a Ponta da Piedade e Albufeira (figura 1), é dominada pela presença de arribas subverticais talhadas em biocalcarenitos do Miocénico, com alturas de 5 a 30 m, interrompidas em dois troços de litoral de acumulação, designadamente a baía de Armação de Pêra e a baía de Lagos, onde se desenvolvem sistemas praia-duna. Nas dunas de Armação de Pêra afloram resíduos de eolianitos holocénicos, (Pereira e Soares, 1994, Moura *et al.*, 2007).

3. Material e métodos

Ao longo de uma década foi feita cartografia da zona submarina do Algarve Central, à escala 1/10.000, entre a Ponta da Piedade e a Galé, recorrendo a sonar de varrimento lateral, aferido através da realização de cerca de 300 mergulhos com escafandro autónomo e colheita de amostras superficiais (figura 1). No litoral, sob a praia da Galé actual e após evento de tempestade, quando a praia foi muito rebaixada pelo efeito da ondulação, foram identificados, sobre leixões entalhados em calcarenitos de idade miocénica, afloramentos de *beachrock* constituídos por arenitos siliciosos de grão médio com cimento carbonatado (figura 2). Na praia de Armação de Pêra, aquando da abertura artificial da ribeira de Alcantarilha, foram exumados afloramentos de *beachrock*, com mais de 3 m de espessura (figura 3).

4. Resultados

Na zona submarina até à batimétrica dos 30 m, o fundo é essencialmente rochoso, com predomínio de litologias detríticas sobretudo arenitos siliciosos de grão médio, ocasionalmente conglomeráticos, no contacto com a plataforma de abrasão cortada em rochas do Miocénico. Foram identificadas quatro estruturas lineares constituídas por rochas detríticas consolidadas (*beachrock*), com escarpados sub-verticais com alturas até 4 m, destacados do fundo e com continuidade longilitoral, interpretados como testemunhos de paleolitorais, à semelhança de outros paleolitorais submersos identificados ao largo do Algarve (Teixeira, 1999; Teixeira e Pinto, 2002).

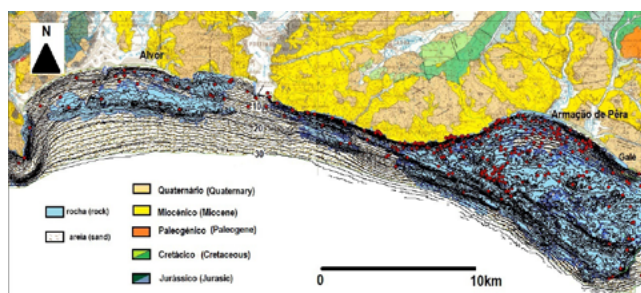


Figura 1. Síntese da cartografia da zona submarina do Algarve Central. Os círculos vermelhos correspondem aos locais de mergulho. Batimetria em metros referida ao Zero Hidrográfico (2 m abaixo do Nível Médio do Mar). Base terrestre - Carta Geológica da Região do Algarve, escala 1/100.00 (Manupella, 1992).

Figure 1. Summary of the mapping of the Central Algarve underwater area. The red circles correspond to the dive sites. Bathymetry in meters, referenced to Chart Datum, 2 m below Mean Sea Level. Land base - Geological Map of the Algarve Region, scale 1/100.00 (Manupella, 1992).

Foram identificadas quatro estruturas a profundidades diversas e com desenvolvimento linear variável: um conjunto mais profundo, a Pedra do Valado (Armação de Pêra, figura 4), com desenvolvimento linear contínuo de 14 km, e a Pedra de Fora (Alvor), com uma série de afloramentos descontínuos ao longo de 9 km, em que o topo atinge as batimétricas de -14 m a -15 m (relativos ao Nível Médio do Mar-NMM). Um segundo conjunto de paleolitorais, com afloramentos descontínuos, foi identificado a profundidades menores, ao largo das mesmas baías, mas com menor expressão, aos -7 m (NMM) em Alvor (figura 5), ao longo de 4 km e aos -8 m (NMM) em Armação de Pêra, ao longo de 4 km. Neste segundo conjunto, foi possível identificar o contacto com a plataforma de abrasão em Miocénico, sendo a base do paleolitoral, constituído por conglomerados, com blocos de quartzito e vaques de dimensões superiores a 10 cm, subjacentes a série com cerca de 2 m de espessura de arenitos siliciosos de grão médio, com estratificação sub-horizional. Nos conglomerados inferiores foram identificados blocos de arenitos siliciosos de grão médio sugerindo que este paleolitoral presente e menores profundidades (-7 m NMM) é posterior ao paleolitoral mais profundo (-14 m NMM).

Na zona emersa foi identificado um terceiro conjunto de afloramentos de *beachrock* sob a praia actual, assente sobre os leixões atuais activos (figura 2), sendo possível identificar uma sequência com cerca de pelo menos 3 m de espessura, de arenitos siliciosos, de grão médio, agregados por cimento carbonatado. Na zona oriental da baía de Armação de Pêra, esta sequência centimétrica foi exumada sob as areias da praia actual (figura 3), aquando a abertura artificial de foz de ribeira de Alcantarilha.

Datações radiocarbono executadas em fragmentos de conchas contidas nas rochas (tabela I) mostram que a sequência existente sob a praia actual na baía de Armação de Pêra tem idade holocénica, sugerindo que na sua génese o nível do mar era muito similar ao nível actual, tal como indicam os resultados obtidos por Teixeira *et al.* (2005) na costa de Quarteira (figura 6) e os resultados de Moura *et al.* (2007) na baía de Armação de Pêra.

5. Discussão

Os *beachrock*, usualmente identificados em latitudes intertropicais, são muito bons indicadores de paleolitorais. A bibliografia mais recente tem vindo a identificar a ocorrência de *beachrock* em franjas latitudinais mais amplas, como em Espanha (Carrio *et al.*, 2013) ou até na Irlanda do Norte (Cooper *et al.*, 2017).



Figura 2. Afloramentos de *beachrock*, assentes sobre leixões modelados em Miocénico, na Galé, expostos após ocorrência de tempestade (foto de novembro de 1997).

Figure 2. Beach rock outcrops over Miocene stacks, in Galé, exposed after the occurrence of a sea storm (photo taken in November 1997).



Figura 3. Afloramentos de *beachrock*, exumados aquando a abertura artificial da foz da ribeira de Alcantarilha (foto de dezembro de 2000).

Figure 3. Beach rock outcrops exposed after artificial opening of Alcantarilha river inlet (photo taken in December 2000).

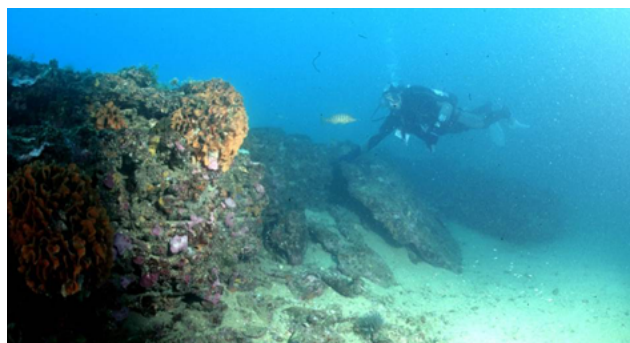


Figura 4. Paleolitoral ao largo da baía de Armação de Pêra- Pedra do Valado, à profundidade de 15 m (NMM) (foto de Vasco Pinhol).

Figure 4. *Paleoshoreline offshore* (depth 15 m (MSL) Armação de Pêra – Pedra do Valado (photo by Vasco Pinhol).

Algumas datações dos níveis submersos na área analisada revelaram valores superiores ao nível de deteção do método (>48 000BP), em Alvor e Armação de Pêra e valores mais recentes nos restantes paleolitorais (tabela I). Estes últimos resultados não são compatíveis com as curvas plistocénicas do nível médio do mar disponíveis (e.g. Goetzer *et al.*, 2016), possivelmente em consequência da reação química do carbono com a água do mar ou recristalização,



Figura 5. Paleolitoral ao largo da baía da Lagos - Pedra de Terra de Alvor à profundidade de 7 m (NMM) (foto de Vasco Pinhol).

Figure 5. Paleoshoreline offshore Alvor – Pedra de Terra de Alvor (photo by Vasco Pinhol). Depth 7 m (MSL)

após a deposição, rejuvenescendo as datações realizadas, como verificado por Carrio *et al.* (2013).

A profundidade dos paleolitorais submersos identificados (figura 7) sugere que se tratam de estruturas formadas e consolidadas quando o nível médio do mar esteve abaixo do nível atual, possivelmente durante o Plistocénico. Neste período, a bibliografia identifica (e.g. Grant *et al.*, 2014) vários estados interglaciários em que essas condições se verificam.

6. Conclusões

Face à continuidade altimétrica entre as estruturas identificadas e à litologia das rochas dos afloramentos (*beachrock*), considera-se que correspondem a três níveis de paleolitorais consecutivos. O mais antigo corresponde à formação mais profunda cujo topo atinge os -14 m-15 m (NMM), com uma distância máxima de 1.8km (em Alvor) e 5 km (em Armação de Pêra), relativamente à costa atual. O segundo paleolitoral, cujo topo atinge cotas inferiores, de -7 m a -8 m (NMM), dista 650 m em Alvor a 1000 m em Armação de Pêra da costa atual.

Estes dois níveis de paleolitorais submersos serão provavelmente plistocénicos, formados em qualquer dos estados interglaciários quando o nível do mar esteve abaixo do nível actual. Já o paleolitoral emerso holocénico identificado na baía de Armação de Pêra indicia a relativa estabilidade do litoral nos últimos 4000 anos, quando o nível médio do mar esteve muito próximo do nível atual.

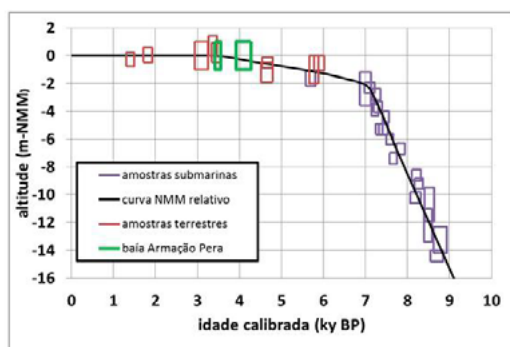


Figura 6. Implantação dos resultados das amostras da baía de Armação de Pêra na curva de evolução do NMM relativo proposta por Teixeira *et al.* (2005) para o litoral de Quarteira.

Figure 6. Results from Armação de Pêra samples over the sea-level curve proposed by Teixeira *et al.* (2005) for Quarteira shoreline.

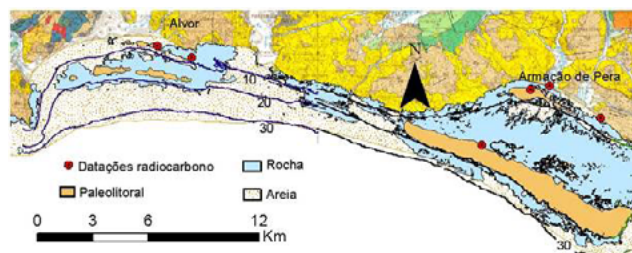


Figura 7. Localização dos paleolitorais identificados ao largo do Algarve central. Batimetria em metros, referidos ao Zero Hidrográfico, 2 m abaixo do Nível Médio do Mar. Base terrestre - Carta Geológica da Região do Algarve, escala 1/100.00 (Manupella, 1992). Estratigrafia da área emersa descrita na figura 1.

Figure 7. Location of the paleoshorelines sites identified off the central Algarve. Bathymetry in meters, referenced to Chart Datum, 2 m below Mean Sea Level. Land base - Geological Map of the Algarve Region, scale 1/100.00 (Manupella, 1992). Onshore stratigraphy as in figure 1.

Tabela I. Resultados das datações radiocarbónicas realizadas em conchas contidas nas rochas dos afloramentos

Table I. Results of radiocarbon dating on shells contained in rocks from the outcrops

Ref ^a Laboratório	Profundid. (m-NMM)	Idade calibrada	Local
Beta 149606	+ 3	3 420-3 560 BP	Galé
Beta 161671	+3	4 270-3 920 BP	Foz Alcantarilha
Beta 182190	- 7	>48 500 BP	Pedra Terra (Alvor)
Beta 182191	- 8	>48 500 BP	Pedra Terra (Alvor)
Beta 149604	-15	>51 030 BP	Pedra Valado (A.Pêra)
Beta 149605	-11	43380-42 060 BP	Pedra Terra (A. Pêra)

Agradecimentos

Os autores agradecem reconhecidamente aos parceiros de mergulho Vasco Pinhol, Salvador Rocha, Fernando Macedo e Paula Gaspar. Os autores agradecem ainda aos revisores P. Costa e P. Terrinha cujos comentários e sugestões melhoraram significativamente o manuscrito.

Referências

- Carrio, J. A., Albarracín, S., Montes, I. M., Branco, G. F., Bouzas, A. F., Salgado, J. R., 2013. An indurated Pleistocene barrier on the inner shelf of the Gulf of Valencia (western Mediterranean). Evidence for a prolonged relative sea-level stillstand. *Geo-Marine Letters*, **33**: 209-216.
- Cooper, J. J. G., Green, A. N., Wiles, E. A., 2017. Beachrock morphology and genesis on a paraglacial beach. *Sedim. Geology*, **360**: 47-53.
- Grant, K. M., Rohling, E. M., Bronk Ramsey, C., Cheng, H., Edwards, R. L., Florindo, F., Heslop, D., Marra, F., Roberts, A. P., Tamisiea, M. E., Williams, F., 2014. Sea-level variability over five glacial cycles. *Nat. Commun.*, **5**: 5076. doi: 10.1038/ncomms6076.
- Goelzer, H., Huybrechts, P., Loutre, M.F., Fichelet, T., 2016. Late interglacial climate and sea-level evolution from a coupled ice-sheet-climate model. *Clim. Past.*, **12**: 2195-2213.
- Manupella, G. (Coordenação), 1992. *Carta Geológica da Região do Algarve Esc 1/100000*. Serv. Geol. Portugal.
- Moura, D., Veiga-Pires, C., Albardeiro, L., Boski, T., Rodrigues, A. L., Tareco, H., 2007. Holocene sea level fluctuations and coastal evolution

- in the central Algarve (southern Portugal). *Marine Geology*, **237**: 127-142.
- Pereira, A. R., Soares, A. M., 1994. A estabilização holocénica do nível médio do mar. Vestígios no litoral de Armação de Pêra. *Gaia*, **8**: 91-93.
- Teixeira, S. B., 1999. Geomorfologia da zona submarina o largo de Armação de Pera (Algarve-Portugal). *Actas das V Jornadas de Silves*. Associação de Estudos e Desenvolvimento do Património Histórico do Concelho de Silves, 107-128.
- Teixeira, S. B., 2004. *Síntese dos trabalhos de caracterização da Reserva Ecológica Submarina do Algarve Central. Relatório Técnico*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional Algarve. doi: 10.13140/RG.2.2.10955.90403.
- Teixeira, S. B., Pinto, C. P., 2002. Submarine Evidences of Holocene Shoreline Migration on Quarteira Coast (Southern Algarve-Portugal). *The Changing Coast /EUCC*, Portugal. Ed Eurocoast-Portugal, Vol.III, 411-416.
- Teixeira, S. B., Pinto, C. P., Rosa, M., 2019. Off-shore sources of beach-fill material in Quarteira (Algarve-Portugal). *5ª Conf. Morfodinâmica Estuarina e Costeira-MEC2019, Livro de Resumos*, 85-86.
- Teixeira, S. B., Pinto, C. P., Rosa, M., 2022. Sources of beach-fill material offshore Albufeira (Algarve-Portugal). *6ª Conf. Morfodinâmica Estuarina e Costeira-MEC2022, Livro de Resumos*, 67-68.
- Teixeira, S. B., Gaspar, P., Rosa, M., 2005. Holocene sea-level index points on the Quarteira coast (Algarve, Portugal). *Proceedings Iberian Coastal Holocene Paleoenvionmental Evolution*, Lisboa, 125-127.