

A cobertura sedimentar da plataforma continental do barlavento algarvio: análise sismo-estratigráfica e evolução recente

The sedimentary cover of the western Algarve continental shelf: seismic-stratigraphic analysis and recent evolution

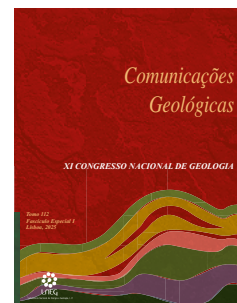
A. Vinhas^{1*}, A. Rodrigues^{1,2}

DOI: <https://doi.org/10.34637/phds-7754>

Recebido em 29/09/2023 / Aceite em 26/03/2024

Publicado online em abril de 2025

© 2025 LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia IP



Artigo original
Original article

Resumo: Com base em critérios sismo-estratigráficos foram identificados e mapeados elementos morfológicos ao nível da base da unidade sísmica superficial da plataforma continental do Barlavento Algarvio, atribuída à cobertura sedimentar não consolidada. A localização destes elementos morfológicos, interpretados como paleo-litorais, é compatível com o modelo evolutivo da posição média do nível do mar nos últimos 18.000 anos (Dias, 1987) e permite explicar a sequência estratigráfica da camada sedimentar que caracteriza este sector da margem portuguesa. No sector estudado, estes elementos foram reconhecidos nas seguintes faixas de profundidade: 110 m, 90 m, 70 m e na zona mais proximal até 45 m.

Palavras-chave: Evolução pós-glaciária, sismo-estratigrafia, cobertura sedimentar, plataforma continental, Barlavento Algarvio.

Abstract: Based on seismic-stratigraphy criteria, morphological elements were identified and mapped at the basal reflector of the superficial seismic unit present at the Barlavento Algarvio Continental shelf, which is attributed to the unconsolidated sedimentary cover. The location of these features, interpreted as paleo-littorals, is compatible with the evolutionary model of the position of the mean sea level, for the last 18,000 years (Dias, 1987), and allow explaining the stratigraphic sequence of the sedimentary layer that characterizes this sector of the Portuguese margin. At the study shelf, these morphologic traces were recognized at the following depths ranges: 110 m, 90 m, 70 m and in the shallowest zone up to 45 m.

Keywords: Post-glacial evolution, seismic-stratigraphy, sedimentary cover, continental shelf, Barlavento Algarvio.

¹ Instituto Hidrográfico, Rua das Trinas, 49, 1249-093 Lisboa, Portugal

² Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal

* Corresponding author / Autor correspondente: andre.costa@hidrografico.pt

1. Introdução

As características da camada sedimentar marinha, presente na zona costeira, resultam da ação contínua dos diversos agentes de geodinâmica externa, a qual varia bastante em termos de magnitude e intensidade. O fornecimento das partículas terrígenas e os processos de distribuição que as mantêm em movimento até sedimentar, são processos dinâmicos que estão em estreita ligação com a posição do nível médio do mar e dos agentes climáticos. Esta relação é observada na atual superfície sedimentar e pode ser extrapolada para o passado, mediante o estudo estratigráfico da camada sedimentar, podendo abranger todo o período após o último Máximo Glaciário (UMG), altura em que o nível médio do mar se encontrava mais afastado da sua posição atual e a plataforma continental se encontrava totalmente exposta aos processos de erosão subaérea (Dias, 1987).

Este trabalho foca-se na camada sedimentar da plataforma continental do Barlavento Algarvio, descrevendo-se a sequência sismo-estratigráfica e propondo-se um modelo da evolução recente.

2. Enquadramento geológico

O setor da margem continental algarvia (MCA), mais concretamente a plataforma continental entre o cabo de São Vicente e Albufeira, localiza-se na fachada sul de Portugal continental, delimitando setentrionalmente o Golfo de Cádiz. A sua evolução geológica é controlada pela proximidade à fronteira entre as placas Núbia e Euroasiática e pela ação dos fatores de geodinâmica externa, em contexto similar ao das outras regiões do Golfo de Cádiz (Figura 1A).

De acordo com a cartografia geológica publicada (SPG, 1992), na área imersa da MCA afloram três unidades geológicas, com idade compreendida entre o Plio-Quaternário e o Mesozóico indiferenciado (Jurássico Sup.-Cretácico) (Figura 1B), afetadas pelas sucessivas fases de deformação da complexa evolução deste setor da Península Ibérica. Sobre as formações indicadas, a camada sedimentar recente tem uma natureza variável (IH, 2009) (Figura 1C), resultado da evolução dos ambientes sedimentares costeiros desde o UMG, ocorrido há 20 000 anos (Dias *et al.*, 2000). Com base em dados da plataforma continental portuguesa, Dias (1987) e Dias *et al.* (2000) apresentaram uma curva de variação do nível médio do mar (NMM) desde a altura em que a sua cota era mais baixa (em média entre os -120/-140 m) até ao nível atual, compreendendo 5 etapas distintas.

Como resultado da variação do NMM, o ambiente sedimentar marinho, em especial os sistemas costeiros e estuarinos estiveram em constante adaptação e mudança, refletida nos processos de dinâmica sedimentar (fornecimento, distribuição e acumulação de sedimentos) que estão na origem da cobertura sedimentar recente.

Desde a estabilização do NMM que neste setor da margem portuguesa não se reconhecem fontes sedimentares terrígenas significativas para além da erosão mecânica da orla costeira em especial das arribas friáveis esculpidas nas formações arenosas datadas muito provavelmente do Cenozóico.

3. Metodologia

Para a descrição sismo-estratigráfica da sequência sísmica superficial foram processadas e interpretadas 70 linhas de reflexão sísmica monocal *Boomer*, segundo uma malha regular e uniforme, obtidas

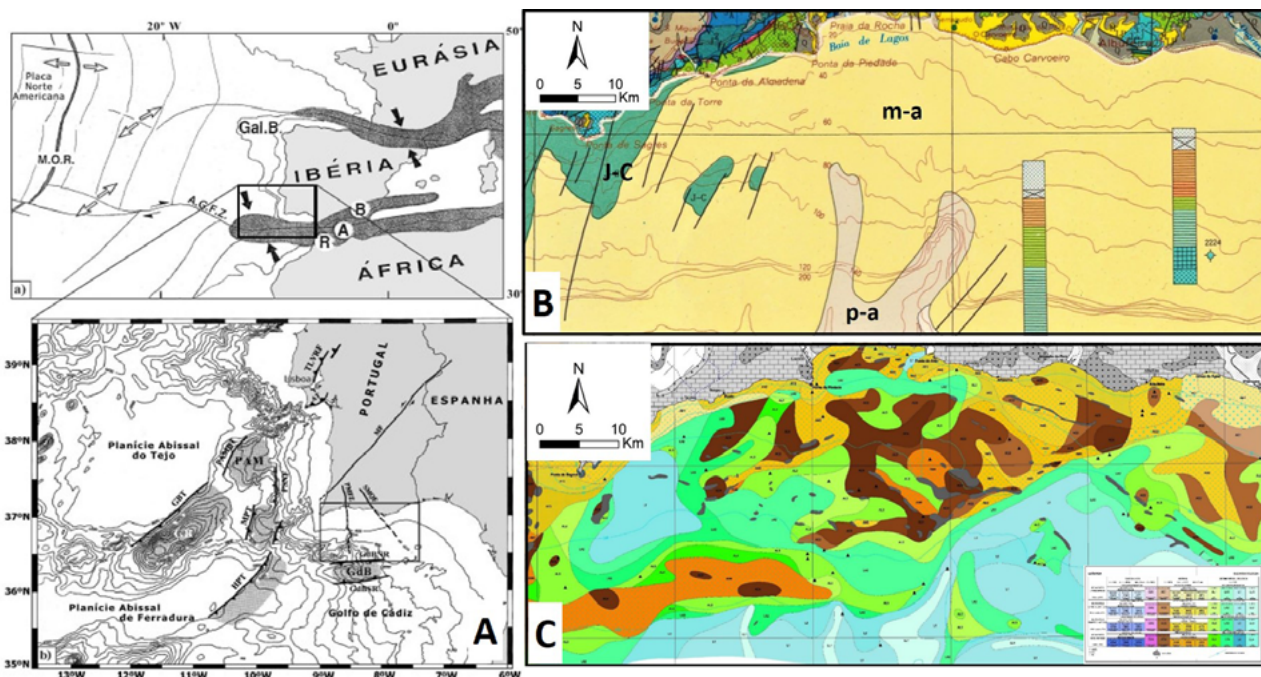


Figura 1. (A) Contexto geodinâmico da placa Ibérica e principais falhas ativas da Margem SW Ibérica (Lopes e Cunha, 2010); (B) Excerto da Carta Geológica de Portugal, escala 1:500 000 (SGP, 1992) (J-C, Jurássico sup.-Cretácico indiferenciado; m-a, Pliocénico; p-a Plio-Quaternário); (C) Excerto da folha SED/7/8 (Cabo de São Vicente ao Rio Guadiana) da Carta dos sedimentos superficiais da plataforma continental (IH, 2009).

Figure 1. (A) Geodynamic context of the Iberian plate and main active faults of the SW Iberian Margin (Lopes and Cunha, 2010); (B) Excerpt from the Carta Geológica de Portugal 1:500 000 scale (SGP, 1992) (J-C, Upper Jurassic-Cretaceous undifferentiated; m-a, Pliocene; p-a, Plio-Quaternary); (C) Excerpt from sheet SED/7/8 (Cape São Vicente to the Guadiana River) of the Carta dos sedimentos superficiais da plataforma continental (IH, 2009).

numa campanha promovida pelo Instituto Hidrográfico em 2019, a bordo do NRP “Andrómeda” (Figura 2).

No processo de interpretação, segundo os critérios formalizados por Mitchum e Vail (1977), foram definidos os refletores do topo e da base das principais unidades sísmicas, e, nessas superfícies, identificados elementos morfológicos atribuídos à ação modeladora dos agentes de erosão costeira.

4. Resultados

Abaixo do refletor que materializa a Base da Cobertura Sedimentar (BCS), a unidade sísmica SR (Soco Rochoso) é caracterizada por reflexões acústicas moderadamente contínuas, sub-paralelas entre

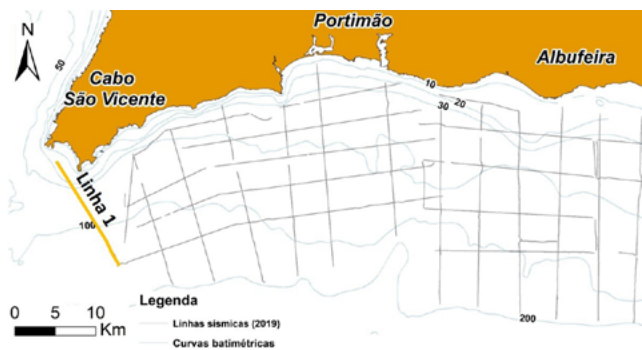


Figura 2. Localização das linhas sísmicas utilizadas no presente trabalho. A linha amarela representa a localização da linha sísmica da figura 4.

Figure 2. Location of the seismic lines used in this study. The yellow line represents the location of the seismic line in Figure 4.

si e de média-baixa amplitude. Sobre o refletor BCS, a unidade sísmica S1 é interpretada como a camada sedimentar recente e está delimitada no topo pelo refletor *Bottom* (o fundo marinho). A espessura desta unidade foi avaliada por interpolação do tempo de distância vertical entre os refletores BCS e *Bottom*, convertida em linhas de igual espessura vertical (assumiu-se a velocidade média de propagação do som de cerca de 1650 m/s). Como resultado, foi possível conhecer a distribuição espacial da cobertura sedimentar recente sobre o substrato mais antigo e verificar a sua relativa pequena possança, com espessura média de 4 m (Figura 3), no extremo ocidental da área e ao longo de 2 alinhamentos ao largo de Albufeira e na zona envolvente ao canhão de Portimão com mais de 20 m de espessura.

De acordo com a distribuição desta unidade, a área pode-se dividir em dois sectores distintos, separados pelo canhão de

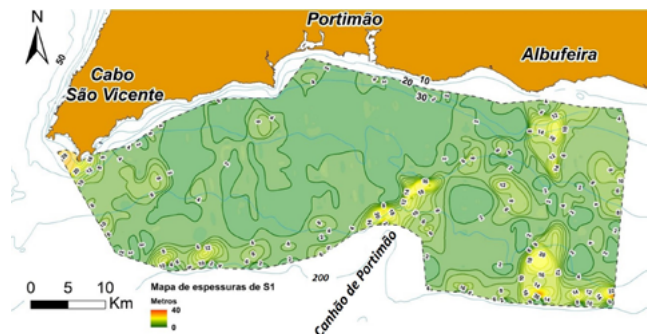


Figura 3. Mapa de espessuras da sequência sísmica S1.

Figure 3. Thickness map of the seismic sequence S1.

Portimão: no setor ocidental, a espessura sedimentar não apresenta um padrão muito variável mantendo-se na sua generalidade na ordem dos 2 a 4 m; na zona oriental observa-se um padrão bastante variável da distribuição da unidade, atingindo-se em alguns locais, depocentros com espessuras superiores a 20 m.

Em termos estruturais, a unidade S1 é composta por 3 subunidades sísmicas: S1U1, S1U2 e S1U3, sendo que esta última se subdivide em 2 subunidades mais pequenas (S1U3a e S1U3b), separadas pelos refletores internos R1 e R2, com características acústicas muito semelhantes entre elas (reflexões sub-paralelas, de baixa-média continuidade e de baixa amplitude) (Figura 4). As duas subunidades mais superficiais (S1U3a e S1U3b) estão separadas pelo refletor R2a. A subunidade mais superficial (S1U3b) apresenta refletores internos com boa continuidade e é aquela que cobre a maior área do setor estudado.

5. Discussão dos resultados

Com base nos elementos morfológicos reconhecidos no refletor BCS e fossilizados pelas unidades sísmicas S1, constatou-se que são genericamente constituídos por “terraços” ou por “escalonamentos”, tendo sido classificados da seguinte forma, de acordo com a sua configuração e profundidade de ocorrência: 1) paleo-plataformas de abrasão: superfícies aplanadas, com extensões superiores a 500 m; 2) paleo-terraços: superfícies aplanadas, com extensões inferiores à centena de metros; 3) paleo-arribas: zonas onde se observa uma quebra abrupta da superfície, por vezes associadas a estruturas do tipo falha; 4) quebras de pendor: locais onde se observa uma variação da inclinação da superfície, sendo a mais evidente o atual bordo da plataforma.

A origem destas formas de relevo foi atribuída ao efeito abrasivo da agitação marítima durante as oscilações eustáticas durante a evolução polifásica do NMM desde o UMG (Dias,1987; Dias *et al.*2000) conjugada com os movimentos verticais da crosta de origem isostática ou tectónica.

Considerando estes processos, observou-se que os elementos morfológicos atrás referidos se distribuem por 4 intervalos de profundidade distintos (T1 entre os -130 a -110 m, T2 entre os -110 a -90 m, T3 entre os -70 e -50 m, T4 até aos -45 m), sendo que o T1 representa o culminar do período glacial e início da fase interglacial (Figura 5A). Com o final desta fase e o aumento da taxa de subida do NMM os ambientes litorais migraram sucessivamente para Norte, (no sentido do onshore), promovendo a inundação progressiva da superfície correspondente a BCS.

Assim sendo, a unidade sísmica S1U1 ter-se-á depositado durante a primeira fase de subida do NMM sobre a superfície BCS.

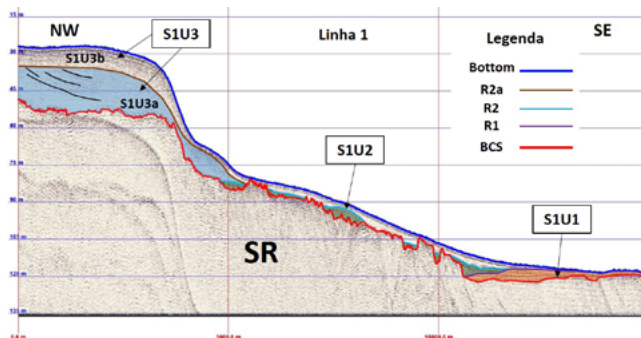


Figura 4. Interpretação sísmo-estratigráfica da sequência sísmica do sector em estudo. Localização da linha na Figura 2.

Figure 4. Seismic-stratigraphic interpretation of the seismic sequence in the study area. The location of the line is in Figure 2.

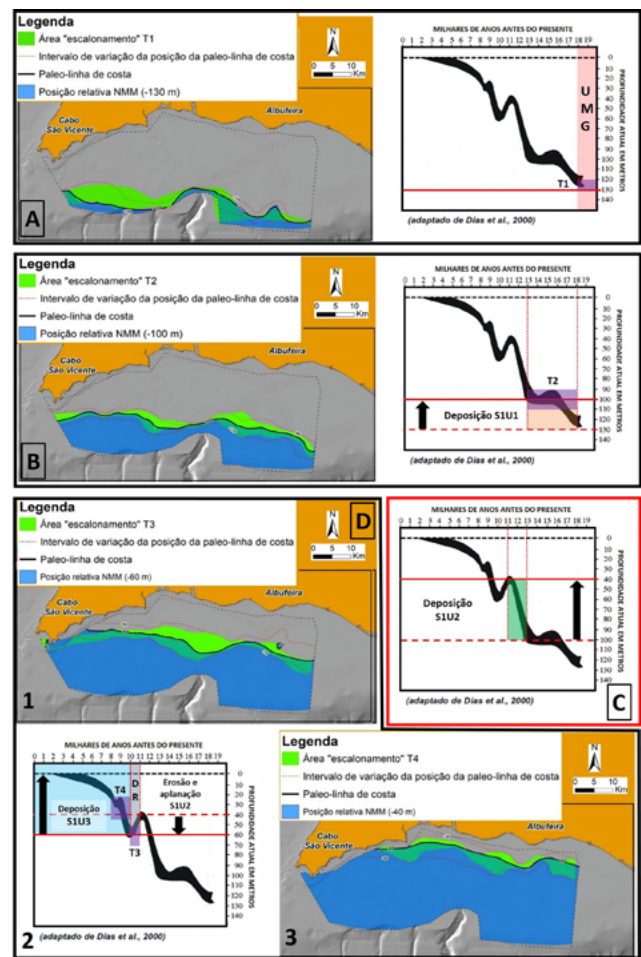


Figura 5. (A) Interpretação espacial do nível T1 e posição relativa do NMM há cerca de 20 000 a 18 000 anos atrás no culminar do UMG, aproximadamente 130 m abaixo do atual; (B) Interpretação espacial do nível T2 e posição relativa do NMM há cerca de 16 000 a 13 000 anos, 100 m abaixo do atual. Durante a subida dos -130 para -100 m ocorreu a deposição de S1U1; (C) Durante a subida dos -100 para os -40 m ocorreu a deposição de S1U2; (D) Interpretação espacial do nível T3 e posição relativa do NMM há cerca de 11 000 a 10 000 anos (DR – Dryas Recente), 60 m abaixo do atual (1). Durante a descida dos -40 para os -60 m ocorreu a erosão e aplanagem de S1U2 (2). A subunidade S1U3 depositou-se durante a subida do NMM até à estabilização que ocorreu há cerca de 3500 anos. O nível T4, com uma magnitude inferior aos outros escalonamentos, poderá ter sido formado no decorrer da instabilização da subida do NMM ocorrida por volta dos 8000 anos (3).

Figure 5. (A) Spatial interpretation of level T1 and the relative position of mean sea level (MSL) approximately 20,000 to 18,000 years ago at the culmination of the LGM, approximately 130 m below the current level; (B) Spatial interpretation of level T2 and the relative position of MSL approximately 16,000 to 13,000 years ago, 100 m below the current level. Deposition of S1U1 occurred during the rise from -130 to -100 m; (C) Deposition of S1U2 occurred during the rise from -100 to -40 m; (D) Spatial interpretation of level T3 and the relative position of MSL between 11,000 to 10,000 years ago (YD – Younger Dryas), 60 m below the current level (1). Erosion and flattening of S1U2 occurred during the descent from -40 to -60 m (2). Subunit S1U3 was deposited during the rise of MSL until stabilization, which occurred approximately 3500 years ago. Level T4, with a magnitude lower than the other escalations, may have formed during the instability of the rise of MSL around 8000 years ago (3).

Este ciclo de retrogradação sedimentar foi interrompido há 16 000 anos, quando a velocidade de subida do NMM diminuiu e se manteve à cota aproximada de -100 m, durante vários milhares de anos. Foi neste período, mais concretamente, há cerca de 14 500 anos, que se deu a transição do estágio isotópico marinho MIS 2 para MIS 1 (Railsback *et al.*,

2015). A estabilização do NMM permite que os ambientes sedimentares costeiros desenvolvam formas morfológicas típicas, tais como arribas e cordões litorais, como resultado da ação contínua dos agentes de dinâmica costeira. Nesta fase evolutiva, a erosão costeira seria a principal fonte sedimentar, fornecendo material para os depósitos litorais e de plataforma interna. A estabilização mencionada que, segundo Dias (1987) durou um período cerca de 3 000 anos, permitiu o desenvolvimento de R1, que delimita superiormente a unidade sísmica S1U1 (Figura 5B).

O rápido aumento do NMM, o qual subiu cerca de 60 metros em 2000 anos, permitiu a deposição da unidade sísmica S1U2 sobre a unidade S1U1 ou BCS (Figura 5C). Os ambientes costeiros e de plataforma ajustaram-se à subida em cota da linha de costa, associada à migração da frente polar atmosférica e oceânica para Norte (Ruddiman e McIntyre, 1981), e a sedimentogênese também se adaptou progressivamente à melhoria das condições climáticas e ao estabelecimento da corrente do Golfo (Ruddiman e McIntyre, 1973).

Esta tendência evolutiva foi interrompida de forma abrupta por um episódio de inversão climática há 11 000 anos, conhecido como Dryas Recente (DR), de duração muito curta (apenas cerca de 1 000 anos) e de grande magnitude. Tudo aponta para que se tenham restabelecido as condições climáticas do tipo glacial, com a inevitável descida da frente polar oceânica para menores latitudes (próximas das latitudes das margens da Galiza), e formação de novas calotes glaciárias e calotes de montanha sobre as massas continentais (Ruddiman e McIntyre, 1981). Como consequência do aumento do volume da água retida no estado sólido (calotes glaciares e glaciares de montanha), deu-se uma descida do NMM de cerca de 20 m em 1 000 anos, passando a linha de costa dos -40 para os -60 metros relativamente à cota atual (Figura 5D-2).

Do ponto de vista sedimentar, a descida abrupta do NMM, durante o evento do Dryas Recente, provocou a erosão generalizada dos depósitos sedimentares recém edificados, sendo as partículas redistribuídas pela ação da ondulação e das correntes marinhas, indo depositar-se em ambientes mais profundos (Rodrigues, 2004). A superfície materializada pelo refletor R2, que delimita a unidade sísmica S1U2, marca o fim desta fase regressiva há 10 000 anos.

O fim desta crise climática foi marcado pelo restabelecimento da Corrente do Golfo que, nos últimos 10 000 anos (fim do Pleistocénico e início do Holocénico), provocou a migração progressiva da frente polar para maiores latitudes. Como consequência as calotes glaciárias e glaciares de montanha foram diminuído e a introdução de água no estado líquido nas bacias oceânicas, promoveram a subida do NMM e acentuados fenómenos isostáticos (Rodrigues, 2004). É nestas condições ambientais que a unidade sísmica S1U3 (S1U3a e S1U3b) se deposita sobre a superfície de erosão R2.

Após os 8 000 anos, verificou-se um abrandamento na subida do NMM, que terá estabilizado há cerca de 3 500 anos. Esta estabilização permitiu que os estuários, que retiveram a maior parte do volume de sedimentos durante a fase de maior subida do mar, se tornassem fornecedores de sedimentos para a plataforma interna. Esta tendência manteve-se até à atualidade.

6. Conclusões

Tendo em vista o conhecimento dos processos que estiveram na origem e estrutura interna da camada sedimentar recente, na

plataforma continental algarvia entre o cabo de São Vicente e Albufeira, foram analisados perfis de reflexão sísmica ligeira. O reconhecimento de elementos morfológicos na base da cobertura sedimentar, composta pelo empilhamento de 5 unidades sísmicas distintas, e o conhecimento prévio da curva de variação do NMM (Dias, 1987; Dias *et al.* 2000) permitiu:

- propor uma idade relativa para os 3 refletores que delimitam as 5 unidades sísmicas, ao associá-los aos principais eventos de estabilização e de descida do NMM;

- relacionar as unidades sísmicas com as principais fases de subida relativa do NMM, atribuindo a sua origem aos processos de migração contínua da orla costeira e consequente desmantelamento de formações pré-existentes e distribuição das partículas resultantes.

Este é um modelo definido unicamente a partir da interpretação sísmo-estratigráfica de dados geofísicos, carecendo de confirmação com dados complementares.

Agradecimentos

Este é um contributo do programa SEDMAR (“Mapeamento dos sedimentos marinhos da margem portuguesa”), em execução no Instituto Hidrográfico.

Referências

- Dias, J. M. A., 1987. Dinâmica sedimentar e evolução recente da plataforma continental setentrional. Dissertação para obtenção do grau de Doutoramento. Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Dias, J. M. A., Boski, T., Rodrigues, A., Magalhães, F., 2000. Cost line evolution in Portugal since the Last Glacial Maximum until present – a synthesis. *Marine Geology*, 170: 177-186.
- IH, 2009. Sedimentos superficiais da plataforma continental. Folha SED7 e 8 (Cabo de São Vicente ao Rio Guadiana), esc. 1:150 000. Instituto Hidrográfico, Lisboa.
- Lopes, F. C., Cunha, P. P., 2010. A plataforma continental e províncias adjacentes: uma análise geomorfológica. *Ciências Geológicas: Ensino, Investigação e sua História*, I, Cap. V, Geologia Clássica. Associação Portuguesa de Geólogos/Sociedade Geológica de Portugal, 479 – 489.
- Mitchum, R. M. Jr., Vail, P. R., 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 7: Seismic stratigraphic interpretation procedure. In: Payton, C. E. (Eds.), *Seismic Stratigraphy-Applications to Hydrocarbon Exploration*. American Association of Petroleum Geologists, 26: 135 – 143.
- Railsback, L. B., Gibbard, P. L., Head, M. J., Voarintsoa, N. R. G., Toucanne, S. 2015. An optimized scheme of lettered marine isotopesubstages for the last 1.0 million years, and the climatostratigraphic nature of isotope stages and substages. *Quaternary Science Reviews*, 111: 94–106.
- Rodrigues, A., 2004. Tectono-Estratigrafia da Plataforma Continental Setentrional Portuguesa. Documentos Técnicos, Instituto Hidrográfico, 35.
- Ruddiman, W. F., McIntyre, A., 1973. Time-transgressive deglacial retreat of polar waters from the North Atlantic. *Quaternary Research*, 3: 117-130.
- Ruddiman, W.F., McIntyre, A., 1981. The North Atlantic Ocean during the last glaciation. *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleocol.* 35: 145-214.
- SGP, 1992. Carta Geológica de Portugal na escala 1: 500 000. Serviços Geológicos de Portugal.