

5^{as}. JORNADAS DE ENGENHARIA HIDROGRÁFICA

19, 20 E 21 DE JUNHO DE 2018

Título – Actas das 5.^{as} Jornadas de Engenharia Hidrográfica

Autor – Instituto Hidrográfico

Tiragem – 70 exemplares

Edição e paginação – Instituto Hidrográfico, 2018

Impressão e acabamento – ACDPRINT, S.A.

ISBN – 978-989-705-128-9

Depósito Legal – 441477/18

A herança geológica na cabeceira do canhão de Aveiro

N. Lapa (1), A. Rodrigues (1), F. Marques (2) e A. Vinhas (1)

- (1) Instituto Hidrográfico, Rua das Trinas, 49, 1249-093 Lisboa, Portugal; nuno.lapa@hidrografico.pt
 (1) Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento de Geologia e Instituto D. Luiz.

Resumo: No âmbito do projeto DEEPCO (“*Deep Sedimentary conduits of the West-Iberia margin*” – FCT/POCTI/CTA /46367/2002), foram adquiridos perfis de reflexão sísmica de alta resolução na plataforma externa adjacente à cabeceira do canhão de Aveiro. Apesar do seu reduzido número, a sua interpretação permitiu refinar o modelo geológico deste setor da margem portuguesa e compreender a origem de algumas particularidades morfológicas do curso superior do canhão de Aveiro. A localização do canhão está ligada à presença de falhas que afetam a estrutura geológica profunda, reconhecida nos vários perfis analisados. A morfologia dos vales que se identificam no curso superior do canhão está condicionada pela presença destas estruturas e da ocorrência de processos de instabilidade e transferência de massa para as maiores profundidades.

Palavras-chave: canhão de Aveiro, plataforma continental, reflexão sísmica, estrutura geológica.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A estrutura geológica do sector setentrional da plataforma continental portuguesa corresponde a um monoclinial com suave inclinação com direção predominante NW-SE a NNW-SSE. A morfologia da superfície batimétrica é muito aplanada mas, com a proximidade ao bordo da plataforma, esta tendência geral inverte-se e verifica-se um aumento significativo de relevos submarinos, controlados por fatores estruturais (Rodrigues, 2004). Na plataforma externa, a cerca de 50km ao largo de Aveiro e abaixo dos 110m de profundidade, situa-se o canhão de Aveiro, com a morfologia representada na Fig.1.

Este sistema destaca-se dos restantes canhões da margem continental portuguesa por apresentar uma morfologia em forma de anfiteatro, dissecado por inúmeros vales tributários de menores dimensões (IH, 2008).

Tendo presente esta singularidade, no âmbito do projeto DEEPCO (“*Deep Sedimentary conduits of the West-Iberia margin*”, FCT/POCTI/CTA/46367/2002), foram adquiridos novos dados de reflexão sísmica e de sedimentologia, que serviram para a aprofundar alguns aspetos referentes à morfologia e geologia da plataforma externa e vertente superior adjacentes aos canhões de Aveiro e do Porto.

Este trabalho faz parte do estudo mais recente, realizado por Lapa (2017) focando o Canhão de Aveiro, e o seu objetivo consiste na descrição da estrutura geológica da plataforma portuguesa envolvente ao canhão, em particular nos aspetos estruturais que permitem enquadrar a sua localização e a morfologia da cabeceira e curso superior.

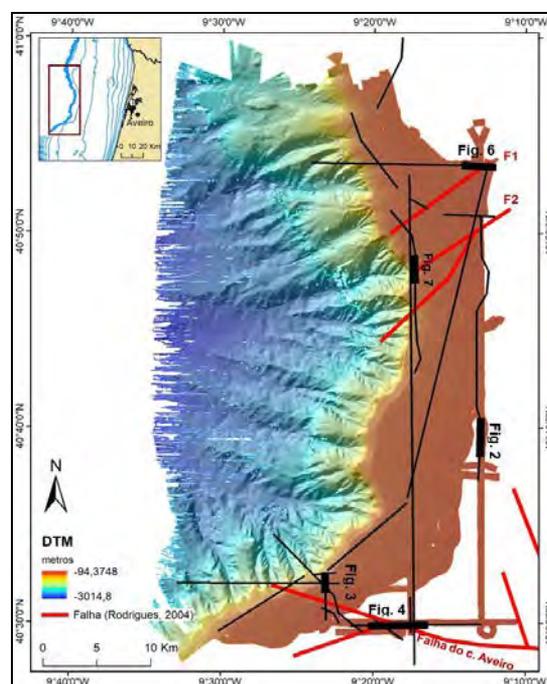


Fig. 1. Enquadramento geográfico e morfológico da área de estudo e localização dos perfis de reflexão sísmica analisados (a negro) com a identificação das linhas reproduzidas nas figuras seguintes. As linhas vermelhas representam as principais falhas.

2. DADOS E MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo (Fig.1) foram adquiridos pelo Instituto Hidrográfico, a bordo do NRP “Almirante Gago Coutinho” entre 5 e 15 de dezembro de 2007, ao abrigo do projeto DEEPCO, consistindo em perfis de reflexão sísmica de alta resolução, adquiridos com os equipamentos *boomer* e *sub-bottom profiler* (SBP), e de registos de sonar de varrimento lateral na área envolvente ao canhão de Aveiro. Os perfis foram processados e interpretados recorrendo ao *software Delph Seismic Interpretation* da IXBlue, e a representação espacial

dos dados foi realizada no *software ArcGIS* da ESRI, sobre o Modelo Digital de Terreno (DTM) obtido a partir do levantamento com multifeixe, realizado na mesma campanha.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interpretação dos registos obtidos, nomeadamente de SBP e de *boomer*, conjugada com a análise geomorfológica da superfície batimétrica permitiu descrever as principais unidades sismo-estratigráficas deste setor da margem portuguesa, bem como as estruturas geológicas (falhas) que as afetam.

3.1. Unidades sísmicas e espessura da cobertura

A interpretação dos perfis sísmicos permitiu distinguir 3 unidades sísmicas principais, caracterizadas por fácies diferentes (Fig. 2).

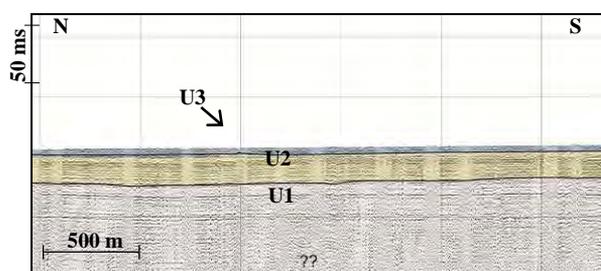


Fig. 2. Excerto da linha sísmica P20 onde são visíveis as unidades sísmicas U1 (a cinza), U2 (a amarelo) e U3 (a azul).

A unidade sísmica mais antiga, **unidade sísmica U1** encontra-se a maior profundidade e constitui o soco rochoso (*bedrock*) sobre o qual se depositaram as unidades sísmicas mais recentes U2 e U3. Como características principais, a U1 apresenta refletores pouco contínuos e refletividade moderada a baixa (Fig. 2). Com uma suave inclinação para Oeste, esta unidade encontra-se com maior expressão no sector Este da área em estudo.

A **unidade sísmica U2** é, no geral, caracterizada por refletores internos paralelos entre si, nítidos e com boa continuidade lateral, sendo a amplitude média a elevada (Fig. 2). Apesar destas características, é possível distinguir uma variação vertical e lateral de fácies sísmica dentro da unidade. À semelhança da unidade sísmica anterior, a U2 tem uma inclinação geral para Oeste, aumentando de espessura em direção ao bordo do canhão, tendo os seus refletores internos uma geometria progradante. Em certos locais da plataforma, sobretudo nas imediações das vertentes do canhão, esta unidade é aflorante.

A **unidade sísmica U3** é a unidade mais recente, estando delimitada superiormente pelo refletor que

materializa o fundo marinho, e inferiormente pelo topo da Unidade U2. Esta unidade sísmica apresenta refletores internos com boa continuidade e baixa amplitude. Tipicamente apresenta uma espessura média de cerca de 2m, com um valor máximo de 3,5m registado na zona central da área de estudo a menor profundidade (Rodrigues, 2004; Lapa, 2017). No geral, a unidade U3 tende a diminuir de espessura com o aumento da profundidade até desaparecer na zona do bordo da plataforma. Este facto foi corroborado pela presença de extensas zonas rochosas na plataforma externa, no curso superior do canhão e na vertente continental adjacente (IH, 2008; Lapa, 2017). Devido às características internas (reduzida espessura, fácies muito transparente) e geometria concordante com a unidade sísmica subjacente, a delimitação desta unidade nem sempre é fácil.

3.2. Estrutura da plataforma envolvente à cabeceira do canhão

De acordo com o DTM da Fig. 1, cuja descrição pormenorizada foi apresentada por Lapa (2017), o relevo da plataforma externa e do curso superior do canhão de Aveiro, nomeadamente no que se refere à localização de vales, ravinas e presença de ruturas de declive na zona da cabeceira, é condicionado pela presença de falhas e/ou alternância de camadas com diferentes resistências à erosão, características atribuídas às formações carbonatadas do Cenozóico (Mougenot, 1989; Rodrigues, 2004).

Fazendo a correlação das unidades sísmicas observadas por aqueles autores, com as interpretadas neste estudo, propõe-se que a unidade U1 corresponda a uma sequência de idade eocénica com suave inclinação para W. Esta sequência corresponde a camadas detriticas, cuja fácies é caracteristicamente de preenchimento de bacia (Rodrigues, 2004). A unidade U2, dadas as suas características internas (refletores muito bem estratificados, contínuos e inclinados para Oeste) e por se encontrar bem desenvolvida junto ao bordo da plataforma é típica de prisma progradante. Esta unidade tem correspondência com as formações do Neogénico, constituídas por um calcário bioclástico, muito rico em foraminíferos bentónicos e planctónicos (Rodrigues, 2004). Sobre estas unidades, a unidade U3, corresponde à camada de sedimentos do Quaternário recente. Estas características foram observadas nos perfis perpendiculares ao bordo da plataforma, sendo particularmente evidente o carácter progradante de U2. Em sentido oposto, a espessura da cobertura sedimentar (U3) tende a diminuir com o aumento da profundidade. Isto deve-se ao tipo de processos dinâmica sedimentar que, atualmente, caracterizam este setor da margem, fortemente afetado pelos processos do bordo da plataforma (Jeans & Sherwin,

2001), que, intensificados pela presença do canhão, impedem a acumulação das partículas.

A variação do declive da vertente não é uniforme ao longo da área, sendo marcada por algumas ruturas de declive (Lapa *et. al.*, 2016; Lapa, 2017) que refletem não só alternância de camadas brandas com camadas mais resistentes do substrato, como também a presença de falhas ou eventuais estruturas rotacionais de colapso de vertente (Fig.3).

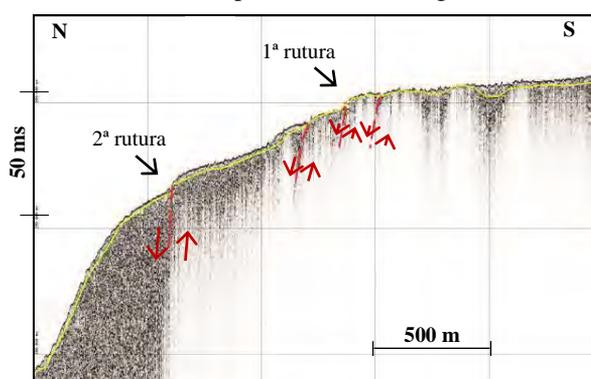


Fig. 3. Excerto da linha sísmica SBP P60 onde se observa a diminuição da cobertura sedimentar recente (unidade sísmica U3, delimitada inferiormente pelo refletor amarelo – topo da U2) em direção à vertente do canhão, e duas principais ruturas de declive.

Neste sector, Rodrigues (2004) cartografou uma falha que atravessa perpendicularmente toda a plataforma média e que, aparentemente, poderá estar na origem e controlo morfológico do canhão, a **falha do canhão de Aveiro**. Nos perfis analisados, a estrutura foi identificada na zona envolvente à cabeceira do canhão, aos cerca de 130 metros de

profundidade (Fig. 4). A estrutura afeta as unidades sísmicas mais antigas, provocando o abatimento do bloco setentrional e um ligeiro arqueamento dos refletores junto à estrutura (Fig. 4).

De acordo com os critérios descritos por Rodrigues (2004), o movimento cinemático desta falha é do tipo desligamento direito, com abatimento do bloco Norte. As imagens acústicas do fundo, obtidas com sonar de varrimento lateral nas imediações da falha, mostram a existência de uma rede de fracturação, na sua maioria NE-SW, que afeta o fundo rochoso (Fig. 5). A diferença de refletância da superfície do fundo corresponde a diferentes matérias (os afloramentos rochosos apresentam-se com tonalidades de cinza claro e os diferentes depósitos sedimentares em cinza mais escuro). De acordo com a sequência sísmo-estratigráfica apresentada por Rodrigues (2004), no local afloram as formações de calcário bioclástico do Neogénico (U2), o que permite justificar a presença desta fracturação nas bancadas competentes. Os lineamentos e fraturas observados foram atribuídos a fenómenos de diaclasamento associados à movimentação da falha.

Utilizando um ROV (*Remoted Operated Vehicle*) Rodrigues (2004) visualizou na zona de afloramento da falha, a Este da área de estudo, um conjunto de fendas de tração de orientação NE-SW escalonadas para SW, cuja disposição entra em concordância com a direção principal do campo de tensões de compressão máxima de direção E-W a WNW-ESE, nesta região da plataforma continental (Cabral & Ribeiro, 1989; Cabral, 1993; Rodrigues, 2004).

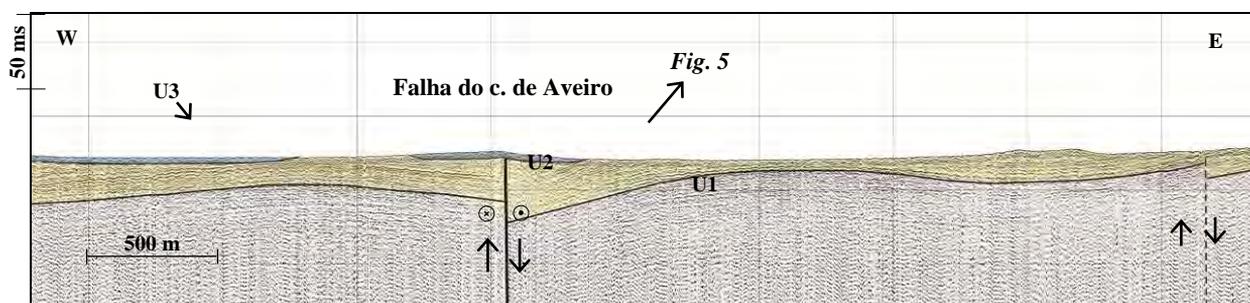


Fig. 4. Identificação da falha do canhão de Aveiro no perfil 39. Localização na Fig. 1.

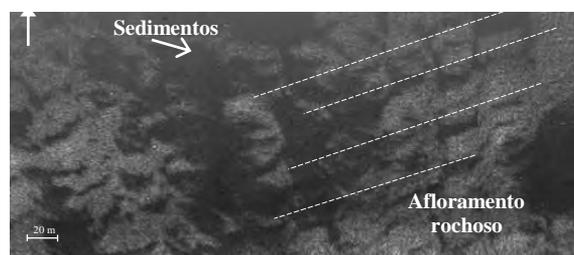


Fig. 5. Imagem de sonar a evidenciar a presença de um conjunto de discontinuidades na proximidade da zona de afloramento da Falha do C. Aveiro (localização na fig.4).

Para além da falha do canhão de Aveiro, foram também identificadas, na zona da plataforma externa mais a Norte, duas estruturas subparalelas de direção NE-SW, designadas por F1 e F2 (Figs. 6 e 7).

A mais setentrional, F1, tem movimentação normal, com abatimento do bloco Este, e coloca a aflorar a unidade sísmica U1, dando origem a um pequeno relevo de resistência na superfície do fundo marinho.

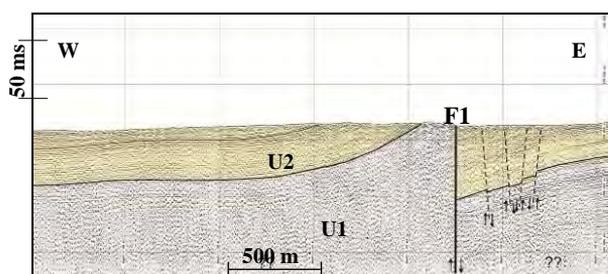


Fig. 6. Extrato do linha sísmica P35 a evidenciar a falha F1 localizada no sector Norte da área em estudo.

A falha, F2, paralela à anterior, mas localizada imediatamente a Sul, é uma falha normal, com subsidência do bloco Norte.

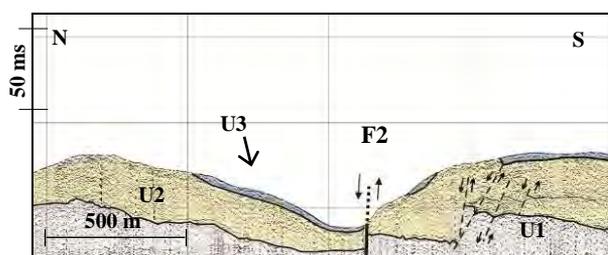


Fig. 7. Extrato do perfil P23 com a falha F2 a cerca de 215 metros de profundidade, no sector Norte.

Dadas as características cinemáticas das falhas F1 e F2, orientadas NE-SW e a sua localização geográfica, afetando o setor Norte da cabeceira do canhão, avançou-se com a hipótese de que a zona central da cabeceira do canhão corresponderá à expressão morfológica do abatimento do bloco central entre as duas famílias de falhas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na análise de perfis de reflexão sísmica de alta resolução, adquiridos na plataforma externa em redor da cabeceira do canhão de Aveiro foi possível confirmar a estrutura geológica da plataforma externa envolvente à cabeceira do canhão de Aveiro. As unidades sísmicas são compatíveis com as unidades avançadas por Rodrigues (2004), as quais apontam para a presença de formações terciárias do Eocénico (U1), Miocénico (U2) e Quaternário Recente (U3), afetadas por diversas estruturas frágeis, que se prolongam desde a plataforma externa até à vertente superior e controlam a localização e morfologia da cabeceira do canhão de Aveiro.

É ainda de referir que as diferenças no declive morfológico e a presença de ruturas de pendor na zona da cabeceira foram justificadas pela erosão diferencial das unidades expostas à superfície, devido à alternância de camadas brandas e camadas mais resistentes, e por estruturas associadas à instabilidade do bordo (movimentos de massa).

Com as observações realizadas, ao nível da localização e movimentação das principais estruturas geológicas, foi possível associar a localização deste canhão com a presença da falha normal de direção WNW-ESE (falha do canhão de Aveiro), identificada por Rodrigues (2004) na plataforma média e externa, e atribuir a configuração em anfiteatro da cabeceira do canhão à movimentação de 2 famílias de falhas conjugadas, com abatimento do bloco central (a falha do canhão de Aveiro, a Sul, e duas falhas conjugadas, a Norte). Esta última consideração carece de confirmação com dados adicionais.

REFERÊNCIAS

- Cabral, J.; Ribeiro, A. (1989) – *Nota explicativa da Carta Neotectónica de Portugal Continental*. Escala 1:1 000 000. Serviços Geológicos de Portugal.
- Cabral, J. (1993) – *Neotectónica de Portugal Continental*. Dissertação para obtenção do grau, Univ. de Lisboa, 345 p. (não publicado).
- Instituto Hidrográfico (2008) – *Relatório de final de trabalhos: Condutas Sedimentares Profundas da Margem Oeste Portuguesa (3º relatório de execução)*. Instituto Hidrográfico – Divisão de Geologia Marinha, Lisboa.
- Jeans, D.R.G. e Sherwin, T.J. (2001) – The variability of strongly non-linear solitary internal waves observed during an upwelling season on the Portuguese shelf. *Continental Shelf Research*, 21: 1855-1878.
- Lapa, N. (2017) – *Estudo morfo-sedimentar do Canhão de Aveiro*. Dissertação de Mestrado. Fac. Ciências da Univ. de Lisboa. 82 pp (não publicado).
- Lapa, N.; Rodrigues, A.; Marques, F. (2016) – Análise morfo-sedimentar da cabeceira do canhão de Aveiro. *4ªs Jornadas de Engenharia Hidrográfica*. Lisboa.
- Mougenot, D. (1989) – *Geologia da margem Portuguesa*. Dissertação para obtenção do grau de Doutoramento. Documentos Técnicos, Instituto Hidrográfico, 32, 259 pp (não publicado).
- Rodrigues, A. (2004) – *Tectono-Estratigrafia da Plataforma Continental Setentrional Portuguesa*. Dissertação de Doutoramento, Fac. Ciências da Univ. de Lisboa, 244 pp. (não publicado).