

## **Estratigrafia do Cenozóico no sector litoral Melides-Santa Cruz e a problemática da deformação: Neotectónica vs. Carso**

*Cenozoic stratigraphy in the Melides-Santa Cruz littoral sector and the problematics of deformation: Neotectonics vs. Karst*

**R. Ressurreição<sup>1\*</sup>, R. Dias<sup>1</sup>, J. Cabral<sup>2</sup> & J. Pais<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>LNEG, Apartado 7586, 2721-866 Alfragide, Amadora, Portugal

<sup>2</sup>Departamento de Geologia/ Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

<sup>3</sup>CICEGe, Departamento de Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2829-56 Caparica, Portugal

\* ricardo.ressurreicao@lneg.pt

**Resumo:** Os levantamentos geológicos conducentes à publicação da carta geológica 42-A Grândola contribuíram para o conhecimento dos sedimentos do Cenozóico existentes no sector litoral a W da serra de Grândola. Foram identificadas e caracterizadas unidades litostratigráficas do Paleogénico, Neogénico e Quaternário, sendo algumas destas unidades passíveis de ser correlacionadas com unidades existentes noutras bacias cenozóicas portuguesas. Identificaram-se também evidências de actividade neotectónica, expressa por deformações nos sedimentos Pliocénicos e Plio-Quaternários, que permitiram calcular uma taxa de levantamento regional de 0,04-0,05 mm/ano desde o Placenciano, e uma taxa de actividade referente à componente de movimentação vertical de 0,014-0,017 mm/ano para a falha de Deixa-o-Resto, no mesmo período de tempo. Observam-se estruturas de deformação frágil (diaclasses e falhas) e dúctil (dobras) afectando os sedimentos detríticos plio-quatérnários que, por vezes, terão origem tectónica, mas que em grande parte estão relacionadas com a deformação da cobertura sedimentar em resposta à dissolução progressiva ou ao colapso súbito do substrato jurássico carbonatado carsificado.

**Palavras-chave:** estratigrafia, neotectónica, carso

**Abstract:** The studies that led to the publication of the 42-A Grândola geologic map contributed to a detailed stratigraphic knowledge of the Cenozoic sediments in the littoral sector to the W of the Grândola mountains. Lithostratigraphic units of Paleogene, Neogene and Quaternary age were identified and characterized. Some of these units can be correlated with others existing in different Portuguese Cenozoic basins. Evidences of neotectonic activity were also identified, expressed by deformations affecting the Pliocene and Plio-Quaternary sediments, allowing the determination of a regional uplift rate, since the Piacenzian, of 0.04-0.05 mm/year, and a vertical activity rate of 0.014-0.017 mm/year for the Deixa-o-Resto fault. The identification of neotectonic activity is problematic because not all the deformation has a tectonic origin. Instead, part of it is due to karst development processes involving the underlying Jurassic carbonate rocks.

**Keywords:** stratigraphy, neotectonics, karst

---

### **INTRODUÇÃO**

Em 2011, o LNEG (Laboratório Nacional de Energia e Geologia) publicou a carta geológica 42-A Grândola, na escala 1/50 000. Os levantamentos geológicos efectuados permitiram a definição e caracterização das diversas unidades estratigráficas aí existentes, assim como a identificação de evidências de deformação afectando sedimentos plio-quatérnários. As questões discutidas neste resumo referem-se ao troço litoral localizado entre Melides e Santa Cruz.

Trabalhos anteriores referem alguns dos sedimentos cenozóicos existentes na área considerada. A estratigrafia aqui apresentada corresponde, em parte, à compilação das várias formações sedimentares já definidas e caracterizadas por outros autores (e.g., Antunes, 1983; Pimentel, 1997). Contudo, alguns dos sedimentos observados apresentam características próprias que justificam a definição de novas unidades sedimentares.

Em vários locais os sedimentos pliocénicos e plio-quadernários apresentam-se deformados, sugerindo a existência de actividade neotectónica. Alguma desta deformação poderá ser atribuível a falhas reconhecíveis no terreno (falha de Deixa-o-Resto, por exemplo). No entanto, grande parte da deformação frágil e dúctil está eventualmente associada a processos de carsificação envolvendo as litologias carbonatadas subjacentes, de idade mesozóica.

#### **ESTRATIGRAFIA**

O enchimento sedimentar cenozóico desta área costeira aplanada, embora situado num contexto paleogeográfico distinto, apresenta claros paralelismos com a sedimentação nas bacias de Alvalade e do Baixo Tejo, sendo correlacionável com os sedimentos existentes nestas bacias.

#### **Paleogénico**

O primeiro registo sedimentar do Cenozóico encontra-se representado pela formação de Vale do Guizo, definida por Antunes (1983), que se observa apenas em afloramento próximo de Melides. Assenta directamente sobre o Paleozóico sendo constituída por conglomerados grosseiros com alternância de níveis arenosos e argilosos, associados a ambiente de leque aluvial, consolidados por cimento carbonatado. Na bacia de Alvalade, a sua deposição tem sido interpretada como a resposta sedimentar à geração de escarpas de falha associadas à reactivação de acidentes tardi-variscos (Pimentel & Azevedo, 1994; Pimentel, 1997).

#### **Miocénico médio a superior**

Os sedimentos do Miocénico médio a superior são essencialmente constituídos por arenitos fossilíferos com cimento carbonatado e areias micáceas, depositados em meio marinho pouco profundo, correspondendo à Formação de Alcácer do Sal (Antunes, 1983). Os afloramentos são muito escassos e aparentemente apenas existem no bloco levantado (bloco E) da falha de Deixa-o-Resto. Relatórios de sondagens evidenciam a sua presença para W desta estrutura.

#### **Miocénico superior**

Os sedimentos do Miocénico superior são constituídos por alternâncias de conglomerados grosseiros e arenitos silto-argilosos, depositados em ambiente continental, a que se atribuiu a designação de “Areias e cascalheiras de Melides”, encontrando-se os melhores afloramentos nas proximidades de Melides. A observação desta unidade assentando sobre a formação de Alcácer do Sal, assim como a sua semelhança com depósitos atribuídos à formação de Esbarrondadoiro por Pimentel (1997), na bacia de Alvalade, sugere que se tenham depositado no Miocénico superior.

#### **Pliocénico**

O Pliocénico é aqui representado por dois membros sedimentares distintos, tendo-se atribuído ao conjunto a designação de “Areias de Galé”. O membro inferior apenas foi identificado na praia da Galé e é constituído por arenitos médios a grosseiros com seixos mal rolados. As características do sedimento sugerem uma sedimentação continental em ambiente fluvial, que poderá corresponder à parte inferior da Formação do Ulme na Bacia do Baixo Tejo.

Sobre estes assenta o membro superior que apresenta fácies sedimentares marinhas-litorais, caracterizado por areias e cascalheiras bem roladas de praia e plataforma. Ocorre em toda área litoral considerada, entre a costa actual e o relevo da serra de Grândola, definindo diversos patamares morfológicos sucessivamente mais baixos para W, em direcção ao litoral. A existência destes patamares reflecte um comportamento regressivo da linha de costa em

resposta ao levantamento do continente, correspondendo a diversas praias e plataformas de abrasão escalonadas e/ou deslocadas por falhas.

As “Areias de Galé” parecem corresponder a equivalentes laterais da parte superior da Formação de Ulme (ou Formação de Alvalade, segundo Pimentel, 1997) do Pliocénico. Os sedimentos continentais do membro inferior, associados a um nível eustático baixo, são compatíveis com o final do Zancleano, segundo a curva de Haq et al. (1987). A deposição da unidade marinha-litoral ter-se-á iniciado na passagem do Zancleano ao Placenciano, caracterizada por um nível eustático alto (Haq et al., 1987).

### **Plio-Quaternário**

Sobre a unidade anterior é frequente observar-se um conjunto sedimentar denominado “Areias e cascalheiras de Vale Figueira”. Correspondem a arenitos com abundantes canais conglomeráticos e intercalações argilosas, de génese fluvial, posteriormente cobertos por cascalheiras proximais muito imaturas e pouco organizadas originadas por leques aluviais provenientes da serra de Grândola. Apenas junto a este relevo é possível distinguir as diferentes fácies referidas, pois distalmente os leques parecem evoluir para uma sedimentação mais organizada. Devido à dificuldade em separar cartograficamente os dois corpos sedimentares optou-se por uma denominação e representação indiferenciadas. O início da deposição desta unidade poderá ser contemporâneo da fase final de deposição das “Areias de Galé” e é anterior à incisão fluvial actual, provavelmente datando do final do Pliocénico a Plistocénico.

### **NEOTECTÓNICA**

Estudos anteriores (Inverno et al., 1993) referem a existência de actividade neotectónica afectando sedimentos plio-quatérnrios no sector considerado, associada às falhas de Deixa-o-Resto (falha de Santo André, segundo Inverno et al., 1993) e de Santa Cruz. Os trabalhos realizados no âmbito da cartografia geológica permitiram identificar, em diversos locais, deformações a afectar as unidades “Areias de Galé” e “Areias e Cascalheiras de Vale Figueira”. A falha de Deixa-o-Resto coloca em contacto mecânico calcários do Jurássico e sedimentos marinhos pliocénicos. Associada a esta falha existe uma pequena escarpa com cerca de 30 m de comando. No topo da escarpa a base dos sedimentos encontra-se a cerca de 70 m de cota, enquanto para W do acidente os relatórios de sondagens sugerem uma cota de 20 m para este marcador geológico, o que corresponde a uma separação vertical de aproximadamente 50 m.

Junto à localidade de Ademas observam-se sedimentos plio-quatérnrios basculados para ocidente, encostados a outra zona de falha afectando calcários do Jurássico. Um pouco para E depósitos semelhantes afloram 20 a 30 m mais acima.

Os sedimentos marinhos preservados a cotas mais elevadas foram identificados a SE de Melides, à altitude de 160 m, na vertente ocidental da serra de Grândola. Constituídos por calhaus e seixos muito bem rolados, típicos de deposição em ambiente de praia, mostram claramente evidências de levantamento.

Os estudos realizados sugerem uma taxa reduzida de levantamento regional desde o Placenciano, de cerca de 0,04-0,05 mm/ano, e uma taxa de actividade aproximada (correspondente à componente de movimentação vertical) de 0,014-0,017 mm/ano para a falha de Deixa-o-Resto.

### **Neotectónica vs. Carso**

Em muitos outros locais foi observada deformação nos sedimentos pliocénicos e plio-quatérnrios, expressa por microfalhas, dobras e filões neptunianos. Embora alguma desta deformação possa ter origem tectónica, a maior parte terá uma génese distinta. Este tipo de estruturas é relativamente comum em contextos onde sedimentos detríticos pouco consolidados assentam sobre litologias carbonatadas, estando associadas ao fenómeno de

carsificação. Esta deformação desenvolve-se através de um processo já descrito por Dias e Cabral (2002) em que a dissolução nas rochas carbonatadas gera cavidades às quais os sedimentos de cobertura se adaptam através de colapsos súbitos ou acomodação gradual, acompanhando lentamente a evolução subterrânea da carsificação.

Como estes autores evidenciaram, este processo pode gerar deformação dúctil e frágil, sendo frequente a ocorrência no mesmo local de dobramentos e de fracturas de cisalhamento com cinemáticas normais e inversas. Outro resultado é a geração de contactos anómalos entre diferentes litologias, cuja observação em afloramentos com fraca exposição pode induzir o observador em erro, considerando-as erroneamente estruturas tectónicas activas. Há ainda a salientar que a intensa fracturação em zonas de falha promove uma maior permeabilidade, permitindo a infiltração das águas e facilitando o fenómeno de carsificação ao longo dessas estruturas.

Na região em estudo, este fenómeno constitui, sem dúvida, um dos maiores problemas na identificação de deformação com implicações neotectónicas, sendo a falha de Santa Cruz um bom exemplo desta problemática. Ao longo do seu traçado observam-se numerosas deformações nos sedimentos plio-quadernários, em zonas carsificadas relacionadas com a zona de falha no Jurássico, dificultando a discriminação das deformações tectónicas.

#### **REFERÊNCIAS**

- Antunes M.T., 1983. Carta geológica de Portugal à escala de 1:50 000, Notícia explicativa da folha 39C-Alcácer do Sal. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, 21 p.
- Dias, R.P. & Cabral, J., 2002. Interpretation of recent structures in an area of cryptokarst evolution – Neotectonics versus subsidence genesis. *Geodinamica Acta*, 15, 4, 233-248.
- Haq, B.U., Hardenbol, J., Vail, P.R., 1987. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic (250 million years ago to present). *Science*, 235, 1156–1167.
- Inverno, M.C., Manuppella, G., Zbyszewski, G., Pais, J., Ribeiro, M.L., 1993. Notícia Explicativa da folha 42 C (Santiago do Cacém). Lisboa, Serviços Geológicos de Portugal.
- Pimentel, N.L., 1997. O Terciário da Bacia do Sado – Sedimentologia e Análise Tectono-Sedimentar. Dissertação de Doutoramento, FCUL, Departamento de Geologia, Lisboa, 381p.
- Pimentel, N.L. & Azevêdo, T.M., 1994 – Etapas e controlo alpino da sedimentação da bacia do Sado (SW de Portugal). *Cuad. Lab. Xeol. Laxe* 9, Coruña, 229–238.