



Variação isotópicas $\delta^{13}\text{C}_{\text{carbonatos}}$ na sucessão da baía de Três Angras - Afloramento Mesozóico da Carrapateira (Kimeridgiano inferior)

$\delta^{13}\text{C}_{\text{carbonate}}$ record of the Três Angras succession – Carrapateira Outlier (Lower Kimmeridgian)

Marisa Borges^{1,3*}, Robbie Goodhue², Paulo Fernandes¹, Zélia Pereira³, Vasco Matos¹, Bruno Rodrigues¹

¹ CIMA, Universidade do Algarve, 8005-139 Faro, (*marisa.borges@ineg.pt)

² Departamento de Geologia, Trinity College Dublin, Irlanda

³ LNEG, 4466-901 S. Mamede de Infesta

Resumo

O afloramento Mesozóico da Carrapateira (AMC), localizado a 20 km a norte de Sagres é formado por sedimentos do Triássico Superior ao Kimmeridgiano. Para compilar os valores $\delta^{13}\text{C}$ para esta secção, sessenta e cinco amostras de carbonatos foram estudadas. Os valores $\delta^{13}\text{C}$ variam gradualmente ao longo da sucessão mostrando uma linha de base com uma tendência geral negativa. No entanto, a curva de $\delta^{13}\text{C}$ indica duas principais excursões negativas $\delta^{13}\text{C}$, a primeira relacionada com a presença de um nível conglomerático, com um valor mínimo de -1,38 ‰ e uma segunda excursão com um valor mínimo de -3,10 ‰, imediatamente abaixo das camadas de calcário bioclástico do topo da sucessão. Em geral, a tendência negativa inicial está de acordo com a curva de $\delta^{13}\text{C}$ global, para o Kimmeridgiano no Domínio Tetsiano, onde o AMC se insere. As duas excursões negativas são tendencialmente relacionadas com as perturbações no ciclo regional de carbono. Assim, ambos são interpretados como um resultado da entrada de grande quantidade de ^{12}C para a bacia, como resultado de impulsos regressivos como sugerido pela análise sedimentológica, TOC e de palinofácies.

Palavras chave: Calcários, Carrapateira, $\delta^{13}\text{C}$, Kimmeridgiano inferior

Abstract

The Carrapateira Outlier (CO) located 20 km north of Sagres is formed by Upper Triassic to Kimmeridgian sediments. To compile $\delta^{13}\text{C}$ chemostratigraphy for this section, sixty five bulk carbonate samples were studied. The $\delta^{13}\text{C}$ values vary gradually throughout the succession showing a baseline with a general decreasing trend up section, ranging from 1.59‰ to -0.68‰. However, the $\delta^{13}\text{C}$ curve indicates two main negative $\delta^{13}\text{C}$ excursions, the first related to a carbonate coarse grained interval with a minimum value of -1.38‰ and a second excursion with a minimum value of -3.10 ‰, immediately below the bioclastic rich beds of the top of the section. In general, the decreasing baseline trend agrees with the global $\delta^{13}\text{C}$ curve for the Kimmeridgian in the Tethyan Realm, where the CO was located. The two negative excursions are tentatively related to regional perturbations in the carbon cycle. Hence, both are interpreted as a result of large input of ^{12}C to the basin as a result from regressive pulses as suggested by the sedimentological, TOC and palynofacies analysis.

Keywords: Carrapateira, $\delta^{13}\text{C}$, Limestones, Lower Kimmeridgian

Introdução

A Bacia Algarvia corresponde à margem Continental Sul Portuguesa, representada por uma faixa com alinhamento E-W, estando a sua parte emersa representada entre o Cabo de S. Vicente e o Rio Guadiana. É constituída por mais de 3000 m de sedimentos marinhos acumulados durante o Mesozóico e Cenozóico, que assentam discordantemente sobre o substrato Paleozóico da Zona Sul Portuguesa (Mannupella et al., 1988).

A origem e evolução desta bacia sedimentar foi condicionada pelos processos de abertura do Atlântico Norte e Central, que se seguiram à fragmentação do supercontinente Pangea, desde o Triásico Superior até ao Cretácico Inferior.

O Afloramento Mesozóico da Carrapateira (AMC) (Fig. 1), localizado 20 km a norte da BA, compreende várias unidades litoestratigráficas de idades compreendidas entre o Triásico superior e o Kimeridgiano inferior (Ramalho & Ribeiro, 1985).

A base desta sucessão é constituída por depósitos fluviais vermelhos, passando a calcários e dolomitos (Complexo margo-carbonatado de Silves), do Triásico superior – Hetangiano (Ribeiro et al., 1987). As unidades seguintes, com algumas dezenas de metros, encontram-se intensamente dolomitizadas, tendo sido atribuídas ao Jurássico Inferior? a Médio/Superior (Ramalho & Ribeiro, 1985). A parte superior do AMC é observável na Baía das Três Angras, entre a Praia da Bordeira e a Praia do Amado, com uma espessura de aproximadamente 50 m. É constituída essencialmente por calcários bioclásticos e um nível conglomerático na base, passando a intercalações de calcários e margas, a meio da sucessão, e o topo por calcários ricos em macrofósseis, incluindo, corais em posição de vida (Ribeiro et al., 1987). Esta secção foi atribuída ao Kimeridgiano inferior com base em corais, foraminíferos e dinoflagelados (Borges et al., 2011). A sucessão é interrompida pelo topo da arriba e pela cobertura dunar quaternária.

Estudos sedimentológicos e palinológicos preliminares indicam que a sucessão da baía de Três Angras foi controlada por variações médias do nível do mar (ciclos de segunda ordem). Acima do nível inferior de dolomitização ocorre uma sequência transgressiva ao que se segue um pequeno episódio regressivo materializado pelos níveis de calcarenitos e por um conglomerado (Fig. 2). Sucede-se um novo evento transgressivo que corresponde a intercalações de calcários e margas que termina com um novo episódio regressivo. As unidades do topo da sucessão sugerem nível do mar estacionário de águas pouco profundas (Fig. 2).

As variações das razões isotópicas de carbono ao longo das sucessões estratigráficas, reflectem variações no ciclo de carbono que podem estar relacionadas com a produtividade orgânica nos oceanos ou com a variação dos gases atmosféricos com efeito de estufa (Marshall, 1992).

O Jurássico Superior é conhecido por apresentar perturbação significativa no ciclo de carbono global, que teve um grande impacto sobre a sedimentação carbonatada (Nunn & Price, 2010).

Com este trabalho pretende-se determinar as variações nas assinaturas do $\delta^{13}\text{C}$ dos carbonatos presentes na sucessão da Baía das Três Angras e relacioná-las com o registo sedimentar.

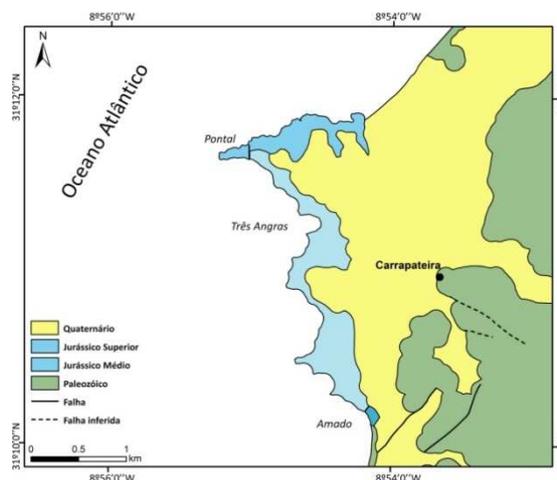


Fig. 1 – Mapa Geológico simplificado do Afloramento Mesozóico da Carrapateira (adaptado de Feio et al., 1985).

Metodologia

As amostras estudadas foram recolhidas ao longo da sucessão da Baía das Três Angras, tendo sido preferencialmente amostrados calcários micríticos, com baixo conteúdo fossilífero, num total de 65 amostras. As amostras foram preparadas de acordo com as metodologias standard descritas por McCrea (1950).

Os dados da razão isotópica $\delta^{13}\text{C}$ foram obtidos através do Espectrómetro de Massa, Thermo Delta^{plus} de fluxo contínuo da razão isotópica (CF-IRMS), ligado a “Thermo GasBench II” equipado com “CTC Analytics CombiPal Autosampler”, com termóstato e “FMI acid pump” (Révész & Landwehr, 2002).

Os trabalhos analíticos de geoquímica de isótopos estáveis foram levados a cabo no Laboratório de Geoquímica do Departamento de Geologia da Universidade de Dublin Trinity College, Irlanda. Todos os valores são apresentados em ‰ $\delta^{13}\text{C}$ em relação ao standard PDB, com um erro experimental $\leq 0,06$ ‰.

Com o objectivo de verificar os minerais das amostras em estudo, especialmente na identificação de carbonatos, susceptíveis de alterar a qualidade dos resultados obtidos, optou-se por fazer a determinação da composição mineralógica das amostras utilizadas na análise de isótopos estáveis, utilizando para o efeito o difractómetro de Raios-X, Phillips PW1720 power x-ray diffractometer (XRD).

Para os estudos palinológicos e análise de TOC, foram recolhidas 33 amostras de margas e carcários margosos. Os resíduos orgânicos foram obtidos segundo as técnicas palinológicas padrão (Wood et al., 1996), no Laboratório de Palinologia do Departamento de Geologia do LNG/LNEG, em Alfragide, Lisboa.

Para obter os dados necessários ao estudo de palinofácies, efectuou-se a quantificação do conteúdo palinológico das amostras, num total de 300 partículas por lâmina. Os parâmetros iniciais de identificação basearam-se na classificação proposta por Tyson (1995).

Os valores de TOC foram obtidos através da análise do resíduo orgânico de 24 amostras, num analisador de carbono orgânico total TOC 5050 Shimadzu. Este estudo foi efectuado no laboratório do Instituto de Ciências da Terra, da Universidade de Heidelberg.

Resultados

Os valores de isótopos estáveis de carbono variam gradualmente ao longo da sucessão, verificando-se uma tendência geral de diminuição de $\delta^{13}\text{C}$ para o topo da sucessão até à base dos níveis calcários bioclásticos ricos em corais, com valores compreendidos entre 1,91‰ na base e -3,1‰ no topo da sucessão (Fig. 2).

Desde a base verifica-se uma tendência geral positiva da curva $\delta^{13}\text{C}$, em que os valores de mantêm mais ou menos constantes variando entre 1,1‰ e 1,91‰, coincidindo com um episódio transgressivo sugerido pela elevada percentagem de microplâncton e dinoflagelados presentes nas amostras recolhidas nos níveis margo-carbonatados.

Esta tendência sofre uma alteração brusca, no intervalo compreendido entre os 16 e 18 m da sucessão, com o início de camadas de calcarenitos, evidenciando a ocorrência de um episódio regressivo rápido, estando o seu máximo materializado por um nível conglomerático com seixos de carbonatos e fragmentos de plantas. Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ atingem neste nível um valor mínimo de -1,38‰, enquanto que os valores de TOC chegam aos 1,77wt.%. Por outro lado, ao analisarmos os diagramas de distribuição dos componentes orgânicos, presentes nas amostras deste intervalo, podemos verificar um aumento da percentagem de esporos e de fitoclastos amorfizados, que no conjunto sugerem um

ambiente proximal, com condições óxicas, e a ausência de palinomorfos marinhos.

Após esta excursão negativa, os valores de $\delta^{13}\text{C}$ regressam a valores que marcam a tendência geral da sucessão. No entanto, a partir dos calcários margosos, presentes aos 32 m da sucessão, verifica-se uma nova diminuição dos valores de $\delta^{13}\text{C}$, sugerindo novo episódio regressivo. Embora a nível litológico este último intervalo regressivo não tenha assumido uma expressão tão significativa como o anterior.

Como parte da sucessão está afectada por processos diagenéticos de dolomitização, fez-se a identificação por difracção de Raios-X do material presente em todas as amostras estudadas para $\delta^{13}\text{C}$. Como o principal mineral identificado em todas as amostras foi a calcite os resultados obtidos para os valores de $\delta^{13}\text{C}$ não foram afectados pela dolomitização.

Conclusões

Comparando a curva global da variação do $\delta^{13}\text{C}$ para o Kimeridgiano, com os valores obtidos na sucessão da baía de Três Angras verifica-se que estes são correlacionáveis e indicam uma tendência de variação de $\delta^{13}\text{C}$ negativa (Weissert & Erba, 2004; Rey & Delgado, 2002).

A perturbação provocada pela excursão negativa correspondente ao primeiro episódio regressivo sugere uma perturbação regional no ciclo de carbono. O aumento dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ verificados na bacia de sedimentação neste intervalo sugerem que estão relacionados com intensa meteorização das áreas continentais. O aumento de TOC registado neste intervalo terá tido origem no aporte de material orgânico de origem continental, o que corrobora a ocorrência de um episódio regressivo neste intervalo.

Uma situação idêntica, com diminuição de valores $\delta^{13}\text{C}$ e coincidente novamente com aumento de material orgânico de natureza continental (fitoclastos) é verificado no segundo evento regressivo, sugerido para a sucessão.

Com este estudo verificou-se que a nível da bacia é possível, com o uso da curva de alta resolução de variação de $\delta^{13}\text{C}$, verificar a validade desta ferramenta na identificação de episódios de perturbação regional do ciclo de carbono, neste caso relacionados com ciclos menores da variação do nível médio da água do mar.

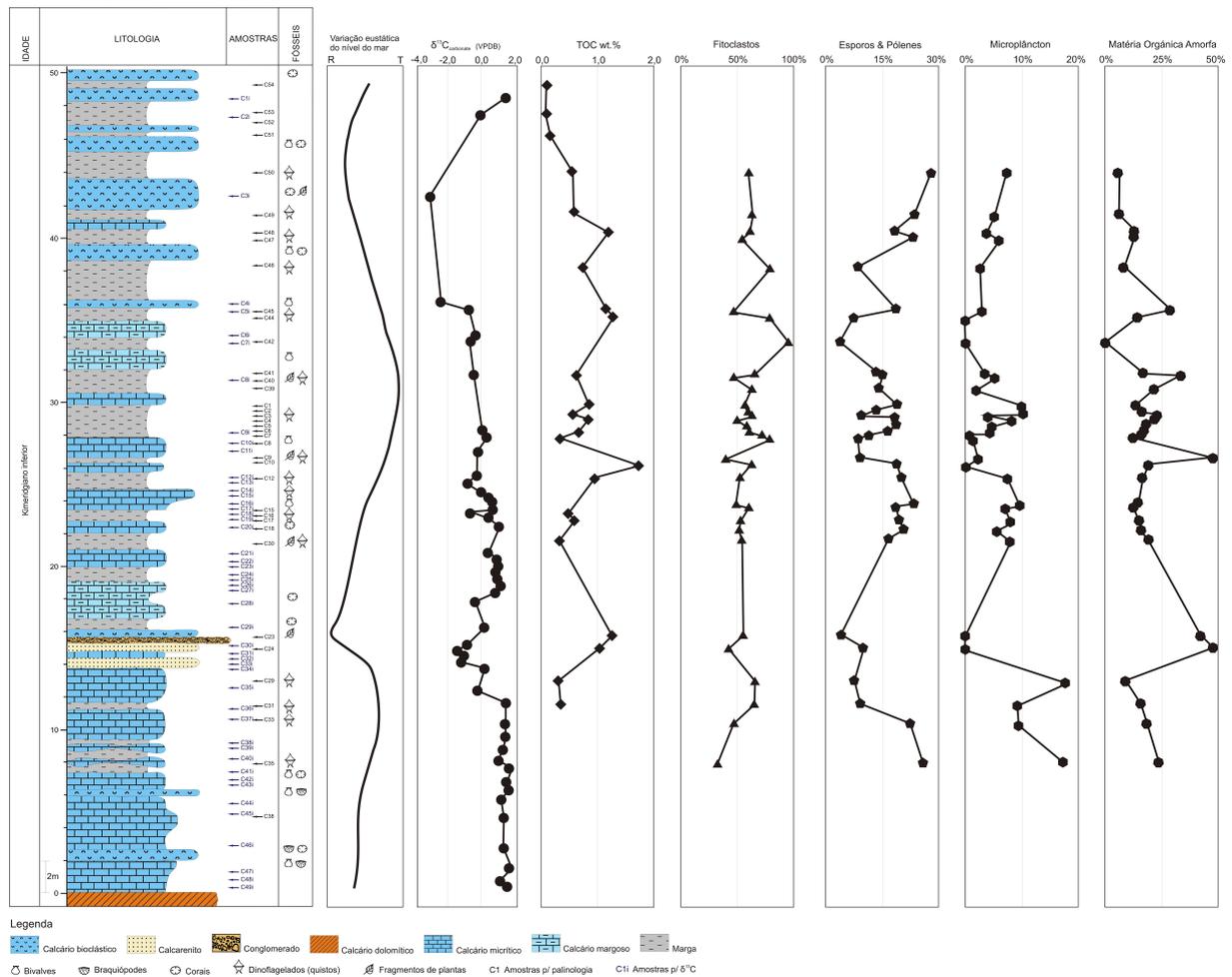


Fig. 2 – Comparação dos resultados $\delta^{13}\text{C}$, TOC, Fitoclastos, Esporos e Pólenes, Microplâncton e Matéria Orgânica, com a curva da variação eustática do nível do mar, obtidos no AMC.

Agradecimentos

Marisa Borges beneficia de uma Bolsa de Doutoramento (SFRH/BD/40428/2007) atribuída pela FCT.

Referências Bibliográficas

- Borges, M., Riding, J. B., Fernandes, P., Pereira, Z., 2011. The Jurassic (Pliensbachian to Oxfordian) palynology of the Algarve Basin and the Carrapateira outlier, southern Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 163 (3-4), pp. 190–204.
- Feio, M., Ribeiro, A., Ramalho, M. M., 1985. Carta Geológica de Portugal, na escala de 1:50 000. *Folha 48-D (Bordeira)*. Serviços Geológicos de Portugal.
- Mannupella, G., Marques, B., Rocha, R. B., 1988. Evolution tectono-sédimentaire du bassin de l'Algarve pendant le Jurassique. *2nd International Symposium on Jurassic Stratigraphy*. Lisboa, pp. 1031–1046.

Marshall, J. D. (1992). Climatic and oceanographic isotopic signals from the carbonate rock record and their preservation. *Geological Magazine*, 129 (2). pp 143–160.

Nunn, E. V., Price, G. D., 2010. Late Jurassic (Kimmeridgian–Tithonian) stable isotopes ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$) and Mg/Ca ratios: New palaeoclimate data from Helmsdale, northeast Scotland. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 292, pp. 325–335.

Ramalho, M., Ribeiro, A., 1985. The geology of the Mesozoic – Carrapateira Outlier (W Algarve) and its relationship with the opening of the North Atlantic. *Comum. Serv. Geol. Port.*, Lisboa, 71 (1), pp. 51–54.

Révész, K. M., Landwehr, J. M., 2002. $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ Isotopic Composition of CaCO_3 Measured by Continuous Flow Isotope Ratio Mass Spectrometry: Statistical Evaluation and Verification by Application to Devils Hole Core DH-11 Calcite. Published by John Wiley & Sons, Lt. *In Rapid Communications in Mass Spectrometry*, V.16., pp. 2,102–2,114.

- Rey, J., Delgado, A., 2001. Carbon and oxygen isotopes: a tool for Jurassic and early Cretaceous pelagic correlation (southern Spain). *Geological Journal*, 37, pp. 337– 345.
- Ribeiro, A., Ribeiro, J. T., Ramalho, M. M. L., Silva, L., 1987. Carta Geológica de Portugal na escala 1/50.000 *Notícia Explicativa da Folha 48-D*. Bordeira Serviços Geológicos de Portugal.
- Weissert, H., Erba, E., 2004. Volcanism, CO₂ and palaeoclimate: a Late Jurassic–Early Cretaceous carbon and oxygen isotope record. *Journal of the Geological Society*, London, Vol. 161, pp. 1– 8.
- Tyson, R. V., 1995. *Sedimentary organic matter: organic facies and palynofacies*. Chapman & Hall, London, 615 pp.
- Wood, G. D., Gabriel, A. M., Lawson, J. C., 1996. Palynological techniques - processing and microscopy. In: Jansonius, J., and McGregor, D.C. (eds.), *Palynology: Principles and Applications*, American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 1. Dallas, pp. 29-50.