



Proveniência da Titanite no Algarve (Sul de Portugal) *Provenance of Titanite in Algarve (South Portugal)*

B. Rodrigues¹, P. Fernandes², C. Veiga-Pires^{2,3}, N. Machado^{3*}

¹⁻² Universidade do Algarve - CIMA - ¹bmgrodrigues@sapo.pt
³ GEOTOP

Resumo

Com o objectivo de avaliar a proveniência da titanite existente nas praias e ribeiras do Algarve e avaliar o seu potencial para estudos de proveniência, foram estudadas diversas amostras recolhidas em afloramentos rochosos e em sedimentos detríticos de praias e ribeiras do Algarve (Sul de Portugal). A titanite, quando observada em grãos individuais com formas arredondadas pode ser facilmente confundida com a monazite. Nestes casos, recorreu-se à análise por difractometria de raios-X, tendo sido possível confirmar a identificação da titanite através de cálculos estequiométricos a partir dos elementos maiores. Nas amostras referentes aos sedimentos detríticos, a titanite foi observada em praticamente todas as amostras estudadas. Nas praias é abundante e arredondada. Nas ribeiras a titanite é igualmente abundante mas apresenta formas praticamente euédricas, em particular a sul do Maciço Ígneo de Monchique. As amostras dos afloramentos do Plio-Pleistocénico também contêm titanite arredondada. As amostras correspondentes aos grauvaques do Paleozóico (Fm. Brejeira) são desprovidas de titanites. Nas amostras do Maciço Ígneo de Monchique foi observada uma grande quantidade de titanite muito angulosa e translúcida. Através das observações efectuadas foi possível concluir que a principal fonte de titanite para as ribeiras e praias do Algarve ocidental é o Maciço Ígneo de Monchique, revelando-se este mineral como um bom traçador sedimentar para estudos paleoambientais.

Palavras chave: Proveniência, Titanite, Raios-x

Abstract

In order to evaluate the origin of titanite in beaches and rivers of the Algarve and its potential for provenance studies, several outcrops and detrital sediments of rivers and beaches of the Algarve (southern Portugal) were sampled. When observed in grain, titanites that show rounded shapes can be easily confused with the mineral monazite. In such cases, the grains are analyzed by X-ray diffractometry in order to confirm or its identification. The identification of titanite was made through stoichiometric calculations using major elements. Titanite was observed in almost all detrital samples studied. In the samples collected on the beaches titanite is abundant and shows rounded shapes. In the sediments collected from the rivers streams titanite is also abundant and some had euhedral forms, particularly in the river streams south of the Igneous Monchique Massif. Samples from outcrops of the Plio-Pleistocene also yielded rounded titanite. The samples corresponding to Palaeozoic greywackes (Brejeira Formation) are devoid of titanite. Samples from the Igneous Monchique Massif had a large amount of angular and translucent titanite. The main source of titanite for the streams and beaches in western Algarve is the Igneous Monchique Massif, and the titanite also revealed to be a good tracer for provenance and paleoenvironmental studies.

Keywords: Provenance, Titanite, X-rays

* Post-mortem tribute

Introdução

A titanite (CaTiSiO_5) é um mineral acessório comum num grande número de rochas ígneas, nomeadamente granitos, granodioritos, dioritos, sienitos e sienitos nefelínicos (Deer *et al.*, 1992). Este mineral é moderadamente estável (Pettijohn *et al.*, 1987), sendo referenciado como pouco resistente à meteorização química, ao transporte e raramente encontrada em sedimentos detríticos (Deer *et al.*, 1992). O aspecto resinoso dos grãos, a forma em cunha e a secção transversal rômica, constituem elementos diagnósticos característicos para a sua identificação quando observado em grão. A observação de minerais em grão à lupa binocular suscita por vezes dúvidas devido ao grau de arredondamento dos grãos. Este problema é aumentado quando ocorrem espécies minerais com características muito semelhantes e com um grau de arredondamento elevado (*e.g.* monazite e titanite). Nesses casos, a utilização de difractividade de raios-X para a identificação dos minerais revela-se de extrema utilidade para a sua correcta identificação.

Com o objectivo de avaliar a proveniência da titanite existente nas praias e ribeiras do Algarve e avaliar o seu potencial como mineral traçador para estudos de proveniência, foram estudadas diversas amostras de afloramentos rochosos e de sedimentos detríticos de praias e de ribeiras do Algarve oeste (Sul de Portugal) (fig. 1).



Figura 1 – Localização das amostras estudadas.

Metodologia

Foram recolhidas várias amostras de sedimentos detríticos em ribeiras e praias do Algarve Ocidental e em diversos afloramentos rochosos da Formação Brejeira (Carbonífero Superior), do maciço sienítico de Monchique (Cretácico Superior) e do Plio-Pleistocénico. As amostras foram britadas, lavadas para eliminar os finos e crivadas com crivos de 63 e 200 μm . Os sedimentos retidos entre os 200 e os 63 μm foram sujeitos a uma separação por diferença de densidades usando iodeto de metileno ($d=3,32 \text{ g.cm}^{-3}$). Os minerais pesados (MP) assim concentrados foram separados de acordo com a sua suscetibilidade magnética no separador magnético isodinâmico *Frantz*. A fracção mineral atraída a 1 A, onde se encontra a titanite, foi observada à lupa binocular. Este tipo de observação suscita por vezes dúvidas devido ao grau de arredondamento dos grãos. Este problema é agravado quando ocorrem espécies minerais com

características muito semelhantes como é o caso da titanite e da monazite. Nestes casos recorreu-se à energia dispersiva de raios-X, cujo detector estava associado a um microscópio electrónico de varrimento (MEV), para distinguir estas duas espécies minerais. A identificação dos minerais é depois obtida por cálculos estequiométricas a partir dos elementos maiores. Foi assim possível confirmar a presença de titanite (fig. 2) nas amostras estudadas que apresentavam dificuldades de identificação à lupa binocular.

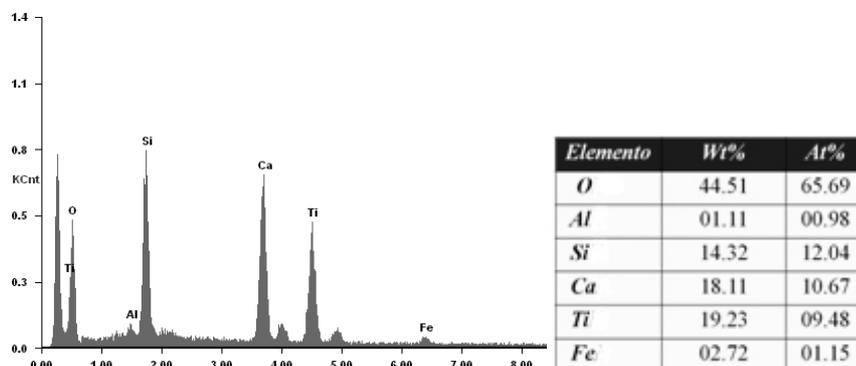


Fig. 2 – Espectro obtido por raios-x e exemplo da composição química elementar da titanite analisada.

Resultados

Nas amostras referentes aos sedimentos detríticos (fig. 1), a titanite foi observada em praticamente todas as amostras estudadas. Nas praias é abundante e arredondada. Nas ribeiras a titanite é igualmente abundante mas apresenta formas praticamente euédricas, em particular a sul do Maciço Ígneo de Monchique. As amostras dos afloramentos do Plio-Plistocénico estudadas também contêm titanite arredondada. As amostras correspondentes aos grauvaques do Paleozóico (Fm. Brejeira) são desprovidas de titanites, enquanto que nas amostras do Maciço Ígneo de Monchique foi observada uma grande quantidade de titanite bem angulosa e translúcida.

Encontrada esta discrepância entre o modo de ocorrência da titanite entre o Maciço Ígneo de Monchique e nas ribeiras e praias, foi seleccionada uma ribeira onde a titanite ocorresse homogeneamente ao longo de toda a sua extensão. A ribeira seleccionada foi a ribeira de Boina por abranger na sua cabeceira o maciço de Monchique e desta forma testar a variabilidade da forma dos grãos em função da distância à rocha mãe. Ao longo da bacia da ribeira de Boina, foram observadas titanites de rochas britadas do maciço de Monchique (06MONP1) e de sedimentos do leito da ribeira a respectivamente 1,05 km (BOI-1), 3,4 km (BOI-2), 7 km (BOI-3) e 13,5 km (BOI-4) de distância do Maciço de Monchique (fig. 3A). Os exemplares de titanite provenientes do maciço sienítico são exemplares bem angulosos, translúcidos, apresentando a características forma em cunha e secção transversal rômbrica da titanite. As titanites estudadas nas amostras a jusante do maciço apresentam gradualmente arestas mais arredondadas sendo mais perceptível a sua tonalidade amarelada (fig. 3B). As variedades mais angulosas continuam a estar presentes ao longo da ribeira mas numa proporção relativa menor para jusante. Nas praias, as titanites ocorrem arredondadas (fig. 3B).

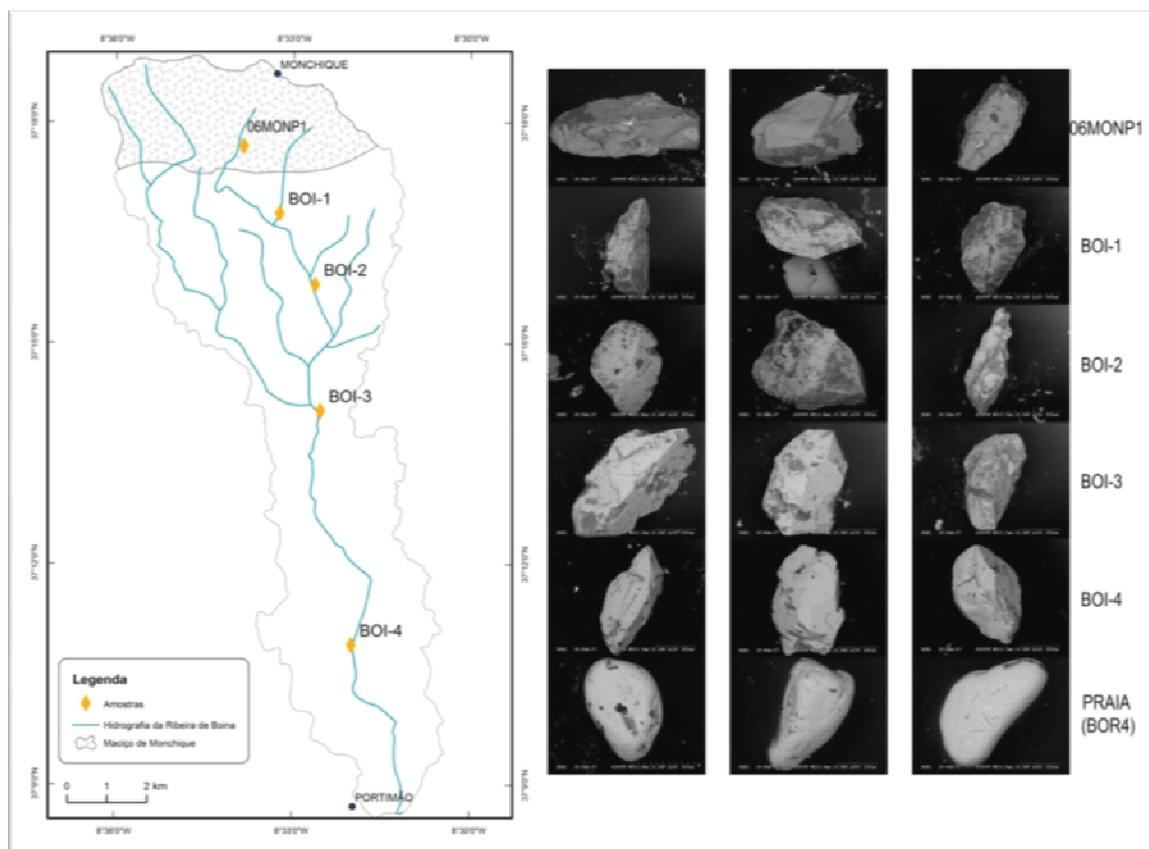


Fig. 3 – Locais de amostragem e imagens de grãos captadas no MEV ao longo da Ribeira de Boina.

Discussão/Conclusões

Apesar de bons indicadores, a identificação da proveniência dos sedimentos a partir de MP é normalmente problemática fornecendo muitas vezes conclusões erróneas. Isto deve-se a uma variedade de factores enumerados por Morton (1991, 1999), os quais alteram o número de espécies minerais da associação de MP que está presente na rocha-fonte, dificultando também a sua identificação nos sedimentos. Estes factores são nomeadamente: mudanças ocorridas na mineralogia por meteorização; mudanças causadas por processos mecânicos (abrasão) durante o transporte antecedente à deposição final; efeitos da diagénese causados pela percolação de fluidos pós-deposicionais através do sedimento; variações nos processos laboratoriais, incluindo tratamentos pré-químicos, métodos de separação e de identificação dos minerais, uma vez que qualquer analista, mesmo que experiente, efectua com um grau de subjectividade algumas das suas identificações.

A ausência de titanite nas amostras observadas de rochas da Fm. Brejeira, exclui esta formação como provável fonte deste mineral, o que nos remete para o Maciço de Monchique como principal fonte de toda a titanite nos sedimentos actuais, considerando que estas duas unidades são as principais fontes de sedimentos das ribeiras e praias da área de estudo. Trabalhos efectuados no Golfo do México e no Mar do Norte revelaram que a titanite desaparece respectivamente entre os 3-4 km e a 1 km de profundidade (Morton & Hallsworth, 2007). De acordo com a história térmica da Fm. da Brejeira, esta esteve possivelmente a profundidades de cerca de 4,5 km (McCormark et al, 2007). Atendendo ao padrão de diluição em rochas detríticas semelhantes (Morton & Hallsworth, 2007), a ausência de grãos de titanites nas amostras da Fm. Brejeira corresponde possivelmente a: 1) diluição e transformação em minerais autigénicos (vários óxidos de titânio existente) ou 2) inexistência de titanite na área fonte que alimentou a Fm. Brejeira. Todavia, esta última hipótese deve ser a menos provável. A partir dos resultados obtidos, a única fonte actual de titanite neste sector do Algarve é o Maciço de Monchique, onde ocorre de forma homogénea e abundante (Sousa, 1926; Pereira, 1940; Kraatz-Koschlau e Hackman, 1967) Uma maior precisão sobre a origem da proveniência das

titanites observadas nas praias e ribeiras teria sido obtida através da datação das mesmas, facto que até ao momento não foi possível.

O grau de arredondamento obtido rapidamente ao longo dos pequenos cursos de água, como o observado para a ribeira de Boia, demonstra que a titanite pode chegar às praias bastante arredondada, sendo resultado tanto do efeito de abrasão como de uma possível meteorização química que ocorre durante a meteorização do Maciço de Monchique e transporte sedimentar. Portanto, grãos minerais de titanite que correspondem, possivelmente, a um primeiro ciclo sedimentar, apresentam-se nas praias com características de grãos reciclados ou que percorreram grandes distâncias, isto é, arredondados e de esfericidade média a elevada.

Através das observações efectuadas foi possível concluir que a principal fonte de titanite para as ribeiras e praias do Algarve ocidental é o Maciço de Monchique, revelando-se este mineral um bom traçador sedimentar para estudos paleoambientais.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado no âmbito do projecto CHYNA (POCTI/CTA/48375/2002), financiado pelo FEDER e OE, através da Fundação para a Ciência e Tecnologia.

Referências

- Deer W. et al, 1992. An Introduction to the Rock Forming Minerals. (2nd edition). Longman, London, 696 p. Tradução portuguesa para Minerais constituintes das rochas: uma introdução. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa (2000).
- Sousa, F., 1926. La Serra de Monchique. Bulletin de la Société Géologique de France, nº 26, pp. 321-350.
- Pereira, J., 1940. Contributo para o estudo das rochas do afloramento eruptivo de Monchique (Portugal). Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências do Porto, Porto, 31 p.
- Pettijhon, J. et al, 1987. Sand and Sandstone. Springer-Verlag, New York, 553 p.
- McCormack, et al, 2007. The thermal history of the Upper Palaeozoic rocks of southern Portugal. Marine and Petroleum Geology, 24, pp. 145-150.
- Morton, A., 1991. Geochemical studies of detrital heavy minerals and their application to provenance research. Geological Society, London, Special Publications, vol. 57, pp. 31-45.
- Morton, A., Hallsworth, C., 1999. Processes controlling the composition of heavy mineral assemblages in sandstones. Sedimentary Geology, vol. 124, pp. 3-29.
- Morton, A., Hallsworth, C., 2007. Stability of detrital heavy minerals during burial diagenesis. Developments in Sedimentology, Vol. 58, 215-245, Elsevier
- Kraatz-Koschlau, K., Hackman, V., 1967. O sienito eleolítico da serra de Monchique, suas rochas filonianas e de contacto; Trad. Santos, A., Centro de Estudos de Geologia da Faculdade de Ciências de Lisboa, Lisboa, 107 p.
- Santos, A., 1973. Estudo geológico e geoquímico do maciço de Monchique. Boletim do Museu e laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências, vol. 13º, fasc. 2º, Universidade de Lisboa, pp. 143-251.