

Paleomagnetismo do maciço de Monchique (Sul de Portugal): implicações tectónicas

Palaeomagnetism of Monchique massif (South Portugal): tectonic implications

GOMES, C. S. R.¹ & GAMA PEREIRA, L. C.¹

Abstract

New palaeomagnetic data of the Monchique massif (Algarve, southern Portugal) are discussed within a regional tectonic model. Previous palaeomagnetic data and the new data allow a tectonic model discussion. This approach provides new insights in the tectonic evolution of the Monchique massif in association to the Cretaceous rotation of Iberia. The fissural intrusion into the Palaeozoic bedrock is also deformed by the tectonic adjustments in the Upper Cretaceous. The Iberian tectonic deformation develops shear bands in a NE-SW direction with a leftward displacement. Flexures in a strained zone can affect the massif and be responsible for the deviation in the palaeomagnetic directions. The sigmoidal arrangement of the massif in a leftward simple shear zone is coherent with the folds in the Palaeozoic and Mesozoic neighbouring strata. This regional folding has, also, subsequently rotated in a similar sigmoidal shape.

Key words: Palaeomagnetism, tectonics, simple shear zone, Monchique massif (Southern Portugal).

(1) Departamento de Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia de Coimbra e Centro de Geociências da Universidade de Coimbra. Largo Marquês de Pombal. 3000-272 Coimbra. (romualdo@dct.uc.pt)

INTRODUÇÃO

O maciço de Monchique (figura 1), localizado na região SW da Zona Sul Portuguesa (LOTZE, 1945) intruiu em rochas do 'flysh' Carbónico, onde produziu uma auréola de metamorfismo de contacto. Com uma forma alongada, segundo a direcção E-W, apresenta um eixo maior de 16 km e menor de cerca de 6 km, ocupando uma área aproximada de 63 km². É constituído essencialmente por sienito nefelínico (95%), cortado, em alguns sítios, por filões de rochas básicas e tem-lhe sido atribuída uma idade radiométrica de 72 ± 2 M.a., pelo método K/Ar (STORETVEDT *et al.*, 1990).

O maciço é recortado por um sistema de fracturas com uma direcção média de N55°E, que estão bem expressas no sector oriental. Na parte ocidental, é seccionado por uma falha norteada (i.e. Falha de Portimão) que inflecte depois para NW, ao atravessar o maciço. Este fica, assim, dividido, *grosso*

modo, em três sectores (figura 2): sector I, a ocidente, que engloba a zona a oeste da Falha de Portimão; sector II, ou central, que define a área centro/norte do maciço; e o sector III que é representado pela região mais oriental.

Os primeiros dados paleomagnéticos, obtidos em amostras do Maciço de Monchique, foram publicados por VAN DER VOO, em 1969. Desde então, outros dados têm vindo a ser apresentados, como se resume na tabela 1. Observando estes dados, pode verificar-se que as direcções 1 e 2 são concordantes. Porém, a direcção 3, em relação a 2, apresenta uma diferença angular de 7,0° para Este (R = -7,0°, com $_R = 6,6^\circ$, de acordo com DEMAREST, 1983). Estas três direcções foram obtidas a partir do estudo de amostras pertencentes aos sectores II e III do maciço. A direcção 4, obtida com amostras dos sectores I e II, apresenta uma diferença angular de 9,6° para Oeste (R = 9,6°, com $\Delta R = 7,2^\circ$), em relação à direcção 2. A

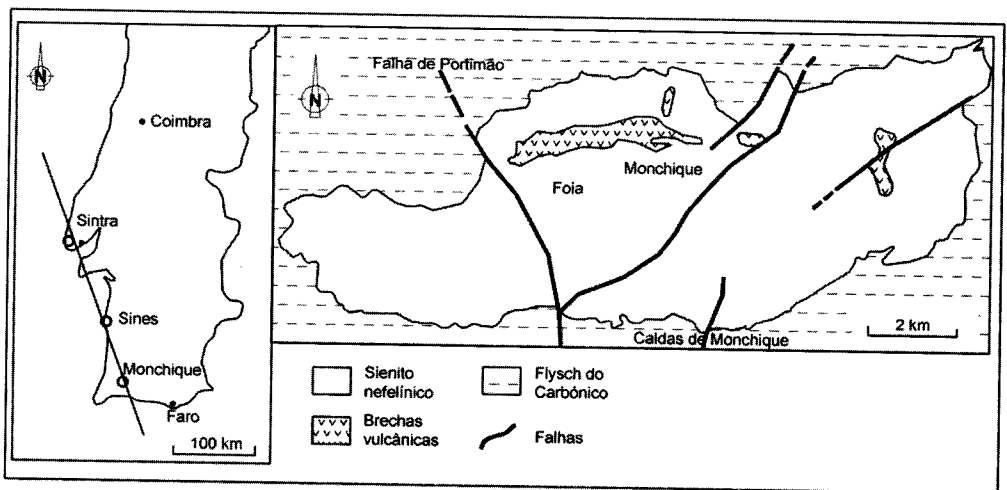
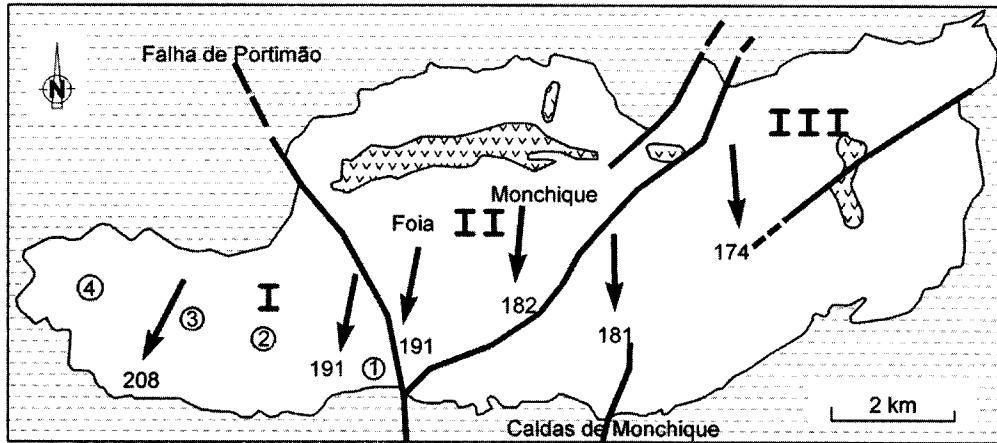


Figura 1. Enquadramento geográfico e geológico do maciço de Monchique (modificado de GONÇALVES, 1967). O segmento de recta, com direcção NNW-SSE, indica o alinhamento dos maciços ígneos do Cretácico superior: Sintra, Sines e Monchique, cuja localização aproximada é dada pelos pequenos círculos.



○ - Pontos da nova amostragem 1 - Casais 2 - Carvalho 3 - Pedra da Cerca 4 - Picos

Figura 2. Direcções do vector declinação paleomagnética nos três sectores do maciço de Monchique: I – sector ocidental; II – sector central; III – sector oriental. Os vectores representados no mapa indicam a direcção da magnetização característica, em cada sector. Os pontos 1, 2, 3 e 4 assinalam os novos locais de amostragem.

Tabela 1. Resumo de alguns resultados paleomagnéticos publicados para o maciço de Monchique.

Direcção	N	Dec. (°)	Inc. (°)	α_{95} (°)	Referência
1	8	182,0	-37,0	6,5	VAN DER VOO (1969)
2	27	181,0	-42,0	4,5	STORETVEDT <i>et al.</i> (1990)
3	38	174,0	-40,6	3,8	GOMES <i>et al.</i> (1992)
4	26	190,6	-39,5	5,4	GOMES & SANT'OVAIA (2000)

direcção 4 é discordante das anteriores, o que levantou a hipótese de o sector I apresentar uma direcção distinta, que poderia resultar da influência de acções tectónicas regionais, actuantes sobre o maciço após a sua implantação.

Numa tentativa de verificar a hipótese apresentada, procedeu-se a nova amostragem (figura 2), distribuída por quatro sítios (Picos, Pedra da Cerca, Carvalhos e Casais 2), todos no sector I do Maciço.

MÉTODOS E RESULTADOS

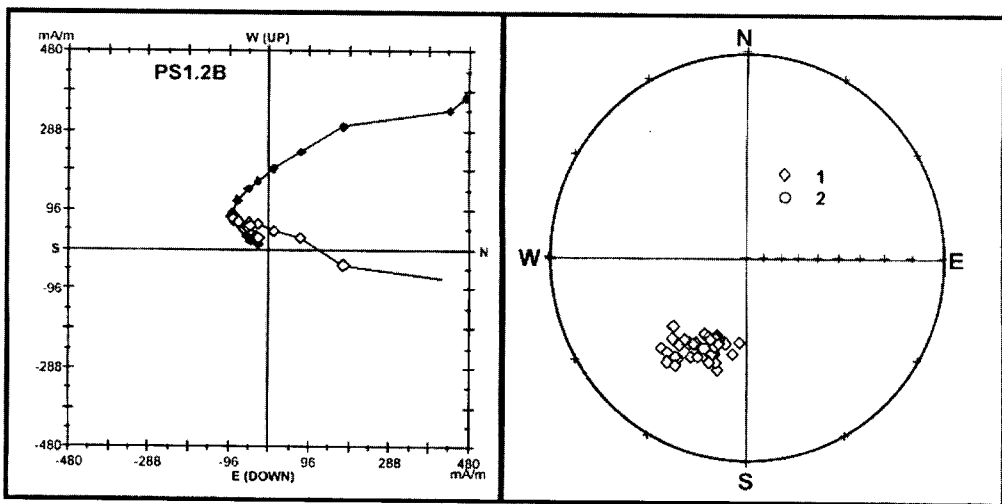
A amostragem foi efectuada com uma máquina perfuradora com broca de diamantes, não magnética, e sistema de arrefecimento a água. As amostras foram orientadas, *in situ*, em relação ao norte e à horizontal. No total, foram obtidas 50 amostras, das quais 23 foram desmagnetizadas por campos magnéticos alternos (CA), até 100 mT, num máximo de 16 passos de desmagnetização/

medição. As amostras foram medidas e desmagnetizadas no Laboratório do Departamento de Geociências Marinhas e Ordenamento do Território da Universidade de Vigo (Galiza, Espanha). A opção pela desmagnetização por CA havia já sido feita anteriormente, por comparação dos resultados obtidos por desmagnetização térmica com aqueles obtidos por desmagnetização CA (GOMES, 2001). Esta última mostrou maior eficácia na definição de componentes de magnetização. As amostras apresentam, na sua maioria, duas componentes: uma de baixa coercividade e facilmente removida até 20 mT e, outra, de maior coercividade, que se considera a componente característica.

Os resultados agora obtidos foram comparados com as componentes já calculadas, para o sector I, em trabalhos anteriores (GOMES, 2001) e a média calculada é dec/

inc = $206,3^\circ / -37,3^\circ$; $\alpha_{95} = 2,9$; $k = 63$, para $N = 39$ (figura 3). Esta direcção é, em relação a 2, ainda mais discordante.

Os valores do vector declinação (figura 2), obtidos nos três sectores do maciço, parecem, assim, ser diferentes. A Falha de Portimão, que atravessa o maciço segundo uma direcção NW-SE, parece constituir o limite Este dos valores mais discordantes, obtidos precisamente no sector I. Os valores da declinação obtidos nos sectores II e III, a este daquela falha, parecem estar rodados no sentido anti-horário, em relação aos do sector I; e os valores do sector III parecem apresentar uma rotação ainda superior aos do sector II (esta hipótese deverá continuar a ser analisada). Se considerarmos os valores dos sectores I e III, em relação aos do sector II parece haver uma rotação simétrica, em relação à parte central.



A)

B)

Figura 3. Projecção ortogonal [A] obtida por desmagnetização CA, até 100 mT, para a amostra PS1.2B (os símbolos a preto representam a projecção horizontal e os símbolos a branco a projecção vertical) e projecção estereográfica [B] das direcções determinadas: 1 - direcções individuais; 2- direcção média calculada (dec/inc = $206,3^\circ / -37,3^\circ$).

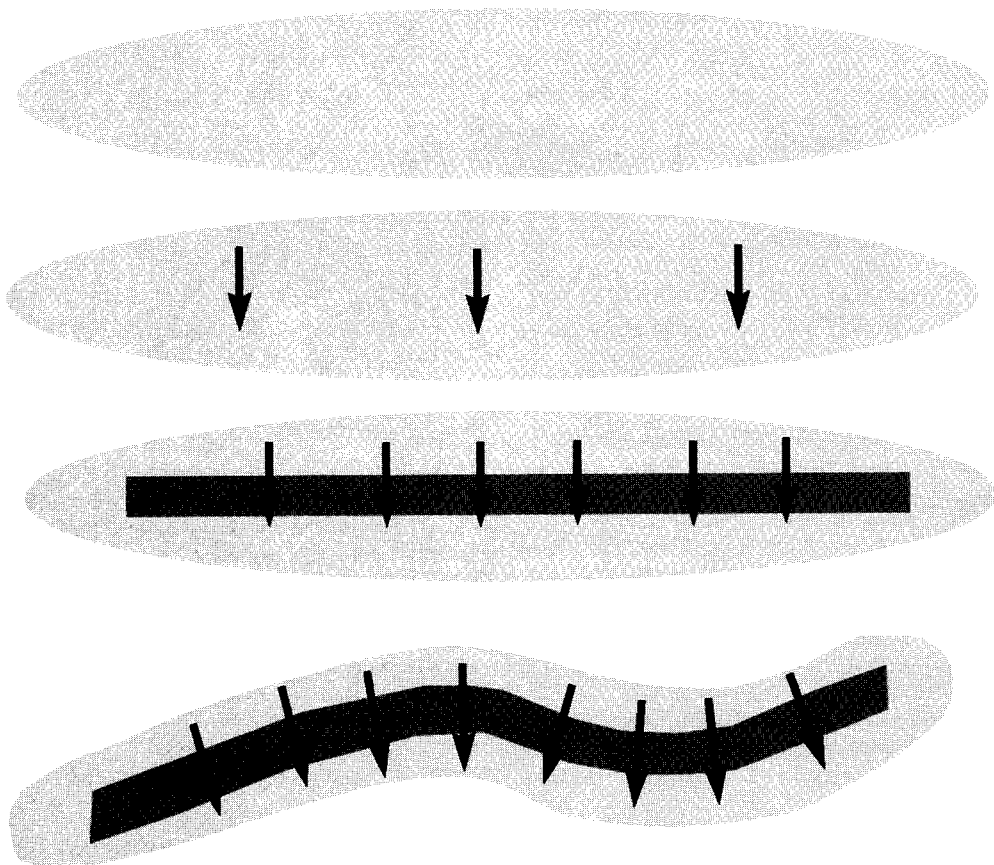


Figura 4. Um modelo de deformação pós-implantação do maciço de Monchique.

Parecendo não haver argumentos para considerar registos paleomagnéticos de idades diferentes, parece ser válido reconhecer que a figura levemente sigmoidal, desenhada pela faixa perpendicular aos vectores que materializam as distintas direcções paleomagnéticas, deverá ser posterior aqueles registos (figura 4).

CONCLUSÕES

A intrusão, do tipo fissural, parece ocupar o eixo de uma estrutura anticlinal em

que a direcção maior apresenta uma leve rotação nos extremos, este e oeste. O extremo este tende a alongar e rodar para NE, no sentido anti-horário, enquanto o extremo oeste alonga e inflecte para SW. Esta possível deformação, pós-implantação, não é facilmente compatibilizada com faixas de deformação (bandas de cisalhamento) com direcção NW-SE, direitas, que materializam a direcção do alinhamento do conjunto Sintra-Sines-Monchique (e.g., RIBEIRO *et al.*, 1979; TERRINHA *et al.*, 1999). A direcção da superfície axial da estrutura

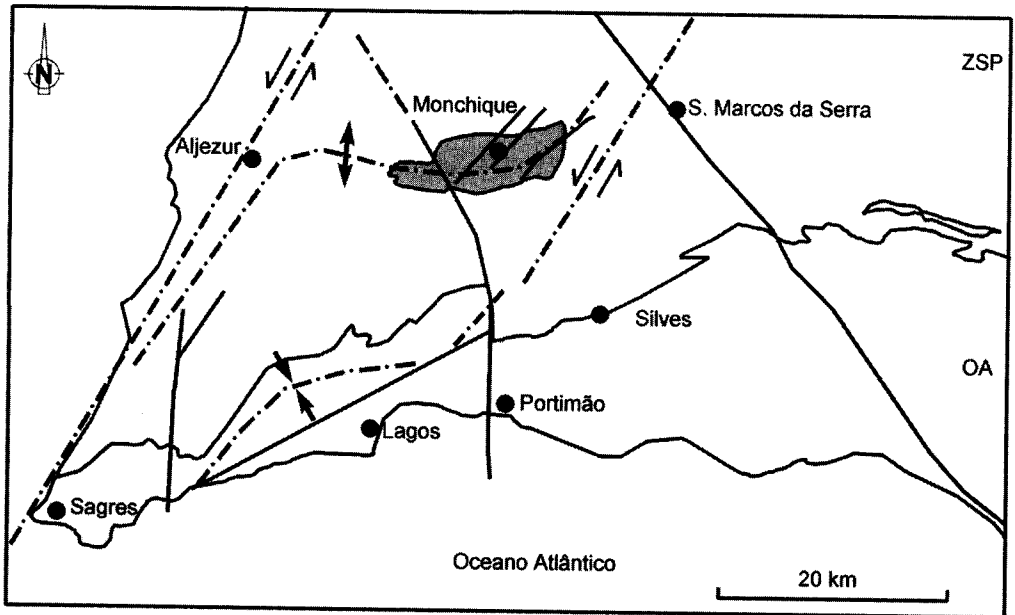


Figura 5. A interpretação tectonoestrutural permite harmonizar as orientações do alinhamento de Monchique (Zona Sul Portuguesa, ZSP) com o alinhamento das grandes dobras da Orla Sul Portuguesa (OA, Orla Algarvia), cuja génese poder-se-á ter iniciado em idade anterior ao Cenomaniano. As flexuras reorientam o alinhamento dos corpos ígneos e dos dobramentos com direcções sensivelmente E-W (até idades campanianas).

anticlinal, onde está implantado o maciço de Monchique, deve ser anterior e harmonizar-se com a tectónica fissural E-W e ser, posteriormente, actuada dentro de faixas crustais com direcção NE-SW (figura 5). A deformação sigmoidal, que deve seguir-se à implantação do plutónio, cuja idade ronda os 72 M.a., parece concordar melhor com uma deformação contínua dos blocos crustais, por cisalhamento esquerdo com direcção NE-SW, como resposta ao ajustamento da Ibéria durante o fecho pirenáico e a aproximação da placa africana.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho corresponde à versão ampliada da comunicação apresentada no

MAGIBER II (Paleomagnetismo na Península Ibérica), que decorreu de 25 a 27 de Setembro de 2003, em Coimbra (Portugal). Os autores agradecem ao Prof. Doutor Daniel Rey as facilidades concedidas na utilização do Laboratório de Paleomagnetismo da Universidade de Vigo, bem como a leitura crítica de uma versão inicial e as sugestões apresentadas. Os agradecimentos são extensíveis aos Drs. Ana Vicente, Ana Lourenço e José Teixeira pela participação na composição das ilustrações.

Recibido: 2-4-2004

Aceptado: 10-6-2004

REFERÊNCIAS

- DEMAREST, H. H. (1983). Error analysis for the determination of tectonic rotation from paleomagnetic data. *J. Geophys. Res.*, 88: 4321-4328.
- GOMES, C. S. R. (2001). Paleomagnetic signatures of the late Cretaceous igneous massifs of Sines and Monchique (Portugal). *Abstracts EUG XI, Symposium OS11 Solid Earth Geophysics*, Strasbourg, pp. 640.
- GOMES, C. S. R., LEITE, I., SANT'OVAIA, H., MONTEIRO, M. & MONTENEGRO, J. (1992). Análise da orientação do elipsóide da susceptibilidade magnética em rochas do Maciço de Monchique. In: *Livro de Resumos da 8ª Conferência Nacional de Física (Física'92)*, Vila Real. pp. 243-244.
- GOMES, C. S. R. & SANT'OVAIA, H. (2000). Marcas de paleomagnetismo no maciço de Monchique. In: *Livro de Resumos da 6ª Conferência do GGET'2000, Grupo de Geologia Estrutural e Tectónica*, Universidade de Évora, 59 pp.
- GONÇALVES, F. (1967). Subsídios para o conhecimento geológico do maciço eruptivo de Monchique. *Comun. Serv. Geol. Portg.*, Lisboa, 52: 169-184.
- LOTZE, F. (1945). Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta. *Geotekt. Forsch.*, 6: 78-92. (Trad. J. M. Ríos, 1950. *Observaciones a respecto de la división de los variscides de la Meseta Ibérica Publicaciones Extranjeras sobre Geología de España, Instituto Lucas Mallada*, 5 (27): 149-166).
- RIBEIRO, A., ANTUNES, M. T., FERREIRA, M. P., ROCHA, R. B., SOARES, A. F., ZBYSZEWSKI, G., ALMEIDA, F. M., CARVALHO, D. & MONTEIRO, J. H. (1979). *Introduction à la géologie générale du Portugal*. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa. 114 pp.
- STORETVEDT, K. M.; MITCHELL, J. G.; ABRANCHES, M. C. & OFTEDAHL, S. (1990). A new Kinematic model for Iberia; further palaeomagnetic and isotopic age evidence. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 62: 109-125.
- TERRINHA, P.; DIAS, R. P.; RIBEIRO, A. & CABRAL, J. (1999). The Portimão Fault, Algarve Basin, South Portugal. *Comun. Inst. Geol. Min.*, Lisboa, 86: 107-120.
- VAN DER VOO, R. (1969). Paleomagnetic evidence for the rotation of the Iberian Peninsula. *Tectonophysics*, 7 (1): 5-56.