
Fabric magnético em red beds da Formação de Conraria, Portugal Central

Magnetic fabric of Red Beds from the Conraria Formation, Central Portugal

C. R. GOMES – romualdo@dct.uc.pt (CGUC, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra).

H. SANT’OVAIA – hsantov@fc.up.pt (Universidade do Porto, Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território; Centro de Geologia da UP).

A. F. ROCHA – aluisfrocha@sapo.pt (Escola Básica 2,3 da Lousã).

A. F. SOARES – (Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra).

RESUMO: O objectivo principal deste estudo consistiu em quantificar o *fabric* magnético em amostras da subunidade superior da Formação de Conraria, Grupo de Silves, na região de Coimbra. Foram efectuadas determinações de anisotropia da susceptibilidade magnética (ASM) em 50 amostras, obtidas em 11 *sites*, de forma a caracterizar o seu *fabric* magnético. O paralelismo geral entre um *fabric* achatado e a estratificação poderá indicar uma conjugação entre o arranjo sedimentar primário e outro com origem na diagénese ou mesmo em componentes de origem tectónica precoce.

PALAVRAS-CHAVE: Grupo de Silves, Formação da Conraria, *red beds*, ASM, *fabric* magnético.

Abstract: The main goal of this study was to quantify the magnetic fabric on rock samples of the upper subunit of the Conraria Formation, Silves Group, in the region of Coimbra. Studies of Anisotropy of Magnetic Susceptibility (AMS) were carried out on 50 samples from 11 sites in order to characterise the magnetic fabric. The general parallelism between an oblate fabric and stratification may indicate a combination between the primary sedimentary arrangement and another one with origin in the diagenesis or even in components of earlier tectonic origin.

KEYWORDS: Silves Group, Conraria Formation, *red beds*, AMS, magnetic fabric.

1. INTRODUÇÃO

As rochas sedimentares do tipo *red beds* foram, desde o advento do paleomagnetismo, objecto de estudos e de desenvolvimento das técnicas de desmagnetização, para a obtenção dos métodos mais adequados à resolução da magnetização remanescente natural (MRN), dado que, pelo facto de estarmos na presença de rochas com hematite, o método de desmagnetização por campos magnéticos alternos não ser eficaz. Contudo, estudos sobre a anisotropia da susceptibilidade magnética (ASM) também foram desenvolvidos com estas rochas, sobretudo no sentido de compreender a influência do *petrofabric* nos dados paleomagnéticos, mas também para estudos de paleocorrentes (e.g., Turner, 1980).

Nas unidades da Geologia de Portugal foram efectuados trabalhos de paleomagnetismo com amostras do tipo *red beds* em unidades do Permo-Carbónico e do Triásico superior (e.g., Gomes,

1996). Interessa, neste trabalho, considerar os resultados obtidos com amostras da unidade superior da Formação de Conraria na região de Coimbra. A Formação de Conraria constitui a unidade inferior do “Grupo de Silves”, do Triásico superior. Esta formação é composta por duas sub-unidades que possuem uma espessura média de 40 ± 5 m e 120 ± 15 m (Soares *et al.*, in Rocha *et al.*, 1996).

Para estas unidades, estudadas no perfil da Conraria, foi isolada uma magnetização remanescente característica (MRC^a) ($189,1^\circ$ - $18,1^\circ$; $\alpha_{95} = 9,2^\circ$ e $K=182,5$, para $N = 53$), considerada contemporânea da sedimentação (Gomes, 1996).

Pretende-se, com este trabalho, quantificar o *fabric* magnético em amostras da subunidade superior da Formação de Conraria e avaliar os resultados paleomagnéticos referentes às mesmas unidades, na região de Coimbra.

2. PARÂMETROS MAGNÉTICOS

A susceptibilidade magnética é uma propriedade intrínseca de cada mineral, estando a sua origem relacionada com a estrutura atômica e molecular. Um mineral (ou uma rocha) submetido a um campo magnético (H) adquire uma magnetização induzida (M). O campo aplicado e a magnetização adquirida estão relacionados pela susceptibilidade magnética (K): $M = KH$. Numa amostra de rocha, como em qualquer corpo anisotrópico, a susceptibilidade magnética K é representada por um tensor simétrico de 2ª ordem. Como ambos, M e H, são expressos em amperes por metro (Am^{-1}), a susceptibilidade magnética por volume, K, não tem dimensão (no Sistema internacional, SI). Quando medimos uma amostra de uma rocha, a superfície representativa daquele tensor é um elipsóide triaxial, no qual os três eixos principais ortogonais definem as direcções principais. Os valores de susceptibilidade, obtidos ao longo das direcções principais, são as susceptibilidades principais e designadas por susceptibilidade máxima (K_{max}), intermédia (K_{int}) e mínima (K_{min}). O *fabric* magnético é habitualmente descrito pela foliação magnética (plano perpendicular ao eixo K_{min}) e pela lineação magnética (paralela ao eixo K_{max}).

A anisotropia da susceptibilidade magnética (ASM) diz respeito à variação, em direcção, da magnetização induzida, e portanto, à dependência da susceptibilidade magnética, função da direcção ao longo da qual está a ser medida. A ASM é uma propriedade física dos minerais que é usada para a caracterização petrofísica das rochas. No caso de rochas sedimentares, a ASM surge da orientação preferencial de minerais magnéticos anisotrópicos, sendo esta orientação controlada por direcções de paleocorrente e/ou tectónicas. Para além da importância da caracterização petrofísica, a ASM pode dar um contributo para uma melhor interpretação dos dados paleomagnéticos.

A magnetização remanescente, adquirida durante a exposição duma amostra a um campo magnético à temperatura ambiente, é designada por Magnetização Remanescente Isotérmica (MRI). As curvas de MRI são importantes pois permitem reconhecer a coercividade das estruturas ferromagnéticas *s.l.* presentes nas rochas.

3. METODOLOGIA

As amostras foram colhidas em dois afloramentos da região de Coimbra ao longo de um perfil, na unidade superior da Formação de Conraria, com uma sonda portátil e orientadas *in-situ*. No laboratório os testemunhos foram cortados perpendicularmente ao seu eixo, obtendo-se cilindros individuais com as dimensões de 22 mm de altura e 25 mm de diâmetro, ficando cada local representado por 3 a 6 amostras cilíndricas orientadas. Foram objecto de estudo, para ASM, um total de 50 amostras provenientes de 11 estações de amostragem. Destas, 6 amostras foram utilizadas para estudos de MRI. As medições de ASM foram efectuadas numa balança de susceptibilidade magnética Kappabridge, modelo KLY-4S ($\pm 3,8 \times 10^{-4}$ T; 920 Hz) da Agico (Republica Checa) do Centro de Geologia da Universidade do Porto. As medições da MRI foram efectuadas num magnetómetro fluxgate rotativo Molspin e os campos magnéticos foram

aplicados com um magnetizador também Molspin, no Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra.

4. RESULTADOS

Os estudos de ASM mostraram que a susceptibilidade magnética apresenta valores variáveis de estação para estação, estando compreendida entre 40,6 e 329,7 x 10⁻⁶ SI, sendo devida à presença de estruturas ferromagnéticas *s.l.*, essencialmente a hematite, e paramagnéticas, como os filossilicatos. A presença da hematite é denunciada pelas curvas de magnetização remanescente isotérmica (MRI). Verifica-se que as estruturas ferromagnéticas presentes apresentam uma coercividade superior a 1T (tesla). A anisotropia magnética, descrita pelo parâmetro P% ($K_{\max}/K_{\min}-1 \times 100$), é também variável de estação para estação e está compreendida entre 0,4 e 8,3 % (Tabela I). O *fabric* magnético apresenta uma consistência de orientações ao longo do perfil: foliações magnéticas NW-SE sub-horizontais às quais se associam lineações magnéticas igualmente sub-horizontais com direcção média N197 (Fig.1).

Tabela I – Valores médios de ASM obtidos para as estações de amostragem.

Estação	Km x 10 ⁻⁶ SI	StErr (%)	P%	T	Foliação	Lineação	N
SO1	96,71	0,420	4,3	0,763	N167; 28SW	N192/13	3
SO2	132,33	0,256	0,8	0,131	N003; 35W	N213/26	6
SO3	68,65	0,524	4,9	0,034	N124; 13SW	N173/11	4
SO4	87,82	0,112	8,3	0,271	N175; 19SW	N198/9	5
SO5	40,55	0,144	3,6	0,394	N002; 20W	N184/13	6
SO6	292,83	0,023	0,4	-0,166	N164; 09SW	N301/14	6
SO7	192,80	0,263	6,7	0,468	N025; 01NW	N191/20	3
SO8	195,33	0,070	4,8	0,725	N142; 26SW	N214/10	4
SO9	329,68	0,121	2,0	-0,368	N130; 02SW	N286/4	4
SO10	181,02	0,046	2,2	0,322	N001; 16W	N189/1	5
SO11	256,25	0,276	2,8	0,266	N151; 24SW	N231/10	4

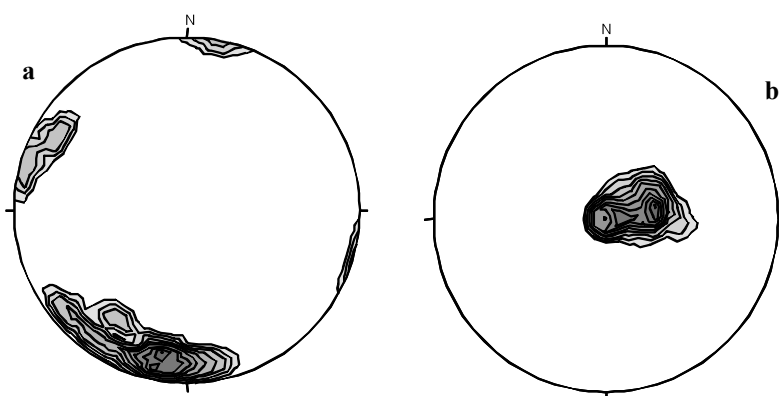


Figura 1 – Projecções estereográficas na rede de Schmidt, hemisfério inferior, das lineações magnéticas (a) e pólos das foliações magnéticas (b); N=11 sítios.

O parâmetro de forma médio, T, expresso por $T=[2 \ln(K_{\text{int}}/K_{\text{min}})/\ln(K_{\text{max}}/K_{\text{min}})]-1$, é quase sempre (em 9 dos sítios) superior a zero o que é indicativo de elipsóides de ASM com forma achatada (Tabela I). A presença predominante de elipsóides de ASM achatados reflecte o *fabric* planar dos filossilicatos e da hematite. No entanto, nos 2 locais que apresentam susceptibilidade magnética mais elevada (SO6 e SO9), o valor de T é inferior a zero, o que indica que o elipsóide se torna constricto, podendo indicar que o portador magnético apresenta uma anisotropia linear (Fig.2).

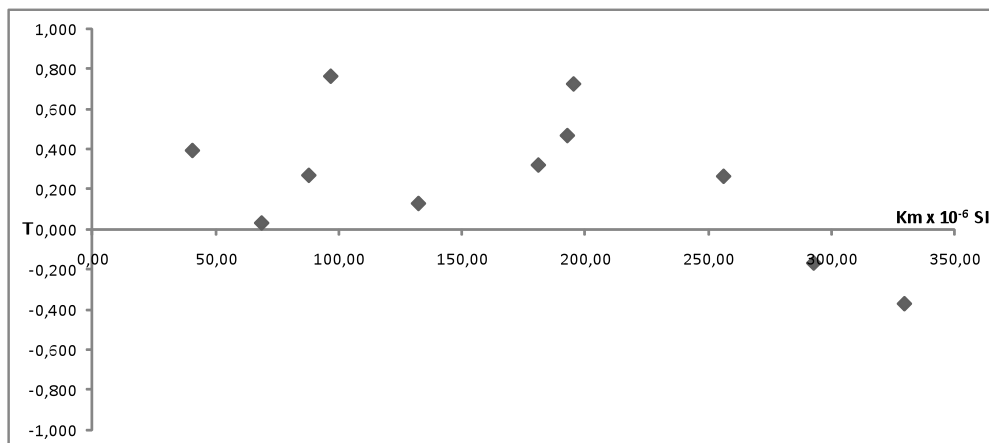


Figura 2 – Diagrama que relaciona o parâmetro de forma T com a susceptibilidade magnética média, K.

5. CONCLUSÕES

Neste estudo, e no sentido dos objectivos propostos, interessa-nos: interpretar os dados da anisotropia, na medida em que traduzem o *fabric* magnético das amostras que pode ser relacionado com o processo de formação e evolução das unidades em estudo; avaliar possíveis relações entre a ASM e os resultados paleomagnéticos.

Os locais estudados apresentam um *fabric* que se traduz por elipsóides com forma achatada e retêm o *fabric* sedimentar primário, com o K_{\min} perpendicular ao plano de estratificação. O paralelismo geral entre um *fabric* achatado e a estratificação poderá indicar uma conjugação entre o arranjo sedimentar primário e outro com origem na diagénese ou mesmo em componentes de origem tectónica precoce.

Os valores de anisotropia magnética, à excepção dos obtidos em SO2 e SO6, podem ser interpretados como causadores de deflexões nos vectores da magnetização remanescente primária. Estes podem justificar os valores de inclinação da MRC^a obtidas em unidades equivalentes, no perfil da Conraria, consideradas do Triásico superior.

Os valores da ASM para a unidade superior da Formação de Conraria, em conjunto com os dados de paleomagnetismo e da fracturação, poderão constituir uma informação importante para a construção de um modelo cinemático integrado para a evolução da bacia Lusitânia, ao nível das unidades em estudo.

Agradecimentos

Os trabalhos desenvolvidos por Celeste Romualdo Gomes inserem-se no âmbito do Centro de Geofísica da Universidade de Coimbra. Os trabalhos desenvolvidos por Helena Sant'Ovaia inserem-se nas actividades do grupo GEODYN e GEOREMAT do Centro de Geologia da UP e tem o suporte financeiro da FCT, POCI 2010.

Referências

- Gomes, C.R. (1996) - *Observações paleomagnéticas no quadro da Bacia Lusitânica - 1ª Fase de Rifting (Estudo da estabilidade da magnetização remanescente natural*. Tese de doutoramento (não publicada). Universidade de Coimbra, 254 p.
- Rocha, R. (Coord.) (1996) - *The 1st and 2nd rifting phases of the Lusitanian basin: Stratigraphy, sequence analysis and sedimentary evolution*. Final report C.E.C. Proj. MILUPOBAS, Lisboa.
- Turner, P. (1980) - *Developments in Sedimentology. Continental Red Beds*. Elsevier Scientific Publishing Company, 562 p.