

## **Enxame de encraves do Pomarinho (granitóide de Évora): um estudo preliminar**

### ***Pomarinho enclave swarm (Évora granitoid): a preliminary study***

**P. MOITA** – pmoita@uevora.pt (Centro de Geofísica de Évora, Universidade de Évora, Departamento de Geociências)

**P. F. SILVA** – pmfsilva@fc.ul.pt (Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Instituto Dom Luiz)

**J. F. SANTOS** – jfsantos@ua.pt (Geobiotec, Universidade de Aveiro, Departamento de Geociências)

**E. PARDAL** – geopardal@gmail.com (Granalpa)

**RESUMO:** No bordo SW do granitóide de Évora (junto a Pomarinho), encontra-se um enxame de encraves ígneos, máficos a intermédios. Dados de ASM, obtidos nos encraves e na rocha hospedeira, revelam uma forte coerência nas lineações magnéticas ( $K_1$ ), com direcção N-S e inclinação de 35° para S. Estes resultados permitem sugerir que a disposição das lineações tivesse sido controlada por factores como: i) reajustamento tectónico nas fases finais da cristalização magmática; ii) forte influência do bordo lateral da intrusão (N-S); iii) fluxo simultâneo dos magmas félsico e máfico próximo do topo da intrusão.

**PALAVRAS-CHAVE:** enxame, encraves ígneos, granitóide, ASM

**ABSTRACT:** A swarm of mafic to intermediate igneous enclaves can be observed in the SW border of the Évora granitoid, near Pomarinho. AMS measurements, on both the enclaves and the host rock are very consistent and show that magnetic lineations ( $K_1$ ) have a N-S trend and a plunge of 36° to the S. The attitude of the studied linear features could have been controlled by: i) the tectonic stress field, during the final stages of igneous crystallization; ii) the orientation of the wall of the intrusion; iii) the simultaneous flow of the felsic and mafic magmas close to the top of the intrusion.

**KEYWORDS:** swarm, igneous enclaves, granitoid, AMS

### **1. O ENXAME DO POMARINHO E O GRANITÓIDE DE ÉVORA**

O enxame de encraves do Pomarinho situa-se no bordo SW do granitóide de Évora, o qual constitui umas das numerosas intrusões variscas do Maciço de Évora (Carvalhosa, 1983), no sector SW da Zona de Ossa-Morena. De acordo com os dados estruturais apresentados por Pereira et al. (2003) para o Maciço de Évora, há uma variação da foliação tectónica, desde uma orientação NW-SE, dominante, até uma direcção N-S na área a sul de Évora, onde se situa Pomarinho. Esta foliação é acompanhada de uma lineação subvertical.

O granitóide que se pode observar na pedreira da Granalpa, em Pomarinho, corresponde a um tonalito-granodiorito de cor clara e granularidade média, no seio do qual se observam encraves dispersos (excepto num sector da pedreira) que, em média, não ultrapassam 1-2% volume do hospedeiro. A rocha dominante exhibe uma anisotropia planar N-S muito ténue, assinalada pelos

minerais ferro-magnesianos (biotite e anfíbola), não se verificando nenhuma orientação e/ou alongamento preferencial dos encraves.

Numa parte restrita da pedreira, encontra-se um enxame, constituído por encraves de cor mais escura e granularidade geralmente mais fina do que as da rochas hospedeira. Contudo, os encraves do enxame patenteiam uma significativa variabilidade na composição modal e na textura, pelo que ele deve ser considerado na categoria dos enxames heterogéneos (Tobish et al., 1997). Com efeito, os encraves variam desde os tipicamente máficos, com composição aproximadamente diorítica e de granularidade fina (com texturas quer equigranulares, quer porfíricas), até encraves de cor intermédia e composição tonalítica, constituídos por grãos com vários milímetros de dimensão. Nos encraves de cor intermédia, as texturas são ora equigranulares, ora seriadas.

Por vezes, observam-se encraves com zonalidade, caracterizando-se por uma parte interna máfica e microgranular, envolta por uma coroa de cor intermédia e mais grosseira. Nos espaços entre os encraves do enxame, a rocha hospedeira apresenta, por vezes, características variáveis, desde as típicas do granitóide dominante na globalidade da pedreira até uma composição e uma textura próximas das dos encraves de cor intermédia. Estes aspectos permitem colocar a hipótese da ocorrência de mistura entre os extremos máfico e félsico, embora ainda sejam necessários estudos geoquímicos que a comprovem ou desmintam.

O acompanhamento do desenvolvimento da exploração da pedreira, assim como o privilegiado grau de exposição, permitiu definir a morfologia do enxame a três dimensões ao longo de 20 metros de profundidade: ela corresponde, *grosso modo*, a uma estrutura afunilada, inclinada para oeste e com secção elíptica cuja área tem vindo a diminuir em profundidade. No actual nível de exploração da pedreira (sector NW), a elipse tem eixos de 8m e 3m, estando o maior orientado E-W, perpendicularmente à anisotropia do granitóide hospedeiro. De acordo com a classificação de Tobish et al. (1997), o enxame tem uma geometria do tipo lente.



Figura 1 – Foto do enxame de Pomarinho. O Norte está para baixo e a fita métrica marca 5 metros.

## 2. ANISOTROPIA DE SUSCEPTIBILIDADE MAGNÉTICA

De modo a se inferir a orientação preferencial da distribuição dos minerais utilizou-se a ASM. O elipsóide da susceptibilidade magnética e os respectivos eixos principais da susceptibilidade magnética  $K_1 \geq K_2 \geq K_3$ , foram medidos com uso do Kappabridge KLY3 (no IPGP, em St. Maur). Para caracterizar a forma e excentricidade do elipsóide magnético utilizaram-se os parâmetros de Jelinek (1981). A orientação preferencial deste elipsóide e as incertezas associadas a cada um dos eixos principais foram determinadas através da estatística desenvolvida para tensores de 2ª ordem por Hext (1963) e Jelinek (1978).

As amostras para ASM foram colhidas num plano horizontal (ao longo de dois perfis perpendiculares ao alongamento máximo do enxame de encraves), e num plano vertical. No perfil P1 foram colhidas 32 amostras, 31 no perfil P2 e no plano vertical 34. As amostras ao longo do plano vertical ainda não foram processadas.

Os valores de susceptibilidade ( $K_m$ ) obtidos são baixos e positivos, sugerindo que a fábrica magnética é dominada por minerais paramagnéticos (e.g.: Borradaile e Henry, 1997; Borradaile & Jackson, 2004). Deste parâmetro é também visível uma distribuição bi-modal, com os encraves a apresentarem os valores mais elevados (Figura 2a). O grau de anisotropia ( $P$ ) é significativamente baixo para uma forma do elipsóide magnético ( $T$ ) predominantemente prolata ( $T \leq 0$ ; Figura 2b).

As projecções estereográficas (Figura 2c-e) mostram uma fábrica magnética congruente com uma lineação muito bem definida a mergulhar aproximadamente  $35^\circ$  para Sul e uma foliação orientada segundo o plano NNW/SSE a inclinar aproximadamente  $60^\circ$  para W. Agrupando as amostras de cada perfil em três segmentos (norte, enxame e sul), verifica-se que partilham a mesma orientação embora com uma melhor definição para o elipsóide do enxame.

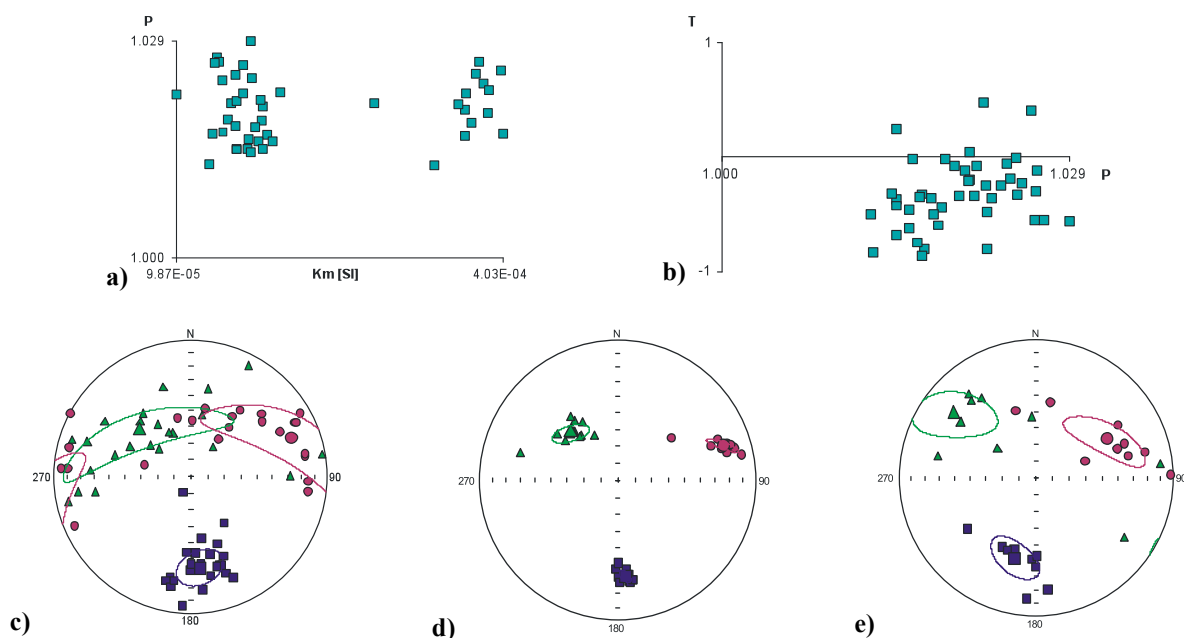


Figura 2 – dados de ASM obtidos para o P2. a) grau de anisotropia ( $P$ ) versus susceptibilidade magnética ( $K_m$ ); b) Diagrama de Jelinek (1981); c-e) Projecções estereográficas de igual área (hemisfério inferior) para o perfil P2, com c) correspondendo ao segmento norte, d) ao enxame e e) ao sul. Quadrados correspondem ao eixo máximo  $K_1$ , triângulos ao intermédio  $K_2$ , e círculos ao mínimo  $K_3$ .

### 3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

São vários os mecanismos possíveis para a acumulação de encraves sob a forma de enxames. De um modo geral, é invocado um fluxo ascendente de magmas mais básicos através de um magma granítico, durante o qual a variação do gradiente de velocidades (quer paralelo quer normal à direcção de fluxo) ou o desmembramento de diques heterogéneos causariam aquela acumulação (e.g.: Didier & Barbarin, 1991; Bateman, 1995; Tobish et al., 1997).

Os resultados obtidos permitem sugerir algumas hipóteses (isoladas e/ou em associação) de modo a explicar o forte paralelismo das lineações, assim como a sua pequena inclinação. Uma das hipóteses é a de ter ocorrido um reajustamento tectónico final nas fases de cristalização magmática. O facto de a foliação tectónica dominante neste sector do Maciço de Évora ter direcção aproximadamente N-S estaria, aparentemente, de acordo com esta hipótese. Porém, o

estiramento regional descrito por Pereira et al. (2003) na zona em estudo é sub-vertical, pelo que a acção tectónica, a ter ocorrido, não terá apagado a intervenção de outros factores.

Apesar de a generalidade das acumulações de encraves ocorrer associada a fluxos verticais, as regiões onde o fluxo é sub-horizontal não são invulgares (Tobish et al., 1997). Assim, numa segunda hipótese, e considerando que o enxame do Pomarinho se localiza próximo do bordo do plutão de Évora, poderia ter-se registado uma forte influência da parede da intrusão (com orientação N-S). Neste caso, a proximidade do limite lateral da câmara, em especial se este for irregular, propicia a ocorrência de mudanças abruptas de direcção de fluxo, acompanhadas de variações dos gradientes de velocidade nos contactos entre os magmas félsico e máfico. De facto, de acordo com os autores acima referidos, os encraves podem ser acumulados durante um fluxo sub-horizontal junto a uma superfície vertical.

Outra hipótese a considerar é a de a atitude da lineação ser condicionada pela possível proximidade do topo da intrusão, um tipo de situação em que são expectáveis valores pequenos de inclinação (Bouchez, 1997).

Por último, refira-se que as várias hipóteses agora colocadas não são necessariamente exclusivas entre si, podendo ter havido concorrência de mais do que um factor.

## Agradecimentos

*Os autores agradecem à pedreira GRANIALPA S.A. todo o auxílio prestado no decorrer deste trabalho.*

## Referências

- Bateman, R. (1995) – The interplay between crystallization, replenishment and hybridization in large felsic magma chambers. *Earth-Sci. Rev.*, 39, pp. 91-106.
- Borradaile, G.J. & Henry, B. (1997) – Tectonic applications of magnetic susceptibility and its anisotropy. *Earth-Sci. Rev.*, 42, pp. 49-93.
- Borradaile, G.J. & Jackson, M. (2004) – Anisotropy of magnetic susceptibility (AMS): magnetic petrofabrics of deformed rocks. In: Martín-Hernández, F., Lüneburg, C.M., Aubourg, C., Jackson, M. (Eds.), *Magnetic Fabric: Methods and Applications*. Geol. Soc. London Special Publications, 238, pp. 361-380.
- Bouchez, J.L. (1997) – Granite is never isotropic: an introduction to AMS studies of granitic rocks. In J.L. Bouchez, D.H.W. Hutton and W.E. Stephens (Editors), *Granite: From segregation of melt to emplacement fabrics*. Petrology and Structural Geology, Kluwer Academic Publishers, pp. 95-112.
- Carvalhosa, A. (1983) – Esquema geológico do Maciço de Évora. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 69 (2), pp. 201-208
- Didier, J. & Barbarin, B. (1991) – *Enclaves and Granite Petrology*. Developments in Petrology 13, Elsevier, 625 p.
- Hext, G. (1963) - The estimation of second-order tensor, with related tests and designs, *Biometrika*, 50, pp. 353-357.
- Jelinek, V. (1978) – Statistical processing of magnetic susceptibility measured in groups of specimens. *Stud. Geoph. Geod.*, 22, pp. 50-62.
- Jelinek, V. (1981) – Characterization of the magnetic fabric of rocks. *Tectonophysics* 79, 63-67.
- Pereira, M.F., Silva, J.B. & Chichorro, M. (2003) - Internal structure of the Évora high-grade metamorphic terrains and the Montemor-o-Novo Shear Zone (Ossa-Morena Zone, Portugal). *Geogaceta*, 33, pp. 71-74.
- Tobish, O.T., McNulty, B.A. & Vernon, R.H. (1997) – Microgranitoid enclave swarms in granitic plutons, central Sierra Nevada, California. *Lithos*, 40, pp. 321-339.