

## ***Influência da Zona de Cisalhamento Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo na região de Abrantes; uma estrutura de primeira ordem à escala do Orógeno Varisco na Ibéria***

*Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo influence in Abrantes Region; a first order structure in Iberian Variscan Belt*

N. Moreira<sup>1\*</sup>; R. Dias<sup>1,2</sup>; J. Romão<sup>3</sup>; J.C. Pedro<sup>2,4</sup>; A. Ribeiro<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup> Centro de Geofísica de Évora & LIRIO (Laboratório de Investigação de Rochas Industriais e Ornamentais da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora), Pólo de Estremoz da UÉvora, Convento das Maltezas, 7100-513 Estremoz;

<sup>2</sup> Dep. Geociências da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora;

<sup>3</sup> LNEG-LGM, Unidade de Investigação de Geologia e Cartografia Geológica; Universidade Europeia;

<sup>4</sup> CeGUL (Centro de Geologia da Universidade de Lisboa);

<sup>5</sup> Dep. Geologia (Fac. Ciências / Univ. Lisboa) & Museu Nacional de História Natural e da Ciência.

\* nmoreira@estremoz.cienciaviva.pt

**Resumo:** A região de Abrantes é um sector chave na compreensão do Orógeno Varisco na Ibéria. Nesta região confluem duas das principais zonas de cisalhamento variscas, cuja caracterização é fundamental para a compreensão geodinâmica deste orógeno: a Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo e a Tomar-Badajoz-Córdoba. Trabalhos em curso permitiram pôr em evidência duas fases de deformação dúctil, a primeira das quais ostentando transporte tangencial com topo para o quadrante NW, possível de correlacionar com a actuação da zona de cisalhamento Tomar-Badajoz-Córdoba e a segunda directamente relacionada com a Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo, mostrando um regime de deformação não-coaxial dextrógiro. A variação à escala regional da estruturação na Tomar-Badajoz-Córdoba dos seus domínios orientais para os domínios ocidentais, onde se inclui o sector de Abrantes, poderá ser resultante do efeito barreira de uma estrutura de primeira ordem à escala crustal localizada a Oeste desta região, a Zona de Cisalhamento Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo conferindo a esta estrutura grande importância na evolução geodinâmica deste orógeno.

**Palavras-chave:** Abrantes, Orógeno Varisco, Zona de Cisalhamento Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo

**Abstract:** The Abrantes region is a key sector to understand the Iberian Variscan Belt. Two major Variscan shear zones interact in this sector and their characterization is fundamental to the geodynamics of this orogen: the Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo and the Tomar-Badajoz-Córdoba. Present work shows two ductile deformation phases: the first one, with tangential transport with top to NW, could be correlated with the Tomar-Badajoz-Cordoba shear zone; and the second one related with a non-coaxial dextral shear associated to the Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo shear zone. The structural pattern in the vicinity of the Tomar-Badajoz-Córdoba shear zone, change from the western to the eastern domains (where Abrantes sector is located); such pattern could be induced by the interference with the first order Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo Shear Zone, that behaves as barrier to the propagation of the regional sinistral kinematics. This new data supports the major role of this shear zone during the Variscan evolution.

**Key-words:** Abrantes, Variscan Belt, Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo Shear Zone

## INTRODUÇÃO

As zonas de cisalhamento Tomar - Badajoz - Córdoba (zCTBC) e Porto – Tomar – Ferreira do Alentejo (zCTBFA) são estruturas de primeira ordem do orógeno Varisco, cuja caracterização é fundamental para a compreensão da evolução geodinâmica deste orógeno. Neste contexto a região de Abrantes é um sector chave visto corresponder à zona de confluência entre estas zonas de cisalhamento.

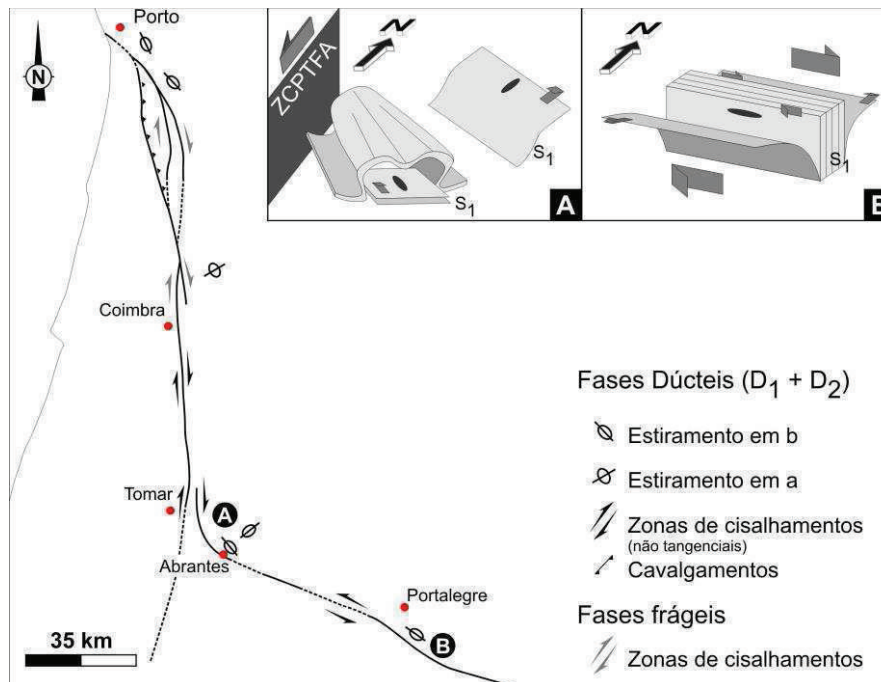
Com efeito, a cinemática varisca predominantemente esquerda da zCTBC, de orientação WNW-ESE, gera problemas de espaço no sector de Abrantes (devido à presença da zCTFA, de orientação NNW-SSE, com uma cinemática direita dominante) induzindo necessariamente uma geometria distinta da que caracteriza esta estrutura nos seus sectores mais orientais. Estudos prévios preliminares nos sectores ocidentais da zCTBC (*e.g.* Ribeiro *et al*, 2009; 2013) põem em evidência nesta região a existência de uma possível macrodobra em bainha, quilométrica, deitada e vergente para WNW, que contrasta com a geometria em flor compósita, típica da generalidade desta estrutura (Pereira, 1999). A cartografia publicada por Gonçalves *et al* (1979) colocou em evidência uma variação na vergência das estruturas na região de Abrantes, referindo a presença de uma vergência para NW do sector nordeste e para SW do sector sudoeste, contudo sem nunca interpretar o seu significado geodinâmico da referida variação. Esta variação é contudo compatível quer com a interpretação de Ribeiro *et al* (2007; 2013) para a região, quer com o prolongamento para Oeste da estrutura em flor típica dos domínios mais orientais da zCTBC.

## ESTRUTURA NA REGIÃO DE ABRANTES

Os trabalhos em curso permitiram evidenciar que a estrutura da região de Abrantes é consequência da actuação de duas fases de deformação dúcteis e outras tantas frágeis a frágeis-dúcteis, todas elas associadas à orogenia Varisca.

A primeira fase de deformação dúctil ( $D_1$ ) apresenta variação na região de Abrantes nas suas características estruturais desde o sector mais a Oeste para o mais a Este. Na zona axial da estrutura, a  $D_1$  é responsável pela génese de uma xistosidade em fácies anfíbolítica a xistos verdes alta (com alternância de níveis ricos em anfíbola verde - hornblenda actinolítica? - com níveis ricos em quartzo+feldspatos alcalinos+plagioclase) e uma lineação de estiramento ( $X_1$ ) sub-horizontal muito forte na zona axial, onde predominam dobras em bainha à meso-escala. Estas dobras surgem em formações metassedimentares litologicamente similares às formações neoproterozóicas com afinidades com a Zona de Ossa-Morena. Na zona axial da estrutura, surge ainda um granito (granito de Maiorga) que apresenta uma deformação varisca intensa, responsável pela alteração da sua textura granular, para uma textura gnaissica micro-ocelada. Tendo em conta a relação geométrica entre a foliação  $S_1$  (ligeiramente inclinada para SE) e o estiramento  $X_1$  (mergulhante no mesmo sentido), bem como alguns indicadores cinemáticos (*e.g.* estruturas C-S e assimetria de fenocristais) visíveis no granito, é possível deduzir a presença de um sentido de transporte tangencial com topo

para NW associado a esta fase de deformação varisca, algo que até agora não tinha sido cartografado em detalhe. Os sectores Este e Oeste, que bordejam a zona axial, apresentam um metamorfismo menos intenso, na fácies dos xistos verdes. Aqui geram-se dobras assimétricas  $D_1$  com vergência geométrica (e estratigráfica) para E e W, respectivamente nos bordos E e W, sendo o estiramento  $X_1$  menos penetrativo, mas também ele sub-horizontal.



**Figura 1** – Variação espacial da cinemática e dinâmica da zcTBC e zcPTFA, pondo em evidência a passagem da estrutura em flor típica da região de Portalegre (B) para a macro-dobra em bainha típica da região de Abrantes (A).

A xistosidade  $S_1$  é claramente afectada pela segunda fase de deformação dúctil ( $D_2$ ), de carácter não-coaxial. Esta fase de deformação apresenta também ela variações espaciais, sendo mais intensa para Oeste. A  $D_2$  é responsável pelo desenvolvimento de bandas C-C' bastante penetrativas e paralelas à xistosidade  $S_1$ , que se encontra verticalizada por esta fase de deformação. Onde a componente de deformação não-coaxial direita parece ser menos preponderante a xistosidade  $S_1$  encontra-se dobrada isoclinalmente, mostrando eixos sub-horizontais. Este dobramento desenvolve uma clivagem incipiente, visível macroscopicamente nos níveis mais pelíticos, ou alternativamente a nível microscópico. A  $D_2$  chega a obliterar quase por completo as estruturas de primeira fase nas unidades mais siliciclásticas.

Os critérios cinemáticos direitos associados à  $D_2$  surgem a diversas escalas desde a micro- até à macroescala, onde se pode observar, inclusive, padrões de interferência de dobramento do tipo 3 (Ramsay, 1967) a nível cartográfico.

No que respeita às fases de deformação frágeis a frágeis-dúcteis, uma fase mais precoce parece estar relacionada com os episódios mais tardios da zcPTFA, caracterizando-se por zonas de cisalhamento locais, com cinemática direita que afectam as estruturas dúcteis anteriores. A fase posterior de

deformação tardia é correlacionável com os episódios de deformação Tardi-Varisca; este episódio caracteriza-se por uma fracturação intensa de orientação NE-SW vertical, com evidências de cinemática esquerda.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados recentemente obtidos permitem verificar a clara influência da zcPTFA na estruturação da região de Abrantes. De facto, esta zona de cisalhamento apresenta uma deformação não-coaxial, de cinemática direita que afecta toda a região estudada, quer em regime dúctil quer em regime dúctil-frágil, parecendo apresentar um acentuado espectro temporal de acção; aliás, a extrema importância desta zona de cisalhamento na evolução geodinâmica do orógeno varisco desde a fase principal  $D_1$  foi já proposta por diversos autores (*e.g.* Dias & Ribeiro, 1993; Shelley & Bossière, 2002; Ribeiro *et al*, 2007; 2009). A transição da estruturação típica da zcTBC, da região de Portalegre para a região de Abrantes (responsável pela  $D_1$ ), parece também corroborar a importância da zcPTFA durante a evolução do orógeno Varisco. Consequentemente, o regime de deformação transpressivo esquerdo típico dos sectores orientais da zcTBC, altera-se na região de Abrantes, passando a um regime tangencial com transporte com topo para NW, algo que é compatível com um efeito de barreira causado pela existência de uma estrutura de primeira ordem a nível crustal localizada a Oeste da zcTBC, impedindo assim a propagação da deformação para ocidente. Esta estrutura crustal, poderia ser a zcPTFA, que deveria estar activa desde as fases mais precoces do orógeno varisco. Os dados actualmente colectados contrastam com os dados apresentados por Pereira *et al* (2009) para a região, que propõe que a zcPTFA apresente apenas importância nas fases tardias do orógeno varisco.

### Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Calouste Gulbenkian pelo financiamento do trabalho, através do “Programa Estímulo à Investigação 2011” e à Fundação para a Ciência e Tecnologia pela bolsa de doutoramento de referência (SFRH/BD/80580/2011) atribuída a Noel Moreira. Os autores agradecem também ao financiamento atribuído ao Centro de Geofísica de Évora, através do contrato com a Fundação para a Ciência e a Tecnologia (referência: PEst-OE/CTE/UI0078/2011).

### Bibliografia

- DIAS, R., RIBEIRO, A. (1993) - *Porto-Tomar shear zone, a major structure since the beginning of the Variscan orogeny*. *Comun. Inst. Geol. e Mineiro*, 79, 29-38.
- GONÇALVES, F., ZBYSZEWSKI, G., CARVALHOSA, A., COELHO, A. (1979). *Notícia explicativa da folha 27-D (Abrantes) da Carta Geológica de Portugal na escala de 1:50 000*. *Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 75 p.
- PEREIRA, M.F. (1999). *Caracterização da estrutura dos domínios setentrionais da Zona de Ossa-Morena e seu limite com a Zona Centro-Ibérica, no Nordeste Alentejano*. Tese de doutoramento não publicada, Universidade de Évora, Portugal, 115 p.
- PEREIRA, M.F., SILVA, J.B.; DROST, K., CHICHORRO, M., APRAIZ, A. (2009). Relative timing of the transcurrent displacements in northern Gondwana: U-Pb laser ablation ICP-MS zircon and monazite geochronology of gneisses and sheared granites from the western Iberian Massif (Portugal). *Gondwana Research*, doi: 10.1016/j.gr.
- RAMSAY, J.G. (1967). *Folding and Fracturing of rocks*. MacGraw Hill, New York, pp. 1-568.
- RIBEIRO, A., MUNHÁ, J., DIAS, R., MATEUS, A., PEREIRA, E., RIBEIRO, L., FONSECA, P., ARAÚJO, A., OLIVEIRA, T., ROMÃO, J., CHAMINÉ, H., COKE, C., PEDRO, J. (2007). Geodynamic evolution of SW Europe Variscides. *Tectonics* 26, TC6009.

- RIBEIRO, A., PEREIRA, E., FONSECA, P., MATEUS, A., ARAÚJO, A., MUNHÁ, J., ROMÃO, J. RODRIGUES, J. F., CASTRO, P., MEIRELES, C., FERREIRA, N. (2009). Mechanics of thick-skinned Variscan overprinting of Cadomian basement (Iberian Variscides). *C. R. Geosciences, Paris* 341 (2-3), 127-139.
- RIBEIRO, A., ROMÃO, J., MUNHÁ, J., RODRIGUES, J., PEREIRA, E., MATEUS, A., ARAÚJO, A. (2013). *Relações tectonostratigráficas e fronteiras entre a Zona Centro-Ibérica e a Zona Ossa-Morena do Terreno Ibérico e do Terreno Finisterra*. In: R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha, J.C. Kullberg (Eds), *Geologia de Portugal*, vol. 1, Escolar Editora, 439-481.
- SHELLEY, D., BOSSIÈRE, G. (2002). Megadisplacements and the Hercynian orogen of Gondwanan France and Iberia. In J.R. Martínez Catalán, R.D. Hatcher, R. Arenas, F. Díaz García (Eds.) *Variscan-Appalachian Dynamics: The Building of the Late Paleozoic Basement*. Geological Society of America Special Paper 364, 209–222.