

Interferência de estruturas variscas ao longo do cisalhamento de Juzbado-Penalva do Castelo; um exemplo de deformação progressiva

Interference of variscan structures at the Juzbado-Penalva do Castelo shear; an example of progressive deformation

I. Pereira^{1*}, R. Dias^{1,2}, T. Bento dos Santos^{3,4} & J. Mata^{4,5}

¹. LIRIO (Laboratório de Investigação de Rochas Industriais e Ornamentais da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora), Portugal

². Centro de Geofísica de Évora, Portugal e Departamento de Geologia da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora

³. LNEG (Laboratório Nacional de Energia e Geologia), Portugal

⁴. Centro de Geologia da Universidade de Lisboa

⁵. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Departamento de Geologia.

*ipereira@estremoz.cienciaviva.pt

Resumo: Os sinclinais da Marofa e de Ahigal de los Aceiteiros, sendo estruturas D_1 variscas, apresentam uma orientação anómala em relação com a regional, com uma orientação E-W, que resulta da interferência das estruturas D_1 com o movimento esquerdo da ZC Juzbado-Penalva do Castelo em regime dúctil (D_3) e com as fases tardias variscas já em regime frágil a frágil-dúctil. Através da cartografia de grande escala realizada nas formações de quartzitos do Ordovícico, foi possível distinguir diferentes etapas ao longo da evolução da zona de cisalhamento por deformação progressiva, responsável pelas diferentes estruturas agora identificadas.

Palavras-Chave: ZCJuzbado-Penalva do Castelo, quartzitos, deformação progressiva

Abstract: Marofa and Ahigal de los Aceiteiros synclines, as variscan D_1 structures, present an anomalous orientation concerning regional trends, with a E-W trend, as the result of interference of D_1 structures with the sinistral movement of the Juzbado-Penalva do Castelo SZ in a ductile regime (D_3) and with the late variscan phases in a fragile to fragile-ductile regime. Through large scale mapping on Ordovician quartzite formations it was possible to distinguish different stages during the shear zone evolution by progressive deformation, responsible for the different structures now identified.

Key-words: Juzbado-Penalva do Castelo SZ, quartzites, progressive deformation

INTRODUÇÃO

Devido à sua extensão e complexidade, a Zona de Cisalhamento de Juzbado-Penalva do Castelo (ZCJPC) apesar de identificada desde há bastante tempo (Figuerola & Parga, 1968; Iglesias e Ribeiro, 1981), ainda é mal compreendida do ponto de vista geométrico e cinemático, bem como da sua evolução geodinâmica e da sua relação com as rochas de alto grau que se observam a si associadas. Esta zona de cisalhamento constitui uma importante fronteira entre domínios com estilos estruturais e estratigráficos distintos: do ponto de vista estrutural, é de realçar a mudança de vergências das dobras principais D_1 e da lineação de estiramento X_1 associada entre os sectores setentrionais e meridionais (Díez-Balda *et al.*, 1990; Dias *et al.*, 2013); do ponto de vista estratigráfico é de salientar que esta zona de cisalhamento constitui uma fronteira paleogeográfica durante a deposição do Supergrupo Dúrico-Beirão permitindo a individualização entre as bacias onde se depositaram o Grupo do Douro e o das Beiras (Silva *et al.*, 1987; Villar *et al.*, 2000).

A importância deste acidente à escala do Varisco Ibérico está bem patente na distorção do padrão cartográfico dos grandes dobramentos de primeira fase (D_1), que na sua vizinhança passam da orientação geral NW-SE para E-W (e.g. sinclinais de Moncorvo e Poiães e anticlinal de Freixo-de-Espada à Cinta a norte da zona estudada) ou mesmo ENE-WSW (e.g. sinclinais da Marofa e de Ahigal de los Aceiteros na zona estudada). É de salientar que na sua vizinhança junto à fronteira surgem rochas metamórficas de alto grau e grandes extensões de granitos de tipo S, uma particularidade na evolução metamórfica da Zona Centro Ibérica, que é geralmente de baixo grau metamórfico.

As rochas de alto grau que têm sido identificadas (migmatitos *sensu lato*; Carvalhosa, 1960; Ribeiro e Silva, 2000; Meireles *et al.*, 2006) correspondem essencialmente a metassedimentos, com a existência ocasional de calcosilicatadas, que deverão ter estado sujeitos a elevadas temperaturas, na ordem dos 850°C (Pereira *et al.*, 2013, com base em observações de campo e petrografia preliminar) e que contactam, por meio da ZCJPC, com rochas de baixo grau, na zona da biotite (Ribeiro, 2001), materializando um salto metamórfico equivalente a aproximadamente 400°C.

ANÁLISE GEOMÉTRICA E CINEMÁTICA DA DEFORMAÇÃO VARISCA

No que diz respeito às estruturas D_1 são de destacar (Fig. 1), no sector oeste o Sinclinal da Marofa e, no leste E, o sinclinal de Ahigal de los Aceiteros - Tamames bem marcados pela formação dos Quartzitos Armoricanos; ambos apresentam uma vergência para N e NE acentuada que, de um modo geral origina a inversão do flanco sul. Devido à forte deformação induzida durante a deformação transcorrente D_3 e à recristalização generalizada das bancadas quartzíticas as estruturas D_1 são difíceis de observar, tanto mais que os processos de recristalização frequentemente apagam todas as estruturas ante D_3 , incluindo em muitos casos a própria estratificação. Contudo é possível evidenciar um comportamento distinto ao longo da região:

- A este de Lumbrals o sinclinal de Ahigal de los Aceiteros - Tamames apresenta uma rotação sin- D_3 extremamente importante de NW-SE para ENE-WSW quando se aproxima da ZCJPC, a qual está associada a um estiramento acentuado das formações. Quando a estrutura está NW-SE existe uma lineação de estiramento em S_0 segundo a linha de maior declive (*i.e.* subparalela à direcção da ZCJPC), a qual se mantém com a mesma atitude mesmo quando as estruturas rodam para a direcção ENE-WSW (fig. 1); este comportamento mostra que este estiramento é sin- D_3 , tendo resultado da reactivação de S_0 durante este evento tectónico.

- A oeste de Figueira de Castelo Rodrigo, o sinclinal da Marofa apresenta uma atitude geral que é difícil de evidenciar pelo padrão cartográfico, pois esta macroestrutura D_1 está fortemente afectada por dois processos: a rotação devido à existência da ZCJPC sin- D_3 (que afecta essencialmente o flanco norte do sinclinal, onde se observa uma deformação muito importante com o desenvolvimento de uma foliação milonítica penetrativa e frequentemente associada a dobras em bainha D_3) e a rotação induzida pela movimentação esquerda tardi-varisca das falhas NNE-SSW, que aqui apresentam um carácter mais dúctil do que normalmente é observado no autóctone da Zona Centro-Ibérica. Nos sectores menos afectados pelos processos anteriores, verifica-se que a D_1 tem uma orientação geral ENE-WSW a E-W. A lineação de estiramento X_3 nos planos de S_0 , é pouco inclinada e ENE-WSW, isto é, sub-paralela à ZCJPC; esta lineação está associada a indicadores cinemáticos claros de uma movimentação esquerda.

- O sector entre Figueira de Castelo Rodrigo e a fronteira caracteriza-se por uma orientação geral das estruturas próxima de E-W e por uma clara inversão das camadas evidente pela sobreposição das formações câmbrias às do Ordovícico. Apesar da forte rotação de S_0 em relação ao sector anterior, a lineação X_3 observada em S_0 mantém-se ENE-WSW, o que evidencia agora uma cinemática durante a D_3 com uma componente cavalgante importante. Neste sector as formações de baixo grau sobrepõem-se às de alto grau pelo cavalgamento de Santa Bárbara que lamina o flanco norte do sinclinal da Marofa (fig. 1).

CONCLUSÕES

As observações efectuadas, bem como o padrão cartográfico da região mostram que a ZCJPC (em especial ao longo do bordo sul e sudeste desta zona de cisalhamento) apresenta uma complexidade estrutural com ramos ENE-WSW ligados por sectores com orientação geral E-W. Apesar destas diferentes orientações, a cinemática sin-D₃, evidenciada pela lineação de estiramento X₃ marcada em S₀, é sempre compatível, correspondendo a uma componente essencialmente transcorrente nos sectores ENE-WSW e esquerda-cavalgante nos sectores E-W. Apesar da compatibilidade cinemática, a intensidade da deformação parece ser maior nos sectores ENE (em especial no ramo a W de figueira de Castelo Rodrigo, que denominámos de Penha de Águia) do que no sector do cavalgamento de Santa Bárbara. Esta situação parece indicar que o cavalgamento de Santa Bárbara poderá ser ligeiramente mais tardio durante o processo de evolução da ZCJPC podendo ter resultado essencialmente de um processo de *restraining* no sector de sobreposição (*i.e. overlap*) entre as terminações de 2 zonas de cisalhamento ENE-WSW com cinemática esquerda.

Finalmente é de referir que apesar de haver sobreposição de formações de baixo grau sobre outras de alto grau, a cinemática da estrutura de Santa Bárbara é cavalgante, havendo que ter cuidado em utilizar o grau metamórfico para inferir o tipo de movimentação devido à possibilidade de existência de cavalgamentos fora de sequência (*i.e. out-of-sequence*).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carvalhosa, A. 1960. Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000, folha 15-D (Figueira de Castelo Rodrigo).
- Dias, R., Ribeiro, A., Coke, C., Pereira, E., Rodrigues, J., Castro, P., Moreira, N., Rebelo, J., 2013. Evolução estrutural dos sectores setentrionais do autóctone da Zona Centro-Ibérica. In: R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha, J.C. Kullberg (Eds), *Geologia de Portugal*, vol. 1, Escolar Editora, 73-147.
- Diez Balda, M., Vegas, R., Gonzalez Lodeiro, F., 1990. Autochthonous sequences of Centro Iberian zone: In Dallmeyer, D. and Martinez Garcia, E. (eds.) *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*. Springer-Verlag, 172-188.
- Figuerola, L.C. e Parga, R. 1968. Sobre los ortoneises de Traguntía-Juzbado (Salamanca) y su significación tectónica, *Acta Geológica Hispánica*, TIII (3), 69-72.
- Iglesias, M. e Ribeiro, A. 1981. La zone de cisaillement ductile Juzbado (Salamanca) - Penalva do Castelo (Viseu): un linéament réactivé pendant l'orogénèse hercynienne? *Com. Serv. Geol de Portugal*, 67(1): 89-93.
- Meireles, C., Pereira, E., Ferreira, N., Castro, P. 2006. O Ordovícico da Serra da Marofa: novos dados litoestratigráficos e estruturais. In: Mirão, J. & Balbino, A. (Coords.), *Livro de Actas, VII Congresso Nacional de Geologia*, Vol. II. Paleontologia 645-648. Pólo de Estremoz da Univ. de Évora.
- Pereira, I., Dias, R., Bento dos Santos, T., Mata, J. 2013. The Juzbado-Penalva do Castelo wrench ductile shear zone: a major structure oblique to the main Iberian Variscan trend, in the 19th International Conference on deformation mechanisms, rheology & tectonics conference book, p.80
- Ribeiro, M.L. 2001. Notícia explicativa: Carta Geológica Simplificada do Parque Arqueológico do Vale do Côa. Instituto Geológico e Mineiro, 71p. Ed. Parque Arqueológico do Vale do Côa. Vila Nova de Foz Côa.
- Ribeiro, M.L. e Ferreira da Silva, A. 2000. Carta Geológica Simplificada do Parque Arqueológico do Vale do Côa. Instituto Geológico e Mineiro, Ed. Parque Arqueológico do Vale do Côa. Vila Nova de Foz Côa.
- Silva, A. F., Romão, J.M., Sequeira, A.J.D., Ribeiro, M.L., 1987-89. Geotransversal no Grupo das Beiras (Complexo Xisto-Grauváquico) entre os sinclínórios de Mação e Penha Garcia (Centro-Oeste de Portugal. X Reunião de Geologia do Oeste Peninsular, Bragança.
- Villar Alonso, P., EscuderViruete, J., Martínez Catalán, J.R. 1992. La Zona de Cizalla de Juzbado-Penalva do Castelo en el sector Español, III Cong. Geol. Esp. Simp. T2, 446-456.
- Villar Alonso, P., Fernández Ruiz, J., Bellido, F., Carrasco, R.M., Rodriguez Fernández, L.R. 2000. *Mapageológico de España 1:50000*, Lumbrales, série magna, 1ªed, 2ªsérie, pp107, Madrid, ISBN: 84-840-401-8

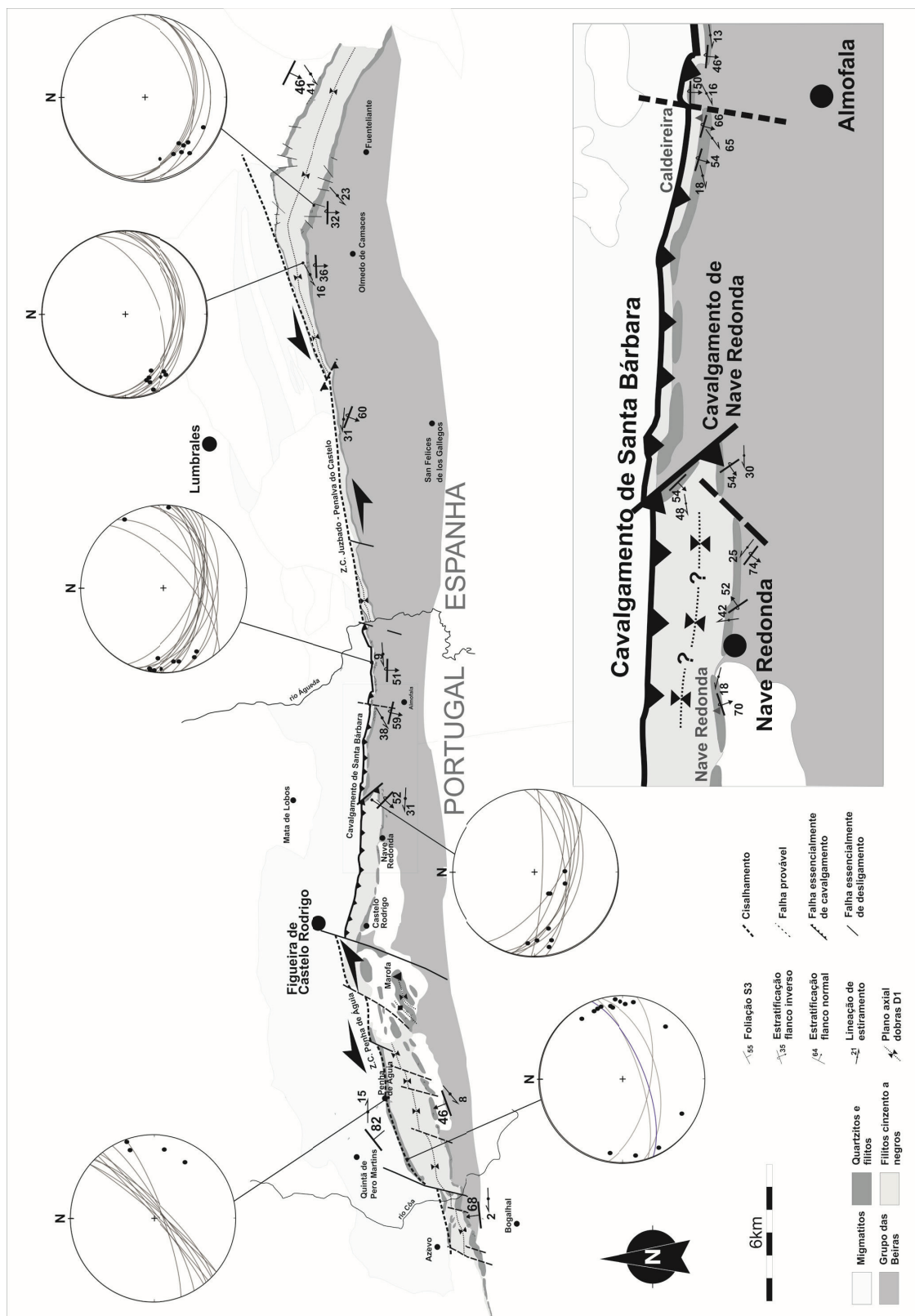


Figura. 1 – Esboço estrutural da Zona de Cisalhamento de Juzbado-Penalva do Castelo na região em torno de Figueira de Castelo Rodrigo. As projecções estereográficas referem-se ao comportamento dos cisalhamentos e do estiramento em sectores escolhidos e o mapa de pormenor realça as estruturas cavalgantes no sector Nave Redonda - Almofala.