

Sistemas de falhas em afloramentos do Triásico Superior na região de Coimbra

Fault systems of Upper Triassic outcrops in Coimbra region

V. MATOS – v.estevesmatos@gmail.com (Universidade de Coimbra, Centro de Geociências)

J.P. MIRANDA – jhonny.pato@portugalmail.pt (Universidade de Coimbra, Centro de Geociências)

B. PINA – bpina@lnec.pt (Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Geotecnia)

A. M. CALHÔA – ana_marisaa@hotmail.com (Universidade Coimbra, Centro de Geociências)

R. PENA DOS REIS – penareis@det.uc.pt (Univ. de Coimbra, Dep. de Ciências da Terra e Centro de Geociências)

N. PIMENTEL – npimentel@fc.ul.pt (Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências e Dep. e Centro de Geologia)

RESUMO: A partir da análise estrutural dos sistemas de falhas em afloramentos do Triásico Superior localizados na região de Coimbra, na Bacia Lusitânica, foi possível definir famílias e sub-famílias de falhas. Este trabalho permitiu reconhecer que os acidentes tectónicos extensionais que afectaram os depósitos do Triásico nesta região, durante toda a evolução do contexto tectónico do Mesozóico foram sistematicamente reactivados nos regimes compressivos do final do Mesozóico e Cenozóico.

PALAVRAS-CHAVE: Triásico Superior, Bacia Lusitânica, Coimbra, Análise Estrutural, Contexto Tectónico.

ABSTRACT: From the structural analysis of the fault system in the Upper Triassic outcrops, located in the Coimbra region of the Lusitanian Basin, it was possible to define fault families and subfamilies. This recognizing that the extensional tectonic structures that affected the Triassic deposits from this region, were systematically reactivated during the Late Mesozoic and Cenozoic compressive regimes.

KEYWORDS: Upper Triassic, Lusitanian Basin, Coimbra, Structural Analysis, Tectonic Context.

1. INTRODUÇÃO

Com o objectivo de melhorar a compreensão do padrão de fracturação dos depósitos do Triásico Superior, no bordo oriental da Bacia Lusitânica, realizou-se uma análise estrutural nos sistemas de falhas dos afloramentos do Grés de Silves, na região de Coimbra. Estes depósitos revelam padrões de fracturação variados, originados durante os episódios de estruturação da Bacia no Mesozóico e Cenozóico. A análise estrutural neste trabalho apenas incidiu na medição das atitudes das falhas e na movimentação relativa dos estratos para reconhecer diferentes famílias e subfamílias de falhas.

2. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

A formação da Bacia Lusitânica iniciou-se durante a fase de rifte que ocorreu no Triásico terminal. A sua evolução, durante todo o Mesozóico verificou-se em regime tectónico genericamente distensivo, originando subsidência e basculamento de blocos ao longo de falhas do tipo lístrico, (Azerêdo *et al.*, 2003). O regime tectónico passou a compressivo com inversão a partir do Cretácico Superior e principalmente durante a orogenia Bética, acentuando o soergimento de blocos anteriormente subsidentes (Pena dos Reis *et al.*, 2007; Cunha & Pena dos Reis, 1992). Os depósitos do Grés de Silves (Choffat, 1887; Palain, 1976), (Triásico

Superior) são essencialmente siliciclásticos, registando sistemas aluviais variando de leques aluviais até lagunas salgadas (Palain, 1976; Azerêdo *et al.*, 2003; Pimentel, 2005). A sequência vertical traduz a evolução temporal destes sistemas, traduzindo-se na articulação vertical de três membros A, B e C, definidos por Palain (1976). Estes sedimentos apresentam excelente expressão e exposição na parte leste da cidade de Coimbra (Soares *et al.*, 2007), junto ao Pólo II da Universidade (fig. 1). Nesta área sucedem-se extensos afloramentos de depósitos do Triásico Superior, estando representados os Termo A1, o Termo A2 e a base do Termo B1 (Pena dos Reis & Pimentel, 2006; Pimentel & Pena dos Reis, 2006; Pena dos Reis *et al.*, 2008; Pimentel, 2005).

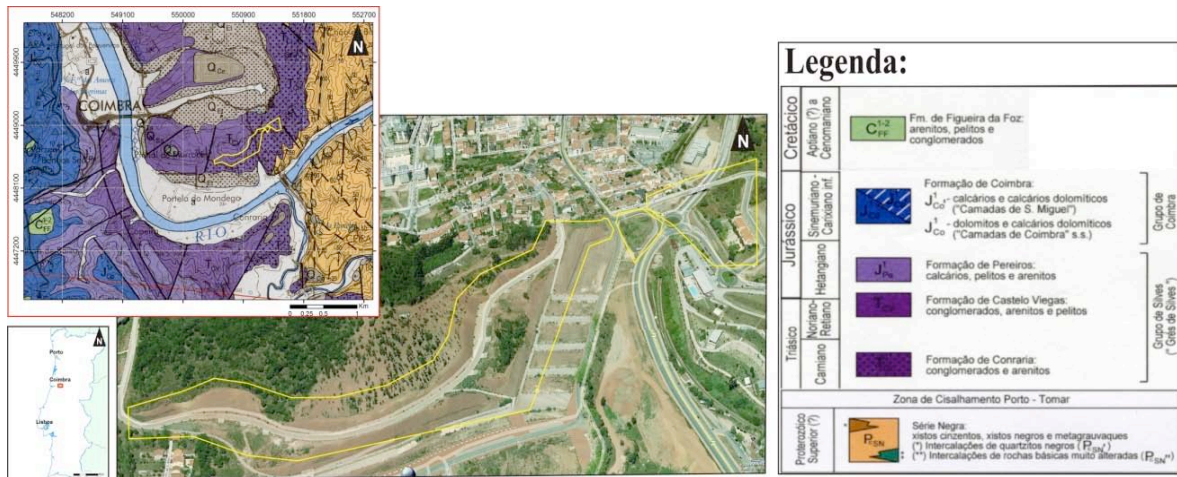


Figura 1 - Localização da área estudada (polígono de contorno amarelo), na Folha 19-D da Carta Geológica 1:50.000 e numa vista aérea oblíqua obtida no Virtual Earth. Sist. UTM, Dat. WGS 84, Zona 29N.

3. METODOLOGIA

Para a análise dos sistemas de falhas dos afloramentos estudados, foram medidos 600 planos de falha que foram introduzidos no software *StereoWin 2.1* com as atitudes medidas no trabalho de campo. Estes valores foram projectados numa rede de *Schmidt* (igual área) e num diagrama de roseta. Não se realizou o rebatimento horizontal das camadas que tinham um pendor a variar de 5° – 20° SW. Foi necessário filtrar as projecções na rede estereográfica, de modo a atribuir famílias e subfamílias às falhas, pois estas são o resultado global da fracturação regional. Os critérios usados para a definição de famílias e subfamílias foram: **a)** tamanho e importância das falhas, que permite agrupar os vários tipos de falhas e as suas orientações dominantes de acordo com a dimensão dos planos de falha observados à escala do afloramento; **b)** cinemática das falhas (normal ou inversa), deduzida pelo sentido do deslocamento de marcadores estratigráficos, que é facilmente observado nos afloramentos estudados e **c)** direcções dos planos de falha dominantes. Assim, foram definidas três famílias: i) grandes falhas normais (FGN) e inversas (FGI), com escala decamétrica a métrica; ii) falhas médias normais (FMN) e inversas (FMI), com escala métrica; e iii) pequenas falhas normais (FPN) e inversas (FPI), com escala decimétrica. A nomenclatura usada para definir as famílias e subfamílias das falhas foi baseada apenas na dimensão e expressão destas à escala do afloramento.

4. RESULTADOS

4.1. Famílias das grandes falhas

Foram identificadas três subfamílias de grandes falhas normais (FGN-1, FGN-2 e FGN-3) e uma subfamília de falhas inversas (FGI-1). As subfamílias foram numeradas de acordo com a representatividade dos planos, sendo a FGN-1 estatisticamente mais expressiva e a FGN-3 a

menos expressiva, critério utilizado ao longo deste trabalho, para os casos a seguir descritos. Pode observar-se na fig. 2a que as direcções predominantes das FGN-1 é NW-SE (aproximadamente N300°). A subfamília FGN-2 tem uma orientação WNW-ESE e a subfamília menos expressiva (FGN-3) consiste num conjunto restrito de falhas com orientações completamente diferentes (NE-SW). A subfamília FGI-1 é representativa das grandes falhas inversas e apresenta a mesma direcção da FGN-1.

4.2. Famílias das falhas médias

Pode-se observar, na Fig.2b, que as subfamílias FMN-1, FMN-2 e FMN-3 apresentam direcções idênticas às FGN-1, FGN-2 e FGN-3. Este facto traduz o resultado da acção das grandes falhas, consistindo em sistemas conjugados de falhas mais pequenas de escala métrica à escala do afloramento. A presença da subfamília FMN-4, com direcção aproximadamente N-S, não tem representação estatística, esta direcção poderá ser a consequência de reajustamentos estruturais (fig. 2b). As subfamílias das falhas médias inversas apresentam as orientações das observadas nas normais, à excepção da subfamília FMN-4.

4.3. Famílias das pequenas falhas

As orientações predominantes das falhas mais pequenas são o produto das tensões e acção estrutural conjunta das falhas de grandes e médias dimensões. Estas caracterizam os sistemas conjugados a menor escala, ao nível do afloramento, apresentando a soma das orientações atrás referidas. Deste modo, dividem-se em oito subfamílias, quatro para falhas normais (FPN) e quatro para falhas inversas (FPI). Pode-se observar na fig. 2c a estreita relação entre as direcções das famílias FPN e FMN.

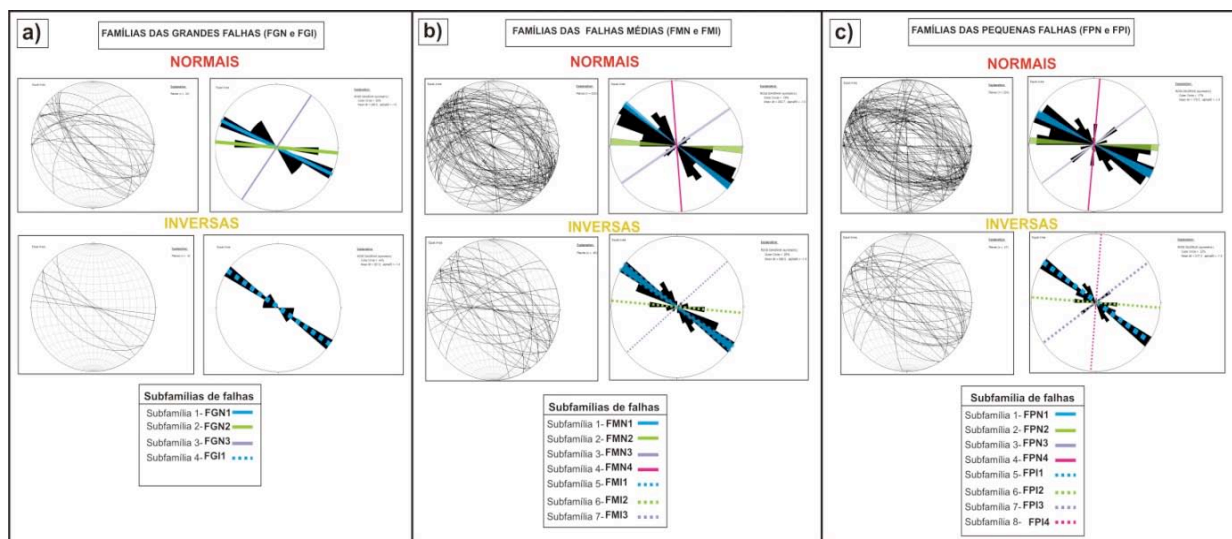


Figura 2 – Projecção das orientações das falhas normais e inversas em rede estereográfica e diagrama de rosetas, com a indicação das diferentes famílias e subfamílias de falhas. a)- Família das Grandes Falhas; b)- Família das Falhas Médias e c)- Família das Pequenas Falhas.

5. DISCUSSÃO e CONCLUSÃO

Os depósitos estudados estão afectados por falhas normais com orientação aproximada NW-SE e que se podem relacionar com falhas profundas, enraizadas no soco ante-mesozóico, neste sector do bordo oriental da Bacia Lusitânica (fig. 1). O conjunto de afloramentos regista sobretudo falhamento normal, com orientação NW-SE em cisalhamento puro com eixos de tracção orientados NE-SW (Kullberg, 2000). Algumas falhas normais, com direcção aproximada NW-

SE, mais frequentes no topo do termo B1, apresentam carácter claramente sin-sedimentar, testemunhado pelo preenchimento dos espaços de acomodação por depósitos aluviais grosseiros, tendo portanto, controlado o respectivo sistema deposicional. Foi observado em afloramento que algumas falhas normais eram cortadas e rejeitadas por falhas inversas que promoviam uma segunda movimentação dos estratos. O facto de as falhas inversas apresentarem a mesma orientação da generalidade das falhas normais NW-SE, leva a concluir que estas terão sido reactivadas pela compressão terciária, nomeadamente durante a fase bética de direcção NNW-SSE (Cunha, 1999, *in* Soares *et al.*, 2007), passando a cavalgamentos com a mesma orientação. A evolução estrutural promoveu a formação de grandes falhas à escala cartográfica que produziram sistemas de falhas conjugadas a escalas mais pequenas, à escala do afloramento, que se alinham com alguma concordância com as grandes estruturas. Não se observa, por isso, grandes diferenças nas orientações entre as falhas de diferentes escalas. A qualquer escala, a subfamília Normal principal corresponde a sistemas de falhas com direcção em torno do azimute 300 (+/- 20°). Nas Grandes estruturas existe uma direcção principal NW-SE e uma secundária NE-SW, nas Médias e Pequenas estruturas existe sempre uma direcção principal NW-SE e duas orientações diferentes (NE-SW, N-S, fig. 2a, b e c) menos importantes. A qualquer escala, a subfamília Inversa principal tem orientação coincidente com a subfamília Normal principal, e as subfamílias secundárias Inversas coincidentes com as subfamílias secundárias Normais. Este facto aponta para a reactivação em compressão das estruturas extensivas. A enorme coincidência de orientações observadas em todas as escalas e em todos os tipos de falhas fundamenta a afirmação de que tanto as falhas do Soco, como as falhas normais sinsedimentares e as falhas mesozóicas extensionais, foram sistematicamente reactivadas em regime compressivo, rejogando como Falhas Inversas.

Referências

- Azerêdo, A. Azerêdo, A.C. Duarte, L.V.; Henriques, M.H.; Manuppella, G. (2003) – Da dinâmica continental no Triásico, aos mares do Jurássico inferior e médio. *Inst.Geol.Min.*, 43 p., VII. Est.
- Carta Geológica de Portugal; Folha 19-D, Coimbra – Lousã (2005); Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, I. P.
- Choffat, P. (1887); Recherches sur les terrains secondaires au Sud du Sado. *Com. Comis. Trab. Geol. Portugal*, I, pp. 222-312.
- Cunha P. P. & Pena dos Reis, R. (1992); *Síntese da evolução geodinâmica e paleogeográfica do sector Norte da Bacia Lusitânica, durante o Cretácico e Terciário*. III Congreso Geológico de Espanã e VIII Congreso Latino americano de Geologia (Actas), Salamanca, 21-26 de Junio, tomo. 1, pp. 107-112.
- Kullberg, J. C. R.; 2000; *Evolução Tectónica Mesozóica da Bacia Lusitaniana*; Tese de Doutoramento; Faculdade de Ciências e Tecnologia; Universidade Nova de Lisboa; 280 p.
- Palain, C. (1976). Une série détritique terrigène. Les “Grés de Silves”: Trias et Lias inférieure du Portugal. *Memórias*, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa. 25 (nova série): 377 p.
- Pena dos Reis, R.; Pimentel N. (2006); *Curso de Campo na Bacia Lusitânica (Portugal)*, Roteiro. Coimbra, 2006, 88 p.
- Pena dos Reis, R.; Pimentel N.; Bueno G. (2008); *III Curso de Campo na Bacia Lusitânica (Portugal)*, Roteiro. Coimbra, 2008, 135 p.
- Pimentel, N.L. (2005) - O Triásico – as primeiras paisagens da Bacia Lusitânica. Res. Workshop “Bacia Lusitânica”, NEGFCUL, Lisboa, pp. 9-10.
- Pimentel, N.L. & Pena dos Reis, R.P. (2006) – Depósitos triásicos de Coimbra, novas observações e interpretação tectono-sedimentar. *Res. VII Congr. Nac. Geologia*, vol. I, pp. 133-134.
- Soares, A. F.; Marques, J. F.; Sequeira, A. J. D. (2007) *Notícia explicativa da folha 19-D, Coimbra – Lousã*; Instituto Nacional de Engenharia Tecnologia e Inovação, Departamento de Geologia.
- Virtual Earth, consultado em 08/07/2008.