

Modelo 3D da estrutura da falha Marquês de Pombal

J. Gafeira^(a,1), F. Borraccini^(b,2), P. Terrinha^(c,3) & N. Zitellini^(d,4)

a – Instituto Geológico e Mineiro, Departamento de Geologia Marinha, Estrada da Portela, Zambujal, 2721-866 Amadora, Portugal
 b - Laboratory of Information-tech for Earth and Environment, Università degli Studi di Urbino, Campus Sogesta, 61029 Urbino, Itália
 c – Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, LATTEX 1749-016 Lisboa, Portugal
 d – Istituto di Geologia Marina, Via Gobetti 101, 40100 Bologna, Itália
 1 - joana.gafeira@igm.pt; 2 - borraccini@uniurb.it; 3 - pagt@fc.ul.pt; 4 - nevio@igm.bo.cnr.it

RESUMO

Palavras-chave: falha Marquês de Pombal; modelação 3D; sísmica de reflexão.

A falha Marquês de Pombal (FMP) desde que foi referida por Zitellini *et al.* (1999) como sendo a estrutura sismo-tsunamigénica do sismo de Lisboa de 1755, foi objecto de estudo de várias campanhas oceanográficas. A correlação entre as linhas sísmicas de reflexão, obtidas em três dessas campanhas a (ARRIFANO - 1992, BIGSETS - 1998 e TTR10 – 2000), que intersectam a FMP, num total de 11 linhas, acrescida pelo trabalho de conversão em profundidade e reconstituição da deformação compressiva agora apresentado, permitiu pormenorizar a geometria da estrutura da FMP. Esta falha trata-se de um cavalgamento activo, com ruptura superficial de ~60 km, situado a sudoeste do Cabo de S. Vicente onde se evidencia o desvanecimento gradual da falha a sul e terminação abrupta contra uma possível falha de transferência a norte.

Introdução

O terramoto de intensidade X-XI na escala de Mercalli, que destruiu Lisboa no dia 1 de Novembro de 1755 foi um dos eventos naturais históricos mais destrutivos que atingiu a Europa. Zitellini *et al.* (1999) propõem, pela primeira vez, a falha Marquês de Pombal, situada entre o Banco de Gorringe e o Cabo de São Vicente, como a estrutura geradora do sismo de 1755, identificada em 1992 no perfil sísmico AR92-10, durante a campanha oceanográfica ARRIFANO. Os trabalhos independentes Baptista *et al.* (1998), sobre modelos de propagação da onda tsunamigénica deste mesmo sismo, sugerem uma fonte tsunamigénica com uma geometria em forma de L, aproximadamente paralela à linha de costa do sudoeste de Portugal, compatível com localização da FMP.

A visualização tridimensional é fundamental para conexão de dados, em qualquer área de estudo dentro da geologia, contudo dentro da geologia marinha esta visualização torna-se ao mesmo tempo mais difícil e essencial. Hoje em dia, já se pode contar com *software* especificamente desenvolvido para geologia, afim de auxiliar neste exercício de visualização. Os *softwares* 2DMove e 3DMove da *Midland Valley Ltd* são disso exemplo. Com o auxílio destes *softwares* foi possível criar um modelo 3D da estrutura da FMP, a partir do conhecimento de secções verticais, assim como a quantificação da deformação associada a esta falha.

Dados

As linhas sísmicas de reflexão utilizadas neste trabalho foram obtidas durante as campanhas ARRIFANO (1992), BIGSETS (1998) e TTR10 (2000). A campanha BIGSETS-1998 (http://doc.igm.bo.cnr.it/bs98_rep/) teve os seguintes objectivos: 1º - a caracterização geométrica da falha Marquês de Pombal, situada a aproximadamente 130 km a oeste do Cabo de S. Vicente, através da aquisição de sísmica de reflexão multicanal e de alta resolução (CHIRP) e, 2º - a datação dos depósitos mais recentes deformados pela movimentação da FMP, através do estudo de testemunhos recolhidos (gravity cores). Durante a campanha foram obtidas 19 linhas multicanal que permitiram o enquadramento da estrutura da FMP. Destas, 5 têm uma orientação perpendicular à FMP (fig. 1) e outras 3, oblíqua com orientação NNW-SSE.

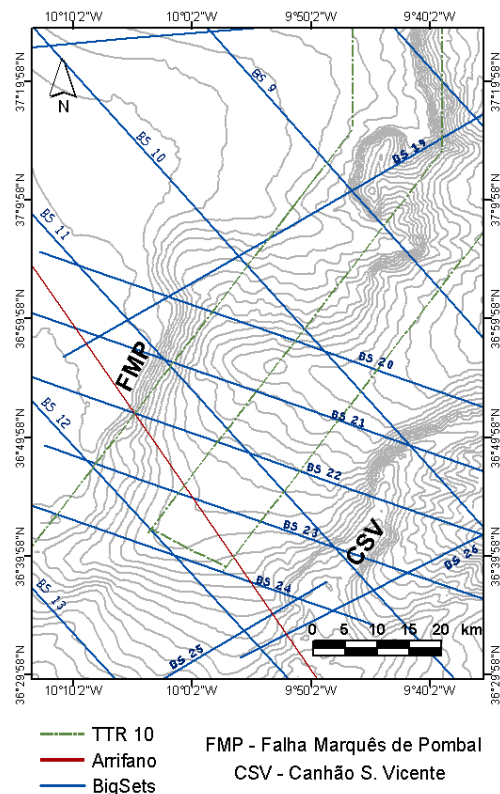


Figura 1 – Localização dos perfis sísmicos utilizados na interpretação da estrutura da falha Marquês de Pombal.

Métodos

Ao longo deste trabalho foram utilizados dois *softwares*, o *2Dmove* e *3Dmove* (desenvolvidos pela *Midland Valley Ltd*), estes programas foram especialmente concebidos para a modelação estrutural, tanto para estudos de deformação dúctil como para deformação frágil, a partir de dados obtidos por sísmica de reflexão.

Digitalização

A partir de interpretação das linhas sísmicas multicanal que intersectam a FMP, definiram-se horizontes-guia que foram digitalizados juntamente com as falhas identificadas. Para tal, as linhas foram previamente geo-referenciadas com base nos ficheiros de navegação das respectivas campanhas e foram digitalizadas com o *2Dmove software*.

Conversão tempo em profundidade

A ferramenta *Depth Conversion* do programa *2Dmove* permite converter a escala vertical em milissegundos para metros, essencial para qualquer estudo estrutural a partir de linhas sísmicas. A conversão foi realizada segundo a função: $Z = V_0(ekt-1)/k$, onde: Z = profundidade em metros; V_0 = velocidade inicial em metros por segundo, K = taxa de variação da velocidade com o aumento da profundidade e t = metade do tempo de ida e volta em segundos.

Na ausência modelo de velocidades na área os valores utilizados foram extrapolados a partir dos dados obtidos para o perfil sísmico AR92-10 (Zitellini *et al.* 2001).

Construção do modelo 3D

Depois de convertidas para profundidade, as linhas sísmicas foram transferidas para o *3Dmove*, onde se podem visualizar os dados tridimensionalmente. Recorrendo a um código de cores, cada linha digitalizada passa a ter uma “identidade” que permite criação de superfícies definidas pelos horizontes (correspondendo a isócronas, i.e. a horizontes sedimentares com a mesma idade) ou falhas seleccionados (Fig. 2). Uma vez criadas as superfícies sismoestratigráficas adicionou-se a batimetria obtida durante a campanha BIGSETS e o nível do mar, para obter o modelo final (Fig. 3).

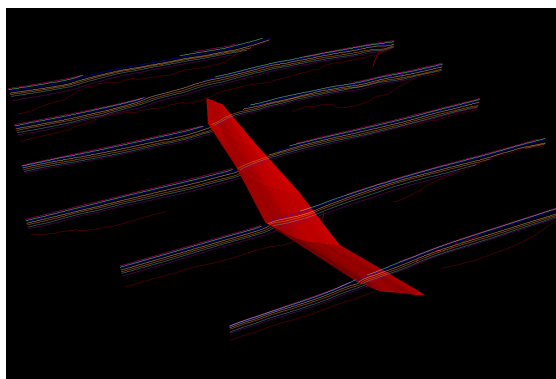


Figura 2 – Fase inicial da construção da superfície da FMP através da união do traço da falha identificados nas linhas BigSets 24, 23, 22 e 21.

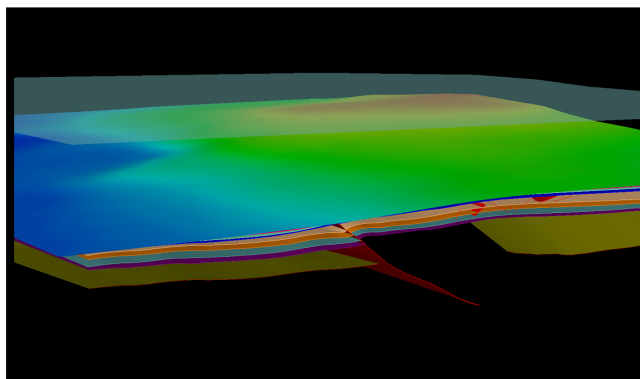


Figura 3 – Modelo 3D final da FMP, visto de sudoeste. A secção a sul corresponde a linha sísmica Bigsets 24.

Restituição da deformação

Nesta fase do trabalho escolheu-se um horizonte estratigráfico como referência para estudar a deformação ao longo da falha. O horizonte escolhido tinha que satisfazer duas condições, tratar-se de um horizonte elevado e ser correlacionável em ambos os lados da FMP. A esse horizonte retirou-se-lhe primeiramente o rejeito vertical e horizontal e, seguidamente a deformação dúctil devida ao dobramento. Calcularam-se os valores de encurtamento total e parciais (devidos aos dois tipos de deformação) para as linhas perpendiculares a estrutura que intersectam a falha, BIGSETS 21, 22, 23 e 24. Os valores determinados encontram-se na tabela 1.

Tabela 1 – Percentagens da componente de encurtamento dúctil e da componente frágil, percentagem de encurtamento total e valor de encurtamento sentido em 15 km.

	% Comp. Dúctil	% Comp. Frágil	% Enc. Total	Encurtamento Total
BigSet 21	22 %	78 %	5.44 %	862.45 m
BigSet 22	28 %	72 %	3.87 %	604.46 m
BigSet 23	19 %	81 %	2.35 %	360.62 m
BigSet 24	49 %	51 %	1.90 %	290.72 m

Conclusões

Os valores de encurtamento geral da estrutura mostram atenuamento em direcção a sul, sugerindo que neste sector a deformação tenha sido acomodada por várias estruturas localizadas entre a FMP e o Banco de Goringe, o que é compatível com a deformação observada na linha BS13. O aumento dos valores de encurtamento e translação em direcção a norte ao longo da falha e a passagem abrupta da FMP a uma flexura sugerem fortemente a existência duma estrutura transversal à FMP, localizada a norte da mesma, do tipo “rampa lateral”.

Agradecimentos

Trabalho financiado pelo projecto “Major Tectonic and Sedimentary Processes on the Portuguese Margins, MATESPRO, ref. PDCTM/MAR/15 264/1999”. Agradecemos a contribuição de Mauro De Donatis e Luís Pinheiro que tornaram possível esta colaboração luso-italiana.

Bibliografia

- Baptista M. A.; Miranda P. M. A.; Miranda J. M. & Mendes-Victor, L. (1998) - Constraints on the source of the 1755 Lisbon tsunami inferred from numerical modelling of historical data. *Journal Geodynamics*, 25: 159-174.
- Zitellini, N. F.; Chierici, R.; Sartori & L. Torelli (1999) - The tectonic source of the 1755 Lisbon earthquake and tsunamis, *Annali Geofisica*, vol. 42, 1, 49-55.
- Zitellini, N. *et al.* (2001) - Source of the 1755 Lisbon earthquake and tsunami investigated. *EOS (Transactions, American Geophysical Union)*, 82: 285-291.