

Prospecção geofísica aplicada à deteção de falhas ativas – a falha de Vila Franca de Xira

Geophysical surveys applied to the detection of active faults – the Vila Franca de Xira fault

J. Casação ¹*, R. J. Oliveira ², B. Caldeira ², J. F. Borges ², J. Carvalho ³

¹ Universidade de Évora, Centro de Geofísica de Évora, Évora

² Universidade de Évora, Departamento de Física, Évora

³ Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Alfragide

* jcasacao@uevora.pt

Resumo: A falha de Vila Franca de Xira é considerada como a mais provável fonte de vários sismos destrutivos que afetaram a região de Lisboa. Contudo, não há evidência à superfície de deformação nos sedimentos Holocénicos pertencentes ao Vale Inferior do Tejo (VIT), devido à baixa taxa de deslizamento (<1mm/ano) e às altas taxas de erosão/sedimentação. O objetivo é confirmar estudos recentes e verificar se esta falha é ativa, contribuindo para a análise de risco sísmico no VIT, usando métodos geofísicos. Inicialmente, o ensaio de sísmica de reflexão deu indicação de quatro falhas prováveis, e por esta razão realizaram-se perfis de georadar e tomografia elétrica nestes locais específicos. Nos perfis obtidos observaram-se vários deslocamentos verticais, correspondendo aos traçados de falhas propostos em trabalhos anteriores.

Palavras-chave: Falhas ativas, sísmica de reflexão, georadar, tomografia elétrica

Abstract: The Vila Franca de Xira fault is considered to be the most probable source of several destructive earthquakes that affected the Lisbon area. Yet, on surface there is no evidence of faulting in the Holocene sediments of the Lower Tagus Valley (LTV), due to low tectonic activity and high erosion/sedimentation rates. The goal is to confirm recent studies and verify if this fault has been active, thus contributing to seismic hazard assessment in the LTV, using geophysical methods. Firstly, the seismic reflection survey indicated four possible faults, and for this reason, ground-penetrating radar and electrical tomography surveys were conducted on those specific locations. On 2D profiles, several vertical displacements were observed, matching the theoretical fault traces proposed in previous studies.

Key-words: Active faults, seismic reflection, ground-penetrating radar, electrical tomography

INTRODUÇÃO

Os registos históricos da região de Lisboa apresentam sucessivas referências a sismos violentos, com elevados danos materiais e perda de vidas humanas. Atualmente sabe-se que o VIT alberga as falhas ativas onde se produziram alguns desses sismos, nomeadamente os de 1909 e 1531, com magnitudes de 6.0 a 7.0 na escala de Richter. A repetição de um evento semelhante teria efeitos devastadores. Para além da elevada densidade populacional, a região está edificada sobre uma bacia sedimentar com dimensão suficiente para produzir a amplificação das ondas sísmicas e consequentemente dilatar o efeito dos terremotos. A caracterização das fontes sismogénicas, que implica o reconhecimento das falhas ativas que geram sismicidade, é uma tarefa essencial para o estudo do modelo de evolução tectónica regional e avaliação do risco sísmico. Este trabalho de

prospecção geofísica é parte integrante do projeto de paleosismicidade ATESTA, que tem como objetivo localizar e caracterizar falhas ativas aflorantes do VIT. A área de estudo faz parte da zona de falha Ota-Vila Franca de Xira-Lisboa-Sesimbra (Carvalho *et al.*, 2008). Há evidência que a falha de Vila Franca de Xira é ativa (Ghose *et al.*, 2013), sendo provavelmente a fonte do sismo catastrófico de 1531. A baixa taxa de deslizamento (<1mm/ano) que corresponde a baixo grau de actividade tectónica, e a alta taxa de sedimentação/erosão são responsáveis pela inexistência de afloramentos geológicos. Por esta razão, recorreu-se a técnicas de prospecção geofísica, como a sísmica de reflexão, georadar e tomografia elétrica, resultando em perfis 2D.

ENSAIOS GEOFÍSICOS NO VALE INFERIOR DO TEJO

Tem sido demonstrado (Carvalho *et al.*, 2012), que o método da sísmica de reflexão garante uma interpretação fiável da estrutura geológica. Inicialmente, a execução do perfil de sísmica de reflexão e a sua posterior interpretação, deu a indicação de quatro potenciais segmentos de falha.

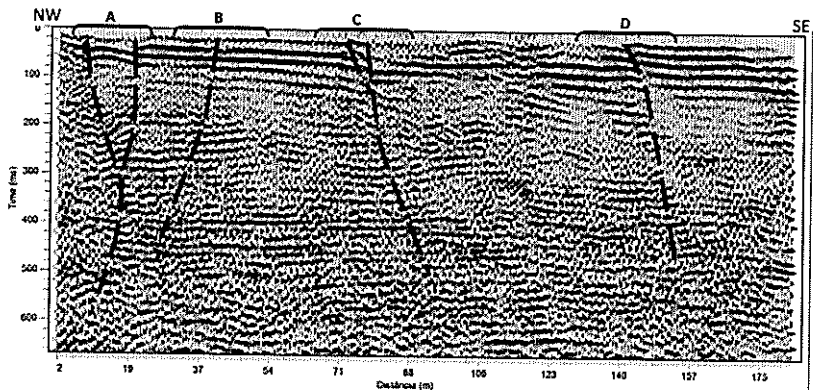


Fig. 1: Perfil de sísmica de reflexão (ondas P), migrado. O tracejado indica os segmentos de falha prováveis. A partir desta interpretação foram definidas quatro zonas de interesse, marcadas de A – D

Tendo em conta esta informação foram então executados os métodos de georadar e tomografia elétrica ao longo de todo o perfil de sísmica, com especial atenção nos quatro locais especificados. Desta forma, foi possível produzir uma interpretação geológica, a baixa profundidade.

GEORADAR (GROUND-PENETRATING RADAR)

Em geral, esta técnica funciona por emissão de impulsos eletromagnéticos (EM) para o solo, que são refletidos em cada contraste físico, (ex.: solo/litologia), podendo ser interpretados geologicamente. Foram realizados ensaios com antenas de 100, 200 e 400 MHz, de forma a garantir resoluções e profundidades diferentes, ao longo dos locais de interesse (A – D) definidos no perfil de sísmica de

reflexão. Após a obtenção dos dados de campo, foi necessário realizar processamento através de *software* RADAN e do *plugin* matGPR para MATLAB, daqui resultando radargramas.

TOMOGRAFIA DE RESISTIVIDADE ELÉTRICA

Este método consiste na injeção de corrente elétrica no solo por dois elétrodos de corrente, e na leitura da diferença de potencial entre dois elétrodos. Através da corrente (I) e voltagem (V), é possível calcular a resistividade aparente. Utilizando o *software* Res2DInv procedeu-se à inversão dos dados, de forma a obter o perfil 2-D final. De todos os tipos de varrimento (*array*) disponíveis no equipamento 16G-N da PASI, o escolhido foi o Dipolo-Dipolo, visto que é um bom método para identificar estruturas verticais como cavidades e falhas geológicas, tendo ainda uma boa resolução horizontal. O perfil resultante foi realizado na zona B (ver figura 3), que tem um comprimento de 46,5m e profundidade máxima de 5,0m.

RESULTADOS

Após o processamento dos dados de campo de georadar e tomografia elétrica, são então apresentados os resultados sob a forma de perfis 2-D.

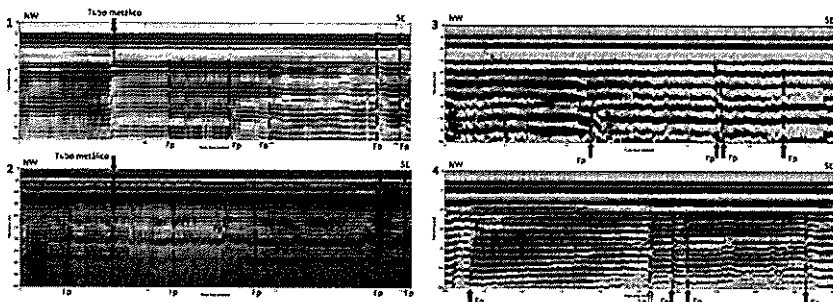


Fig. 2: Radargramas interpretados, obtidos após processamento dos dados de campo. 1 – Antena 200MHz (modo distância); 2 – Antena 100 MHz (modo distância); 3 – Antena 200MHz (modo ponto – wiggle); 4 – Antena 200MHz (modo ponto – wiggle). Fp – Falha provável

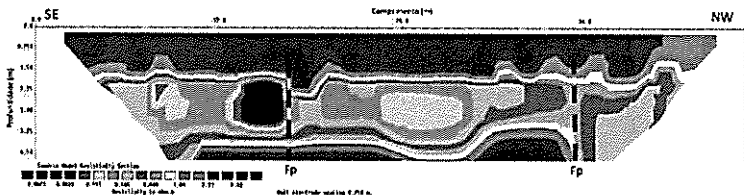


Fig. 3: Secção interpretada de tomografia de resistividade elétrica. Fp – Falha provável

Os radargramas revelam algumas deformações e descontinuidades, que podem relacionar-se com potenciais falhas geológicas, correspondentes a deslocamentos sub-verticais abruptos. Algumas destas deformações têm expressão mais profunda (como sugere a sísmica de reflexão) e terminam junto à superfície. No perfil de tomografia elétrica surgem valores de resistividade baixa ($<10 \Omega \text{ m}$), típicos de solos areno-argilosos. Embora o perfil apresente diferenças de valores de resistividade, não parece haver disparidades significativas que indiquem com clareza deformações sub-verticais, semelhantes às que foram observadas nos radargramas. Apesar disto, as poucas variações existentes têm correspondência com os deslocamentos verticais observados no perfil de sísmica de reflexão.

CONCLUSÃO

Em geral, ficou demonstrado o bom resultado das campanhas de sísmica de reflexão, que constituíram a base de trabalho, e que serviram para orientar os restantes métodos geofísicos de forma a investigar detalhadamente as áreas de interesse selecionadas. Concluiu-se que o georadar ofereceu melhores resultados para este caso específico de deteção de segmentos de falhas ativas. É, ao mesmo tempo, o que apresenta melhor resolução, e onde é possível observar a horizontalidade dos refletores a pouca profundidade, correspondendo a camadas sedimentares típicas de deposição em regime de baixa energia. Esta disposição horizontal permite também denotar com maior clareza as interrupções verticais entre os refletores, deslocamentos aqui interpretados como falhas geológicas.

Numa fase posterior serão abertas trincheiras ao longo destes perfis geofísicos. Este processo terá como objetivo comparar os dados geofísicos com o registo dos logs das paredes das trincheiras. Confirmando-se a existência de falhas nestes sectores, a sua caracterização detalhada e datação irá contribuir significativamente para o estudo da avaliação do risco sísmico na região do VIT.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação para a Ciência e Tecnologia, por financiar o projeto ATESTA (PTDC/CTE-GIX/099540/2008). Agradecemos ainda ao colaborador do CGE Samuel Neves o seu contributo, em especial no decurso do trabalho de campo realizado.

Bibliografia

- CARVALHO, J., GHOSE, R., LOUREIRO, A. V., PINTO, C. C., BORGES, J. F. (2012). Is the Vila Franca de Xira fault still active? A shallow seismic reflection shear-wave study in an intraplate environment. 74th EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2012. Copenhagen
- CARVALHO, J., TAHA, R., CABRAL, J., CARRILHO, F., MIRANDA, M. (2008). Geophysical characterization of the Ota-Vila Franca de Xira-Lisbon-Sesimbra fault zone, Portugal. *Geophysical Journal International* 174, 567-584.
- GHOSE, R., CARVALHO, J., LOUREIRO, A. (2013). Signature of fault deformation in near-surface soil visible in shear seismic reflections. *Geophysical Research Letters* 40, 1074-1078.