



REPOSITÓRIO DE FALHAS ACTIVAS DE PORTUGAL CONTINENTAL, NA BASE DE DADOS DA IBÉRIA (QAFI) – VANTAGENS E DIFICULDADES

Repository of Active Faults in Mainland Portugal, in QAFI Database of Iberia – Benefits and Difficulties

C. Moniz (1), J. Cabral (2) e R. P. Dias (1)

(1) Unidade de Geologia, Hidrogeologia e Geologia Costeira, Laboratório Nacional de Energia e Geologia.

catarina.moniz@lneg.pt

(2) Departamento de Geologia e Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Campo Grande, 1749-016 Lisboa.

Resumen/resumo: A QAFI (*Quaternary Active Faults of Iberia*), em formato SIG, constitui um importante suporte para o estudo da perigosidade sísmica, como o repositório mais actualizado da informação sismotectónica sobre falhas activas (últimos 2,6 Ma). Envolve duas instituições nacionais: o IGME (Espanha) e o LNEG (Portugal), responsáveis pela gestão da inserção da informação. Disponível on-line, em constante revisão da sua informação científica, integra informação imprescindível para a avaliação do risco sísmico e pretende promover o acesso de informação especializada ao serviço público. A sua implementação em Portugal desempenha um contributo fundamental. Abordam-se 2 casos da sua utilização, na Carta Neotectónica e nos Planos Regionais de Ordenamento. Referem-se constrangimentos na sua execução associados à escassez de dados geológicos precisos e fiáveis, os quais estão relacionados com taxas de actividade baixas, longos períodos de recorrência, insuficiência de referências estratigráficas recentes deformadas por falhamento e de idade incerta, ambiguidade na interpretação das evidências morfotectónicas.

Palabras clave: Falhas Activas, Portugal.Continental (Península Ibérica), Base de Dados QAFI

Abstract: *The Database of Quaternary Active Faults of Iberia - QAFI, plays a fundamental contribution to the study of seismic hazard, as the most updated repository of information on faults in the Iberian Peninsula with tectonic activity in the last 2.6 Ma. The QAFI involves two national institutions: the IGME in Spain (conception and development), and LNEG in Portugal, both responsible for the incorporation of the information concerning the active faults of each country. QAFI is a database in GIS format, available on-line, concerning the seismogenic active faults (fault-sources) of the Iberian Peninsula, whose scientific information is constantly reviewed and updated. It thus integrates essential information for the regional seismic risk assessment, and aims to promote the access of specialized information to the public service. Its implementation in Portugal is thus of upmost interest. Two examples of application of QAFI are presented, namely in the development of a new, updated Neotectonic Map of Portugal, and in the implementation of regional planning. Reference is made to constraints due to scarcity of precise and reliable geological information, which is related to the presence of slow faults, with low slip-rates and long return periods, and also to the lack of dated, preferably young, stratigraphical markers, as well as the ambiguity in morphotectonic interpretations.*

Key words: Active Faults, Mainland Portugal (Iberian Peninsula), QAFI Database

Introdução

A Base de Dados de Falhas Activas no Quaternário da Península Ibérica - QAFI (*Quaternary Active Faults of Iberia*), constitui o repositório mais actualizado, em formato SIG, da informação geológica da Península Ibérica sobre estruturas tectónicas activas no Quaternário (últimos 2,6 Ma).

Esta inventariação integrada num SIG engloba a informação das falhas activas (fontes sísmicas) da Península Ibérica, no que concerne à sua localização, à sua identificação como activa, às suas características principais geométricas e cinemáticas, ao seu potencial sismogénico, expresso pelo sismo máximo credível, intervalo de recorrência, e eventuais evidências de actividade sísmica associada.

A QAFI, cujo SIG foi elaborado e desenvolvido pelo *Instituto Geológico y Minero de España* (IGME), resulta da colaboração entre as instituições nacionais de geologia de Espanha (IGME) e de Portugal (LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia) e da participação de muitos outros investigadores. Constitui uma base de dados aberta,

receptível a novas contribuições, e cujo conteúdo tem estado em constante revisão e actualização (García-Mayordomo et al. 2010, 2012a e 2012b), em resultado do avanço do conhecimento sobre este tipo de estruturas em geral, e sobre cada fonte-falha, em particular.

Esta base de dados, disponível *on-line*, pretende promover o acesso de informação especializada ao serviço público, ao nível da administração central, regional e local, e também ao mundo empresarial.

No contexto da avaliação da perigosidade sísmica no território continental português, a Base de Dados de Falhas Activas no Quaternário da Península Ibérica - QAFI, que tem estado a ser implementada, desempenha um contributo fundamental. Este trabalho tem como objectivo expor brevemente o seu desenvolvimento em Portugal Continental, relativamente a aplicações com utilidade e impacto na Comunidade, bem como apresentar algumas dificuldades na sua implementação relativamente às falhas activas em território português.

Carta Neotectónica de Portugal Continental

A QAFI, por representar o repositório mais actualizado da informação geocientífica de suporte à avaliação da perigosidade sísmica, ou seja relativa às estruturas tectónicas na Península Ibérica potencialmente capazes de produzirem sismos com impacto significativo na Comunidade, integra, assim, informação imprescindível para a avaliação do risco sísmico, quer em planos sectoriais, quer de âmbito nacional, constituindo em Portugal a base de trabalho de uma nova edição da Carta Neotectónica de Portugal Continental, a ser publicada brevemente pelo LNEG.

A nova edição da Carta Neotectónica de Portugal continental irá substituir a publicada em 1988, à escala 1:1.000.000 (Cabral e Ribeiro, 1988), que, para além de desactualizada, tem uma escala demasiado reduzida, tornando-a pouco adequada para utilização quer no âmbito estritamente científico, quer em estudos de aplicação à Comunidade.

A Carta Neotectónica a ser publicada tem como suporte:

1. a base de dados QAFI, para a qual tem sido implementada uma pesquisa exaustiva dos estudos até agora desenvolvidos sobre as falhas activas em território nacional continental, pesquisa dos catálogos sísmicos disponíveis, bem como de toda a cartografia geológica em Arquivo (LNEG) realizada a diferentes escalas (de 1:25.000 a 1:1.000.000), e ainda a pesquisa de elementos morfológicos eventualmente produzidos e/ou modificados pela actividade recente das estruturas sismotectónicas (com base em mapas topográficos na escala 1:50.000 e do *Google Earth*);
2. o SIG relativo à vectorização do traçado cartográfico das falhas consideradas activas, associado à base de dados QAFI (em *ArcGis*, versão 10.2), elaborado a uma escala uniforme próxima de 1:200.000;
3. informação adicional que não é actualmente integrável na versão corrente da QAFI, como a respeitante à cartografia dos troços de falha activa prováveis e/ou ocultos, bem como às estações de observação ao longo das estruturas activas, no que diz respeito à sua localização e informação associada.

Plano Sectorial para a Prevenção e Redução de Riscos (PSPRR)

No âmbito do programa governamental da Política de Ordenamento do Território, para o qual o LNEG deu o seu contributo, encontra-se em fase de aprovação a Estratégia Nacional Integrada para a Prevenção e Redução de Riscos, a qual deverá ser definida e implementada no espaço dos planos regionais e municipais de ordenamento do território, para os diferentes perigos naturais, ambientais e tecnológicos, nomeadamente o sísmico.

Neste contexto, e a nível da colaboração nos planos regionais, está em fase de conclusão uma 1ª etapa de trabalho com a construção de uma ficha por município (divisão administrativa menor do território),

elaborada a partir de um SIG, contendo a informação respeitante a:

1. presença de falhas consideradas como activas e o critério utilizado;
2. registo de sismicidade, incluindo a macrossismicidade (com valor de magnitude máxima registada) e a microssismicidade;
3. cartografia geológica existente a diferentes escalas para cada município.

Pretende-se associar este SIG de informação geocientífica com o SIG da QAFI para cada divisão administrativa do território, de forma a facilitar o acesso desta informação especializada relativa às falhas activas, aos órgãos de poder local.

Dificuldades no preenchimento da base de dados QAFI, relativamente às estruturas potencialmente activas em território português

Em Portugal Continental, parte das falhas activas sismogénicas estão ainda deficientemente caracterizadas devido a vários factores, o que conduz frequentemente a imprecisão e ambiguidade no preenchimento da base de dados QAFI.

As estruturas tectónicas activas no território continental português reflectem taxas de actividade baixas e longos períodos de recorrência, comportando-se como falhas lentas, mas evidenciando a capacidade de poderem desencadear sismos catastróficos (Cabral, 2012).

As falhas activas estão fortemente condicionadas pela reactivação de estruturas antigas pré-existentes, sob uma compressão próxima de NW-SE. Estas estruturas foram activadas durante as fases de deformação bética com uma compressão próxima da actual. Deste modo, e na ausência de marcadores e ou de informação cronoestratigráfica adequada, torna-se difícil distinguir a partir das evidências geométricas e cinemáticas a reactivação de idade quaternária das anteriores.

O registo sedimentar de idade pós miocénico corresponde no geral a uma cobertura parcialmente erodida de sedimentos de origem fluvial, deficientemente datados e usualmente atribuídos genericamente ao Pliocénico superior-Quaternário inferior, nos quais são observáveis deformações por ruptura em falhas. Sedimentos deformados de idade mais recente são praticamente inexistentes, ou seja evidências de actividade tectónica recente no registo sedimentar de idade pliocénica superior a holocénica são quase nulas. Por outro lado, a presença de espessuras significativas de sedimentos aluvionares recentes ocultando falhas activas sismogénicas nalgumas áreas, como na região do baixo Tejo, dificulta o seu estudo e caracterização.

Nas bacias sedimentares meso-cenozóicas acresce o facto de ocorrerem em afloramento estruturas frágeis afectando os sedimentos de cobertura, mas cuja génese resulta de evolução de um carso subjacente e não de actividade tectónica (Dias e Cabral, 2002) (Figura 1).

Citam-se como exemplo das dificuldades apontadas o caso das falhas de Portimão e de Pinhal Novo-Alcochete, cujos dados reflectem a imprecisão na

caracterização da actividade tectónica recente destas estruturas (Figuras 1 e 2, e Tabela 1).

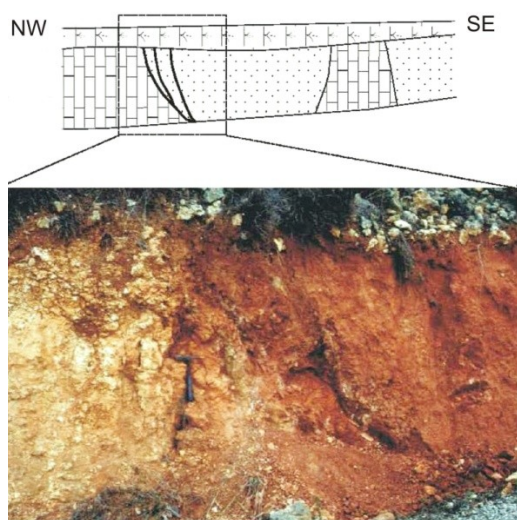


Figura-1: Exemplo de contacto mecânico entre calcários miocénicos (NW) e Areias de Faro-Quarteira (SE) na zona da Falha de Portimão, resultante provavelmente de evolução cársica (Dias, 2001).



Figura-2: Exemplo de contacto por falha na Formação de Santa Marta na zona de Falha de Pinhal Novo-Alcochete, com orientação distinta da estrutura principal (Moniz, 2010).

A análise geomorfológica utilizada na identificação de evidências morfotectónicas resultantes da actividade das falhas, como escarpas e desvios em linhas de água, conduz frequentemente a interpretações ambíguas, devido à dificuldade de diferenciar a morfologia resultante da actividade tectónica recente da produzida por uma actividade tectónica mais antiga, conjuntamente com os efeitos de uma forte exumação recente, ou seja, há dificuldade em diferenciar o controlo activo ou passivo da tectónica na morfologia.

Efectivamente ocorrem diversas falhas com expressão morfológica significativa consideradas activas, em que esta expressão se traduz por escarpas de falha delimitando bacias tectónicas onde se encontram sedimentos cenozóicos preservados. Contudo, estes sedimentos encontram-se fortemente erodidos por erosão fluvial na dependência directa ou próxima de importantes linhas de água, responsáveis por uma exumação

muito intensa. São exemplos as bacias tectónicas da Vilarça e da Longroiva (falha Manteigas-Vilarça-Bragança) (Cabral, 1995) (Figura 3), dependentes da forte incisão fluvial do rio Douro e Côa, e a bacia tectónica de Castelo Branco (falha do Ponsul) (Dias e Cabral, 1989), dependente da incisão fluvial do rio Tejo e do rio Ponsul. A forte incisão fluvial quaternária que caracteriza a evolução da rede de drenagem em Portugal Continental é assim responsável por uma exumação muito intensa de sedimentos cenozóicos preservados em bacias tectónicas associadas a falhas com actividade de idade alpina gerando uma expressão geomorfológica que pode ser muito semelhante à da tectónica activa, nomeadamente no que respeita ao desenvolvimento de escarpas de falha. A diferença consiste em que o desnivelamento da área de sopé relativamente ao bloco elevado resulta de erosão diferencial e não de deslocamento tectónico, sendo assim possível gerarem-se elementos morfológicos com características e parâmetros morfométricos muito semelhantes aos da tectónica activa.



Figura-3: Exemplo referente à bacia tectónica da Longroiva. Vista Google Earth, para S. A excelente expressão morfológica que a falha da Vilarça apresenta na terminação meridional da bacia cessa abruptamente: no espaço de 2 km a falha perde a expressão morfológica, não sendo possível distingui-la na morfologia para sul da depressão tectónica. Este efeito é facilmente explicado por “esvaziamento” do preenchimento sedimentar de uma bacia tectónica antiga (miocénica?), cuja reactivação no Quaternário não é de excluir, mas associada a uma taxa de actividade inferior à sugerida pela expressão morfológica da estrutura.

A base de dados QAFI engloba todas as falhas activas ou potencialmente activas, considerando-se a sua actividade nos últimos 2,6 Ma (no período Quaternário), contrastando com o conceito operacional de falha activa utilizado no domínio da engenharia. Contudo, a sua implementação (preenchimento) no território continental português tem sido dificultada e frequentemente resulta imprecisa, devido às características geológicas e sismotectónicas brevemente reportadas, realçando a necessidade de obtenção de datações dos sedimentos afectados por falhas a par com um incremento substancial de estudos de campo pormenorizados, de modo a obter dados geológicos (neotectónicos e sismotectónicos) mais precisos. Apesar dos esforços que têm sido empreendidos neste sentido, nos últimos anos, a quantidade e qualidade dos dados obtidos, bem como o

investimento efectuado é notoriamente insuficiente para a avaliação adequada da perigosidade sísmica regional.

Agradecimentos: Os autores agradecem a Julián García-Mayordomo as várias discussões sobre a estrutura e implementação da QAFI em Portugal Continental, contribuindo significativamente para a sua implementação e aperfeiçoamento.

Referências bibliográficas

- Cabral, J. (1995). Neotectónica em Portugal Continental. *Memórias do Instituto Geológico e Mineiro*, 31, 265 pp.
- Cabral, J. (2012). Neotectonics of Mainland Portugal: State of the Art and Future Perspectives. *Journal of Iberian Geology* 38 (1) 2012: 71-84.
- Cabral J. e Ribeiro A. (1988). Carta Neotectónica de Portugal Continental, Escala 1:1.000.000. Dep. Geol. Fac. Ciênc. de Lisboa, Serv. Geol. de Portugal, Gab. Prot. Seg. Nuclear, ed. SGP, Lisboa.
- Dias, R.P. (2001). Neotectónica da Região do Algarve. Dissertação de doutoramento, Fac. Ciências, Univ. Lisboa, 369 pp.
- Dias, R. P., Cabral, J. (1989). Neogene and Quaternary reactivation of the Ponsul fault in Portugal. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, 75: 3-28.
- Dias, R.P., Cabral, J. (2002). Interpretation of recent structures in an area of cryptokarst evolution - neotectonic versus subsidence genesis. *Geodinamica Acta*, 15(4): 233-248.
- García-Mayordomo, J., Insua-Arévalo, J.M., Martínez-Díaz, J.J., Jiménez-Díaz, A., Álvarez-Gómez, J.A., Pérez-López, R., Rodríguez-Pascua, M.A., Martín-González, F., Giner-Robles, J., Masana, E., Nemser, E.S., Cabral, J. (2010). Base de datos de fallas activas de Iberia (primera fase): objetivos y estructura preliminar. In: Insua-Arévalo, J.M., Martín-González, F. (eds.), *Contribución de la Geología al Análisis de la Peligrosidad Sísmica. Resúmenes de la 1ª Reunión Ibérica sobre Fallas Activas y Paleosismología*, 189-192.
- García-Mayordomo, J., Insua-Arévalo, J.M., Martínez-Díaz, J.J., Jiménez-Díaz, A., Martín-Banda, R., Martín-Alfageme, S., Álvarez-Gómez, J.A., Rodríguez-Peces, M., Pérez-López, R., Rodríguez-Pascua, M.A., Masana, E., Perea, H., Martín-González, F., Giner-Robles, J., Nemser, E.S., Cabral, J., QAFI Compilers (2012a). La Base de Datos de Fallas Activas en el Cuaternario de Iberia (QAFI v.2.0). *Journal of Iberian Geology*, 38(1), 285-302.
- García-Mayordomo, J., Martín-Banda, R., Insua-Arévalo, J.M., Álvarez-Gómez, J.A., Cabañas, L., Cantavella, J.V., Crespo, M.J., Dias, R. P., Moniz, C., Pascual, G., Alfageme, S., Rodríguez-Escudero E. (2012b). La Base de Datos de Fallas Activas Cuaternarias de Iberia (QAFI v.2): Características, Aplicaciones y Problemas. Publicação no livro de resumos da 7 Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica, San Sebastián.
- Moniz, C. (2010). Contributo para o conhecimento da Falha de Pinhal Novo – Alcochete, no âmbito da Neotectónica do Vale Inferior do Tejo. Tese de dissertação de Mestrado, Fac. Ciências Univ. Lisboa, 128 pp. Tabela 1

Tabela 1:

		FALHA DE PORTIMÃO	FALHA DE PINHAL NOVO-ALCOCHETE
IDENTIFICAÇÃO		Considerada uma das principais macro-estruturas activas do Algarve ocidental (região Sul de Portugal)	Considerada uma das principais macro-estruturas activas do Vale Inferior do Tejo (Península de Setúbal)
		Reconhecida por cartografia geológica no <i>onshore</i> e por dados de sub-superfície no <i>offshore</i> (sísmica de reflexão)	Reconhecida essencialmente por dados de sub-superfície (sísmica de reflexão, sondagens curtas e longas, presença de águas mineralizadas provenientes de circulação profunda em formações evaporíticas)
GEOMETRIA	Enquadramento	Afecta a bacia meso-cenozóica do Algarve	Afecta a bacia cenozóica do Baixo Tejo
	Comprimento	Total de 70 km, sendo 12 km no <i>onshore</i>	Total superior a 30 km (?), sendo 20 km no <i>onshore</i> , 10 km para sul sob aluviões e x km (?), para norte também sob aluviões no Mar da Palha
	Descrição	Estrutura complexa, ramificada; zona larga de deformação (~1,3 km); orientação geral N-S, sub-vertical	Estrutura complexa, ramificada; zona larga de deformação (~1,5 km); orientação geral N10-15W, sub-vertical
CINEMÁTICA		Esquerda (reconhecida pelos dados mesoscópicos e inferida pelo campo de tensões actual)	Transpressiva esquerda (inferida pelo campo de tensões actual)
REGISTO SEDIMENTAR MAIS RECENTE	Unidade estratigráfica	Areias de Faro-Quarteira (depósitos detriticos de características fluviais)	Formação de Santa Marta (depósitos detriticos de características fluviais)
	Idade	Pliocénico superior-Plistocénico inferior (?)	Pliocénico (?)
EVIDÊNCIAS DE DEFORMAÇÃO EM AFLORAMENTO	Com a orientação geral da estrutura	Presença de filões detriticos e de algumas falhas (Fig. 1)	Não reconhecidas
	Com outras orientações	Várias estações de observação com falhas e diaclases	Estações de observação com falhas e diaclases (Fig. 2)
EVIDÊNCIAS MORFOLÓGICAS		Não reconhecidas	Relevo alongado, coincidente com a zona de falha e assimetria da drenagem situada junto ao sopé ocidental
SISMICIDADE PROVAVELMENTE ASSOCIADA		Sismo de 1719, intensidade estimada (MM) de X e magnitude de 7,0	Sismo de 1858, intensidade estimada (MM) de IX e magnitude de 7,1