
As imagens do Google Earth no estudo de alinhamentos estruturais do fundo do Atlântico Central

The study of the structural lineaments of the central Atlantic based on Google Earth images

L.C.G. PEREIRA – gpereira@dct.uc.pt (Universidade de Coimbra, CGUC e Departamento de Ciências da Terra)

F.C. LOPES – (Universidade de Coimbra, CGUC e Departamento de Ciências da Terra)

C.R. GOMES – (Universidade de Coimbra, CGUC e Departamento de Ciências da Terra)

RESUMO: Este trabalho apresenta alguns recursos e métodos que podem ser usados na investigação em Geologia, em particular, no domínio tectono-estrutural, e como estes podem servir para ilustrar, com fins essencialmente didácticos, algumas interpretações consideradas um pouco complexas. Focando aspectos da morfologia do fundo do Atlântico Central, a sul e sudoeste da Península Ibérica até aos Açores, procurámos evidenciar aspectos originais da expansão (acrecção) oceânica e a sua modificação pela sobreposição de sistemas de fracturas diagonais que modificam as direcções originais e deverão ter favorecido novos processos geológicos, a actividade vulcânica e a sismicidade.

PALAVRAS-CHAVE: Google Earth; Atlântico Central; alinhamentos estruturais; cisalhamentos esquerdos; deformação Riedel.

ABSTRACT: This study shows some resources and methods to be used in geological research, particularly in Structural Geology and Tectonics, and how they can be used to illustrate, with didactic objectives, some interpretations considered more complex. Original aspects of the oceanic accretion and its modification by the interposition of oblique fracture systems were pointed out by the observation of the morphological aspects of the Central Atlantic Ocean crust, from the south and south western border of the Iberian Peninsula to the Azores islands. These fracture systems also modified the original directions and they may have favoured new geologic processes and volcanic and seismic activities.

KEYWORDS: Google Earth; Central Atlantic; structural lineaments; left-lateral shear zones; Riedel's strain.

1. INTRODUÇÃO

O Google Earth é apenas uma das muitas peças de software gratuito disponível no Google. Lançado em Junho de 2005, este software combina imagens de satélite do globo com desenhos em 3D das cidades e importantes locais geológicos, para criar um globo virtual altamente realístico. Edições recentes incluem a monitorização do tráfego em tempo real, a visualização de rua, o movimento do Sol, um simulador de voo, e uma versão de astronomia. A sua característica mais interessante é o modo de *zoom-in-out*, o que torna este software divertido e envolvente. Os

noticiários da televisão por todo o Mundo têm utilizado esta ferramenta nas suas transmissões para mostrar os locais de notícias e eventos importantes (ex. Sismo do Haiti de 12 de Janeiro de 2010). As imagens do Google Earth podem também constituir recursos importantes para o ensino e aprendizagem de temas de Geologia. São documentos valiosos que é fundamental saber ler e interpretar para quem quer ensinar e/ou aprender geologia ou para quem quer resolver problemas importantes, por exemplo, ao nível do ambiente e ordenamento. Outra utilização destas imagens situa-se ao nível da Geologia Estrutural e da Tectónica, pois põem em evidência alinhamentos tectónicos susceptíveis de interpretações tectono-estruturais e cinemáticas (e.g., Pereira *et al.*, 2008a,b).

O presente estudo tem como objectivos analisar as imagens de satélite disponibilizadas pelo Google Earth e mostrar como podem ser usadas para conhecer melhor os fundos do Atlântico Central e as suas relações com o enquadramento tectónico circundante.

2. ENQUADRAMENTO DAS REGIÕES ESTUDADAS

As áreas analisadas, a partir de imagens do Google Earth, localizam-se no Atlântico Central e compreendem o sector fronteiro ao Sudoeste da Península Ibérica e o sector da Crista Média Atlântica na região do Arquipélago dos Açores (Fig. 1). O bordo Sudoeste da Península Ibérica é dominado pelo segmento oriental da Zona de Fractura Açores-Gibraltar (e.g., Savostin *et al.*, 1986; Buforn *et al.*, 1995), onde ocorre a lenta convergência entre a África e a Eurásia, morfologicamente traduzida por uma série de altos fundos e planícies abissais, nitidamente controlados por intersecções de sistemas de fracturas (e.g. Zetillini *et al.*, 2009; Terrinha *et al.*, 2009). O sector da Dorsal Atlântica abrange a zona de fronteira divergente entre as placas Norte-americana, a Ocidente, e Euroasiática e Africana, a Oriente (ponto tríplio dos Açores). Inclui toda a zona de implantação das ilhas açorianas e de numerosos altos fundos, mostrando um desenho original de uma “bota”, o que revela uma interferência de vários sistemas de fracturas, com direcções diversas, que se interceptam e definem sectores com comportamento tectónico diferenciado.

3. MARGEM SUDOESTE IBÉRICA

Uma observação cuidada de imagens de satélite permitiu constatar que a tectónica do fundo oceânico, da região NE do Atlântico, adjacente à Península Ibérica e ao Norte de África, tem forte envolvimento com a geologia dos sectores continentais emersos. Um conjunto de fracturas/alinhamentos cisalhantes, com direcção NNE-SSW, corta nitidamente alinhamentos E-W de carácter transformante, ondulando-os com movimentação esquerda (Fig. 1). Esta deformação sigmoidal, típica de um modelo Riedel, sobreposto aos alinhamentos E-W, parece andar a par com intrusões e extrusões magmáticas, induzidas ou favorecidas pela deformação então produzida. Os próprios alinhamentos NNE-SSW tornam-se mais notados nos locais onde promoveram a implantação de altos fundos, frequentemente alinhados e salientes, de que se destaca o alinhamento Madeira-Tore. Sobre as intumescências deste ou do primeiro tipo, E-W, estão situadas todas as ilhas e altos fundos deste sector do Atlântico Central, como são os casos da Madeira, Porto Santo; os montes Gorringe, Ampére e Coral-Patch e, até, as Ilhas Canárias. As ilhas que constituem os arquipélagos da Madeira e das Canárias têm um posicionamento singular que está fortemente condicionado pelos alinhamentos NNE-SSW. A movimentação esquerda, nestas estruturas, não só secciona os alinhamentos das transformantes como os ondula em sigmoides mais ou menos abertos. Esta deformação permitiu e continua a permitir que material lávico possa ascender e extruir, originando amontoados de derrames que nem sempre emergem.

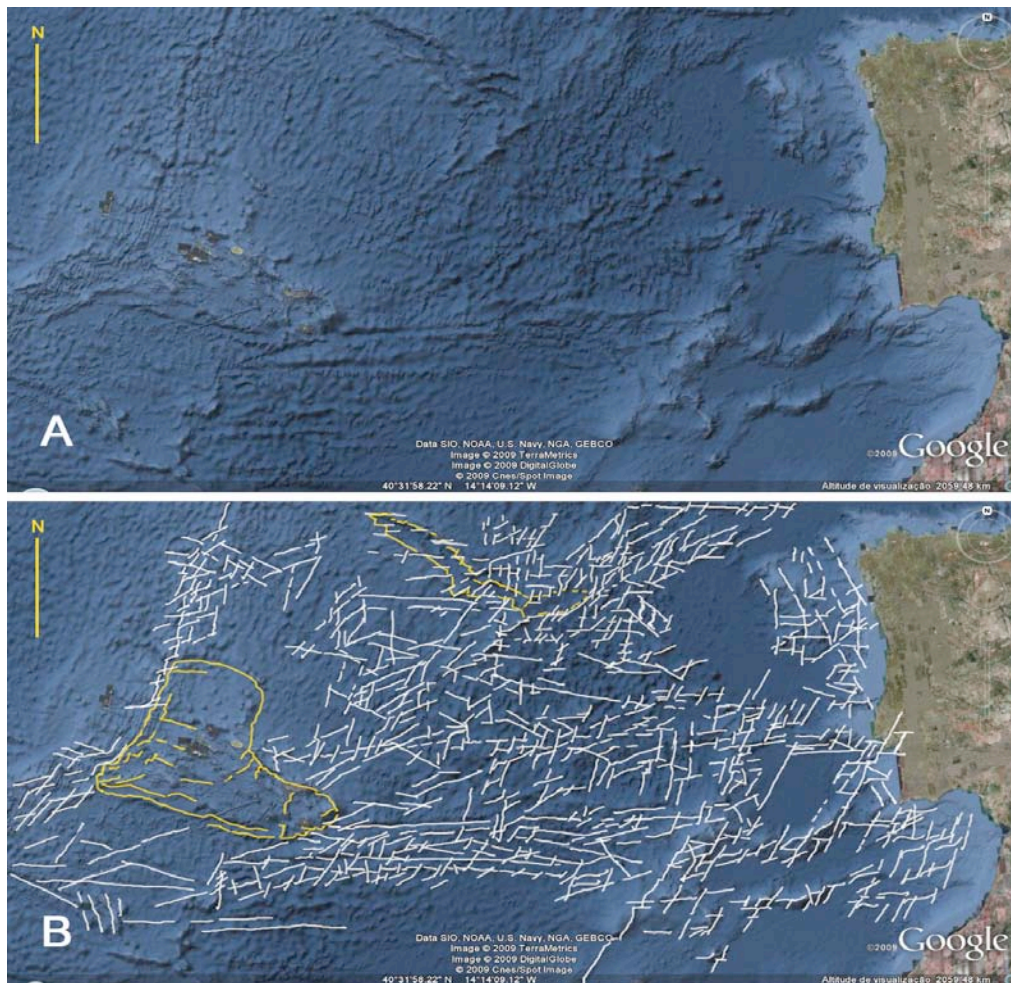


Figura 1 - A região atlântica entre os Açores e a Península Ibérica, evidenciando os relevos mais expressivos (A) e os alinhamentos mais salientes (B): no canto SE, as ilhas da Madeira e Porto Santo; no canto SW, a “bota” dos Açores; mais a norte, as fracturas NE-SW que condicionam a Fossa do Rei até à Fossa da Biscaia (imagem do Google Earth) (adap. Pereira *et al.*, 2008).

4. REGIÃO AÇOREANA

A região dos Açores está bem delimitada a sul por falhas transformantes (Fig. 1), especialmente pela Falha da Glória e seu prolongamento para oeste, ligeiramente ondulada e fragmentada, desenhando a “sola” da “bota” que define este domínio. No entanto, a particularidade mais decisiva parece ser a intercepção destas transformantes por fracturas com direcção NE-SW. Tais fracturas provêm do extremo oeste da Fossa da Biscaia, limitam, pelo lado oriental, a Fossa do Rei (King’s Trough; *e.g.*, Srivastava & Roest, 2008) e alongam-se para sudoeste (cordilheira Açores-Biscaia) até à dorsal atlântica, confundindo-se com ela, e provocando, nas transformantes que vão cortando, ondulações mais ou menos acentuadas entre os domínios da “biqueira e do calcanhar da bota” açoriana. Aquelas fracturas fazem um corte muito nítido no fundo oceânico limitando, no sector nordeste do Atlântico Norte, duas estruturas distensivas bem desenvolvidas, a Fossa do Rei e a Fossa da Biscaia (*e.g.* Olivet, 1996; Srivastava *et al.*, 1990; Roest & Srivastava, 1991). O sector correspondente à região dos Açores tem um conjunto aparentemente simples de alinhamentos NE-SW que atravessam, na diagonal, o sub-sector da placa Euroasiática e, da mesma forma, entram no seio da placa Africana. No domínio do ponto triplo dos Açores, bem como no seu ramo não distensivo, que se prolonga até à região do sul de Portugal-Gibraltar,

definem-se porções (sub-domínios estruturais) que são submetidos a efeitos geodinâmicos mais complexos e que devem ser tidos em conta.

5. CONCLUSÕES

As imagens do Google Earth podem ser utilizadas para o ensino e aprendizagem de questões relacionadas com a Geologia Estrutural e Tectónica. Analisando os alinhamentos tectónicos principais, e outros menos acentuados, de dois sectores do fundo oceânico do Atlântico Central, proporcionados por aquelas imagens, podemos estabelecer uma organização global para este espaço e associá-la ao desenvolvimento geodinâmico destes sectores. Torna-se, assim, possível relacionar: a organização da morfologia de bordos de placas tectónicas contíguas; as consequências da movimentação e desenvolvimento relativo dos blocos, resultantes da intercepção de alinhamentos estruturais, com os das transformantes atlânticas; a facilidade dada à implantação e construção de aparelhos vulcânicos e/ou o próprio levantamento de retalhos do fundo oceânico.

Referências

- Buforn, E., Sanz de Galdeano, C. & Udías, A. (1995) – Seismotectonics of the Ibero-Maghrebian region. *Tectonophysics*, 248 (3/4), pp. 247-261.
- Dercourt, J., Zonenshain, L.P. & 16 outros autores (1989) – Geological Evolution of the Tethys Belt from the Atlantic to Pamir since the Lias. *Tectonophysics*, 123, pp. 241-315.
- Google Earth, (2008) – <http://earth.google.com> (consultado em 31/01/2010).
- Olivet, J.L. (1996) – La Cinématique de la Plaque Ibérique. *Bull. Centres Rech. Explor. – Prod. Elf aquitaine*, 20 (1), pp.131-195.
- Pereira, L.C., Andrade, A.A.S., Gomes, C.R., Lopes, F.C. & Azevedo, J.M. (2008) – Análise Geométrica e cinemática de alinhamentos tectónicos no Atlântico nordeste. *Comunicações Geológicas*, 95, pp. 51-59.
- Pereira, L.C., Lopes, F.C. & Gomes, C.R. (2009) – Alinhamentos tectono-estruturais na Margem Sudoeste Ibérica - um modelo interpretativo. Livro de resumos. 6º Simpósio sobre a Margem Ibérica Atlântica. Oviedo. 1-5 Dezembro, pp. 25-28.
- Roest, W.R. & Srivastava, S.P. (1991) – Kinematics of the plate boundaries between Eurasia, Iberia, and Africa. In: the North Atlantic from the Late Cretaceous to the present. *Geology*, 19, pp. 613-616.
- Srivastava, S.P. & Roest, W.R. (2008) – King's Trough: reactivated pseudo-fault of a propagating rift. *Geophysical Journal International*, 108, pp. 143-150.
- Savostin, L.A., Sibuet, J.-C., Zonenshain, L.P., le Pichon, X., & Roulet, M.-J. (1986) – Kinematic evolution of the Tethys belt from the Atlantic Ocean to the Pamirs since the Triassic. *Tectonophysics*, 123, pp. 1-35.
- Srivastava, S.P., Schouten, H., Roest, W.R., Klitgord, K.D., Kovacs, L.C., Verhoef, J. & Macnabab, R. (1990) – Iberian plate kinematics: a jumping plate boundary between Eurasia and Africa. *Nature*, 344, pp. 756-759.
- Terrinha, P., Matias, L., Vicente, J., Duarte, J., Luís, J., Pinheiro, L., Lourenço, N., Diez, S. Rosas, F., Magalhães, V., Valadares, V., Zitellini, N., Roque, C., Mendes Victor, L., and MATESPRO Team (2009) – Morphotectonics and strain partitioning at the Iberia–Africa plate boundary from multibeam and seismic reflection data. *Marine Geology*, 267, pp. 156-174.
- Zitellini, N., Gracia, E., Matias, L., Terrinha, P., Abreu, M. A., DeAlteriis, G., Henriot, J. P., Dañobeitia, J. J., Masson, D. G., Mulder, T., Ramella, R., Somoza, L., and Diez, S., (2009) – The quest for the Africa-Eurasia plate boundary west of the Strait of Gibraltar. *Earth and Planetary Science Letters*, 280 (1-4), pp. 13-50