

Estudo de lineamentos fotointerpretados na região do Algarve ocidental

C. Moniz^(a,1), E. González-Clavijo^(a,2), L. Matias^(b,3) & J. Cabral^(c,4)

Estudo financiado pelo projecto “Caracterização do Potencial Sismogenético de Falhas na Região do Algarve Ocidental Meridional”, do Programa de Apoio aos Laboratórios de Estado (FCT)

a - Instituto Geológico e Mineiro

b - Departamento de Física da Faculdade de Ciências (UL) e Centro de Geofísica (UL)

c - Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências e LATTEX (UL)

1 - catarina.moniz@igm.pt; 2 - emilio.gonzalez@igm.pt; 3 - lmatias@fc.ul.pt; 4 - jcabral@fc.ul.pt

RESUMO

Palavras-chave: lineamento; cartografia; Algarve; Portugal.

Apresenta-se a metodologia e os resultados de um estudo de lineamentos identificados em fotografias aéreas à escala 1:25.000, cobrindo parte da região do Algarve ocidental, numa área de cerca de 2.425 km². Trataram-se estatisticamente os lineamentos considerando-se a sua direcção e o seu comprimento. Efectuou-se o estudo da totalidade dos lineamentos identificados (num total de 3379), das populações de lineamentos afectando unidades geológicas distintas, e de lineamentos classificados geologicamente, por comparação com a cartografia geológica regional. Identificou-se uma dispersão de orientações, destacando-se famílias principais NNE-SSW a N-S, ENE-WSW, NNW-SSE e WNW-ESSE. Calculou-se a densidade de lineamentos afectando as unidades geológicas presentes tendo-se obtido valores compreendidos entre 1,39 km⁻² (totalidade da área estudada) e 1,83 km⁻² (Cenozóico). Os comprimentos obtidos para os lineamentos são muito variáveis, situando-se entre cerca de 500 m e 12 km. Efectuou-se um estudo estatístico da distribuição do número de lineamentos em função de classes de comprimentos, tendo-se obtido uma distribuição exponencial para todas as situações analisadas, o que se traduz numa distribuição não fractal do número de lineamentos de dimensão igual ou superior a um dado comprimento. O estudo preliminar da distribuição espacial dos lineamentos identificados, utilizando o “método das caixas”, sugere uma distribuição fractal para o padrão de lineamentos, com dimensões fractais compreendidas entre 1,59 (“Mesozóico sedimentar” e “Cenozóico” juntos) e 1,80 (“Paleozóico”). As direcções dos lineamentos identificados coincidem, de um modo geral, com as orientações de estruturas geológicas importantes cartografadas na região. Contudo, apenas 5% dos lineamentos coincidem com estruturas de deformação frágil conhecidas, o que significa que a sua maioria não tem expressão evidente à escala mesoscópica e, portanto, não corresponde a qualquer elemento geológico facilmente detectável em afloramento. Sugere-se que a maioria dos lineamentos esteja geneticamente relacionada com as estruturas de cisalhamento regionais e com os mecanismos que as geraram, correspondendo eventualmente a “corredores” de micro-cisalhamentos, funcionando como zonas de falha incipientes, não se excluindo a possibilidade de alguns dos lineamentos identificados poderem corresponder a zonas de fractura de modo I.

Introdução

Efectuou-se um estudo de lineamentos identificados por interpretação visual de fotografias aéreas verticais, a preto e branco, à escala aproximada 1:25.000, cobrindo uma área correspondente à região do Algarve ocidental, excluindo-se o sector mais a SW (compreendido aproximadamente entre o paralelo de S. Teotónio e o meridiano de Lagos). A região fotointerpretada abrange, assim, uma área de cerca de 2.425 km², correspondente a 17 folhas da Carta Militar de Portugal à escala 1:25.000, editada pelo Instituto Geográfico do Exército.

Tratamento dos dados

Os lineamentos identificados nas fotografias aéreas foram transpostos para as bases cartográficas à escala 1:25.000, eliminando-se aqueles correspondentes a elementos antropomórficos e os claramente coincidentes com a estrutura regional varisca (nas áreas de afloramentos paleozóicos). As bases cartográficas foram georeferenciadas através de uma função linear, com erros compreendidos entre 7,6 e 20,6 m, para um intervalo de confiança de 99%. Procedeu-se, então, à digitalização dos lineamentos, considerando-se cada um como um elemento linear único, de modo a realizar-se o seu tratamento estatístico.

No tratamento estatístico dos lineamentos consideraram-se dois parâmetros, nomeadamente a sua direcção e o seu comprimento. Para obviar à irregularidade do seu traçado, tomaram-se sempre os extremos dos lineamentos para definir estes dois parâmetros.

Efectuou-se o estudo: a) da totalidade dos lineamentos identificados – num total de 3379 – independentemente das formações geológicas interceptadas, para estudar a sua distribuição espacial, b) das populações de lineamentos afectando cada uma de quatro “unidades” geológicas principais aflorantes, nomeadamente “Paleozóico” – 2432 lineamentos, para 1563 km², “Mesozóico sedimentar” – 493 lineamentos, para 380 km²; “Maciço de Monchique” – 256, para 65 km², “Cenozóico” – 753, para 411 km², com o objectivo de reconhecer alguma relação entre o padrão de lineamentos e a idade e natureza das diferentes formações geológicas (para os lineamentos que atravessam limites

geológicos, consideraram-se os seus comprimentos totais, tendo sido contabilizados nas “unidades geológicas” que interceptam), c) dos lineamentos classificados geologicamente (por comparação com a cartografia geológica regional) afectando cada uma das quatro “unidades geológicas” referidas em b), tendo-se previamente eliminado aqueles coincidentes com limites estratigráficos. As correlações com a informação geológica regional (construção digital de limites generalizados para as quatro “unidades” principais referidas e classificação dos lineamentos) foram efectuadas com base na cartografia geológica disponível, à escala 1:25.000, para as “unidades” “Mesozóico sedimentar” e “Cenozóico” (Manupella, 1980-1984), e para o “maciço de Monchique (González-Clavijo, 2002), e a escalas menores para a generalidade da área correspondente à “unidade” “Paleozóico” (Oliveira, 1975).

Para a classificação geológica dos lineamentos utilizou-se, como critério de coincidência, um valor de desvio inferior ou igual ao erro estatístico da soma calculado para estes mapas (de aproximadamente 50 a 60 m).

Resultados

No estudo direccional efectuou-se uma análise do número de lineamentos *versus* a sua direcção, com e sem ponderação pelos comprimentos, tendo-se identificado de um modo geral uma dispersão considerável de orientações, destacando-se, contudo, algumas famílias principais.

Para a totalidade das situações a), b) e c) referidas, distinguem-se sempre duas famílias principais, sendo uma de orientação NNE-SSW a N-S, geralmente correspondente a um número elevado de lineamentos, e outra de direcção ENE-WSW, geralmente compreendendo numerosas fracturas (embora menos que a família anterior) de maior comprimento. Identificam-se também duas outras famílias, uma de orientação NNW-SSE, melhor expressa nas “unidades” do “Mesozóico sedimentar” e “Cenozóico” mais meridional, e outra de direcção WNW-ESE, localizada preferencialmente nas áreas de “Cenozóico” do litoral ocidental.

Calculou-se a densidade de lineamentos afectando as “unidades geológicas” diferenciadas (número de lineamentos afectando cada “unidade”/área de afloramento da “unidade”), tendo-se obtido os seguintes valores: 1,39 km⁻², para a totalidade da área estudada, 1,55 km⁻², para a área de “Paleozóico”, 1,30 km⁻², para a área de “Mesozóico sedimentar”, 1,83 km⁻² para a área de “Cenozóico”. Note-se que estes valores exprimem uma densidade média. Observam-se, contudo, algumas áreas de maior concentração de lineamentos, nomeadamente: na região NE, correspondente ao sector ocidental da serra do Caldeirão (“Paleozóico”), evidenciando uma concentração de lineamentos ENE-WSW; numa faixa estreita NW-SE, correspondente ao alinhamento tectónico S.Marcos-Quateira, com concentração de lineamentos NNE-SSW a N-S dispostos escalonadamente, e no sector litoral a NW, com acentuada concentração de lineamentos ENE-WSW e WNW-ESE.

Os comprimentos dos lineamentos obtidos são muito variáveis, estando compreendidos entre cerca de 500 m e 12 km. Efectuou-se um estudo estatístico da distribuição do número de lineamentos em função de classes de comprimentos, para a totalidade da área estudada e para as diversas situações diferenciadas acima [a), b) e c)]. Para todas as situações obteve-se uma distribuição exponencial de expoente negativo, a partir de um valor mínimo de comprimento (entre 0,5 e 1 km, no presente estudo), como é comum em padrões de lineamentos (Nur, 1982). Esta distribuição de frequências simples conduz igualmente a uma lei exponencial no que respeita à distribuição do número de lineamentos de dimensão igual ou superior a um dado comprimento (distribuição não fractal).

O estudo preliminar da distribuição espacial dos lineamentos identificados, utilizando o “método das caixas” (*Standard Box-Counting Technique*, Walsh e Watterson, 1993), sugere uma distribuição fractal para todas as situações já descritas, com dimensões fractais variadas, aparentemente compreendidas entre 1,59 (“Mesozóico sedimentar” e “Cenozóico” juntos) e 1,80 (“Paleozóico”). As distribuições de pontos obtidas neste estudo requerem uma análise mais detalhada, de forma a confirmar o carácter fractal do padrão cartográfico dos lineamentos. Note-se que a fractalidade deste tipo de distribuição espacial de elementos lineares, nomeadamente, de fracturas mapeadas, é questionada por vários autores, como Walsh e Watterson (op. cit.).

Conclusão

As direcções de lineamentos identificadas, particularmente as principais– NNE-SSW a N-S e ENE-WSW, coincidem com as orientações de estruturas geológicas importantes cartografadas na região. No que se refere à primeira orientação, destacam-se as falhas que controlam o sistema de fossos tectónicos de S. Teotónio - Sincera e outros localizados a E (sistema Corte Brique - Ribeira de Telhares, González-Clavijo e Dias, submetido para publicação), a zona de falha de Portimão e outras estruturas paralelas. No que respeita à orientação ENE-WSW, correspondente à direcção estrutural principal da Bacia Algarvia, destacam-se a zona de falha do Algibre e numerosas falhas que afectam os fossos cenozóicos referidos acima, entre outras.

Contudo, embora cerca de 35% dos lineamentos identificados tenham comprimentos superiores a 2 km, apenas 5% coincidem com estruturas de deformação frágil cartografadas, o que significa que a sua maioria não tem expressão facilmente reconhecível à escala mesoscópica e, portanto, não corresponde a qualquer elemento geológico detectável em afloramento.

Os sistemas de lineamentos identificados regionalmente são frequentemente interpretados como macro-fracturas de tracção recentes, geradas por mecanismos diversos (Nur, 1982). Contudo, a correlação direccionada que se verifica entre a maioria das famílias de lineamentos identificados e acidentes tectónicos frágeis cartografados na região sugere alguma relação entre eles, ou seja, sugere que a maioria dos lineamentos esteja geneticamente relacionada com as estruturas de cisalhamento regionais e com os mecanismos que as geraram, correspondendo eventualmente a “corredores” de micro-cisalhamentos, funcionando como zonas de falha incipientes. Em áreas com cobertura sedimentar (zonas de afloramento de “Mesozóico sedimentar” e de “Cenozóico”), essas faixas de micro-cisalhamentos poderão corresponder à propagação para o topo de estruturas frágeis presentes no substracto. Não se exclui a possibilidade de alguns dos lineamentos identificados poderem corresponder a zonas de fractura de modo I.

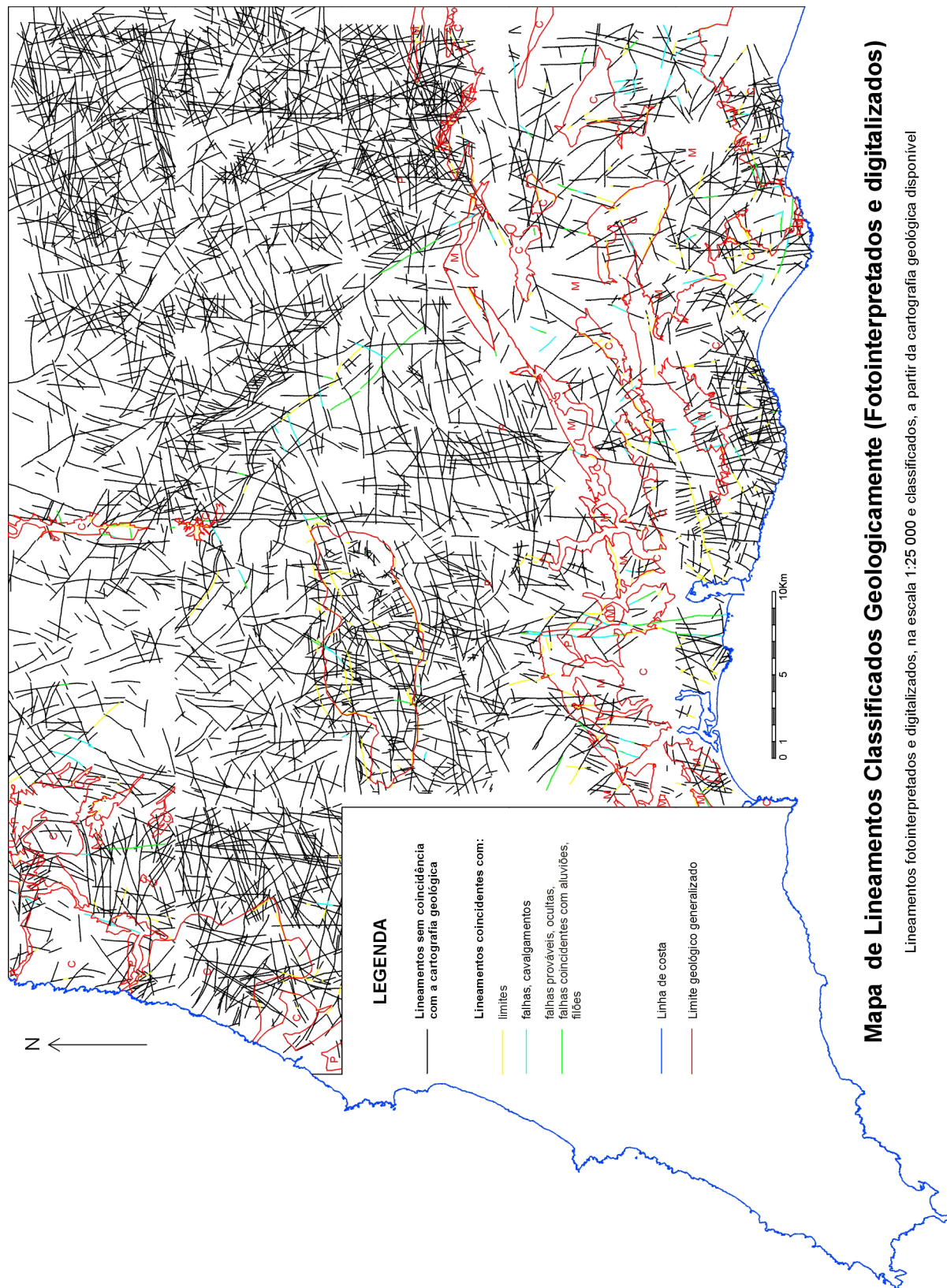
Agradecimentos

O presente estudo foi realizado no âmbito do projecto CAPSA (“Caracterização do potencial sismogenético de falhas na região do Algarve ocidental meridional”).

Agradece-se a G. Manupella e a T. Oliveira as numerosas informações relativas à cartografia geológica regional, bem como a cedência das suas minutas de campo; a Pedro Terrinha a disponibilidade e sugestões dadas na discussão dos resultados; a Cláudia Branco a cedência da digitalização de parte da cartografia geológica, na escala 1:25.000

Bibliografia

- Nur, A. (1982) – The origin of tensile fracture lineaments. *Journal of Structural Geology*, 4, 1: 31-40.
Walsh, J. J. & Watterson, J. (1993) – Fractal analysis of fracture patterns using the standard box-counting technique: valid and invalid methodologies. *Journal Structural Geology*, 15, 12: 1509-1512.



Mapa de Lineamentos Classificados Geologicamente (Fotointerpretados e digitalizados)

Lineamentos fotointerpretados e digitalizados, na escala 1:25 000 e classificados, a partir da cartografia geológica disponível