

INSTITUTO DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS
FACULDADE DE LETRAS — UNIVERSIDADE DE COIMBRA



Cadernos de Geografia

UM CASO PARTICULAR DE EROSIÃO DOS GRANITOS NA SERRA DO MARÃO*

ANTÓNIO DE SOUSA PEDROSA **

Na vertente Oeste da Serra do Marão, a uma altitude compreendida entre os 550 e os 950 metros, desenvolve-se a bacia hidrográfica da ribeira de Leigido, pequeno afluente da margem direita do rio Marão. Esta pequena bacia hidrográfica atravessa constituições litológicas diversas merecendo, neste pequeno artigo, particular atenção a evolução morfológica das vertentes de natureza granítica na secção intermédia do vale da ribeira de Leigido.

1 — Este pequeno curso de água corre num vale de fractura de direcção NE-SW. A tectónica na área onde se insere o local de estudo é fundamental na definição das formas de relevo (fig. 1). Existem duas direcções fundamentais cujo significado morfológico é deveras importante. Aquela que já foi referida (NE-SW), que para além de orientar alguns cursos de água, define pequenas escarpas de falha. A outra, perpendicular a esta, é responsável pelo levantamento de todo este sector da Serra do Marão, para além de orientar também, pequenos troços de alguns cursos de água.

A fractura aproveitada pela ribeira de Leigido afecta simultaneamente as rochas graníticas e os metassedimentos do Ordovícico e Silúrico.

Estes últimos encontram-se polimetamorfizados devido à posterior intrusão dos granitos. «*Nas imediações do contacto onde as acções metamórficas foram mais intensas dominam as rochas de fácies corneana-piroxena. Na faixa mais afastada do contacto, onde o metamorfismo foi mais atenuado, predominam as rochas de fácies anfibolítica*» (L. PILAR, et al., 1962, p. 549-550). Na primeira zona que este autor define pode distinguir-se as «*corneanas pelíticas e corneanas quártzico-pelíticas mosqueadas*» (op. cit. p. 550). Esta diferença

* Comunicação apresentada à IV Semana de Geografia Física (Coimbra, 18 a 21 de Março de 1991).

** Instituto de Geografia, Faculdade de Letras, Universidade do Porto.

por vezes revela-se importante em termos morfológicos. De facto, nesta bacia hidrográfica as corneanas quartzico-pelíticas mosqueadas vão funcionar como soleira de rocha dura que o pequeno curso de água tem dificuldade em vencer. A montante deste nível de base local o talvegue do rio tem um declive muito suave; para jusante o curso de água encaixa violentamente nas corneanas

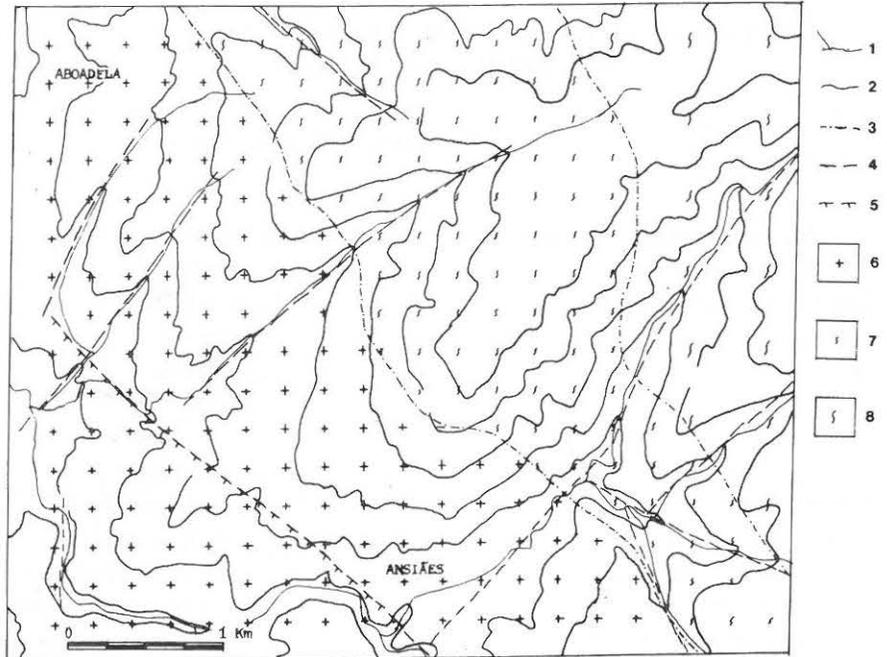


FIG. 1 — Esboço geomorfológico.

1 — Curso de água; 2 — Curva de nível; 3 — Contacto geológico; 4 — Fractura provável; 5 — Escarpa de falha provável; 6 — Granito porfiróide de grão grosseiro; 7 — Corneanas e xistos mosqueados; 8 — Xistos argilosos, finos e ardosíferos.

pelíticas e nos granitos. Neste troço do rio e, ainda nas rochas de tipo corneanas, ambas as vertentes estão regularizadas por escombadeiras de gravidade, herdadas de um período mais frio onde a macrogelifração das rochas era um processo morfológico importante. São heterométricas não existindo, no entanto, material de tipo argila e areia. Os calhaus são de grandes dimensões, normalmente superiores a 20 cm, com alguns blocos de comprimento superior a 70 cm. Este facto comprova a existência de um período em que a macrogelifração das rochas era um fenómeno fundamental na evolução das vertentes.

Imediatamente a jusante dos metassedimentos que acabamos de referir encontram-se, numa passagem brusca, as rochas graníticas. Foi a sua intrusão que originou a orla de metamorfismo de contacto.

Estes granitos considerados de idade hercínica e de génese crustal profunda, são sin a tardi-tectónicos relativamente à última fase desta orogenia (F3) correspondendo à série intermédia da zona de cisalhamento de Vila Nova de Cerveira — Amarante (E. PEREIRA 1989). De facto, este autor, considera os granitóides de duas micas essencialmente biotíticos divididos em três séries: série precoce, série tardia e série intermédia de que fazem parte os granitos da área de estudo. A determinação da sua idade foi feita por PRIEM et al. (1963) pelo método do Rb-Sr, que conduziu ao valor de 283 ± 9 M.A. (citado por C. TEIXEIRA, 1967, p. 8). É um granito «porfíroide de grão grosseiro, de duas micas, com predominância de biotite» (C. TEIXEIRA et al., 1967, p. 31). Na área de estudo o granito não apresenta qualquer capa de meteorização sendo leucomesocrático, possuindo «cor azulada, megacristais de feldspato e abundante biotite em palhetas dispersa ou em pequenas concentrações» (C. TEIXEIRA, et al. 1967, p. 31). Apresenta-se diaclasado em duas direcções fundamentais.

Estas direcções são as mesmas que apresentamos para as falhas e fracturas. Assim, aquela que parece ser a direcção principal é paralela à fractura que define o vale da ribeira de Leigido, ou seja NE-SW. A outra direcção mostra-se perpendicular a esta (NW-SE). Para além destas duas direcções de diaclasamento, existem, ainda, as diaclases curvas. É da conjugação de todo este conjunto que vão originar-se os grandes blocos de granito com a forma aproximada de paralelepípedos, que juncam as vertentes.

A intensidade e as características das diaclases são fundamentais para explicar a evolução das vertentes graníticas que ocorrem na secção intermédia da ribeira de Leigido. O declive é, no entanto, um outro factor que importa ter em consideração. Nesta área são muito fortes já que atingem e, por vezes, ultrapassam os 30° .

2 — A vertente em causa, todavia, não se apresenta uniforme em toda a extensão. O seu perfil é complexo, variando os fenómenos que nela ocorrem em função de certas características. No intuito de se fazer um estudo mais profundo foi elaborado, em trabalho de campo, um perfil de pormenor da vertente (fig. 2).

Da sua análise podem distinguir-se três sectores fundamentais. Um primeiro na base da vertente, de perfil côncavo, onde se concentram os blocos que desabam ou deslizam da parte superior da vertente. É, naturalmente, um local de acumulação de materiais resultantes da evolução das vertentes

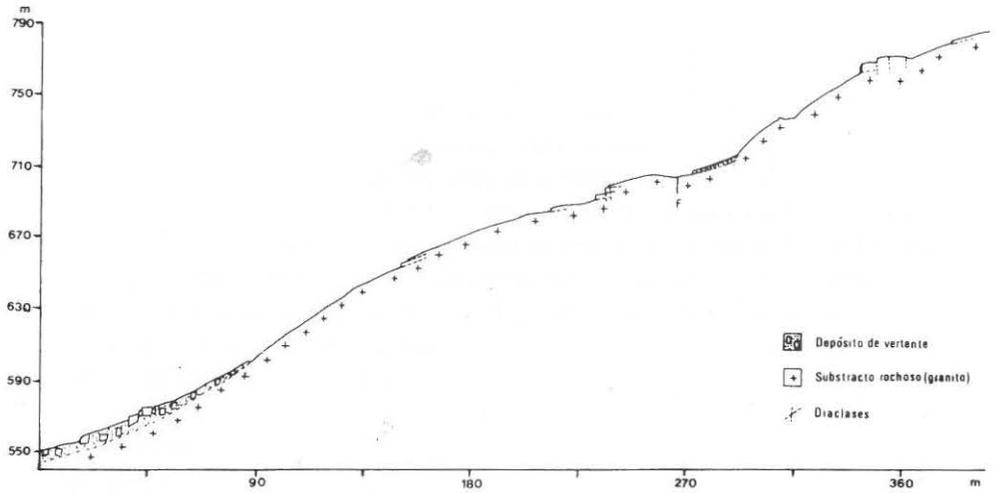


FIG. 2 — Perfil da vertente.

(Foto 1): Os materiais são muito heterométricos, desde os blocos de dimensões muito grandes até às areias e, mesmo, argilas. Este facto cria condições para o desenvolvimento de vegetação, inclusivé arbórea. O depósito estende-se até



FOTO 1 — Visão parcial do batólito e do depósito de vertente (1990).

ao talvegue da ribeira de Leigido, sendo como tal um potencial fornecedor de material para o curso de água transportar. Esta acção de transporte faz-se, naturalmente, nas épocas de maior precipitação, quando o rio apresenta um maior caudal. Deste modo existe um constante desequilíbrio nos materiais que o compõem e como tal uma evolução acentuada do conjunto do depósito. Os outros dois componentes do perfil, apresentam-se convexos, separados entre si por uma falha.

O sector imediatamente acima do depósito de base de vertente, apresenta-se convexo com declives muito fortes. Em cerca de 110 metros de extensão os declives apresentam-se sempre superiores a 20° e na sua parte inicial ultrapassa, mesmo, os 35°. Não apresenta qualquer tipo de vegetação e não se observa qualquer processo de alteração da rocha. A rocha está completamente a nú. Os pequenos ressaltos que se notam no perfil da vertente neste sector são provocados pela ocorrência de blocos de granito. No local onde os declives apresentam valores mais elevados, os blocos já deslizaram até à base da vertente fazendo, neste momento, parte do depósito. No local onde os declives passam a ser menores (inferiores a 20°) os blocos conservam-se ainda na vertente, uma vez que, por um lado, os declives mais suaves não permitem uma deslocação tão rápida e, por outro lado, fazendo-se a abertura das diaclases da base da vertente para o topo, primeiro «caem» os da parte inferior, deixando sem apoio os da parte superior que só então se começam a deslocar.

O outro sector, separado por uma falha do anterior é muito idêntico. Também se apresenta convexo, apenas com uma ligeira concavidade na sua parte inferior, devido à acumulação de alguns blocos e da sua conservação temporária nesse local. Em termos de declives é um pouco mais irregular do que o sector anterior, apresentando, nalguns sítios declives muito fortes, por vezes, superiores a 40°, chegando a atingir os 60°. Também não apresenta cobertura vegetal e os ressaltos na vertente são devidos aos blocos de granito que aqui, são normalmente de dimensões superiores e mais irregulares nas formas do que acontecia no sector anterior.

De facto, um dos aspectos que mais impressiona é a grande dimensão dos blocos de granito. Com o intuito de se demonstrar este facto, mediram-se alguns parâmetros desses blocos, nomeadamente, comprimento, largura e espessura (Quadro I).

No que se refere ao comprimento varia entre 0,8 m e os 9,7 m (fig. 3). No entanto, os seus valores mais característicos situam-se entre os 2 m e os 5 m inclusivé, já que 68,8% dos blocos medidos possuíam este comprimento.

Os valores da espessura oscilam entre os 0,3 m e os 6 m (fig. 4). A medida mais comum é aquela que se situa entre 1 e 2 metros, inclusivé, pois 73,3% das medições inserem-se nesse intervalo.

QUADRO I — Dimensão dos blocos

N.º ordem	Comprimento	Altura	Espessura	Volume
1	5.0	1.1	1.1	6.05
2	3.5	1.3	0.8	3.46
3	2.4	0.7	0.7	1.18
4	1.2	0.5	0.8	0.48
5	3.9	0.6	1.1	2.57
6	2.3	0.3	0.6	0.45
7	2.5	1.2	1.3	3.90
9	1.7	0.5	1.5	1.28
10	2.8	1.5	0.6	2.52
11	0.8	1.5	0.6	0.72
12	2.3	1.5	0.3	1.04
13	2.6	1.6	0.6	2.50
14	4.7	2.0	1.2	11.28
15	5.3	2.0	1.1	11.66
16	9.7	3.6	1.3	36.22
17	7.2	3.2	2.3	52.99
18	2.8	2.0	2.1	11.76
19	4.9	1.4	0.6	4.12
20	2.9	1.1	0.4	1.28
21	2.3	1.4	2.1	6.76
22	1.8	1.4	0.7	1.76
23	2.4	1.0	0.5	1.20
24	3.1	1.0	0.8	2.48
25	9.5	6.0	3.5	199.50
26	6.6	2.5	1.1	18.15
27	7.1	2.5	0.7	12.43
28	2.9	2.5	2.3	16.68
29	3.4	2.0	3.5	23.80
30	2.8	1.4	1.9	7.45
31	1.7	1.5	0.7	1.79
32	4.2	1.5	0.6	3.78
33	4.9	1.6	1.1	8.62
34	4.0	1.1	1.1	4.84
35	3.6	1.3	1.0	4.68
36	5.1	1.4	0.8	5.71
37	4.1	1.2	1.8	8.86
38	3.3	1.8	1.6	9.50
39	2.7	1.9	1.9	9.75
40	2.9	0.8	1.7	3.94
41	2.1	1.9	0.9	3.54
42	4.0	2.0	1.3	10.04
43	5.7	1.9	1.9	20.58
44	5.8	2.0	0.9	10.44
45	4.9	1.8	1.3	11.47
46	3.8	1.8	1.9	12.99

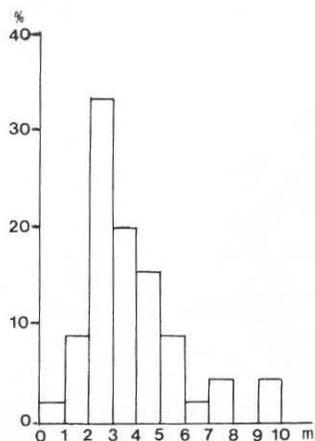


FIG. 3 — Comprimento dos blocos graníticos.

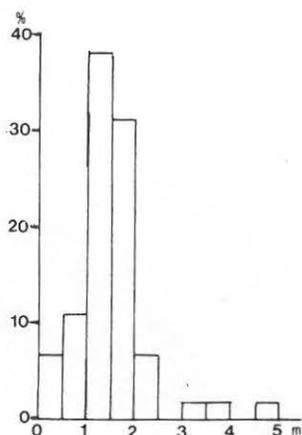


FIG. 4 — Espessura dos blocos graníticos.

Os valores da altura são inferiores (fig. 5). De facto encontram-se 19 blocos (42,2%) com valores inferiores a 1 m, enquanto que somente 6 blocos (13,3%) apresentam dimensões superiores a 2 m, sendo o máximo de apenas 3,5 m (blocos 25 e 29).

A forma dos blocos que se mediram é grosseiramente paralelepípedica, sendo uns mais perfeitos que outros, podendo acontecer que uns sejam mais estreitos que outros (Foto 2).

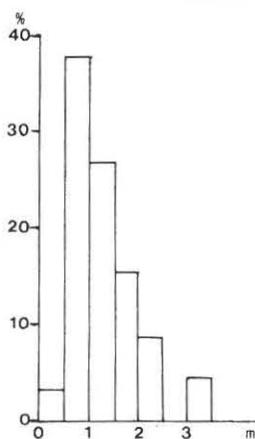


FIG. 5 — Altura dos blocos graníticos.



FOTO 2 — Forma e dimensão dos blocos. É também evidente a acção química e mecânica da vegetação (1990).

Também o seu volume é muito variável, mas a sua grande maioria está compreendida entre 2 e 20 m³, correspondendo a 66,7% de todos os blocos que foram analisados (Quadro II). Com dimensão inferior a 1 m³ mediram-se apenas 3 (6,7%) e de 1 a 2 m³, 7 (15,6%). Com valores superiores a 20 m³ encontraram-se apenas 5 (11,1%) sendo de destacar um bloco com 52,99 m³ e um outro com 199,5 m³ de volume.

QUADRO II — Volume dos blocos graníticos

Classe Volume	N.º	%
< 1	3	6.7
1 — 2	11	24.4
2 — 5	9	20.0
5 — 10	7	15.6
10 — 20	10	22.2
20 — 50	3	6.7
50 — 100	1	2.2
100 — 200	1	2.2

3 — A deslocação dos blocos na vertente pode fazer-se de diversos modos.

Assim, o mais comum é o deslizamento, nitidamente favorecido pelos fortes declives e pelo peso dos blocos. Há locais onde este fenómeno se faz de um modo directo a favor do declive da vertente. Noutros sítios, pelo facto de se conjugarem duas direcções no declive da vertente, o deslizamento vai fazer-se obliquamente segundo a resultante das duas forças opostas de gravidade que nesse local se fazem sentir.

Um outro processo é a queda dos blocos. Este fenómeno não é tão comum como o anterior verificando-se apenas, quando o bloco apresenta pequena largura quando comparada com o comprimento e, sobretudo, com a espessura e/ou quando o declive da vertente apresenta valores muito elevados.

Estes são dois processos simples de movimentação dos blocos, mas pode existir uma actuação conjunta dos dois. De facto, pode acontecer que primeiro se verifique a queda do bloco, deslizando este, depois, em função do declive. Este fenómeno verifica-se, fundamentalmente, quando a largura do bloco é pequena relativamente à sua espessura. Também pode acontecer o fenómeno inverso isto é, verificar-se primeiro o deslizamento e só depois a queda. Este fenómeno ocorre quando na vertente o declive aumenta com o decréscimo da altitude. Assim, o bloco começa inicialmente por sofrer um deslizamento, mas o constante aumento do declive da vertente pode provocar a queda do bloco.

A deslocação do bloco ao longo da vertente pode ser feita de uma forma isolada, ou em conjunto formando como que um *comboio* de blocos, exercendo os da parte superior pressão sobre aqueles que deslizam na sua frente (Foto 3).

Evidentemente que todos estes processos só se podem verificar depois da individualização dos blocos.

Tal vai acontecer em primeiro lugar naturalmente devido à existência das diaclases a que já fizemos referência. São as diaclases curvas e as de direcção NE-SW, paralelas ao alinhamento tectónico principal, as que parecem ter maior importância no desencadeamento do fenómeno. As de direcção NW-SE, não parecem ter tanta importância na fase inicial do processo, sendo depois fundamentais na definição dos blocos. Mas aqui, a orientação do declive da vertente tem um papel fundamental. De facto, quando o declive é orientado pelo vale principal (ribeira de Leigido) o fenómeno passa-se da forma como se descreveu. Se o declive é orientado por um pequeno afluente desta ribeira são as diaclases de orientação NW-SE que actuam em primeiro lugar, servindo as de direcção NE-SW para a definição final dos blocos granfíticos.

O processo inicia-se da base para o cimo da vertente. Isto significa que os blocos no seu movimento de descida vão libertando aqueles que lhe estão numa posição imediatamente superior permitindo o início do processo da

«abertura» das diaclases e de deslocação de outros blocos. A gravidade, devido ao forte declive do local e ao peso dos blocos, tem uma importância fundamental quer na movimentação, quer na fase inicial de abertura das diaclases.

Após o início do processo de abertura existem alguns factores de ordem mecânica que vão contribuir para que ele se processe de uma forma mais



FOTO 3 — A movimentação dos blocos faz-se por queda ou por deslizamento. Neste caso observa-se o deslizamento de vários blocos em conjunto (1990).

rápida. Destaca-se antes de mais a instalação da vegetação nalgumas diaclases, cujas raízes, para além de exercerem um processo de meteorização química, têm uma acção mecânica muito forte, principalmente quando são de árvores de grande porte como, por exemplo, os pinheiros. Pode ainda acontecer que nas diaclases se encaixem calhaus, que vão exercer uma acção de cunha, contribuindo para a sua abertura mais rápida, e para a deslocação dos blocos. A água da chuva em alguns locais aproveita as diaclases quer na sua acção de escorrência quer na de infiltração. Enquanto que a água de escorrência tem um efeito fundamentalmente mecânico a de infiltração pode ter uma acção dupla. De facto a água ao infiltrar-se provoca a alteração química da rocha em profundidade mas, na altura de maior frio, ao gelar, possui essencialmente uma acção mecânica. Deste modo, na área em questão, pelas suas características de declive ambas contribuem para uma mais rápida abertura das diaclases.

Da observação feita no próprio local verifica-se que todo este processo e, conseqüentemente, a deslocação dos blocos granfíticos são fenómenos que ocorrem na actualidade. Os indícios mais evidentes deste facto são, por um lado, as arestas muitas vivas dos blocos de granito e, por outro o facto das dia-clases se mostrarem muito *frescas* (Foto 4).



FOTO 4 — *Frescura* das diaclases que indicam movimentos recentes (1990).

A questão é então determinar quais os mecanismos que actualmente podem provocar a movimentação dos blocos.

Em primeiro lugar é necessário ter em consideração a acção da gravidade. A quase inexistência de vegetação, aliada aos fortes declives e ao enorme peso dos blocos pode fazer com que a gravidade, só por si, seja um factor importante em todo o desenvolvimento actual do processo.

O local é muito húmido. Deste modo deveria verificar-se uma forte componente química a nível da meteorização, particularmente em certas épocas do ano, já que é uma rocha que possui «*une grande sensibilité aux phénomènes d'altération sous l'effect d'agents chimiques, physicochimiques ou biochimiques*» (A. GODARD, 1977, p. 31). No entanto a alteração da rocha, quando existe, é apenas muito superficial (2 cm de profundidade). É visível em alguns sítios muito localizados uma leve escamação da rocha (0,5-1 cm) o que poderá ter não só origem química, mas também origem mecânica devido à acção do gelo, muito frequente durante o Inverno. Pode então concluir-se que a parte superficial do granito não estará há muito tempo sobre a influência da forte humidade que no local se faz sentir. Esta forte concentração de humidade na superfície da rocha pode contribuir para que nos dias mais frios, quando a temperatura desce abaixo dos 0°C, se dê a formação de geada. Esta pode ser importante quer para a abertura das diaclases, quer para a deslocação dos blocos. No primeiro caso, a água que se havia infiltrado através das diaclases pode congelar no seu interior e o seu conseqüente aumento de volume exerce maior pressão, contribuindo para o alargamento das diaclases. Do mesmo modo, pode congelar a água que se havia infiltrado por baixo dos blocos ajudando, desta forma, ao seu deslizamento. Evidentemente que o forte declive das vertentes e quase inexistência de vegetação, podem facilitar a acção deste processo.

4 — O problema de saber se existe ou não deslocação dos blocos na actualidade é apenas uma hipótese que neste momento se coloca. Pretende-se fazer um estudo a longo prazo no sentido de se comprovar ou não a ideia que aqui se apresenta. Para tal terá de se fazer marcações num número elevado de blocos, procedendo-se depois a medições periódicas e sistemáticas durante um longo período de tempo, já que a movimentação dos blocos, se ela existir é, quase de certeza, um processo muito lento.

Provavelmente já foi um processo muito mais rápido, isto se pensarmos em períodos mais frios, do que o actual. Deste modo a acção do gelo, que deveria ser então muito mais importante, conjugada com a acção da gravidade, permitiria uma muito mais rápida deslocação de blocos. Um clima com características mais quentes que o actual teria tido uma acção completamente distinta, pois a componente química da meteorização seria muito importante, o que levaria à formação de uma *capa* de alteração mais ou menos significativa e ao aparecimento de *bolas* de granito, ou seja, blocos de granito com arestas arredondadas.

Por este motivo só um clima com características mais frias do que o actual poderia exercer uma acção mecânica eficaz, de modo a fazer surgir os blocos com a forma de paralelepípedos, de arestas muito vivas.

Outro problema que ainda se pode colocar é o de saber em que altura se terá iniciado o processo. Esta questão é de difícil resposta pois não se possuem quaisquer elementos que possibilitem uma datação absoluta. Mas como o processo actualmente ainda se verifica e as arestas dos blocos e as diaclases se encontram muito *frescas*, então a hipótese de ser um fenómeno desencadeado recentemente é a mais provável. Ainda para reforçar esta ideia, podemos lembrar que o material que constitui o depósito de base de vertente não parece ter sofrido uma grande alteração pois muitos dos blocos encontram-se ainda com as arestas bem marcadas, sinal de que a sua incorporação no depósito não se verificou em tempos muito recuados.

Por outro lado, a acção do gelo parece ter-se feito sentir ao longo das diaclases mais importantes, o que significa que a sua acção não era muito intensa. Se o fosse os vestígios que originaria seriam de um outro tipo.

Por todas estas razões pensamos que o processo se poderá ter iniciado em tempos históricos recentes e neste caso talvez se possa relacionar com a denominada «*pequena idade glacial*». Nessa altura as temperaturas na Serra do Marão poderiam ser um pouco mais baixas que as da actualidade e, como tal, a hipótese de macrogelifracção das rochas nessa altura, tornar-se-ia viável.

BIBLIOGRAFIA CITADA NO TEXTO

GODARD, Alain — *Pays et paysages du granite*, PUF, Paris, 1977.

PILAR, L.; FERNANDES, A. Peinador — «Contribuição para o conhecimento geológico da região de Amarante», *Estudos Científicos oferecidos em homenagem ao Prof. Doutor J. Carrington da Costa*, Junta de Investigações do Ultramar, Lisboa, 1962, p. 543-560.

PEREIRA, Eurico — *Carta Geológica de Portugal — Notícia explicativa da folha 10-A (Celorico de Basto)*, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 1989.

TEIXEIRA, C. et al. — *Carta Geológica de Portugal — Notícia explicativa da folha 10-C (Peso da Régua)*, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 1967.