

# Meteorização em perfis de rochas granitóides na área de Telões - Vila Pouca de Aguiar Chaves

**Bruno M. Martins**

CEGOT - Universidade do Minho, Porto e Coimbra [omscmartins@gmail.com]

## Resumo

O papel de elementos macro estruturais, como a presença de blocos de rocha são embutidos em perfis de solos saprólitos, a presença de litóclases, elementos de fraqueza como fileiras de minerais de argila ou contactos geológicos contribuem para uma heterogeneidade que caracteriza este tipo de formações superficiais. O seu estudo reveste-se de enorme importância na evolução da meteorização e na dificuldade em definir o nível de estabilidade das vertentes regularizadas por este tipo de formações superficiais que, por sua vez, são as mais vulneráveis à ocorrência de movimentos em massa. Vários estudos apontam para que a avaliação do grau de estabilidade dos saprólitos tenha por base a análise do solo como um todo, evitando uma análise isolado do *fabric* do perfil.

Neste artigo, procuramos descrever as principais modificações macroscópicas, químico-mineralógicas e granulométricas em dois perfis talhados em rochas granitóides, cujo papel de elementos macro estruturais é decisivo na evolução da meteorização.

## Palavras-chave:

*Meteorização;*  
*Rochas granitóides;*  
*Elementos macro-estruturais;*  
*Norte de Portugal.*

## Abstract

The role of macrostructural features such as large particles, lithoclasys, secondary clay seams or geological contacts often contribute to heterogeneities in various forms and scales of saprolitic soils. This large variability in type, abundance and scales of heterogeneities in saprolitic profiles means that critical features control stability of slopes. Several studies indicate that macrostructural features in saprolitic soils are in many cases of greater importance for the behaviour of the soil mass and that the profile characteristics must be considered as a whole.

In this article, we will try to describe the most significant macroscopic, chemical, mineralogical and granulometric modifications in two igneous saprolites profiles whose macrostructural features undergo a weakening process during weathering.

## Key-words:

*Weathering;*  
*Granitoids rocks;*  
*Macrostructural features;*  
*North of Portugal.*

## I. Introdução

Comum em áreas granitóides é a presença de mantos ou perfis de meteorização. Correspondem a formações superficiais, cuja génese está associada a mecanismos de alteração *in situ*, embora possam envolver materiais remobilizados que sofreram um transporte relativamente curto (A. FERREIRA, 1979).

A intensidade da meteorização depende de inúmeros factores, bem como da forma como se organizam. Estudos recentes reforçam a importância das diáclases, dos blocos de rocha embutidos ou das fileiras de minerais, como elementos importantes na evolução dos perfis de alteração como A. AYDIN *et al*, 2000; A. AYDIN & I. EGELI, 2001; A. AYDIN, 2006 ou para Portugal como L. SANTOS, 1995; M. BRAGA, 1988; 1990; J. BRILHA, 1992. A meteorização física conduz à fragmentação das partículas, resultando na redução da granulometria e na micro-fragmentação por acção mecânica. A meteorização química conduz a uma alteração da composição química e mineralógica da rocha. Em ambas as situações, a meteorização tem tendência a regredir em profundidade. Por outro lado, é frequente uma forte variabilidade lateral nos

graus de meteorização, uma vez que esta progride principalmente a partir das fracturas da rocha. Ocorrem também ligações entre partículas individuais, herdadas da rocha ou resultantes da cristalização de minerais durante a meteorização, originando materiais meta-estáveis.

A estrutura dos perfis de alteração é muito variada e, se excluirmos as regiões tropicais húmidas, verificamos que, por regra, não constituem um revestimento contínuo e uniforme, o que dificulta a sua cartografia a uma escala regional. Este facto é talvez o entrave maior à construção de mapas de movimentos em massa, pelo menos a uma escala regional. No entanto, a presença de mantos de alteração é um dos factores mais importantes na dinâmica de vertentes em áreas graníticas.

Neste artigo pretendemos analisar os principais processos de meteorização com base na análise química, mineralógica e granulométrica efectuada para o estudo de 2 perfis de meteorização em rochas granitóides na área de Chaves e Vila Pouca de Aguiar, o perfil do Souto e o perfil de Sapiões.

## II. Perfil do Souto

O perfil do Souto localiza-se na vertente oriental da serra do Alvão, próximo de Telões, a uma cota de 600m [Fig. 1]. Desenvolve-se a meia vertente, num sector de declive a rondar os 12°, em área florestal. Do ponto de vista climático, a precipitação neste sector da vertente apresenta uma média anual de 1300mm

(S. DAVEAU, 1977). O corte corresponde a uma pequena pedreira e desenvolve-se em granito porfiróide de grão grosseiro, onde se destacam megacristais de feldspato potássico. Corresponde ao granito de Pedras Salgadas. A amostra da rocha sã que serviu de análise encontra-se a poucas dezenas de metros do perfil analisado.



branco amarelado, dominando material pouco alterado. O facto mais interessante está relacionado com a presença de uma litóclase que terá funcionado como goteira de canalização de água, facilitando a meteorização envolvente. A diáclase de orientação NNE-SSW é sub-vertical, tornando-se sub-horizontal a 2 metros de profundidade e, posteriormente, horizontal. Este facto não terá permitido uma alteração da rocha em profundidade. No sector mais próximo da diáclase, o granito apresenta-se

bastante alterado sem, no entanto, se desagregar com facilidade. Ao nível da coloração, o sector apresenta uma cor ocre avermelhada. No seu todo, o perfil é constituído por uma camada de rocha medianamente alterada em transição para rocha muito alterada. A presença da diáclase terá sido responsável pela diferenciação ao nível da meteorização do perfil, constituído por um sector W3, de características medianamente alteradas, e um sector muito alterado, marginal à litóclase (W4).

### 1. Características do granito em W3 e W4

No sector W3 apenas uma pequena percentagem do granito encontra-se decomposta ou desintegrada. Surge ainda presença de material fresco no perfil. A rocha apresenta-se compacta, bastante resistente, partindo-se ainda com alguma dificuldade com o martelo. Os minerais de quartzo e moscovite surgem conservados, os feldspatos não se esboroam, embora as biotites tenham perdido algum brilho. Em termos gerais, o avanço da meteorização iniciou-se principalmente pelas zonas de fraqueza da rocha, pelos planos de macla e de clivagem, e pelos bordos dos cristais, sendo as plagioclases e as biotites mais sensíveis a este processo, ao contrário do quartzo e da moscovite.

No sector W4 surge, por vezes, a presença

ainda de rocha fresca, mas, no geral, o granito apresenta sinais de maior alteração. As rochas apresentam-se parcialmente alteradas, partindo-se com alguma dificuldade com o martelo. A sua clivagem é feita principalmente pelas fileiras de biotite. As micas, especialmente as biotites, perderam o brilho, apresentando-se baças e geralmente com anéis de oxidação. São os minerais de quartzo os que conservam melhor orientação mineralógica. Os feldspatos esboroam-se ainda com alguma dificuldade. O avanço da meteorização é evidenciado principalmente pela decomposição dos feldspatos, pela perda de brilho e coloração das biotites e pelo desenvolvimento de uma estrutura porosa, algo incipiente, que se vai reflectir no ligeiro aumento da fracção silto-argilosa da matriz.

### 2. Análise granulométrica

Separaram-se as areias em classes dimensionais utilizando a escala simplificada de Wentworth. Posteriormente, calculou-se

a mediana (Md), o primeiro quartil (Q1) e o terceiro quartil (Q3) para os sectores W3 e W4. Tratando-se de estados de meteorização

de transição entre rocha fresca e granito muito decomposto, as séries reflectem a predominância das areias grosseiras. As amostras recolhidas correspondem a um saibro, típico de áreas pouco evoluídas. Verificou-se, por vezes, a inclusão de rocha não desagregada nas amostras recolhidas.

A percentagem da fracção silto-argilosa é muito reduzida, não ultrapassando os 4% da amostra total. Esta parece resultar principalmente da alteração dos feldspatos e das plagioclases. Este processo é mais intenso no sector W4, com uma percentagem ligeiramente mais elevada da fracção silto-

argilosa. As séries granulométricas das amostras indicam ainda poucas diferenças ao nível do valor da mediana (Md). O valor obtido para o sector 4 foi 3,1mm, o valor obtido para W3 foi de 3,8mm. Ao nível dos valores obtidos para o primeiro quartil (Q1), as diferenças são também muito ligeiras. O Q1 obtido para a amostra W4 é de 2,07mm, ligeiramente inferior ao W3, 2,61mm. Por último, se compararmos os valores obtidos para o Q3, os resultados estão em concordância com os valores anteriormente obtidos, reflectindo, no entanto, um ligeiro aumento das fracções mais finas no sector W4, o Q3 desta fracção é de 1,71mm; em W3 o valor é de 1,76mm [Fig. 2].

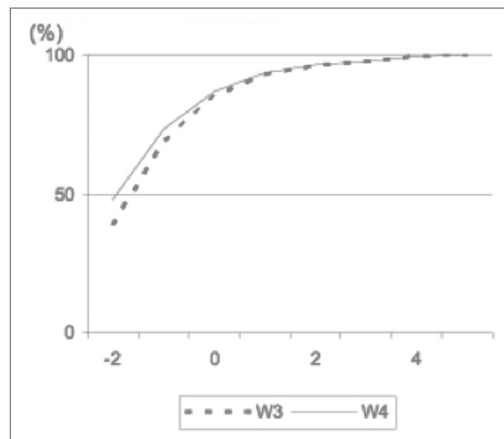


Figura 2. Curvas granulométricas para os sectores W3 e W4 do perfil do Souto.

### 3. Mineralogia da fracção argilosa

O estudo da natureza mineralógica da fracção argilosa é muito importante para o conhecimento do tipo processo de meteorização. No entanto, deve-se ter em consideração a quantidade da fracção argilosa, no sentido de avaliar a intensidade de meteorização. Assim, é da maior

importância comparar a natureza da fracção argilosa com a sua percentagem. Nas amostras analisadas, a fracção argilosa não ultrapassa os 5% da fracção total.

Verificamos que, com a passagem de W3 para W4, regista-se um aumento da montmorilonite

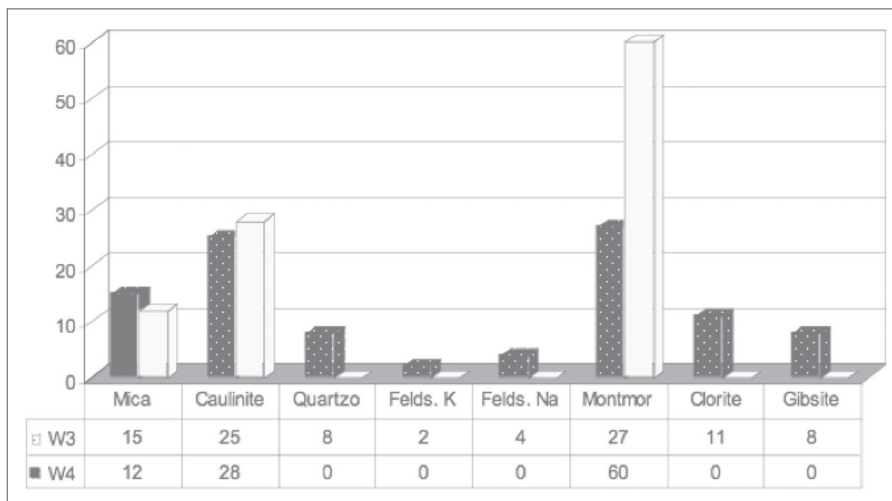


Figura 3. Análise mineralógica da fracção argilosa do granito em W3 e W4, em percentagem.

e, ainda que ligeiro, um aumento da caulinite. O quartzo, já em pequenas quantidades em W3 (8%), passa a assumir valores residuais em W4, assim como os feldspatos e a clorite. As micas apresentam uma diminuição pouco significativa. A arenização verificada de W3 para W4 caracteriza-se, principalmente, pelo desenvolvimento da montmorilonite, mineral que, constituído por duas camadas de sílica, resulta da remoção dos cátions básicos e da retenção de parte da sílica como residuo da meteorização.

A caulinite permanece em percentagens muito semelhantes (~25%). A montmorilonite terá resultado, principalmente, por transformação dos minerais de clorite, quartzo, feldspato sódico e potássico. A presença da diáclase terá facilitado a infiltração e a percolação de água, favorecendo desta forma o avanço da meteorização naquele sector. No entanto, este processo não terá sido suficiente para o desenvolvimento da monossilização

do perfil. Através da análise química por fluorescência de raios X determinou-se o teor de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$  das amostras W3 e W4, recolhidas praticamente à mesma profundidade [Tabela 1].

Composição química			
	Sã	W3	W4
$\text{SiO}_2$	73,97	73,90	74,56
$\text{Al}_2\text{O}_3$	13,53	13,45	13,59
Fe total ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	1,78	1,92	1,11
$\text{MnO}$	0,04	0,04	0,02
$\text{CaO}$	1,03	0,29	0,22
$\text{MgO}$	0,32	0,52	0,51
$\text{Na}_2\text{O}$	3,59	2,18	0,35
$\text{K}_2\text{O}$	4,65	5,19	5,41
$\text{TiO}_2$	0,20	0,20	0,22
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,05	0,04	0,03
P. rubro		2,00	3,71

Tabela 1. Análise química da rocha sã para os granitos em W3 e W4, em valores percentuais.

Comparando as características químicas da rocha sã com os resultados obtidos para as amostras W3 e W4, constata-se uma diminuição, relativamente acentuada da maioria dos óxidos, principalmente, do CaO e do Na<sub>2</sub>O [Fig. 4 e 5].

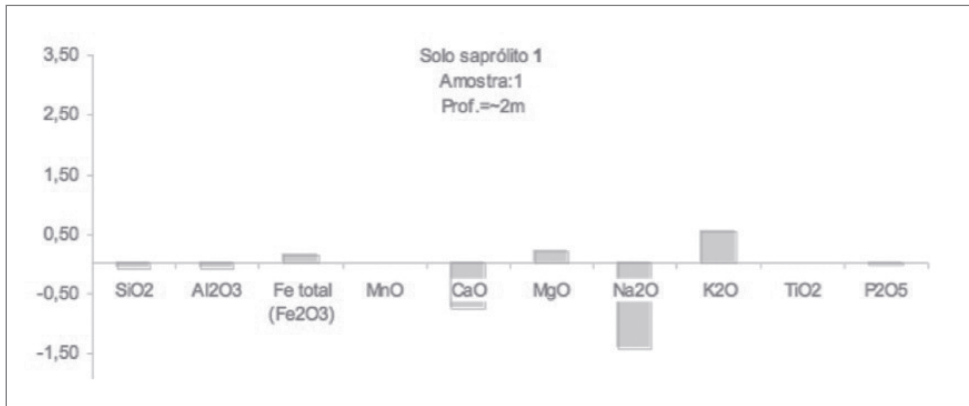


Figura 4. Variação química entre W3 e W4.

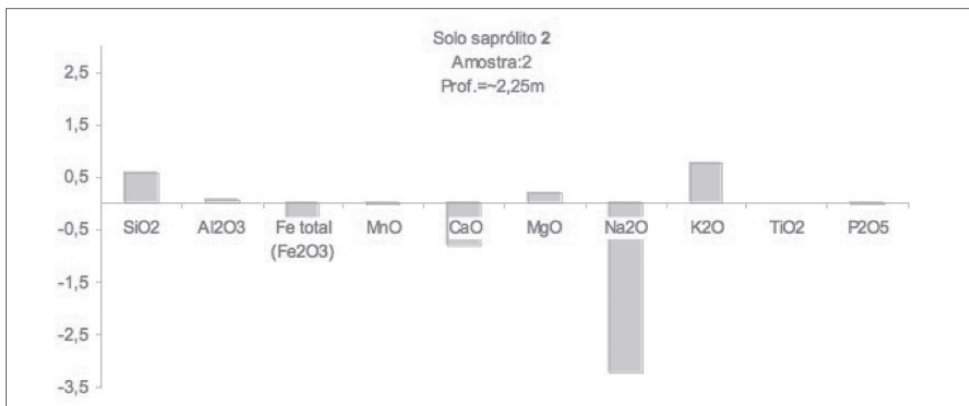


Figura 5. Variação da composição química relativamente à rocha sã.

Calcularam-se, ainda, alguns índices de meteorização para W3 e W4:

	ba1	ba	ba2	ba3	WPI	PI	WI	a	b	b1	ki	kr	sf
<b>W3</b>	0,55	0,57	0,60	0,59	8,38	0,83	0,87	2,38	7,00	67,25	5,49	4,80	38,48
<b>W4</b>	0,42	0,44	0,05	0,46	6,76	0,83	0,70	15,45	12,24	61,77	5,48	5,07	67,17

Tabela 2. Cálculo de alguns índices de meteorização para W3 e W4 (Falcão, 1984).

Na passagem do granito em W3 para W4, verifica-se um aumento de sílica e uma diminuição geral dos óxidos, principalmente do  $\text{Na}_2\text{O}$ . Observa-se, ainda, um ligeiro aumento

de  $\text{K}_2\text{O}$  e uma acumulação do teor de óxido de alumínio, relacionada com o facto de este óxido ficar provavelmente retido em grande parte nos produtos de meteorização [Fig. 6].

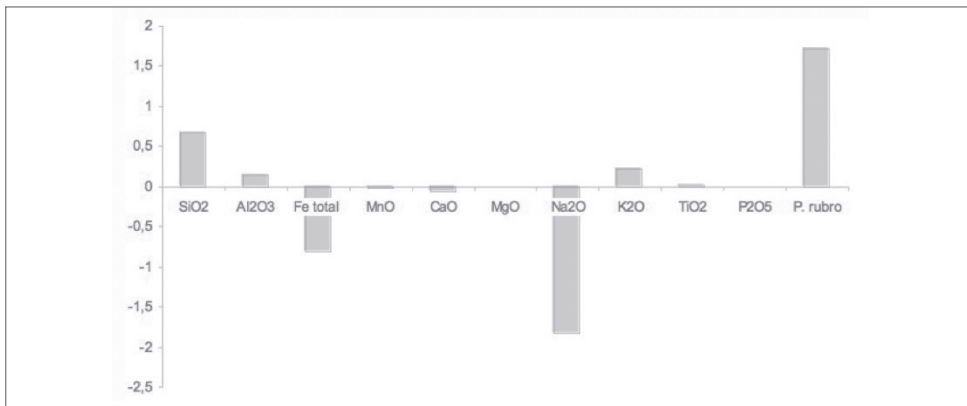


Figura 6. Variação da composição química relativamente W4 a W3.

Os iões libertados por hidrólise durante a meteorização superficial das rochas cristalinas seguem diferentes vias. Podem ser removidos ou entrar nas estruturas de minerais neoformados ou minerais de transformação, ficando neste caso, retidos nos produtos da meteorização. O avanço da meteorização de W3 para W4 terá, por um lado, permitido a remoção de grande parte dos catiões básicos e, por outro lado, potenciado a retenção de sílica, conduzindo a um processo de bissialitização. No sentido de quantificar o grau de meteorização, utilizou-se o índice de lixiviação  $\beta$  como referência, que assume valores entre 0 e 1, para a rocha completamente alterada e para a rocha sã, respectivamente.

Neste caso, calculamos o índice de lixiviação das amostras W3 e W4 relativamente à rocha sã (i) e, posteriormente, de W4, a

partir dos valores de  $ba_1$  de W3 (ii), no sentido de avaliar o avanço de meteorização entre ambos.

(i)  $\beta = ba_1 \text{ W3} / ba_1 \text{ da rocha sã}$  e  $= ba_1 \text{ W4} / ba_1 \text{ da rocha sã}$ ; (ii)  $\beta = ba_1 \text{ W4} / ba_1 \text{ W3}$  em que  $ba_1 = \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} / \text{Al}_2\text{O}_3$ ;

O índice de lixiviação  $\beta$ , que compara o sector W3 com a rocha sã, é de 0,89 ao passo que para o sector W4 é de 0,69. Verifica-se um processo de lixiviação mais intenso no sector W4, como seria de esperar, atendendo ao mais avançado estado da meteorização.

Quando se avalia o índice de lixiviação  $\beta$  de W4 em comparação com W3, o resultado obtido é de 0,77, indicando já um avanço da meteorização considerável, principalmente relacionado com a acumulação de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , e com perdas consideráveis de  $\text{Na}_2\text{O}$ .



#### 4. A acção da diáclase

A rede de diáclases e fracturas revelou-se um importante factor de alteração do granito neste perfil. Estas descontinuidades constituem superfícies facilitadoras de circulação e infiltração de água. A hidrólise proporciona a reacção lenta dos minerais com a água, dando lugar a novos minerais. Os produtos da meteorização são principalmente, minerais argilosos, óxidos, hidróxidos de Fe e Al. No perfil em estudo, definimos dois níveis de meteorização distintos, o W3, que corresponde ao granito medianamente alterado (MeA), e o W4, que corresponde ao granito fortemente alterado (MuA).

A diferença granulométrica entre W3 e W4 reside principalmente na percentagem mais elevada da fracção silto-argilosa em W4, embora, muito reduzida em ambas, não ultrapassando os 4% da fracção total.

Do ponto de vista mineralógico, o quartzo e as moscovites são os minerais mais resistentes à alteração, ao contrário da biotite, do feldspato sódico e da plagioclase. Em W3 o avanço da meteorização é evidenciado pela fracturação e decomposição dos feldspatos e pela diminuição das cores e do brilho da biotite. No sector do granito muito alterado (W4), a par da decomposição da biotite e dos

feldspatos, ocorre o desenvolvimento de uma estrutura porosa, acompanhada da formação de uma auréola de sílica amorfa em torno de uma grande percentagem de minerais de quartzo. Embora a percentagem de argila nas amostras seja muito baixa, a análise da fracção argilosa é importante na caracterização do processo de meteorização. As amostras estudadas revelam que a passagem de W3 para W4 é feita, principalmente, pelo avanço da montmorilonite; pela diminuição da clorite, feldspato sódico e potássico e pelo quartzo.

Do ponto de vista químico, o processo de arenização caracteriza-se pela perda de óxidos, principalmente  $\text{Na}_2\text{O}$ , e pela acumulação de  $\text{Si}_2\text{O}$  e  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Este processo terá originado a neoformação de filossilicatos em que, nas camadas estruturais, o número de folhas de sílica é duplo do número de folhas de alumina – caso da montmorilonite. O avanço da meteorização de W3 para W4 é, principalmente, do tipo bissialitização. O índice de lixiviação  $\beta$  revelou-se bastante sensível à variação da intensidade de meteorização. Os valores obtidos para W3 e W4 reflectem esse aumento, 0,89 e 0,69, respectivamente, face à rocha sã. A intensidade de meteorização calculada pela comparação W4/W3 revela índice de lixiviação de 0,77.

### III. Perfil de Sapiões

O perfil de Sapiões localiza-se muito próximo da povoação de Sapiões, na vertente SW da serra do Leiranco, a uma cota ligeiramente superior a 600m [Fig. 1]. Apresenta um declive entre os 10 e os 15° e está talhada no granito de Chaves (GC). Localiza-se numa área que

apresenta um valor médio de precipitação anual ligeiramente superior a 1000mm (S. DAVEAU, 1977).

O perfil corresponde a uma caixa de falha de orientação NNE-SSW, de largura

superior a 10m. A altura visível é superior a 5m, sendo limitado lateralmente por granito bem conservado [Fot. 2]. É sobreposto por um pequeno depósito de vertente que não ultrapassa os 50cm de espessura. O granito

apresenta sinais de milonitização, o que terá contribuído para uma maior infiltração da água. A intensa pressão tectónica a que foi sujeito terá contribuído ainda para uma maior microfissuração mineralógica.



Foto 2. Perfil de Sapiões.

superior a 10m. A altura visível é superior a 5m, sendo limitado lateralmente por granito bem conservado [Fot. 2]. É sobreposto por um pequeno depósito de vertente que não ultrapassa os 50cm de espessura. O granito

apresenta sinais de milonitização, o que terá contribuído para uma maior infiltração da água. A intensa pressão tectónica a que foi sujeito terá contribuído ainda para uma maior microfissuração mineralógica.

### 1. Características do granito em W5

O granito apresenta-se completamente alterado (RA). O fabric apresenta uma textura porosa; os materiais micáceos, especialmente a biotite, apresentam esfoliação e os materiais mais resistentes, o quartzo e a moscovite, surgem com evidentes sinais de deterioração. Os feldspatos esboroam-se

facilmente com os dedos. A preservação da orientação mineralógica inicial é devida apenas ao quartzo. O perfil corresponde a uma massa homogénea e é preenchido por algumas intrusões pegmatíticas, não sendo possível encontrar bolas graníticas já que todo o granito se encontra alterado (RA).

## 2. Análise granulométrica

A diminuição progressiva da dimensão dos grãos é, como já se referiu, uma das consequências do avanço da meteorização, principalmente, do aumento da fracção silto-argilosa. No entanto, deve-se ter sempre em consideração a textura inicial da rocha. As amostras colhidas para a elaboração do tratamento granulométrico foram obtidas a cerca de 4 metros de profundidade. Caracterizam-se pela elevada percentagem da fracção silto-argilosa e por uma boa calibragem granulométrica. Em comparação com os resultados obtidos para o perfil do Souto, a percentagem da fracção silto-argilosa é muito superior, com

valores próximos dos 10%. A fracção acima de 4mm é inferior a 2%.

O valor da mediana (Md) é de 1,2mm, o Q1 de 2,8mm e Q3 de 0,4mm. Estes valores correspondem a areias mais evoluídas. As curvas cumulativas reflectem esta tendência.

As características granulométricas deste perfil parecem reflectir não apenas o estado avançado de meteorização do granito (W5), mas também a acção tectónica exercida sobre ele, que favoreceu o avanço da meteorização, por um lado, e a fragmentação dos minerais, por outro.

## 3. A fracção argilosa

A fracção argilosa é constituída, maioritariamente, por caulinite, que surge com 80% da fracção total. Esta percentagem reflecte o avanço da meteorização do granito sob condições de boa drenagem, favorecida pela acção

da falha. A fracção argilosa acentua as tendências evidenciadas quando da passagem da fracção 0,125mm para a silto-argilosa, uma descida constante dos minerais primários e um aumento da caulinite [Fig. 7].

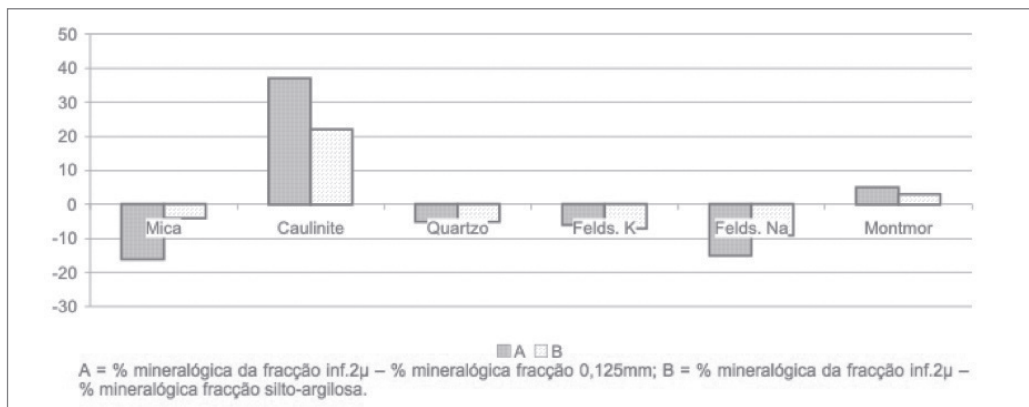


Figura 7. Comparação mineralógica entre as diferentes fracções do granito em W5.

#### 4. Aspectos químicos globais da meteorização

Intimamente ligada à composição mineralógica está a composição química. Tal como no perfil anterior, determinou-se o teor de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$  por fluorescência de raios X. A amostra foi retirada a cerca de 5 metros de profundidade, no mesmo sector do perfil onde foram retiradas as amostras para análise mineralógica. Os valores químicos obtidos da rocha são resultaram das análises efectuadas para o granito de Chaves (GC) elaboradas por J. GRADE & A. MOURA (2000). Os resultados, em percentagem ponderada de óxidos, estão apresentados na tabela seguinte:

Análise química		
	W5	Sã
$\text{SiO}_2$	70,45	71,04
$\text{Al}_2\text{O}_3$	16,22	15,01
Fe total ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	1,90	2,03
$\text{MnO}$	0,02	0,05
$\text{CaO}$	0,13	1,85
$\text{MgO}$	0,44	1,07
$\text{Na}_2\text{O}$	0,96	3,61
$\text{K}_2\text{O}$	5,95	4,73
$\text{TiO}_2$	0,24	0,32
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,15	0,15
P. rubro	3,31	0

Tabela 3. Análise química de W5 e da rocha são, em valores percentuais.

Comparando a composição química da rocha são com o perfil W5, observa-se uma diminuição relativamente acentuada da maioria dos óxidos. A meteorização envolveu uma lixiviação de elementos alcalinos e calco-alcalinos, principalmente  $\text{MnO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ <sup>1</sup>. Verifica-se ainda acumulação de sesquióxidos ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) e perda de sílica. A acumulação de alumina está relacionada com a sua retenção, em grande medida nos produtos de meteorização. A perda de sílica poderá estar relacionada com uma fase mais avançada de meteorização, posterior à lixiviação dos elementos alcalinos e alcalino-terrosos, que culminará com a lixiviação gradual de sílica e a acumulação de sesquióxidos (SUEOKA, 1988).

No sentido de quantificar o grau de meteorização de W5, utilizou-se, mais uma vez, o índice de lixiviação  $\beta$ , que, neste caso, resulta:  $\beta = \text{ba}_1 \text{ W5} / \text{ba}_1 \text{ GC}$ . O resultado obtido de  $\beta$  foi 0,76. A rocha utilizada como referência, embora próxima, não coincide exactamente com a do local do perfil. Apresenta contudo características semelhantes, do ponto de vista macroscópico, à encontrado junto ao perfil analisado.

Os valores químicos e mineralógicos indicam um processo de monossilização do perfil, relacionado, principalmente, com perdas de sílica e ganhos de alumina conduzindo a um aumento da percentagem de caulinite na matriz do perfil.

<sup>1</sup> Valores em conformidade com a escala de mobilidade relativa de elementos químicos durante a meteorização de rochas cristalinas em clima temperado, proposta por TARDY (1969).

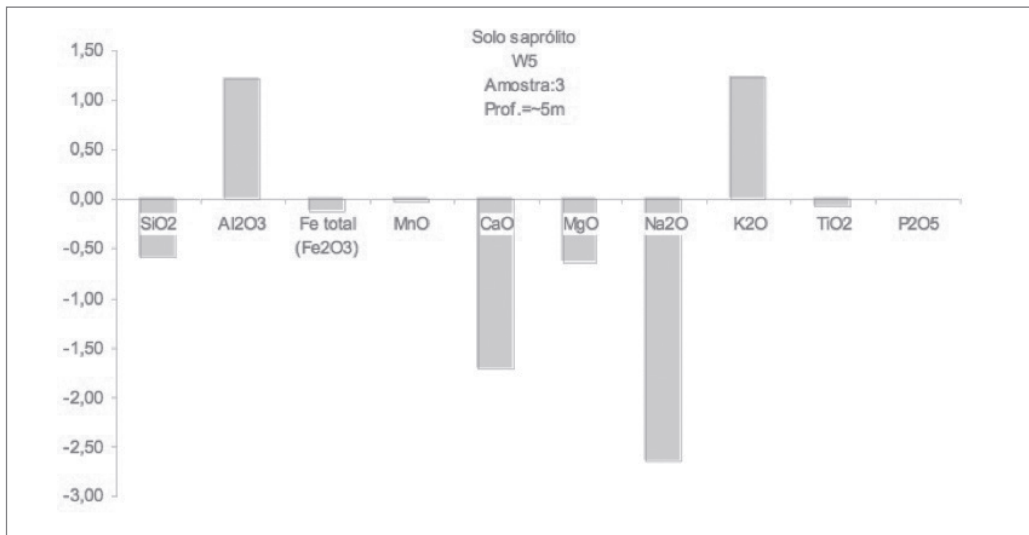


Figura 8. Variação química entre a rocha sã e o granito em W5.

	ba1	ba	ba2	ba3	WPI	PI	WI	a	b	b1	ki	kr	sf
<b>W5</b>	0,43	0,43	0,04	0,45	8,38	0,83	0,87	6,18	8,54	67,58	4,34	3,88	37,07

Tabela 4. Resultados de alguns índices de meteorização para W5.

#### IV. Conclusão

O actual estudo vem confirmar a importância da rede de diáclases e da fracturação na alteração dos granitos. Estas descontinuidades constituem superfícies preferenciais de circulação de água e de drenagem, contribuindo para o aumento da intensidade da hidrólise. Neste perfil, o papel da tectónica é responsável não só pela presença de uma descontinuidade litológica, mas também pela milonitização do granito, tornando-o mais vulnerável à meteorização. O granito apresenta-se

completamente alterado (W5). Este facto é evidenciado pela percentagem da fracção silto-argilosa (cerca de 9% da fracção total).

Do ponto de vista mineralógico da fracção fina, o mineral mais representado é a caulinite, que vai aumentando, proporcionalmente, com a diminuição da granulometria (0,125mm-0,063mm-2 $\mu$ ). A sua percentagem na fracção argilosa é de cerca de 80% da fracção total.

Do ponto de vista químico, verifica-se uma perda dos elementos MnO, CaO, Na<sub>2</sub>O, em especial dos dois últimos, acompanhada de uma acumulação da Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e K<sub>2</sub>O. O comportamento do Na<sub>2</sub>O e o do CaO reflectem a destruição preferencial das plagioclases relativamente ao feldspato potássico. O aumento do K<sub>2</sub>O pode estar relacionado não apenas com a percentagem total de feldspato potássico contido na rocha inicial, mas com o facto de este se encontrar em megacristais, que permanecem, ainda que alterados, no seio do perfil. O aumento

da alumina relaciona-se com a retenção deste elemento nos produtos de alteração, caso das plagioclases e da biotite, e terá implicações durante o processo da génese dos materiais líticos, contribuindo para uma crescente monossilização do perfil. Este facto poderá indicar um avanço da meteorização do perfil, arenização/bissialitização e monossilização, que envolve, a lixiviação dos elementos alcalinos e alcalino-terrosos (Na<sub>2</sub>O e CaO), lixiviação gradual de silício e acumulação de sesquióxidos (alumina).

## Bibliografia

- AIRES-BARROS, L. 1971. *Alteração e alterabilidade das rochas ígneas*, Lisboa, LNEC.
- AYDIN et al. 2000. A review of igneous and metamorphic saprolites, *Journal of Nepal Geological Society*, 22, 11–16.
- AYDIN, A. & EGELI, I. 2001. Stability of slopes cut in metasedimentary saprolites in Hong Kong, *Bull. Eng. Geol. Env.*, 60, 315–319.
- AYDIN, A. 2006. *Stability of saprolitic slopes: nature and the role of field scale heterogeneities*, Natural Hazards and Earth System Sciences, European Geosciences Union.
- BRAGA, Maria 1990. Arenas e depósitos associados da bacia de drenagem do rio Cávado, Portugal : contribuição para o estudo da arenização, *Gaia: Revista de Geociências*, 2, 40.
- BRAGA, Maria 1998. *Arenas e depósitos associados da bacia de drenagem do Rio Cávado, Portugal : contribuição para o estudo da arenização*, Dissertação de Doutoramento, Braga, Universidade do Minho.
- DAVEAU, S. 1977. *Precipitação (Média Anual). II: Dias de Precipitação (Média Anual), mapas na escala de 1:500 000*, Lisboa, Centro de Estudos Geográficos.
- FERREIRA, A. Brum 1979. Os mantos de alteração e o modelado das regiões graníticas: ideias recentes e orientações de pesquisas, Notas e Recensões, *Finisterra*, CEG, XIV, 28, 218–244.
- GRADE, José & MOURA, A. Casal 2000. *Granitos e rochas similares de Portugal*, Lisboa, IGM.
- BRILHA J. 1992. *Estudo da tipologia das alterações do leucogranito no jazigo de caulino de Campados (Esposende) - A meteorização responsável pela caulinição*, Trabalho de síntese no âmbito das PAPCC, Braga, Universidade do Minho.
- SUEOKA, T. 1988. Identification and classification of granitic residual soils using chemical weathering index, *Proc 2nd International Conference on Geomechanics in Tropical Soils*, Singapore, V1, 55–61.
- TARDY, Y. 1969. *Géochimie des altérations. Étude des arenés et des eaux de quelques massifs cristallins d'Europe et d'Afrique*, Strasbourg, Mém. Serv. Géol. Alsace Lorraine.