

Geociências, Aveiro, 1987, vol. 2, fasc. 1-2.

ALGUNS ASPECTOS DA ALTERAÇÃO DE GRANITÓIDES DA ÁREA DE OLIVEIRA DE AZEMEIS - CASTRO DAIRE

L. Serrano

*Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro
3800 Aveiro*

RESUMO

Neste trabalho fez-se o estudo químico e mineralógico de seis perfis de alteração de rochas graníticas da área Oliveira de Azemeis - Castro Daire. Para tanto recorreu-se aos índices de meteorização de Reiche (WPI e PI), de Parker e de Ruxton cuja evolução se estudou em função da densidade aparente.

Recorrendo à difracção de raios-X, determinou-se a composição mineralógica da fracção inferior a 4 μm .

Palavras-chave: Meteorização, granitos, minerais argilosos.

ABSTRACT

Results are presented of the chemistry and mineralogy of 6 weathering profiles on granitic rocks from the Oliveira de Azemeis - Castro Daire area. Chemical evolution versus apparent specific weight using the Reiche's weathering potential index and product index, the Parker index and Ruxton index have been tested.

The mineralogical composition of the minus 4 μm fraction by X-ray diffraction analysis has been determined.

Key words: weathering, granites, clay minerals.

1. LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS

Foram seleccionados seis perfis de alteração em rochas graníticas, os perfis OAZ 4, OAZ 8, OAZ 9 e OAZ 10 da carta 13-D (Oliveira de Azemeis) e CDA 3 e CDA 4 da carta 14-C (Castro Daire) (Fig.1).

O perfil OAZ 4 situa-se no alto da Senhora da Saúde próximo da povoação de Gestoso.

As amostras OAZ 4-1 e OAZ 4-2 foram colhidas em horizontes pedológicos (OAZ 4-1 em A1 muito húmico e OAZ 4-2 na passagem de A1 para A2). As amostras OAZ 4-3 e OAZ 4-4 foram colhidas a 1.20 m e 1.75m de profundidade,, respectivamente.

A rocha-mãe é um "granito hercínico, sintectónico de tendência alcalina, de duas micas, grão médio e foliação incipiente" (Pereira e Gonçalves, 1980).

Os perfis OAZ 8 e OAZ 9 situam-se nas proximidades de Arouca (Moldes); a rocha-mãe é em ambos os casos um quartzodiorito biotítico, hercínico, tarditectónico ainda segundo Pereira e Gonçalves (1980). As amostras OAZ 8-1, OAZ 8-2 e OAZ 8-3 foram colhidas em barreira de um campo de futebol às profundidades de 1.5 m, 5 m e 10 m, respectivamente. Do perfil OAZ 9, a amostra OAZ 9-1 é ainda horizonte pedológico (horizonte B); as amostras OAZ 9-2 e OAZ 9-3 foram colhidas às profundidades de 1.75 m e 2,5 m, respectivamente.

O perfil OAZ 9 situa-se a algumas centenas de metros do perfil OAZ 8 mas a maior altitude (cerca de 450 m). Amostras de locais próximos tinham já sido alvo de estudo anterior (Serrano, 1979).

O perfil OAZ 10 situa-se entre Cepelos e Gatão (bordo SW da Serra da Freita). A rocha-mãe é, segundo os autores já citados um "granito hercínico, sintectónico de tendência alcalina com duas micas, foliado e de grão grosseiro" (Pereira e Gonçalves, 1980). A amostra OAZ 10-1 foi colhida ainda no solo (a 0.20 m de profundidade); as amostras OAZ 10-2 e OAZ 10-3 foram colhidas a 0.75 e 2.25 m de profundidade, respectivamente.

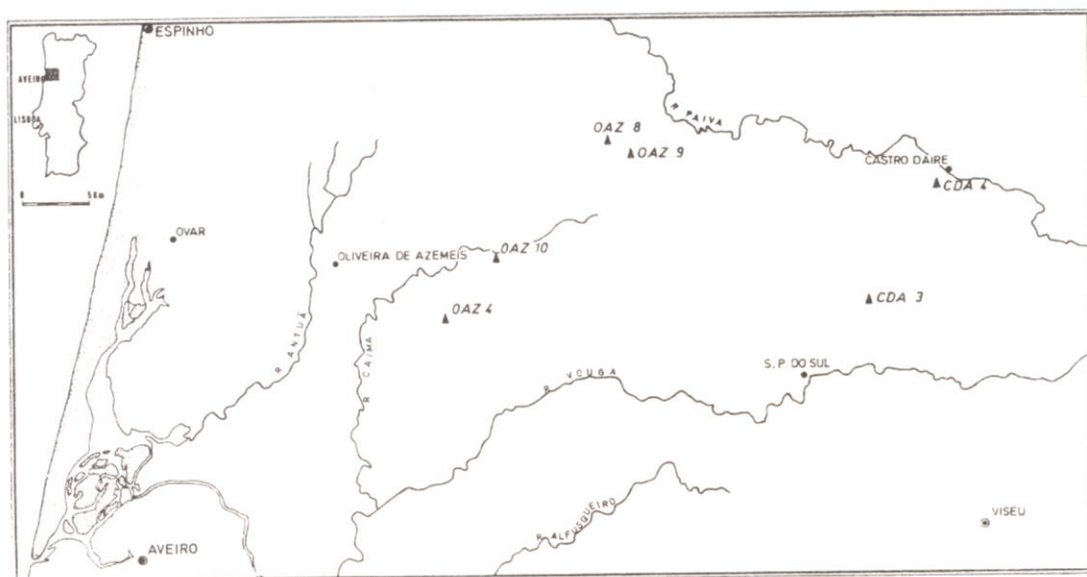


Fig.1 - Localização dos perfis estudados

Os perfis CDA 3 e CDA 4 correspondem a barreiras da estrada S. Pedro do Sul-Castro Daire; estas barreiras abrem-se em granitos que Schermerhorn designou por granitos pós-tectónicos, "porfiróides", grosseiros (Schermerhorn, 1980). O perfil CDA 3 localiza-se próximo de Ucha sendo as amostras CDA 3-1 e CDA 3-2 colhidas no horizonte A₁ a 0.20 m de profundidade e horizonte B a 0.60 m de profundidade, respectivamente. As amostras CDA 3-3 e CDA 3-4 foram colhidas a 1.20 m e 1.90 m de profundidade, respectivamente.

2. CLIMATOLOGIA

São modestos os dados climatológicos existentes. No entanto, como os locais de colheita se encontram a escassos quilómetros de algumas estações udométricas, foi possível obter dados relativamente rigorosos sobre a precipitação anual média. Quanto à temperatura média anual, apenas conseguimos obter valores para a estação de Castelo-Burgães próxima do perfil OAZ 10. (ver Quadro I)

Da análise do Quadro I se vê que a pluviosidade é razoavelmente elevada orçando, em média, entre cerca de 1500 mm e 1900 mm por ano. Se acrescentarmos a isto as características acidentadas da região a possibilitarem uma forte drenagem, não nos causará surpresa o elevado grau de alteração que se encontra nas rochas granitóides, sobretudo nas de grão grosseiro.

A temperatura média anual (o único valor de que dispomos) é de 15.6 °C sendo a temperatura mínima a do mês de Janeiro (9.4 °C) e a temperatura máxima a do mês de Julho (24.5 °C). cremos que as temperaturas dos outros locais não andarão longe destes valores. São temperaturas suficientemente elevadas para que as reacções

destes valores. São temperaturas suficientemente elevadas para que as reacções químicas se processem com velocidades significativas.

Quadro I - Dados climatológicos

PERFIS	LOCALIZAÇÃO	EST. METEOR. MAIS PRÓXIMA	PRECIP. AN. MED. (mm)	TEMP. M. AN. (°C)
OAZ 4 e OAZ 10	S ^a da Saúde e Cepelos-Gatão	Castelo- Burgães	1895.6	15.6
OAZ 8 e OAZ 9	Moldes	Arouca	1489.5	?
CDA 3 e CDA 4	Ucha e Pepim	Castro Daire	1732.3	?

3. ESTUDO QUÍMICO DOS PERFIS DE ALTERAÇÃO

3.1. Introdução

No sentido de avaliar quantitativamente o grau de meteorização utilizaram-se vários índices: o índice de meteorização potencial (weathering potential index, abreviadamente WPI) (Reiche, 1943), o índice PI (product index) (Reiche, 1943), o índice de Parker (Parker, 1970) e o índice de Ruxton (Ruxton, 1968).

O primeiro destes índices é definido pela expressão

$$WPI = \frac{100(K_2O + Na_2O + CaO + MgO - H_2O^+)}{SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 + TiO_2 + FeO + CaO + MgO + Na_2O + K_2O}$$

O segundo é definido por

$$PI = \frac{100SiO_2}{SiO_2 + TiO_2 + Fe_2O_3 + FeO + Al_2O_3}$$

Em qualquer destas expressões, os óxidos são expressos em termos de equivalentes tendo-se tomado na expressão do PI não o verdadeiro valor de $Fe_2O_3 + FeO$ mas sim o valor desta soma sem distinção do Fe^{3+} do Fe^{2+} tal como é dado pela fluorescência de raios-X (onde esta distinção não é possível).

Quanto ao índice de Parker, ele é definido pela expressão

$$I_{PK} = \left[\frac{(Na)a}{0.35} + \frac{(Mg)a}{0.9} + \frac{(K)a}{0.25} + \frac{(Ca)a}{0.7} \right] \times 100$$

sendo (Na)a, (Mg)a, (K)a e (Ca)a as proporções atómicas dos elementos Na, Mg, K e Ca (Parker, 1970).

Reconvertendo esta expressão em termos de percentagem de peso de óxido (valor dado directamente pela análise química) virá

$$I_{PK} = \left[\frac{[CaO]}{39.256} + \frac{[MgO]}{36.288} + \frac{[Na_2O]}{10.8465} + \frac{[K_2O]}{11.775} \right] \times 100$$

Quanto ao índice de Ruxton (Ruxton, 1968), este não é mais do que a relação SiO_2/Al_2O_3 expressos a SiO_2 e a Al_2O_3 como equivalentes. Um outro parâmetro que está

intimamente ligado à meteorização é a densidade aparente. É esse dado que vai permitir a utilização do método isovolumétrico (Millet e Bonifas, 1955) em que o balanço geoquímico é feito através da comparação dos teores dos diferentes elementos na rocha sã e na rocha alterada em peso por unidade de volume da amostra.

A primeira coisa que se fez foi testar a equivalência destes vários "índices de meteorização". Para o efeito, determinaram-se os coeficientes de regressão linear entre os vários índices (Quadro II).

QUADRO II - Coeficientes de regressão

	WPI	PI	Pk	Dens. Apar.
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	-0.22	+0.78	-0.03	+0.06
WPI		-0.36	+0.44	+0.55
PI			+0.13	-0.05
Pk				+0.67

O resultado é, deveras, decepcionante: apenas a relação SiO₂/Al₂O₃ apresenta com o *product index*, PI, uma correlação de +0.78; por seu turno, o índice de Parker, Pk, apresenta com a densidade aparente uma correlação de +0.67.

Parece, pois, que estes índices, a serem usados, devem sê-lo sob reserva.

3.2. Variação dos índices de meteorização com a profundidade

A variação de alguns destes índices pode ser vista na fig. 2. Por ela se vê que a densidade aparente decresce da rocha sã para a superfície, isto é, para onde a

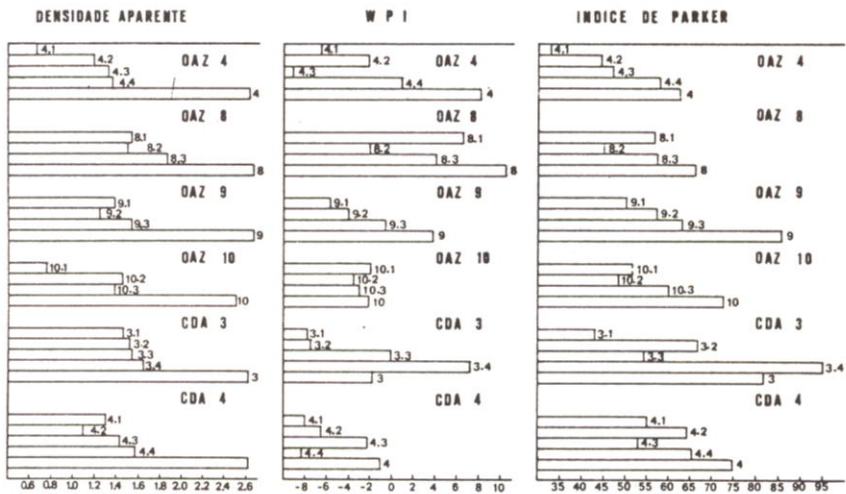


Fig.2- Variação da densidade aparente, WPI e Pk ao longo dos perfis de alteração.

Na fig. 3 pode ver-se para cada perfil a evolução do Pk com a profundidade.

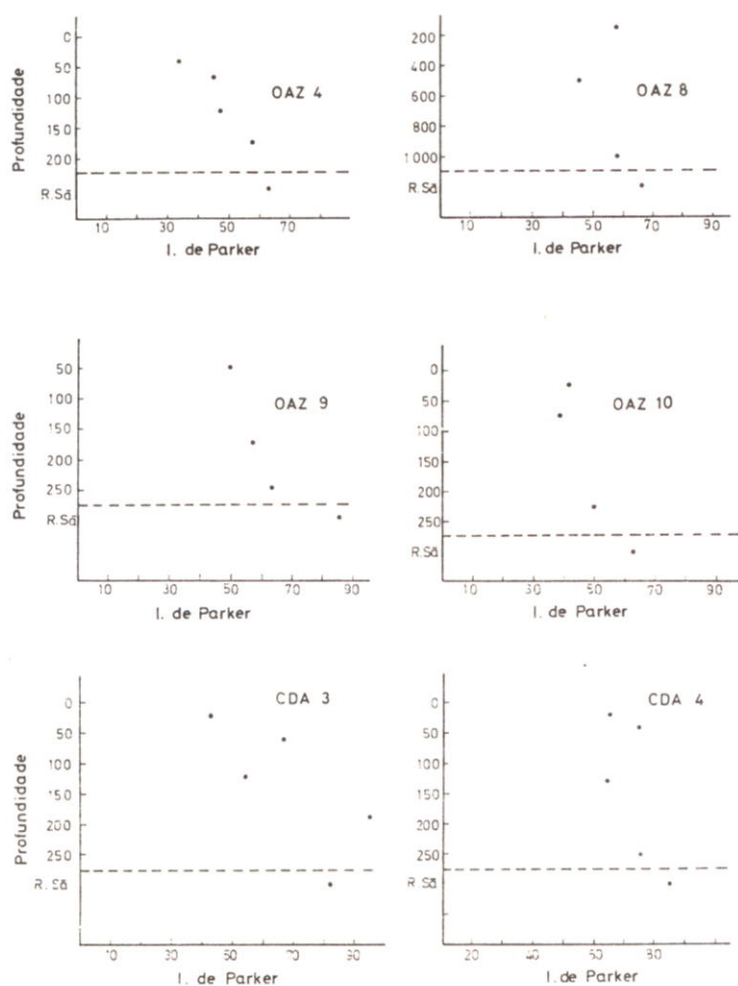


Fig.3 - Variação do Pk com a profundidade

rocha se encontra, em princípio, mais alterada. É essa também a tendência do *weathering potential index* e do *product index* se bem que tal tendência seja aqui e ali perturbada; poderá isso significar ou que os índices não traduzem com rigor o quantitativo de alteração ou que esta não varia com a regularidade que poderíamos supor.

3.3. Método isovolumétrico

Um outro tipo de análise que fizemos consistiu em comparar os pesos de óxido por unidade de volume de amostra relativamente ao peso de óxido na rocha sã. No fundo tratou-se de aplicar o método isovolumétrico (Milot, G. et Bonifas, M., 1955).

A fig. 4 mostra o comportamento dos diferentes óxidos.



Fig.4 - Balanço isovolumétrico - Peso (%) relativamente ao peso de óxido na rocha-mãe tomado como referência (100).

Relativamente ao teor em SiO_2 , a tendência é para uma diminuição progressiva desde a rocha-mãe até à superfície embora nalguns casos (OAZ 9-1 e CDA 4-1) o teor volte a crescer à superfície traduzindo a menor mobilidade do silício relativamente aos outros iões.

O alumínio tem um comportamento praticamente igual ao do silício traduzindo a sua ligação aos mesmos minerais (feldspatos, micas, caulinites).

O ferro tem um comportamento irregular, comportamento cuja interpretação se nos torna difícil por não nos ter sido possível fazer a distinção entre o Fe^{3+} e o Fe^{2+} . Assim, a soma $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ decresce da rocha sã para a superfície em OAZ 9 e OAZ 10; decresce da superfície para a profundidade em OAZ 8 e CDA 3 aumentando a seguir para a rocha-mãe; tem um comportamento irregular em OAZ 4 e CDA 4. Esta distribuição pode ter a ver com fenómenos de oxidação-redução e complexação. É sabido como o ferro se pode complexar com a própria matéria orgânica e adquirir deste modo uma certa mobilidade formando os chamados complexos argilo-húmicos (cf. Duchaufour, Masson, 1970). Note-se, no entanto, que nalguns perfis (OAZ 4 e OAZ 8) o teor em $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ é ainda bastante elevado nos níveis de alteração.

Quanto ao CaO , existe uma diminuição brusca quando se passa da rocha sã para os primeiros níveis de alteração traduzindo a sua forte mobilidade à qual se segue uma variação decrescente e mais ou menos regular em direcção à superfície.

O sódio apresenta-se com comportamento análogo ao cálcio com quebra brusca no início da alteração e depois descida contínua à aproximação da superfície.

O potássio exhibe uma variação no mesmo sentido mas muito menos pronunciada do que o cálcio ou o sódio e isso, certamente, porque este elemento está na sua maior parte preso na rede das micas.

3.4. Perspectiva global sobre os seis perfis

Quando estudamos os vários perfis do ponto de vista químico e tomados em conjunto, tornam-se evidentes alguns aspectos (Quadro III) que passaremos a enumerar:

- a) Existe uma estreitíssima correlação entre o teor em SiO_2 (expresso em peso por unidade de volume) e a densidade aparente (fig. 5). A correlação é linear sendo o factor de regressão igual a 0.997.
- b) Existe uma muito estreita correlação entre o teor em Al_2O_3 (peso por unidade de volume) e a densidade aparente (coeficiente de regressão linear igual a 0.97) (fig. 6).
- c) A correlação entre o teor em CaO (peso por unidade de volume) e a densidade aparente (fig. 7) é significativo ($r=0.77$). Há já uma forte dispersão de pontos.
- d) A correlação entre o teor em Na_2O (peso por unidade de volume) e a densidade aparente (fig. 8) é muito significativo ($r=0.87$).
- e) Quando se estuda o comportamento dos alcalinos e alcalino-terrosos tomados em conjunto, relativamente à densidade aparente (fig. 9) não podemos deixar de sublinhar a elevada correlação existente. O coeficiente de regressão linear é de 0.96, valor elevado que traduz o carácter compensatório destes iões, uns relativamente aos outros, decorrente da sua posição de troca nos espaços inter-foliares dos minerais argilosos.

No Quadro III sintetiza-se aquilo que atrás se disse (coeficientes de regressão linear entre a densidade aparente e os diferentes óxidos estando estes expressos em peso por unidade de volume).

QUADRO III

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ +FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	CaO+MgO+Na ₂ O+K ₂ O
d.ap.	.997	.97	.60	.77	.20	.87	.53	.96

Teor em óxido vs. densidade aparente

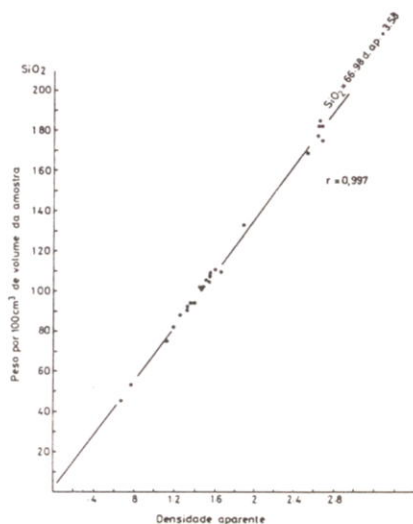


Fig. 5

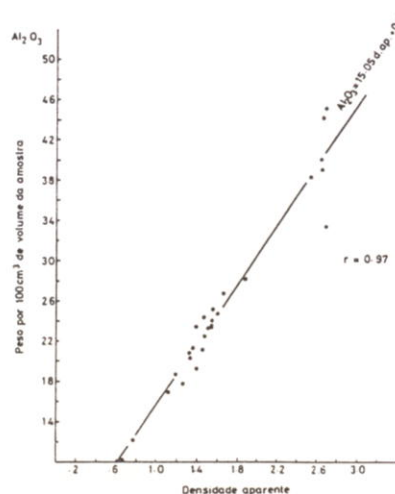


Fig. 6

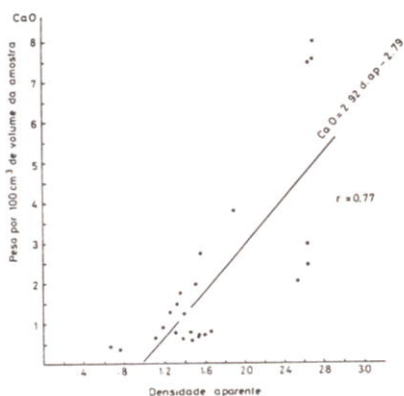


Fig. 7

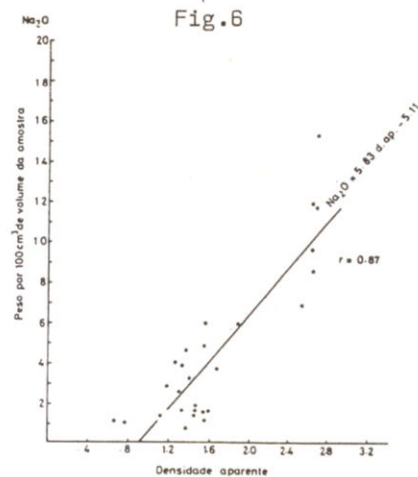


Fig. 8

3.4.6. Diagrama SiO₂ - Al₂O₃ - H₂O⁺

Fizemos ainda a representação dos teores em SiO₂, Al₂O₃ e H₂O⁺ em diagrama ternário (Reiche, 1943). Esta representação (Fig. 10) permite-nos visualizar um bem definido conjunto de pontos que traduz o fenómeno da alteração de granitos numa região que, grosso modo, está balizada a Norte pelo rio Paiva e a Sul pelo rio Vouga.

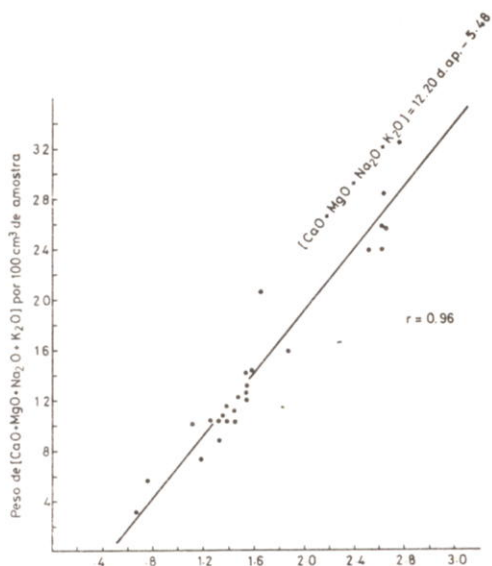


Fig. 9. $\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$
vs. dens. aparente,

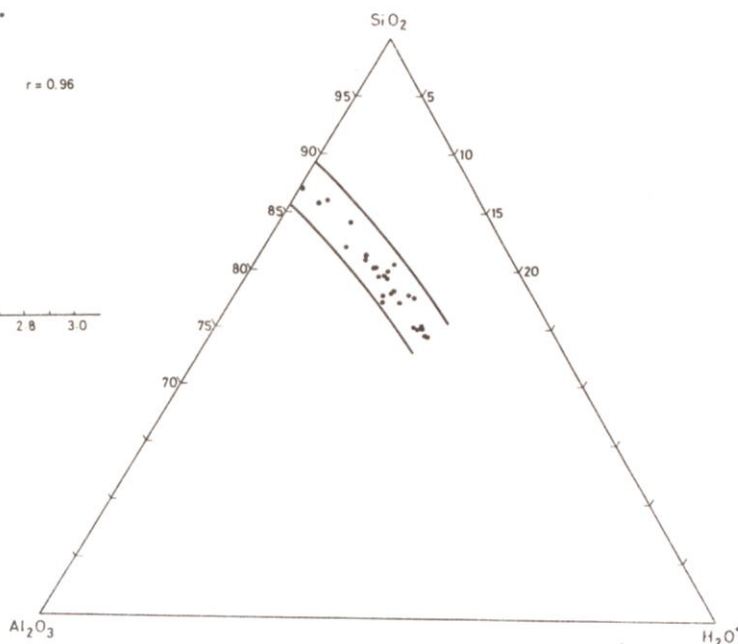


Fig. 10. Distribuição das amostras em diagrama
 $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{H}_2\text{O}^*$

4. MINERALOGIA

Foi feito o estudo mineralógico da fracção inferior a 4μ de todas as amostras (separadas por pipetagem mediante a aplicação da lei de Stokes).

Desta fracção foram preparadas, sempre, duas amostras para serem estudadas por difracção de raios X: uma com orientação preferencial (em lâmina de vidro) no sentido de pôr em evidência os picos correspondentes às reflexões basais e outra desorientada.

Sempre que necessário, foram as amostras tratadas com etileno-glicol e submetidas a tratamentos térmicos (350° e 500° C para possibilitar a distinção vermiculite-clorite-montmorilonite (Brindley e Walker in Brown, 1972).

Em todos os casos e no sentido de distinguir a caulinite da haloisite, foram as amostras tratadas com hidrazina a cerca de 80°C passadas no difractómetro, submetidas a lavagem e de novo estudadas por difracção na zona dos $11-7 \text{ \AA}$ ($8^\circ-13^\circ$ de 2θ).

É sabido que tanto a caulinite como a haloisite expandem de 7.1 \AA para cerca de 10.2 \AA , (correspondente à reflexão (001)), quando tratados com hidrazina. A lavagem posterior leva a contracção do espaço interfoliar com consequente deslocamento do pico agora de 10.2 \AA para 7.1 \AA na caulinite enquanto que a haloisite mantém o espaçamento dos 10.2 \AA (Gomes, C., 1979).

No Quadro IV faz-se a descrição da composição mineralógica da fracção inferior a 4μ pondo em destaque aquele ou aqueles minerais que em cada amostra são predominantes.

QUADRO IV
MINERALOGIA DE FRACÇÃO INFERIOR A 4 μ

Amostra	Min. predominante	Outros minerais
OAZ 4-1	-	Vermiculite, illite, caulinite (todos mal cristalizados): gibbsite.
OAZ 4-2	Gibbsite	Illite, vermiculite (?), interestratificado 10-14 (I-V?), caulinite, feldspato (vest.), quartzo.
OAZ 4-3	Gibbsite	Caulinite muito desordenada, illite.
OAZ 4-4	Gibbsite	Vermiculite, illite, haloisite.
OAZ 8-1	Gibbsite	Illite, (vest.), feldspato (vest.), haloisite, interestratificado clorite-illite.
OAZ 8-2	Haloisite	Quartzo, feldspato.
OAZ 8-3	Illite, haloisite	Quartzo, feldspato.
OAZ 9-1	Vermiculite	Illite, caulinite (algo desordenada), interest. illite-vermiculite, feldspato, gibbsite, quartzo.
OAZ 9-2	Caulinite mal ordenada.	Gibbsite (vest.)
OAZ 9-3	Haloisite	Feldspato, quartzo (vest.)
OAZ 10-1	-	Caulinite (muito desordenada), haloisite, vermiculite, interestratificado, illite-vermiculite, illite (?), e quartzo (vest.)
OAZ 10-2	Gibbsite	Caulinite (muito desordenada), vermiculite illite, interestratificado illite-vermiculite, feldspato (vest.), quartzo (vest.)
OAZ 10-2	Gibbsite	Caulinite (muito desordenada), vermiculite illite, interestratificado, illite-vermiculite, feldspato (vest.), quartzo (vest.).
OAZ 10-3	Gibbsite	Caulinite (muito desordenada), haloisite, illite, quartzo (vest.), vermiculite (?), clorite.

CDA 3-1	Caulinite	Mica, quartzo, vermiculite, interestratificado ilite-vermiculite, gibbsite (vest.), feldspato (vest.)
CDA 3-2	Caulinite	Mica, interestratificado ilite-vermiculite, gibbsite (pouca), quartzo, feldspato (vest.)
CDA 3-3	Caulinite desordenada + haloisite	Vermiculite, ilite, interestratificado, ilite-vermiculite, gibbsite, quartzo e feldspato.
CDA 3-4	Haloisite	Ilite, gibbsite (pouca), quartzo (vest) e feldspato
CDA 4-1	-	Vermiculite, ilite, interestratificado, ilite-vermiculite, caulinite, haloisite, gibbsite, quartzo.
CDA 4-2	-	Vermiculite, ilite, interestratificado vermiculite-ilite, caulinite, gibbsite (vest.) quartzo, feldspato.
CDA 4-3	Caulinite algo desordenada	Vermiculite, ilite, interestratificado ilite-vermiculite, gibbsite, quartzo, feldspato (vest.)
CDA 4-4	Haloisite	Ilite, gibbsite, quartzo, feldspato (vest.).

5. CONCLUSÕES

Como traços mais característicos da mineralogia da fração inferior a 4 μ dos seis perfis de alteração estudados, consideramos:

- a presença de gibbsite em todos os perfis, aparecendo mesmo como mineral predominante em 6 das 21 amostras de granito alterado.
- a ausência de montmorilonite em todas as amostras.

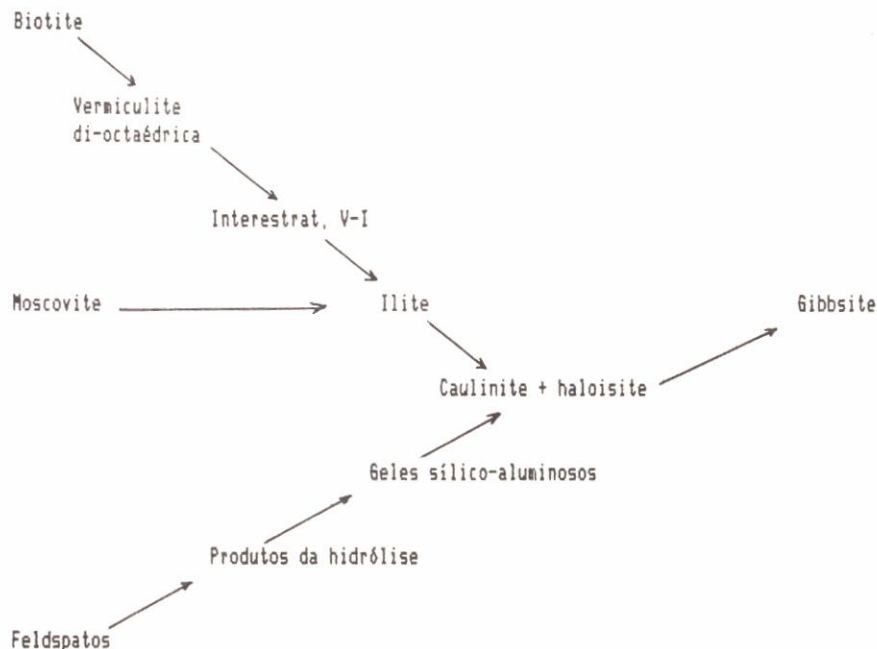
Estas duas observações estão obviamente relacionadas com uma forte drenagem, ela própria relacionada com uma elevada precipitação e uma morfologia acidentada. Aparecem, no entanto, vestígios de feldspato nalgumas amostras.

- O mineral de 7 Å é a caulinite e/ou haloisite. A caulinite é frequentemente mal ordenada. São minerais que se encontram em equilíbrio dinâmico e expostos a uma contínua degradação.
- O mineral de 10 Å é normalmente a ilite ou uma mica em vias de se ilitizar.
- Como mineral de 14 Å é frequente a presença de vermiculite embora se tenha reconhecido a clorite uma vez (OAZ 10-3).
- é frequente, também, a presença de edifícios mistos que identificámos como vermiculite-ilite; a presença de clorite-ilite foi notada na amostra OAZ 8-1.

- O quartzo aparece quase sempre mas em quantidade vestigial nesta fracção granulométrica.

A alteração parece assumir características muito afins em todos os perfis para o que, certamente, concorre a semelhança das condições climáticas e da rocha-mãe.

O esquema que se propõe aqui como interpretação da alteração é o seguinte.



AGRADECIMENTOS:

Ao Prof. Celso Gomes agradece o autor as várias sugestões que lhe deu durante a realização deste estudo e bem assim o tê-lo acompanhando em algumas das saídas de campo.

À Engenheira Adelinda Isabel Alves de Andrade exprime o autor o seu agradecimento pela eficiência e rapidez com que executou todas as análises químicas.

BIBLIOGRAFIA

- ANUARIO CLIMATOLÓGICO DE PORTUGAL.
 BRINDLEY, G.W., 1972; The x-ray identification and crystal structures of clay minerals, (chlorite minerals), Mineralogical Society, Londres.
 DUCHAUFOUR, P., 1970; Précis de Pédologie, Masson et Cie., Paris
 GOMES, C.F., 1979; Characterization of structural defects in kaolinite minerals, Ph. D. Thesis, Leeds.
 MILLOT, G. et BONIFAS, M. 1955; Transformation isovolumétrique dans les phénomènes de latéritisation et de bauxitisation, Bull. Serv. Cart. Geol. Als. Lorr., 8, pp. 3-10.
 MIRANDA, A. Mouraz, 1986; Contribuição para o conhecimento da evolução mineralógica e geoquímica da meteorização no maciço eruptivo de Sintra, Estudos, Notas e Trabalhos, S.F.M. e Lab. D.G.G.M. Porto, 28, pp.3-86.
 PARKER, A., 1970; An index of weathering for silicate rocks, Geol. Mag., v. 107, pp. 501-504.

- PEREIRA, E. e GONÇALVES, L.S., 1980; Notícia explicativa e carta geológica da folha 13-D (Oliveira de Azemeis), D.G.M.S.G., Lisboa.
- REICHE, P., 1950; A survey of weathering processes and products, Univ. of New Mexico, Publ. Geol. Nº 3, Albuquerque, New Mexico, 95 p.
- RUXTON, B. P. , 1968; Measures of the degree of chemical weathering of rocks, J. Geology, 76, pp. 518-527.
- SCHERMERHORN , 1980; Notícia explicativa e carta geológica da folha 14-C, (Castro Daire), D.G.M.S.G., Lisboa. SERRANO, L., 1979; A alteração do granito de Moldes (Arouca), Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Cien. Lisboa, 16, pp. 273-283.
- WALKER, G. F., 1972; The x-ray identification and crystal structures of clay minerals (vermiculite minerals), Mineralogical Society, Londres.

	*	*	*	*	*	*	*	**	**	***	***	****	
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ + FeO	TiO ₂	CaO	MgO	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	P.R.	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	d.ap.
OAZ 4	69.69	16.86	2.38	.25	2.85	.44	.04	4.58	1.25	1.14	.60	.54	2.62
4-1	69.18	15.41	3.62	.44	.70	.86	.06	1.75	1.51	4.37	1.30	3.07	0.66
4-2	69.42	15.77	3.86	.45	.77	.88	.06	2.43	2.11	3.55	1.26	2.29	1.18
4-3	69.87	15.39	3.79	.45	1.13	.87	.05	2.87	1.81	5.14	.85	4.29	1.32
4-4	69.93	15.79	3.50	.44	1.29	.88	.05	3.44	2.41	3.18	1.13	2.05	1.35
OAZ 8	68.57	16.96	2.83	.35	2.84	.59	.04	4.44	1.79	.86	.80	.06	2.66
8-1	70.56	15.72	3.00	.36	1.79	.88	.06	3.17	2.41	2.83	1.21	1.62	1.53
8-2	70.26	15.60	3.02	.43	1.33	.87	.06	1.75	2.71	3.37	.95	2.42	1.50
8-3	70.94	14.98	2.08	.28	2.03	.88	.05	3.17	2.41	2.07	.72	1.35	1.87
OAZ 9	65.48	12.51	2.89	.50	2.99	.68	.02	5.75	2.71	3.23	.73	2.50	2.67
9-1	71.85	13.75	.45	.47	.89	1.68	.02	2.34	2.53	4.38	.67	3.71	1.39
9-2	70.44	14.22	.46	.53	1.03	1.79	.02	3.23	2.30	4.28	.70	3.58	1.25
9-3	70.02	15.29	.61	.57	.48	1.72	.02	3.91	2.47	3.42	.74	2.68	1.53
OAZ 10	67.02	15.16	2.03	.42	.81	.85	.04	2.75	5.07	3.97	1.02	2.95	2.52
10-1	70.01	15.86	.46	.50	.48	1.68	.02	1.46	3.82	3.85	1.26	2.59	.76
10-2	69.57	16.82	.70	.50	.56	1.57	.02	1.32	3.65	3.86	.97	2.89	1.45
10-3	68.15	16.93	.71	.53	.47	1.59	.02	.57	5.77	3.80	.88	2.92	1.38
CDA 3	67.77	15.27	.76	.17	1.13	1.01	.03	3.70	4.94	4.01	.72	3.29	2.62
3-1	69.79	15.37	.60	.41	.42	1.76	.02	1.12	5.07	5.01	.77	4.24	1.47
3-2	68.30	15.38	.52	.33	.45	1.76	.02	1.05	6.01	4.97	.63	4.34	1.53
3-3	70.77	16.31	.44	.35	.47	1.73	.02	.77	4.83	3.30	1.21	2.09	1.54
3-4	66.38	16.23	.30	.28	.50	1.69	.02	2.28	8.00	3.02	1.53	2.49	1.65
CDA 4	70.07	14.86	1.55	.25	.93	.92	.04	3.29	4.65	3.78	.96	2.82	2.63
4-1	69.18	15.94	.75	.50	.61	1.75	.02	1.25	4.35	5.02	.97	4.05	1.31
4-2	67.62	15.16	.60	.40	.58	1.79	.02	1.25	5.47	5.17	1.12	4.05	1.11
4-3	70.87	14.67	.55	.45	.56	1.78	.02	.98	4.42	4.45	1.75	2.70	1.44
4-4	70.23	15.57	.40	.45	.48	1.75	.02	1.05	5.83	5.55	1.02	4.53	1.58
<p>* Análises feitas por fluorescência de raios-X</p> <p>** Análises feitas por fotometria de chama</p> <p>*** Determinações executadas por pesagem após aquecimento a 1000 °C e 110 °C, respectivamente</p> <p>**** A H₂O⁺ aqui referida não foi medida mas sim calculada: H₂O⁺ ≈ P.R. - H₂O⁻</p>													

55/56A

UA/SD
 30-5-2/98
 N.º 15 ABL/1988
 Data 15 ABL/1988