ALGUNS ASPECTOS PETROGRÁFICOS E GEOQUÍMICOS DO BATOLITO DE QUIXADÁ (CE)

HELIENE FERREIRA DA SILVA*

ABSTRACT SOME PETROGRAPHIC AND GEOCHEMICAL ASPECTS OF THE QUIXADÁ BATHOLITH (CE). The petrographic and geochemical characteristics of the plutonic body of Quixadá in the Ceará State suggest the discrimination of two groups of rocks; a dominantly mesocratic and porphyritic one, with intermediate compositions (monzonitic to quartz-monzonitic) containing equigranular, dioritic to quartz-dioritic enclaves, and a group of equigranular and acid composition (granitic and granodioritic) that intruded the porphyritic rocks. The modal analyses on the Q-A-P diagram show two possible trends for these rocks; one from dioritic to granodioritic composition and another from dioritic-monzonitic to granitic composition. The porphyritic rocks, their enclaves, and the equigranular acid group exhibit on the $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$, respectively, a metaluminous and a peraluminous character. On Peacock's and AFM diagrams, the porphyritic rocks show a calc-alkaline character and the enclaves an alkali-calcic one. The equigranular group on the Wright diagram exhibit a calc-alkaline tendency. The field relationship, the petrographic aspects, and some chemical arguments corroborate the proposition of an hybrid origin for the porphyritic rocks, and to part of the equigranular acid group, as well. The enclaves seen to come from a different and independent source. The porphyritic group includes characteristically I-type granitoids and the equigranular acid group shows some chemical marks of both "I" and "S" type granitoids.

RESUMO ALGUNS ASPECTOS PETROGRÁFICOS E GEOQUÍMICOS DO BATOLITO DE QUIXADÁ (CE). As características petrográficas e geoquímicas do corpo plutônico de Quixadá, no Estado do Ceará, sugerem a discriminação de dois tipos de rochas: um predominantemente mesocrático e porfíritico, de composição intermediária (granítica e granodiorítica) contendo encraves dioríticos a quartzo dioríticos, equigranulares, e um grupo de composição ácida (granítica e granodiorítica), equigranular, que intruiu as rochas porfíriticas. A análise modal no diagrama Q-A-P mostra duas possíveis tendências para estas rochas: uma de composição diorítica a granodiorítica e outra de composição diorítica-monzonítica a granítica. As rochas porfíriticas, seus encraves e o grupo ácido equigranular exibem no diagrama $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$, um caráter respectivamente metaluminoso e peraluminoso. Nos diagramas de Peacock e AFM, as rochas porfíriticas mostram um caráter cálcio-alcálico e os encraves um caráter alcali-cálcico. O grupo equigranular, no diagrama de Wright, exibe uma tendência cálcio-alcálica. As relações de campo, os aspectos petrográficos, e alguns argumentos geoquímicos corroboram a proposição de uma origem híbrida para as rochas porfíriticas e para parte do grupo equigranular ácido também. Os encraves parecem ter vindo de uma fonte diferente e independente. O grupo porfíritico inclui granitóides caracteristicamente do tipo I e o grupo ácido equigranular mostra algumas características químicas de granitóides de ambos os tipos "I" e "S".

INTRODUÇÃO O corpo intrusivo de Quixadá, Ceará, aflora a 160 km da capital numa extensão de aproximadamente 240 km², com eixo maior de 30 km orientado na direção NE-SW.

O estudo das rochas deste batólito começou a ser delineado precisamente com o trabalho de Kawashita *et al.* (1976), que descrevem um corpo homogêneo monzonítico-sienítico encaixado em migmatitos, gnaisses e quartzo-monzonitos. Esses autores dataram algumas rochas deste batólito e obtiveram isócronas em torno de 530 ± 19 Ma.

Souza & Braga (1984) distinguiram petrograficamente neste corpo uma fácies granodiorítica sintectônica e uma granítica tarditectônica.

Com base em critérios litológicos e estruturais, sugerimos duas unidades para esta região – na mais antiga estão as encaixantes (Complexo Ceará) do batólito, caracterizadas pelo caráter monocíclico da deformação por incluir uma sequência parametamórfica (metapelitos, quartzitos, rochas cálcio-silicáticas) e migmatitos subordinados. A segunda unidade inclui um magmatismo-granitóide (monzonítico, quartzo-monzonítico, diorítico, quartzo-diorítico e granítico-granodiorítico) sin a tardicinemático relativo às zonas de cisalhamento dúcteis (ZCD) de Quixeramobim e Senador Pompeu.

SÍNTESE DO MAPA GEOLÓGICO A escala deste

trabalho não permite representar no esboço geológico (Figura 1) todos os tipos de rochas petrograficamente caracterizadas no corpo intrusivo de Quixadá. O grupo de rochas félsicas ácidas e os encraves microgranulares não se encontram individualizados no mapa geológico, pois ocorrem em pequenas dimensões. Os encraves não ultrapassam 2 m no maior alongamento e os diques félsicos ácidos apresentam larguras centimétricas e mais raramente de 4-5 m, e comprimento de no máximo 80 m. Essas rochas encontram-se distribuídas por todo o corpo.

As rochas deste batólito apresentam uma estruturação geral NE-SW e suas foliações tectônicas e primárias (estrutura fluxional) estão verticalizadas.

Zonas de transição onde coexistem granitos equigranulares, rochas porfíritica e quartzo-monzoníticas petrograficamente similares aos encraves da rocha porfíritica marcam o contato com as encaixantes da porção WNW deste batólito. Nas porções SE e NE, os contatos estão marcados por uma feição tectônica, representada pela zona de cisalhamento dúctil de Senador Pompeu, de aproximadamente 4 km de largura, de natureza destrai, que se estende de SW para NE. Esta zona caracteriza-se principalmente pelo desenvolvimento de uma estrutura bandada na fácies porfíritica, com estiramento de seus fenocristais e transposição dos encraves.

O paralelismo entre as estruturas sin-magmáticas e as

* Geólogo, Companhia Integrada de Serviços Agropecuários de Pernambuco (Cisagro). Rua Confederação do Equador, 111, Graças, CEP 52011, Recife, PE

Figura 1 – Esboço geológico do batólito de Quixadá (CE)
 Figure 1 – Geological sketch of the Quixadá Batholith (CE)

tectônicas, e a disposição vertical dos encraves e das feições cumulativas (*clots* de anfibólito e/ou biotita) são critérios estruturais que sustentam a idéia de intrusões sin a tarditectônicas em relação às megatranscorrências dúcteis localizadas nas porções WNW, (zona de cisalhamento dúctil de Quixeramobim) e SSE, (zona de cisalhamento dúctil de Senador Pompeu) do batólito.

O fraturamento das rochas é comum por todo o batólito. As direções principais são N-S, E-W e NE-SW.

PETROGRAFIA Cinco tipos de rochas petrograficamente distintas foram caracterizadas nesta intrusão e consideradas aqui em dois grupos: um representado por uma fácies porfirítica de composição monzonítica e quartzo-monzonítica, e seus encraves de composição diorítica e quartzo-diorítica; e outro representado por diques equigranulares félsicos de composição granítica e granodiorítica.

A análise modal (Fig. 2), com base nos critérios de Hutchison (1974), para estas rochas mostra dois *trends* composicionais possíveis e predominantes, um diorítico quartzo-monzonítico a granítico e outro diorítico a granodiorítico, que pode ser enquadrado na subsérie monzonítica e/ou granodiorítica de Lameyere & Bowden (1982). A Figura 2 discrimina petrograficamente os dois tipos de análises modais realizados na fácies porfirítica; uma desenvolvida a nível de campo, baseando-se no método de Hutchison (*op. cit.*) para análises modais em rochas porfiríticas e numa etapa seguinte análises modais apenas da matriz, excluindo os fenocristais.

O tipo porfirítico monzonítico a quartzo-monzonítico apresenta índice de cor variando de 18,83% a 30,27% e contém fenocristais de microclina, plagioclásio, que atingem dimensões de até 8 cm de maior alongamento. Sua matriz consiste essencialmente em anfibólio, biotita, plagioclásio

Figura 2 – Análises modais para as rochas graníticas do batólito de Quixadá:

- Δ fácies porfirítica (rocha total);
- ▲ fácies porfirítica (matriz);
- encraves microgranulares;
- fácies equigranular tardia

Figure 2 – Modal analysis of the Quixadá Batholith granitic rocks

(predominando o oligoclásio, An_{8-11}) e a albita (An_{4-5}) é o feldspato alcalino da matriz. Apatita, zircão e titanita são os acessórios principais. No campo, localmente, observam-se cristais de feldspato alcalino com formas ovóides marcados por um manto de plagioclásio compondo a textura rapakivi, que, segundo Hibbard (1981), é uma feição típica de granitos híbridos.

As estruturas fluidas na fácies porfirítica se evidenciam pelo alinhamento dos fenocristais de feldspatos que esporadicamente sugerem uma feição do tipo entelhamento, definindo um sentido preferencial do fluxo magmático de NE para SW.

Na Serra do Padre (porção SW do batólito) e Pedra da Galinha Choca (porção Central da intrusão), feições cumulativas constituídas principalmente por anfibólio e biotita subordinadamente alternam-se com cumulos de feldspatos, sugerindo um acamamento (*layering*) primário.

O anfibólio na fácies porfirítica ocorre em duas gerações: a hornblenda numa primeira (com pleocroísmo verde-intenso e 2V em torno de 50°) e a actinolita tardia (com pleocroísmo verde-pálido e 2V em torno de 70°). A biotita também cristalizou em duas gerações: a primeira freqüentemente inclusa no plagioclásio e outra tardia gerada às expensas do anfibólio. A presença sistemática da biotita, como inclusão no plagioclásio, é um critério petrográfico que pode sugerir uma rocha-fonte inicialmente enriquecida em K_2O .

Os *clots* de biotita e/ou anfibólio nesta fácies, e o fato de essas fases se desenvolverem em duas gerações, são critérios que mostram efeitos de assimilação desta rocha com outros tipos (possivelmente com seus encraves). O piroxênio reliquiar freqüente no anfibólio seria a fase incorporada do magma mais básico.

Encraves microgranulares dioríticos a quartzo-dioríticos são abundantes no tipo porfirítico, apresentando-se com formas abauladas, mais raramente angulosas e de preferência dispersas na porção NE da intrusão, como enxames.

A mineralogia desses encraves é semelhante à da fácies porfirítica. O plagioclásio (oligoclásio-andesina), o anfibólio e

Tabela 1 – Análises químicas para os elementos maiores para as rochas intrusivas do batolito de Quixadá

Table 1 – Major elements chemical analysis for the intrusive rocks of the Quixadá Batholith

	Ln (○)	Ln (○)	Ln (○)	Ln (△)	Ln (△)	Ln (△)	Ln (△)	Ln (△)	Ln (△)	Ln (△)	Ln (□)	Ln (□)	Ln (□)
SiO ₂	53,70	55,20	55,10	59,10	59,30	59,10	56,90	58,00	58,30	65,00	73,00	71,30	69,00
TiO ₂	0,82	0,81	0,98	0,78	0,71	0,79	0,78	0,77	0,85	0,58	0,23	0,35	0,22
Al ₂ O ₃	14,90	16,50	17,70	15,80	15,80	15,20	15,70	15,00	16,00	14,10	14,90	15,10	15,90
Fe ₂ O ₃	2,30	2,60	2,30	1,60	1,40	1,50	1,30	1,30	1,30	0,60	0,42	1,00	0,38
FeO	4,32	3,17	4,32	3,31	3,00	3,60	4,03	3,89	3,89	2,88	0,70	0,72	0,65
MnO	0,142	0,099	0,164	0,088	0,070	0,099	0,101	0,099	0,091	0,069	0,027	0,028	0,023
MgO	7,70	5,00	3,28	4,50	4,50	4,90	5,80	5,90	4,20	2,90	0,44	0,50	0,56
CaO	6,90	6,70	6,10	5,80	5,50	6,10	6,30	5,80	6,10	3,80	1,40	1,60	1,90
Na ₂ O	2,80	4,10	4,00	3,60	4,00	3,50	3,20	3,70	3,30	4,00	3,50	3,60	5,60
K ₂ O	4,50	3,80	3,80	3,60	4,30	3,70	3,80	3,80	3,50	4,70	4,30	4,70	3,60
P ₂ O ₅	0,63	0,57	0,67	0,55	0,51	0,61	0,58	0,56	0,57	0,34	0,06	0,11	0,87
CO ₂	< 0,05	0,10	0,20	< 0,05	0,07	0,07	0,07	0,07	0,14	< 0,05	< 0,05	0,07	0,14
H ₂ O ⁺	1,09	1,01	1,21	1,02	0,81	0,90	1,11	0,99	1,05	0,80	0,66	0,58	0,55
H ₂ O ⁻	0,16	0,13	0,07	0,17	0,11	0,01	0,17	0,00	0,19	0,14	0,12	0,00	0,14
TOTAL	100,01	99,79	99,81	99,97	100,08	100,08	99,84	99,88	99,48	99,96	99,80	99,66	99,53

(△) = Fácies porfírtica

(○) = Encraves microgranulares

(□) = Fácies equigranular tardia

Ln = Referência das amostras

Tabela 2 – Análises químicas para os elementos traços para as rochas intrusivas do batolito de Quixadá

Table 2 – Trace elements chemical analysis for the intrusive rocks of the Quixadá Batholith

	Ln (○)	Ln (○)	Ln (○)	Ln (△)	Ln (△)	Ln (△)	Ln (△)	Ln (△)	Ln (△)	Ln (△)	Ln (□)	Ln (□)	Ln (□)
Sn	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Ba	3200	2650	3030	2840	2860	2270	2500	2000	2000	1970	2030	1220	1620
Nb	26	<20	<20	30	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Li	12	20	17	12	9	11	5	12	16	9	12	11	8
Zn	200	158	60	200	156	190	170	240	240	114	130	73	76
Be	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Pb	35	50	50	50	40	40	35	35	45	45	40	45	30
Sr	1600	2150	1710	2000	2000	1820	2000	1770	1640	1310	668	718	1628
Rb	88	74	70	67	64	67	60	66	61	50	110	24	57

(△) = Fácies porfírtica

(○) = Encraves microgranulares

(□) = Fácies equigranular tardia

Ln = Referência das amostras

a biotita são as fases essenciais e a da microclina subordinada. O anfíbólio e a biotita também se formaram em duas gerações e mantêm freqüente relação de idiomorfismo com o epidoto magmático. Este epidoto ocorre em cristais eudrais freqüentemente incluso na biotita e exibe feição de embainhamento com o anfíbólio. A presença do epidoto magmático nesses encraves indica, segundo os critérios de Zen (1985), Zen & Hammarström (1984), que sua cristalização se deu a pressões entre 6 e 8 kb.

Na porção norte do batólito, aflora um tipo petrográfico de composição modal diorítica semelhante aos encraves inclusos na fácies porfirítica apresentando uma feição (contatos crenulados) sugestiva de coexistência e/ou mistura de dois tipos de magmas de composição intermediária. Esta feição indica ainda que a mistura se desenvolveu próximo ao local do posicionamento dessas rochas.

O grupo de rochas félsicas de composição granítica e granodiorítica ocorre como intrusões (dique na fácies porfirítica). Estes diques apresentam larguras centimétricas (máximo de 80 cm) e poucas dezenas de metros de comprimento. São freqüentes os xenólitos da fácies porfirítica nesses corpos. A maior parte das rochas deste grupo apresenta textura equigranular e apenas uma fácies porfirítica foi mapeada na porção SW do batólito, na Serra dos Macacos. Essas rochas contêm essencialmente quartzo, oligoclásio, microclina e biotita. Apatita, titanita, allanita e zircão são seus acessórios.

GEOQUÍMICA Elementos Maiores Treze amostras das rochas mapeadas no corpo intrusivo de Quixadá foram analisadas quimicamente: sete da fácies porfirítica, três dos encraves dioríticos e três das rochas félsicas tardias. A reduzida quantidade de análises químicas para os encraves e para os diques félsicos tardios torna as considerações a seguir passíveis de reinterpretações posteriores.

Os teores químicos e alguns dados petroquímicos para essas rochas estão mostrados, respectivamente, nas tabelas 1 e 2.

A fácies porfirítica monzonítica, quartzo-monzonítica apresenta teores de SiO_2 entre 56,9% e 65% de Al_2O_3 com média de 15,37%, por altos valores de Na_2O (média 4,3%), K_2O com 3,9% (em média) e CaO com 5,6% em média. Os altos teores em CaO e K_2O nessas rochas resultaram na cristalização precoce do anfíbólio e da biotita mesmo antes do plagioclásio. O índice agpaitico indica seu cunho metaluminoso, sustentado ainda por valores de Al_2O_3 inferiores à soma dos álcalis mais o cálcio ($\text{CaO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$). Projeções moleculares no diagrama $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ de Loiselle & Wones (1979) (Fig. 3) mostram o tipo químico desta fácies e sua classificação no grupo dos granitóides tipo I. Os altos valores de Na_2O (maior que 3,2%) e de $\text{Fe}^{+3}/\text{Fe}^{+2} + \text{Fe}^{+3}$ (entre 0,157% e 0,302%) são típicos de granitos tipo I, segundo os critérios de Chappel (1984) e Chappel & White (1974).

No diagrama AFM (Fig. 4) observa-se que a variação química dessas rochas se faz do tipo cálcio-alcálico para o alcalino.

Os encraves dioríticos e quartzo-dioríticos apresentam valores de SiO_2 entre 53,3% e 55,2% e de Al_2O_3 entre 14,90% e 17,7%. Seus teores de K_2O com média de 4% e CaO com média de 6,5% superam aqueles da fácies porfirítica, com exceção do valor em Na_2O (3,6%).

No diagrama $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ (Fig. 3), esses encraves mostram uma tendência metaluminosa a peraluminosa. Seu tipo químico mostrado no diagrama de Wright (1969) (Fig. 5) é predominantemente cálcio-alcálico, entretanto o diagrama de Peacock (1931) mostra uma tendência prodominantemente álcali-cálcica (Fig. 6).

Os granitos e granodioríticos tardios (grupo félsico) apresentam altos valores de SiO_2 (média de 71,36%), Al_2O_3

Figura 3 - Projeção molecular no diagrama $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ de Loiselle & Wones (1979). Os campos dos granitóides tipos I e S são mostrados: □ fácies equigranular; △ fácies porfirítica; ○ encraves dioríticos
Figure 3 - Molecular projection in the $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ diagram (Loiselle & Wones 1979). The fields of I and S S-type granitoids are shown □ equigranular facies; △ porphyritic facies; ○ dioritic enclaves

Figura 4 - Diagrama AFM mostrando o comportamento transicional cálcio-alcálico a alcalino para os encraves dioríticos (○) e para a fácies porfirítica (△). Os granitos equigranulares tardios (□) mostram uma tendência peralcalina

Figure 4 - AFM diagram showing the calc-alkaline to alkaline transitional behavior to the dioritic enclaves (○) and to the porphyritic facies (△). The tardi equigranular granites exhibit a peralkaline trend

variando de 14,90% a 15,90%, de Na_2O com 4,2% (em média), CaO com média de 1,6% e K_2O com 4,2% em média. As projeções no diagrama $\text{Qz}-\text{Ab}-\text{Or}$ (Fig. 7), modificado de Cox *et al.* (1979), revelam nesta fácies uma composição próxima do mínimo granítico. As projeções moleculares no diagrama $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ (Fig. 3) mostram seu

Figura 5 - Diagrama de Wright (1969) mostrando composições predominantemente cálcio-alcálicas para todas as rochas do batólito de Quixadá. Uma amostra dos encraves dioríticos (○) e da fácies equigranular tardia (□) mostra caráter alcalino. Δ Fácies porfírica.

Δ Fácies porfírica

Figure 5 - Wright diagram (1969) showing predominant calc-alkaline composition for all the rocks from Quixadá Batholith. One sample of the dioritic enclaves (○) and tardi equigranular facies (□) exhibit alkaline character.

Figura 6 - O índice de Peacock (1931) mostra um caráter álcali-cálcico para os encraves dioríticos (○) e transicional, entre álcali-cálcico e cálcio-alcálico, para a fácies porfírica (Δ) e nada define para os granitos equigranulares (□).

Figure 6 - The Peacock index (1931) shows a alkali-calcic character to the dioritic enclaves (○) and transitional, from alkali-calcic to calcic-alkaline, to the porphyritic facies (Δ) and defines nothing to the equigranular granites (□).

caráter predominantemente peraluminoso e a presença de granitos tipo "I" e "S" neste grupo de rochas. O diagrama AFM (Fig. 4) revela ainda uma tendência peralcalina para esses tipos.

Elementos Menores De uma maneira geral, o comportamento dos elementos-traços nas rochas do batólito de Quixadá é normal tratando-se de granitos predominantemente cálcio-alcálicos.

Figura 7 - Diagrama para composição do líquidos no sistema Ab-Or-SiO₂ e para as rochas do batólito de Quixadá a pressões de 6 Kb (adaptado de Cox et al. 1979, pós Tuttle & Bowen 1958):

□ fácies equigranular tardia;

Δ fácies porfírica;

○ encraves microgranulares

Figure 7 - Diagram for the liquidus composition in the Ab-Or-SiO₂ system and to the Quixadá Batholith rocks at 6 Kb pressures (adopted from Cox et al. 1979, after Tuttle & Bowen 1958). Symbols as above

A boa correlação positiva do Ba contra o Rb e K (Fig. 8) mostra a retenção desses elementos pela biotita e pelo feldspato potássico.

A correlação positiva do Ba contra o Sr (Fig. 9) na fácies porfírica pode ser justificada pelo simultâneo fracionamento da biotita e do plagioclásio. A correlação negativa entre o Ba e o Sr para os encraves mostra a retenção do Sr pelo plagioclásio.

CONCLUSÕES Pensa-se que algumas rochas do grupo félsico equigranular se tenham formado após contaminação com o magma gerador do corpo diorítico aflorante ao norte, e que os inúmeros encraves microgranulares espalhados por todo o batólito e a própria fácies porfírica poderiam ser o produto dessa mistura. Nos diagramas binários observa-se que os valores químicos da fácies porfírica estão sistematicamente dispostos entre os dos encraves e do grupo félsico tardio, comportamento que sustenta as idéias acima expostas.

A presença do epidoto magmático nos encraves é indicativa de que essas rochas se cristalizaram a grandes profundidades crustais (25-30 km) e sob pressões litostáticas entre 6 e 8 kb. Na maioria dos diagramas de variação química são observados *trends* independentes de sua hospedaria, que possivelmente sugerem uma fonte desses encraves diferente das demais rochas do batólito. Defende-se, portanto, para esses tipos uma origem essencialmente mantélica (fusão parcial de uma componente crustal).

O caráter peraluminoso, a ausência do diopsídio normativo, o $Al_2O_3/CaO + Na_2O + K_2O$ maior que 1,1, os altos teores de SiO_2 (71%, 73%) e os frequentes encraves *surmicáceos* são argumentos fortes a favor de uma origem principalmente

Tabela 3 – Classificação química para rochas intrusivas do batólito de Quixadá

Table 3 – Chemical classification for the intrusive rocks of the Quixadá Batholith

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS	PETROGRÁFICAS	QUÍMICAS
SUBSÉRIE MONZONÍTICA E ENCRAVES MICROGRA- NULARES (TIPO I)	<ul style="list-style-type: none"> - HORNBLENDA COMO MÁFICOS DOMINANTES - ENCRAVES RICOS EM HORNBLENDA - TITANITA COMO ACESSÓRIO PRINCIPAL 	<ul style="list-style-type: none"> - $Al_2O_3/Na_2O + CaO + K_2O > 1,1$ - AMPLA VARIAÇÃO COMPOSICIONAL COM FÁCIES FÉLSICOS A MÁFICOS - DIOPSÍDIO NA NORMA - ALTAS RAZÕES $Fe^{+3}/Fe^{+3} + Fe^{+2}$ - $Na_2O > 3,2\%$
GRANITOS FÉLSICOS EQUIGRANULARES TARDIOS (TIPO S)	<ul style="list-style-type: none"> - MOSCOVITA EM CERTAS FÁCIES E BIOTITA EM OUTRAS - ENCRAVES SURMICÁCEOS 	<ul style="list-style-type: none"> - $Al_2O_3/Na_2O + CaO + K_2O > 1,1$ - RESTRIÇÃO COMPOSICIONAL COM ALTOS VALORES PARA $SiO_2 - 71,73\%$ - SEM DIOPSÍDIO NA NORMA

Figura 8 – Correlações positivas entre o Rb e Ba (a) e o K e Ba (b), para todas as rochas do batólito de Quixadá: ○ encraves dioríticos; △ fácies porfírica; □ fácies equigranular tardia

Figure 8 – Positive correlations between (a) Rb and Ba, and (b) K and Ba, for all the rocks from the Quixadá Batholith symbols as above

crustal para as rochas que constituem o grupo félsico tardio. As relações de campo sugerem um sin-plutonismo (ou intrusões sincrônicas) dessas rochas com a fácies porfírica dominante no batólito.

A sequência de eventos proposta para este batólito inicia-se com a fusão parcial de um magma básico produzido o magma diorítico representado pelos dioritos aflorantes ao norte do corpo intrusivo, e possivelmente alguns encraves microgranulares que se encontram inclusos na fácies porfírica. Este magma derivado teria sido contaminado por uma componente crustal, provavelmente de composição granodiorítica (cujos representantes são comuns a sul do

Figura 9 – Correlação negativa entre o Ba e Sr para os encraves dioríticos (○) e positiva para a fácies porfírica (△). Na fácies equigranular (□), os valores mostram-se relativamente constantes para o Sr e amplos para o Ba

Figure 9 – Negative correlations between Ba and Sr to the dioritic enclaves (○) and positive to the porphyritic facies (△). There is a constancy for the Sr values of the equigranular facies (□)

batólito), gerando as fácies mais ácidas (granito, campo 3a de Streckeisen 1976).

Agradecimentos Este trabalho é parte da Dissertação de Mestrado intitulada *Petrografia e Geoquímica do Batólito de Quixadá*, defendida e aprovada em setembro de 1987 na Universidade Federal de Pernambuco. Somos gratos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro que possibilitou a realização da referida dissertação; e ao Professor Dr. Hartmut Beurlen (UFPE), pela inestimável orientação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHAPPEL, B.W. 1984. Source rocks of I- and S-type granites in the Lachland fold belt South-eastern Australia. *Phil. Trans. R.Soc.*, **A310**:693-707.
- CHAPPEL, B.W. & WHITE, A.J.R. 1974. Two contrasting granit types. *Pax. Geol.*, **8**:173-174.
- COX, K.G.; BELL, J.D.; PANKHURST, R.J. 1979. *The interpretations of igneous rocks*. London, G. Allen, 450 p.
- HIBBARD, J.M. 1981. The magma mixing origin of mantled feldspars. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, Berlin, **76**:158-170.
- HUTCHISON, C.S. 1974. *Grain size, modal analysis, and photomicrography. Laboratory handbook of petrographic techniques*. New York, J.Wiley. cap. 3, p. 44-72.
- KAWASHITA, K.; CESAR, H.L.; SCHRADER, G.O. 1976. The behavior of a solid source mass spectrometer with a glass tube and age determinations on some rocks from the state of Ceará, Brasil. *An. Acad. bras. Ciênc.*, **43**(1):79-86.
- LAMEYRE, J. & BOWDEN, P. 1982. *Plutonic rocks types series: discrimination of various granitoids series and related rocks*. Elsevier. *Journal Volcanology*, **14**:168-186.
- LOISELLE, M.C. & WONES, D.R. 1979. *Characteristics and models for the origin of A-type granites*. s.n.t. (não publicado).
- PEACOCK, M.A. 1931. Classification of igneous rocks series. *J.Geol.*, **39**:54-67.
- SOUZA, E. & BRAGA, A.P. 1984. *Mapeamento geológico da folha Itapiúna escala regional*. Relatório. Ceminas, Fortaleza, 250 p..
- STRECKEISEN, A.L. 1976. To each plutonic rocks its proper name. *Earth Sci. Rev.*, **12**:1-33.
- WRITGH, T.L. 1969. Presentation and interpretation of chemical data for igneous rocks. *Geol. Soc. Am. abstr. Prog.*, **2**:727-729.
- ZEN, E-an. 1985. Implications of magmatic epidote-bearing plutons on crustal evolution in the accreted terranes of northwestern North America. *Geology*, **13**:266-269.
- ZEN, E-an & HAMMARSTRÖM, J.M. 1984. Magmatic epidote and its petrologic significance. *Geology*, **12**:515-518.

MANUSCRITO 555

Recebido em 17 de janeiro de 1988

Revisão recebida em 13 de outubro de 1988

Revisão aceita em 15 de dezembro de 1988

Newton não foi o primeiro da idade da razão. Ele foi o último dos magos, o último dos babilônios e sumérios, a última grande mente a olhar para o mundo visível e para o mundo intelectual com os mesmos olhos daqueles que começaram a construir nossa herança intelectual há menos de 10.000 anos atrás. Por que o chamo de mago? Porque ele encarava o universo inteiro e tudo o que ele contém como um enigma, como um segredo que poderia ser lido aplicando o pensamento puro a certas evidências, certas chaves místicas que Deus havia posto no mundo de modo a permitir uma espécie de caça ao tesouro pela irmandade esotérica.

John Maynard Keynes. 1947. *Newton, the man*. Cambridge Univ. Pres. p. 41.