CARACTERIZAÇÃO E EVOLUÇÃO DAS MICAS DO GRANITO ESTANÍFERO DA PEDRA BRANCA (GOIÁS) EM RELAÇÃO AOS PROCESSOS MINERALIZADORES TARDI/PÓS-MAGMÁTICOS

NILSON FRANCISQUINI BOTELHO*

ABSTRACT The Pedra Branca Granite Massif is one of the granitic bodies with major metallogenic potential in the Goiás Tin Province. The study of micas brought much information about the late magmatic alterations responsible for the most important mineral concentrations in the Serra da Pedra Branca area. Biotite of the primitive porphyritic granite is a zirconian fluorsiderophyllite similar to biotites from many tin granites elsewhere. Two types of secondary biotite were identified; the late one, classified as protolithionite, is rich in Si, Fe^{3+} , Sn, Li and F. This type occurs in mineralized greisen and greisenized granite, associated with quartz, topaz and fluorite. Muscovites are of secondary origin, related to albitization and greisenization events. The three identified types are enriched in Sn, F, Rb and Li, even though lithium values do not have the same significance as in muscovites from known greisens in many occurrences all over the world. It is suggested that petrographic and petrochemical characterization of micas from a granite massif may be used as a guide to indicate the most favourable tin granites.

INTRODUÇÃO O Granito Pedra Branca constitui-se num dos maciços graníticos com maior potencial metalogênico dentro da Província Estanífera de Goiás. Está situado no extremo leste da Subprovíncia Estanífera do Rio Paraná (Botelho 1984), no município de Nova Roma, a 400 km de Brasília (Fig. 1). O maciço granítico possui quatro áreas principais, portadoras de mineralizações primárias, que vêm sendo pesquisadas desde 1974 (Padilha & Laguna 1981). Importantes depósitos secundários de cassiterita ocorrem no sopé da Serra da Pedra Branca a sudoeste e oeste do corpo granítico.

O Maciço da Pedra Branca e suas mineralizações de cassiterita constituíram tema de dissertação de mestrado (Botelho 1984). Este trabalho é parte desta dissertação e nele o autor pretende caracterizar petrográfica e petroquimicamente as fases micáceas daquele maciço, bem como discutir sua evolução durante os processos tardi/pós-magmáticos e sua relação com as mineralizações. Maiores detalhes quanto ao enquadramento geológico e aos aspectos metalogênicos do Granito Pedra Branca poderão ser obtidos em Botelho (1984), Botelho & Marini (1984, 1985); Marini *et al.* (1984, 1985) e Padilha & Laguna (1981).

ASPECTOS GEOLÓGICOS DO GRANITO PEDRA BRANCA

O Granito Pedra Branca apresenta-se como um plúton ligeiramente elíptico com cerca de 90 km² em afloramento. Constitui-se em intrusão simples de idade médio-proterozóica com cúpulas e zonas de fratura greisenizadas, alojada em gnaisses do Complexo Granito-gnáissico (Marini *et al.* 1984) e recoberta por metassedimentos e metavulcânicos do Grupo Araí, fracamente deformados e metamorfizados. O maciço é, em geral, isotrópico e conserva texturas magmáticas e tardi/pós-magmáticas originais. Texturas cataclásticas são comuns em zonas tectonizadas, especialmente nas bordas do corpo granítico e em regiões mais fraturadas de seu interior.

A faciologia do maciço em questão é caracterizada por litotipos primários (magmáticos) com variações texturais e por litotipos secundários produzidos por autometassoma-

Figura 1 - Localização e esboço geológico do Granito Pedra Branca. 1. Cataclasitos e filonitos; 2. Grupo Araí: metassedimentos e metarrolitos (mr); Granito Pedra Branca; 3. granitos albitizados ou greisenizados e greisens; 4. biotita granito porfirítico; 5. biotita granito equigranular; 6. Complexo Granito-gnáissico: gnaiss tonalítico

tismo. Foram identificadas essencialmente duas fácies primárias: biotita granito equigranular médio a grosso e biotita granito porfirítico a inequigranular grosso com matriz média a grossa (Fig. 1). A mais abrangente das transformações tardi/pós-magmáticas é constituída pela alteração praticamente total do plagioclásio primitivo (oligoclásio $An \geq 18$) em albita (An_{0-4}) e pela neoformação de albita à custa de feldspatos primitivos.

A paragénesese essencial das fácies menos alteradas é constituída por quartzo, microclínio peritítico, plagioclásio e biotita. Nas fácies mais evoluídas, a biotita primária cede lugar gradativamente à moscovita, passando por uma fase intermediária de biotita secundária. Nestas fácies, o plagioclásio primário acha-se totalmente transformado em albita.

* Departamento de Geociências, Universidade de Brasília, CEP 70910, Brasília, DF, Brasil

As fases feldspáticas, com o progresso da metassomatose greisenizante, são consumidas até desaparecer completamente nos greisens.

Os principais acessórios, com diferente abundância nas várias fácies, são: zircão, ilmenita, magnetita, fluorita, allanita e xenotima. Os secundários, dependendo do nível de transformação do granito, estão representados por quartzo, microclínio, albita, biotita, moscovita litinífera (mica verde), fluorita, topázio, monazita, magnetita, hematita, apatita, epidoto, clorita e carbonato.

O biotita granito porfirítico constitui a fácies predominante do Maciço da Pedra Branca, distribuindo-se por toda a porção central, leste e norte do corpo (Fig. 1). A fácies metassomatizada menos evoluída está representada pelo biotita granito greisenizado que contém biotita e moscovita secundárias. Sua composição modal revela modificações sensíveis em relação às fácies originais, representadas pelo aumento da albita (de 14%-18% para 19%-20%) e da moscovita (de zero para até 16%) e pela redução do feldspato potássico (de 41%-45% para 35%-40%). O quartzo permanece com teores equivalentes em torno de 31%.

O granito greisenizado representa o granito metassomático mais evoluído. Ocorre na porção centro-oeste do maciço, na região denominada Bacia, e constitui-se na encaixante da maioria dos moscovita greisens mineralizados. Os contatos com o biotita granito são transicionais, marcados pelo aparecimento progressivo das moscovitas e pela descoloração do feldspato potássico róseo. A composição modal mostra enriquecimento em quartzo ($\cong 42\%$) e albita ($\cong 22\%$), e redução do microclínio ($\cong 26\%$) à metade em relação ao biotita granito porfirítico. A moscovita pode ocorrer em grande quantidade (30%-40%), quando restam apenas relíquias dos feldspatos; porém o teor normal oscila em torno de 8% a 10%.

Os greisens, em geral, ocorrem como endogreisens em veios espessos e descontínuos, de forma lenticular, encaixados no biotita granito greisenizado e no granito greisenizado. São constituídos essencialmente por quartzo, moscovita litinífera e/ou protolitionita e, mais subordinadamente, por fluorita, topázio e cassiterita.

O biotita granito porfirítico mostra altos valores de SiO_2 (73%-74%) e valores de Al_2O_3 , K_2O , Na_2O e CaO que indicam uma composição cálcio-alcálica peraluminosa (Botelho & Marini 1984). As razões $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ variam muito, porém são muito baixas em amostras pouco metassomatizadas ($\leq 0,5$), com valores semelhantes aos de granitóides da Série Ilmenita de Ishihara (1981). Os teores em elementos-traços mostram um enriquecimento anômalo em Ba, Rb, F, Li, Sn, Y, La, Ga e Zn.

AS MICAS Método de trabalho As micas do Granito Pedra Branca foram estudadas por meio de suas propriedades ópticas, dados radiocristalográficos e análises químicas por via úmida, absorção atômica, espectrografia óptica, fluorescência de raios-X e microsonda. Para análises totais, as micas foram separadas utilizando-se o separador Frantz e lupa binocular.

No separador Frantz, foi utilizada uma fração de rocha moída entre 0,20 e 0,16 mm, na qual se obteve o melhor grau de liberação das micas. Para separação das biotitas e da moscovita I, foram utilizados os padrões normais recomendados por Hutchinson (1974), exceto para a biotita II, da qual não foi possível a obtenção de concentrado puro.

A moscovita derivada de feldspatos (moscovita II) foi separada com o uso de um ângulo lateral de 15° , corrente entre 0,9 e 1,2A e velocidade de deslocamento das partículas em torno de $0,5 \text{ cm}^3$ por minuto, tendo sido obtido um concentrado de moscovita com menos de 1% de quartzo e feldspatos. A moscovita III foi separada a partir de moscovita greisens em que era praticamente o único constituinte.

Alguns problemas analíticos surgiram em decorrência da quantidade de microinclusões de óxidos e hidróxidos de Fe e Ti, e da existência de fases minerais distintas intercrescidas. A respeito da validade de análises totais em fases minerais separadas, como as micas, Charoy (1979) observa que, durante a evolução dos fenômenos pós-magmáticos, o desenvolvimento sucessivo das diversas micas não se faz por dissolução total e substituição da fase instável e, sim, por crescimento, às vezes epitático, em torno de um fragmento do grão original, do qual pode sobrar alguma relíquia. Este fato, por si só, provoca pelo menos suspeitas sobre o significado das análises globais obtidas a partir de fases minerais separadas. Por esta razão, a fim de evitar equívocos no estudo do Granito Pedra Branca, foram consideradas representativas as análises totais das amostras 8 e 9 da tabela 1, cujos valores eram equivalentes àqueles de microsonda. Destas duas amostras, foram então utilizadas as análises por via úmida de FeO e Fe_2O_3 para estimativa das razões $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ da biotita III, já que a microsonda analisou o Fe total expresso como FeO . Para as demais micas, a razão $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ foi estimada com base no equilíbrio entre cátions e ânions da fórmula química do mineral. No caso da biotita II, não foi possível sua análise através da microsonda nem a obtenção de concentrados suficientemente puros para análise de óxidos, tendo sido possível apenas a análise de alguns elementos menores (Tab. 1).

Os elementos menores importantes neste estudo, como Li, F, Zn, Sn e Rb, foram analisados em concentrados obtidos a partir das mesmas amostras analisadas na microsonda (Tab. 1).

Caracterização e evolução As micas relacionadas a rochas graníticas autometassomatizadas constituem importante elemento para compreensão dos fenômenos responsáveis pelas alterações tardi/pós-magmáticas. Vários autores (Foster 1960a, Hall 1971, Syritso *et al.* 1971, Neiva 1976, 1977 e 1984, Haapala 1977, Charoy 1979, Imeokparia 1982) procuraram caracterizar, estrutural e quimicamente, as micas, principalmente as litiníferas, de maciços graníticos e ressaltaram seu papel nos processos pós-magmáticos sucessivos.

No estudo do Granito Pedra Branca, a caracterização petrográfica e petroquímica das micas teve importância fundamental no entendimento dos fenômenos de albitização bem como a definição dos controles das mineralizações. Com esta finalidade foram então analisadas separadamente as diversas fases de biotita e moscovita.

BIOTITAS Foram consideradas biotitas as micas trioc-taédricas do Granito Pedra Branca com estado estrutural definido por difratometria de raios X, cuja fórmula geral, de acordo com Deer *et al.* (1967), pode ser expressa como:

$\text{X} = \text{K}, \text{Na}, \text{Ca}; \text{Y} = \text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Mn}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al}, \text{Ti}^{4+}$ e $\text{Z} = \text{Si}_{(6-5)}^{4+}\text{Al}_{(2-3)}^{3+}$. Segundo Tischendorf *et al.* (1969 apud Haapala 1977), vários elementos-traços podeu ocorrer

Tabela 1 – Análises químicas das micas do Granito Pedra Branca. 1-2: siderofilita; biotita granito porfirítico. 3: biotita II; granito greisenizado. 4-7: protolitionita; granito greisenizado. 8-9: protolitionita; greisen. 10-13: moscovita litinífera; granito greisenizado. 14-15: moscovita litinífera; greisen com quartzo. 16-17: moscovita litinífera; greisen monomineralico

MICAS	B I O T I T A S									M O S C O V I T A S							
	I		II	III					I				II		III		
%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Si O ₂	35,45	36,22	—	42,48	42,52	42,91	40,91	42,71	48,51	49,78	47,82	47,94	47,86	45,39	44,73	48,34	48,34
Al ₂ O ₃	17,09	17,38	—	22,42	22,28	24,27	21,85	22,56	25,89	26,30	29,21	28,10	30,24	37,16	37,30	27,51	29,22
Ti O ₂	2,20	2,43	—	0,11	0,04	0,02	0,18	0,18	0,11	0,25	0,02	0,06	0,08	0,00	0,04	0,04	0,03
Fe ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	—	5,72	3,16	—	—	—	—	—	—	—	—
FeO	28,04	29,39	—	19,12	18,05	15,74	19,28	13,62	10,20	6,70	5,89	6,18	4,55	0,70	0,51	7,59	6,76
MgO	0,64	0,55	—	0,37	0,34	0,22	0,21	0,10	0,20	0,21	0,17	0,18	0,15	0,05	0,05	0,30	0,25
CaO	0,05	0,16	—	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	0,16	0,13	—	0,05	0,08	0,12	0,08	0,14	0,11	0,13	0,07	0,08	0,11	0,14	0,29	0,09	0,16
K ₂ O	9,56	9,25	—	0,95	9,65	9,69	10,11	9,65	8,12	7,40	7,51	7,51	7,80	10,42	10,68	8,23	7,83
MnO	0,49	0,36	—	0,24	0,38	0,24	0,29	0,67	0,37	0,25	0,43	0,33	0,29	0,00	0,00	0,19	0,09
H ₂ O	3,70	3,77	—	4,02	4,00	4,05	3,92	3,82	3,65	4,29	4,30	4,26	4,33	4,47	4,44	4,30	4,35
F	0,67	0,67	0,54	0,85	—	—	1,45	1,45	—	0,38	—	—	—	0,48	0,84	—	1,01
Li	0,01	0,01	0,60	0,45	—	—	0,60	0,64	0,60	0,23	—	—	—	0,04	0,07	—	0,25
Sn	0,01	0,007	0,02	—	—	—	0,05	0,05	—	0,01	—	—	—	0,04	0,02	—	0,03
Zn	0,10	0,13	0,09	—	—	—	0,15	0,10	0,10	0,01	—	—	—	0,03	0,02	—	0,03
Rb	—	—	—	—	—	—	—	0,22	0,16	—	—	—	—	0,14	0,26	—	0,16
TOTAL	98,24	100,06	—	99,78	97,40	97,28	99,06	99,80	101,18	96,02	95,66	94,64	95,46	99,09	99,30	97,28	98,34

NÚMERO DE ÍONS COM BASE EM 24 (O,OH,F)

Z	Si	5,75	5,76	—	6,34	6,37	6,34	6,25	6,34	6,95	6,66	6,75	6,63	6,09	6,03	6,74	6,66
Al	2,25	2,24	—	1,66	1,63	1,65	1,75	1,66	1,56	1,05	1,34	1,25	1,37	1,91	1,97	1,26	1,34
Al	1,02	1,02	—	2,23	2,31	2,57	2,18	2,04	2,49	3,28	3,45	3,41	3,57	3,97	3,94	3,26	3,40
Fe ³⁺	0,19	0,20	—	0,73	0,69	0,59	0,75	0,63	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,06	0,00	0,00
Fe ²⁺	3,62	3,65	—	1,65	1,57	1,36	1,72	1,43	1,13	0,79	0,71	0,73	0,53	0,01	0,00	0,89	0,78
Mg	0,16	0,13	—	0,08	0,07	0,05	0,05	0,02	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,01	0,02	0,06	0,05
Ti	0,27	0,29	—	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	0,06	0,05	—	0,03	0,05	0,03	0,04	0,08	0,05	0,03	0,05	0,04	0,03	0,00	0,00	0,02	0,01
Zn	0,02	0,02	—	—	—	—	0,02	0,02	0,02	0,00	—	—	—	0,00	0,00	—	0,00
Li	0,04	0,04	—	0,54	—	—	0,76	0,76	0,69	0,29	—	—	—	0,05	0,09	—	0,32
K	1,98	1,88	—	1,89	1,84	1,83	1,97	1,84	1,40	1,32	1,33	1,35	1,38	1,78	1,83	1,47	1,38
Na	0,05	0,04	—	0,02	0,02	0,04	0,02	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04	0,07	0,02	0,04
Rb	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ca	0,01	0,03	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
OH	3,44	3,45	—	3,73	3,72	3,74	3,64	3,55	3,43	3,98	4,00	4,00	4,00	4,15	4,14	4,00	3,98
F	0,28	0,28	—	0,36	—	—	0,61	0,61	—	0,16	—	—	—	0,20	0,35	—	0,42

MÉTODOS ANALÍTICOS: óxidos: microsonda(FeO:Fe total)(analista:L.Le Bel-BRGM/França); Fe₂O₃ e FeO das amostras 8 e 9: via úmida(UnB);

Sn, Li: espectrografia ótica(GEOSOL); F: íon específico(GEOSOL); Zn, Rb: absorção atômica(METAGO)

nestas micas, ocupando as seguintes posições estruturais:

X: Rb, Cs, Tl, Sr, Sb, Ba, Pb.

Y: Zn, Li, Sn, Nb, Ta, V, In, Zr, Mo, Co, Ni, Cr, Sc.

Z: Be, Ga, Ge.

(OH): pode ser substituído por F e Cl.

Destes elementos, foram analisados Zn, Sn, Li, Rb e F, que aparecem como componentes importantes das biotitas do maciço em estudo (Tabela 1).

De acordo com dados petrográficos, estruturais e químicos, foram identificados três tipos de biotita, designados de I, II e III, e ligados a fases distintas da evolução do Granito Pedra Branca, como mostra a tabela 2.

Biotita I — Este tipo representa a biotita primária do Maciço da Pedra Branca, ocorrendo em amostras do biotita granito original (Foto 1), situado principalmente na borda norte do corpo granítico, numa região distante dos principais núcleos mineralizados (Fig. 1).

De acordo com a classificação de Deer *et al.* (1967) e de Foster (1960a, 1960b), a biotita primária do Granito Pedra Branca se situa entre as biotitas ricas em Fe, que constituem a série annita-siderofilita (Fig. 2), estando mais próxima do pólo siderofilita (Figs. 2 e 3) com a seguinte

Tabela 2 – Caracterização química e petrográfica e evolução das biotitas do Granito Pedra Branca pelos processos metamórficos sucessivos (análises químicas: médias da tabela 1)

MICAS (%)	Si	Al	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Ti	Mg	K	Na	Rb	Li	Sn	F	Zn	K/Rb	Mg/Al	Al/Fe
BIOTITA I	16,7	9,12	20,80	1,12	1,38	0,33	7,93	0,11	—	0,01	0,008	0,67	0,12	—	—	0,11
BIOTITA II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BIOTITA III	19,5	11,74	9,59	4,11	8,08	0,09	8,20	0,08	0,22	0,60	0,05	1,45	0,13	4,4	0,15	0,86
MICAS	CARACTERÍSTICAS DIAGNOSTICAS										ROCHA HOSPEDEIRA					
BIOTITA I (Siderofilita)	cor marrom lamelas bem desenvolvidas sem alteração ou apenas parcialmente clorificadas.										Biotita Granito					
BIOTITA II (Protolitionita)	lamelas aglomeradas formando "torrões" e "farrapos" substituindo a biotita!										Biotita Granito Biotita Gran. Greisenizado					
BIOTITA III (Protolitionita)	associação com quartzo e topázio em veios lamelas de cor verde bem desenvolvidas										Biotita Gran. Greisenizado Protolitionita greisen					

fórmula química, calculada a partir da média das análises 1 e 2 da Tabela 1:

Segundo Plimer (1983), biotitas primárias características de granitos tipo A, estaníferos, são pobres em Si e Al e ricas em Fe, Mg, Na e Ti, além de apresentar teores anômalos em Zn e F. Micas com esta composição foram denominadas por aquele autor de annitas flúor-zincíferas. No caso do

Biotitas semelhantes à biotita II foram descritas por Hall (1971) e Charoy (1979) em granitos estaníferos de Cornwall (Inglaterra) e por Haapala (1977) no Complexo de Eurajoki (Finlândia). Trata-se da protolitionita, considerada por esses autores como típica mica trioctaédrica secundária de granitos albitizados e greisenizados, que podem evoluir para zinnwalditas, nos greisens, em função do enriquecimento em lítio. Segundo Haapala (*op. cit.*) a maioria dos especialistas em granitos estaníferos acredita que as micas litíferas são de origem metassomática, existindo, entretanto, autores soviéticos (in Haapala *op. cit.*) que oferecem evidências de origem magmática primária para micas litíferas de rochas graníticas da União Soviética.

No Granito Pedra Branca, a biotita II, quando ocupa interstícios (como lamelas individualizadas), realmente não mostra evidências claras de origem por substituição, porém as formas predominantes são aquelas em que a biotita II se apresenta substituindo a biotita I (Foto 2). A falta de análises dos elementos principais não permite uma classificação definitiva da biotita II, sugerindo apenas, com base no teor de lítio, que se trate de protolitionita ou então de uma siderofilita litífera.

Biotita III — Trata-se da biotita relacionada aos veios com quartzo, topázio, fluorita, cassiterita e, às vezes, sulfetos, descritos principalmente na Faixa Placha e ocorrendo também no granito greisenizado (Fig. 1). Possui cor marrom com pleocroísmo até incolor e apresenta microinclusões de mineral radioativo, provavelmente allanita, marcadas por intensos halos pleocróicos. A biotita III é quimicamente bem distinta da biotita I, sendo mais rica em Si, Al, K, Li, Sn, F e empobrecida em Na, Mg e Ti (Tab. 2; Figs. 5 e 6). Em relação à biotita II, possui aproximadamente os mesmos teores de Sn, Li, F e Zn, não sendo possível maiores comparações devido à falta de análises químicas totais da última; os dois tipos diferem, contudo, no modo de ocorrência. A biotita III apresenta-se corroendo as fases feldspáticas e indica que se forma a partir da desestabilização das mesmas, ou então forma veios, associada a quartzo e/ou topázio, constituindo verdadeiros biotititos, às vezes mineralizados (Foto 3).

Os teores em Li da biotita III, embora relativamente altos (0,6%), estão abaixo dos valores comuns apresentados por Foster (1960a), Hall (1971) e Haapala (1977) para micas litíferas da série isomórfica protolitionita-zinnwaldit-lepidolita. No diagrama de Foster (*op. cit.*), na Fig. 3, a biotita III situa-se entre siderofilitas litíferas e protolitionitas. Entretanto, o mesmo autor define a protolitionita como possuidora de $1 \pm 0,5$ Li por célula unitária [Equação (2)]. Por este critério, a biotita III é verdadeira protolitionita, caracterizada pela seguinte fórmula química média:

O nome protolitionita é largamente utilizado por especialistas em granitos estaníferos, embora em livros comuns de mineralogia (Deer *et al.* 1967, Heirinch 1970) não seja mencionado como espécie mineral.

A variação composicional da biotita III pode ser visualizada no diagrama Al_2O_3 -FeO (total)-MgO (Fig. 5), no qual as amostras analisadas se situam no campo 1, característico de micas secundárias associadas a fluorita e topázio, diferenciando-se da biotita I, cujos pontos analíticos se situam no campo 2, com maiores teores em FeO e MgO, o que corres-

ponde às biotitas primárias de granitos metalogeneticamente especializados, nos quais este mineral constitui o único máfico existente (Nockolds 1947), Haapala (1977). No Granito Pedra Branca, observa-se uma pequena variação composicional, mesmo entre as protolitionitas de granitos greisenizados e de greisens, sendo que nestes últimos ocorrem termos mais pobres em MgO e mais ricos em Al_2O_3 (Fig. 5), constituindo a biotita à qual se associa a maior quantidade de topázio.

Figura 5 — Proporções de FeO (total), Al_2O_3 e MgO em biotitas do Granito Pedra Branca. Os campos 1, 2 e 3 mostram composições de biotitas em diferentes associações minerais de acordo com Nockolds (1947). 1. biotita associada com moscovita, topázio, fluorita, etc.; 2. biotita não acompanhada por outros minerais máficos; 3. biotita associada à hornblenda, piroxênio e/ou olivina

O caráter tardio e secundário da biotita III é evidenciado tanto por sua forma de ocorrência quanto por seu enriquecimento em elementos incompatíveis, além de sílica e alumínio, e pelo empobrecimento em Mg e Ti em relação à biotita primária (Figs. 5 e 6). Segundo Plimer (1983), esta correlação é típica de biotitas secundárias de veios em granitos tipo A, especializadas em Sn.

MOSCOVITAS No Granito Pedra Branca, foram identificados três tipos de micas com estrutura de moscovita, designados de I, II e III, cuja evolução química pode ser acompanhada pelos processos metassomáticos sucessivos (Tab. 3). É possível que existam outras variedades de moscovita também relacionados aos eventos tardi/pós-magmáticos, entretanto foram classificados apenas os tipos sobre os quais foram feitas outras análises além da observação microscópica. Para isso, foram utilizados dados de microsonda para os elementos principais e análises de fases separadas para os elementos-traços, além de dados radiocristalográficos.

Macroscopicamente, as moscovitas apresentam, em sua grande maioria, cor amarela e verde-claro, sendo mais amarelas nos greisens e esverdeadas no granito greisenizado.

A análise dos três tipos identificados, pela difração de raios X, indicou uma estrutura 3T, confirmada pela determinação do valor de 2V próximo ou igual a zero. Segundo Deer *et al.* (1967), estas propriedades ópticas são características de variedades de moscovitas ricas em sílica.

As análises químicas e fórmulas calculadas das moscovitas são apresentadas na tabela 1 e as médias dos elementos mais importantes estão na tabela 3. Os teores em Li são menos elevados do que se esperava. Como ficou caracteri-

Figura 6 – Variação dos teores médios dos principais componentes químicos das micas do Granito Pedra Branca (dados das tabelas 1 e 2)

zado para as biotitas, o lítio, no Granito Pedra Branca, ocorre em menores teores do que na maioria dos granitos estaníferos descritos na literatura. Foster (1960a) descreveu, com detalhe, a variação em micas litíferas, distinguindo duas séries: uma isomórfica, entre siderofilita e polilitonita (lepidolita?), e outra não-isomórfica, entre moscovita e polilitonita. O diagrama da figura 3 mostra que as moscovitas do Granito Pedra Branca são membros pobres em lítio da última série. Como comparação, são apresentadas as moscovitas litíferas do Granito de Cligga Head (Inglaterra) (Hall 1971). Moscovitas pobres em lítio, e mesmo assim consideradas produtos de greisenização, são descritas por Neiva (1976) em granitos do norte de Portugal e por Nemec & Tencik (1976) em Cetoraz (Tchecoslováquia). Embora mais pobres em Li, as moscovitas do Granito Pedra Branca têm aproximadamente as mesmas características de espécies ricas neste elemento. Na realidade, o Li possui pouca influência nas características ópticas e físicas das moscovitas, estando a variação dessas propriedades influenciada principalmente pelos teores de Fe, Mn e Si (Deer *et al.* 1967).

As moscovitas do Maciço da Pedra Branca são, em geral, mais ricas em Si e Fe que as moscovitas comuns de rochas ígneas, analisadas em Deer *et al.* (1967), e têm menor teor de Al, que ocupa tanto posições octaédricas quanto tetraédricas. Apresentam-se também relativamente enriquecidas em água e empobrecidas em potássio; enquanto a soma OH+F é sempre maior que 4, a soma dos cátions da posição X está muito abaixo de 2, exceto para a moscovita II (Tab. 1). Segundo Deer *et al.* (*op. cit.*), essas concentrações são típicas de hidromoscovitas portadoras da estrutura 3T, além de outras, nas quais o excesso de água poderia estar como íons $(H_3O)^+$ substituindo o K^+ e contribuindo para o preenchimento dos espaços na posição X. No caso do Gra-

nito Pedra Branca, o ambiente em que foram formadas as moscovitas era certamente rico em água, por isso é coerente pensar-se na formação de hidromoscovitas.

Os três tipos de moscovita identificados são:

Moscovita I — Esta variedade ocorre normalmente como lamelas bem definidas, principalmente no biotita granito greisenizado. Ao microscópio, mostra evidências de substituição, em que são visíveis restos de biotita ou mesmo uma alternância entre lamelas de biotita e moscovita, além de grande quantidade de óxidos alongados segundo a clivagem do mineral primitivo (Foto 4).

A moscovita I é mais pobre em K, Na e Al e mais rica em Si, Mg e Fe que a moscovita II (Fig. 6), o que também pode ser considerado indício de sua origem a partir da biotita. Apresenta-se empobrecida em Sn, Li e F em relação às biotitas I e II, presumindo-se que esses elementos tenham sido retirados das fases micáceas primitivas durante a moscovitização.

Tabela 3 – Caracterização química e petrográfica e evolução das moscovitas do Granito Pedra Branca, pelos processos metamórficos sucessivos (análises químicas: médias da tabela 1)

MICAS	%	Si	Al	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Ti	Mg	K	Na	Rb	Li	Sn	F	Zn	K/Rb	Mg/Li	Al/Fe
MOSCOVITA I	22,6	15,0	2,62	1,71	0,06	0,18	6,27	0,09			0,23	0,01	0,38	0,01		0,78	2,55
MOSCOVITA II	20,6	19,69	0,05	0,58	0,01	0,05	8,75	0,16	0,20	0,06	0,03	0,60	0,02	44	0,80	31	
MOSCOVITA III	22,6	15,00	3,61	1,77	0,02	0,16	6,67	0,09	0,16	0,25	0,03	1,01	0,03	42	0,64	3	

MICAS	CARACTERÍSTICAS DIAGNÓSTICAS	ROCHA HOSPEDEIRA	PROCESSO METAMÓRFICO PREDOMINANTE
MOSCOVITA I	cor levemente amarelo ao microscópio pleocroísmo fraco substitui a biotita II inclusiones de óxidos de Fe e Ti	Biotita Gran. Greisenizado Granito Greisenizado Greisens	Albitização e greisenização
MOSCOVITA II	cor verde amarelada em afloramento incolor ao microscópio substitui os feldspatos	Biotita Gran. Greisenizado Granito Greisenizado Greisens a quartzo e muscov.	Greisenização
MOSCOVITA III	cor verde em afloramento substitui a biotita III inclusiones de óxidos de Fe associação com sulfetos	Moscovita greisen	Greisenização

Moscovita II — Este tipo representa a mica amarela-esverdeada da maioria dos greisens e as micas de cor verde-claro dos granitos greisenizados. É mais rico em K, Na, Al e Rb e mais pobre em Fe e Li que as demais moscovitas do maciço (Fig. 6), sendo o tipo que mais se aproxima da composição de moscovitas comuns de rochas ígneas (Fig. 3). Deve ter sido formada a partir das fases feldspáticas, desestabilizadas por soluções ricas em H_2O , Si, F, Sn etc. As feições de substituição são nítidas, com a moscovita crescendo ao longo de fissuras e clivagens dos feldspatos até substituí-los completamente (Foto 5). Nos greisens, em regiões menos cisalhadas, observam-se, ao microscópio, possíveis formas de feldspatos automórficos moscovitizados, envolvidos por cassiterita.

A evolução da moscovita II está ligada principalmente ao processo de greisenização. Entretanto, como os feldspatos constituíram fases instáveis desde os eventos tardimagmáticos mais precoces, a moscovita II começou a se desenvolver já durante estes eventos. Na greisenização, ocorre o consumo total dos feldspatos e a moscovita passa então a ser o constituinte estável.

Moscovita III — Representa a moscovita que ocorre em veios associados principalmente ao biotita granito greisenizado da Faixa Placha, fazendo-se presente também na borda S-SW do maciço e em veios mineralizados no gnaisse encaixante. Constitui o tipo mais desenvolvido e ocorre como lamelas arredondadas ou alongadas, cujo diâmetro ou comprimento atinge até 1 cm. Possui coloração verde-escuro bem distinta das moscovitas anteriores. Ao microscópio, mos-

tra invariavelmente restos de biotita III e nítidas feições de substituição (Foto 6). A moscovita III é semelhante quimicamente à moscovita I, sendo, porém, enriquecida em Fe, Sn e Zn (Fig. 6). No diagrama da figura 3, as moscovitas I e III afastam-se do vértice das moscovitas mais comuns, tendendo a situar-se em posição intermediária entre moscovita e biotita. Um caso típico é o da amostra 9 (Tab. 1), que, tendo composição química em óxidos próxima das moscovitas I e III, conserva ainda uma estrutura de biotita, caracterizada por raios-X.

Os dados apresentados corroboram as observações microscópicas no sentido da origem da moscovita III a partir da biotita III. Hall (1971) também observou que as moscovitas litíferas de Cligga Head se formaram por substituição das protolitionitas. Na figura 3, pode-se observar a proximidade composicional existente entre estas moscovitas e os tipos I e III do Granito Pedra Branca.

A moscovita III, como produto de transformação da protolitionita, está ligada aos estágios mais tardios de greisenização, associando-se comumente a uma paragênese de mais baixa temperatura com fluorita e sulfetos.

Partição dos elementos Sn, Li, Zn e Rb O estudo da partição de elementos-traços entre as diversas fases minerais do Granito Pedra Branca não foi feito sistematicamente. Entretanto, alguns dados obtidos sobre Sn, Li e Zn em micas de Pedra Branca (Tab. 4) servem para ilustrar o comportamento desses elementos nos vários tipos de granito. Além disso, será comentada, de acordo com dados da literatura, a distribuição de elementos-traços em outros minerais de granitos. Sn, Li, Zn e Rb foram escolhidos em função de seus enriquecimentos anômalos no biotita granito e nos tipos greisenizados.

O Sn está contido essencialmente nas micas. No biotita granito, as biotitas contêm entre 42% e 90% do Sn total (Tab. 4). Nas amostras PB-124 e PB-06, a biotita primária é a fase presente e o Sn contido deve representar o teor fixado neste mineral durante a cristalização da rocha. A distribuição, de 42% a 46% do Sn total, está de acordo com os dados de Hesp (1971), que considera a biotita responsável, em média, por 45% do teor de Sn total em granitos. Na amostra PB-50, a biotita dominante já é secundária (biotita II), mais rica em Sn e Li, e contém a quase totalidade (90%) do estanho presente na rocha. Esta concentração deve representar o Sn adicionado à nova fase micácea formada em condições tardi/pós-magmáticas. Infelizmente não foi possível realizar análises em outros minerais para se saber quais as outras fases portadoras de Sn. De acordo com Taylor (1979), os principais minerais de rocha concentradores de Sn são a biotita e a titanita, sendo que os feldspatos e o quartzo são praticamente isentos deste elemento. Como a titanita é muito rara ou não ocorre no Granito Pedra Branca, fica difícil sugerir em que outras fases minerais, além da biotita, concentra-se o Sn. No caso do granito greisenizado, é mais provável que, além de estar na estrutura da moscovita (30%, Tab. 4), o estanho ocorra como cassiterita de granulação muito fina e fracamente disseminada, difícil de ser identificada em lâminas delgadas.

O Li está apenas parcialmente contido nas micas. Como foi visto anteriormente, as biotitas do Granito Pedra Branca são mais enriquecidas neste elemento que as moscovitas (Fig. 6). No granito com biotita primária (amostra PB-124), este mineral é responsável por 48% do Li total e é mais

Tabela 4 – Distribuição do Sn, Li e Zn nas micas do Granito Pedra Branca em relação aos teores de rocha total. (1): identificação da amostra na tabela 1.

PB 124: BIOTITA GRANITO						PB-06: BIOTITA GRANITO					
Sn = 20 ppm;			Li = 25 ppm			Sn = 15 ppm;			Zn = 95 ppm		
(1)	% peso na amostra	Sn ppm	% Sn total	Li ppm	% Li total	(1)	% peso na amostra	Sn ppm	% Sn total	Zn ppm	% Zn total
BIOTITA	12	70	42	100	48	BIOTITA	7,5	92	46	936	74
PB-50: BIOTITA GRANITO						PB-72: GRANITO GREISENIZADO					
Sn = 10 ppm;			Li = 356 ppm			Sn = 20 ppm;			Zn = 70 ppm		
(3) BIOTITA	3	300	90	1390	12	(10) MOSC.	6	100	30	100	8,6

pobre em lítio que as biotitas secundárias, que, entretanto são responsáveis por apenas 12% do Li total da rocha. Outras fases minerais componentes de rochas graníticas, que podem conter Li em sua estrutura, são os feldspatos alcalinos (Tischendorf 1977), embora o Li, no sentido geoquímico, não seja um elemento alcalino e com afinidade geoquímica pelo K e pelo Na. Na Pedra Branca não foi identificado nenhum mineral específico de lítio, por isso supõe-se que, além das micas, este elemento esteja concentrado nos feldspatos alcalinos.

O zinco está essencialmente contido nas biotitas. Como se observa na tabela 4, na amostra PB-06, a biotita I é responsável por 74% do Zn total. Este dado corrobora observações de Taylor (1965), que afirma estar o Zn de granitos concentrado de preferência nas biotitas, e de Plimer (1983), que relata a ocorrência de biotitas (annitas) flúor-zincíferas em granitos estaníferos. As moscovitas concentram pouco zinco, como se observa na amostra PB-72, na qual a moscovita II é responsável por apenas 8,6% do total deste elemento. Fora de zonas mineralizadas, o Zn também ocorre como pequeníssimos grãos de esfalerita, fracamente disseminados, observados em algumas amostras de biotita granito greisenizado e de moscovita greisens.

O rubídio é um elemento com grande afinidade pelo potássio. Segundo Taylor (1965), o Rb substitui o K de preferência nas micas em relação aos feldspatos, sendo estes dois minerais os principais concentradores daquele elemento, já que o mesmo não forma minerais específicos. Tischendorf (1977) reporta valores de até 7000 ppm de Rb em protolitionitas e de 800 a 1000 ppm em feldspatos alcalinos. No Granito Pedra Branca, apesar de não terem sido feitas análises para Rb em minerais separados, verificou-se que nos greisens formados por protolitionita, moscovita e quartzo, este elemento aparece em concentrações bastante elevadas (Botelho 1984), estando contido apenas nas micas (Tabs. 2 e 3). Isto leva a supor que, nos granitos do maciço em questão, as micas também estejam enriquecidas em Rb, entretanto, como os feldspatos ocorrem nestas rochas em concentração muito maior que as micas, é provável que sejam eles os minerais responsáveis pela maior parte do rubídio total no Maciço da Pedra Branca.

RELAÇÕES ENTRE AS MICAS E AS MINERALIZAÇÕES DE ESTANHO

As micas são os constituintes principais dos tipos litológicos que hospedam as mineralizações estaníferas do Granito Pedra Branca, fazendo parte da paragênese de quase todos os tipos de mineralizações descritos por Botelho (1984). A escassez de veios de quartzo com cassiterita no maciço granítico restringe os alvos prioritários

Prancha I – Fotomicrografias: 1. Aspecto geral da matriz do biotita granito porfíritico com a biotita I preservada. NX; B_I: biotita I. 2. Biotita II (B_{II}) substituindo a biotita primária (B_I). Desenvolvimento de lamelas de B_{II} com clivagem ortogonal à clivagem de B_I e de óxidos ao longo da clivagem de B_I. N//. 3. Biotita III em quartzo-protolitionita greisen mineralizado. A protolitionita está parcialmente moscovitizada. NII; P: protolitionita (biotita III); Q: quartzo; M: moscovita III; e C: cassiterita. 4. Moscovita I (M_I) substituindo antigo cristal de biotita. Notar a quantidade de óxidos alongados segundo direção de clivagem do mineral primitivo. NX. 5. Moscovita II (M_{II}) substituindo as fases feldspáticas e desenvolvendo-se em grandes lamelas. NX; Pl: plagioclásio; Kf: feldspato potássico e F: fluorita. 6. Transformação de protolitionita em moscovita III, liberando grande quantidade de óxidos de Fe e Ti e formando cassiterita. Ao longo das clivagens são visíveis restos de protolitionita. NII; M: moscovita III; P: protolitionita; C: cassiterita e OX: óxidos de Fe e Ti. (Obs.: NX = nicóis cruzados; N// = nicóis paralelos).

a zonas enriquecidas em micas, como a Zona da Bacia e a Faixa Placha (Fig. 1).

Na Zona da Bacia, onde predominam greisens a moscovita (I e II) de coloração verde a verde-amarelada, a cassiterita ocorre concentrada em níveis de moscovita no quartzo-moscovita greisen ou formando *buchos* nos veios de moscovita greisen. No granito albitizado e greisenizado, a cassiterita ocorre concentrada nas zonas albiticas.

Na Faixa Placha, onde predominam os greisens e protolitionita e moscovita III, a associação de cassiterita com micas constitui um importante controle para o minério. Neste aspecto, Botelho (1984) e Botelho & Marini (1985) chamam a atenção para o fato de que, na Faixa Placha, o protolitionita greisen de coloração mais escura, quase preta, é mais rico em cassiterita que o moscovita greisen da mesma zona, cuja coloração é verde. Desta maneira, as *rochas verdes*, que, na Bacia, constituem o principal minério, são quase estéreis na Faixa Placha. No quartzo-protolitionita greisen, a cassiterita forma muitas concentrações de preferência associadas às porções nas quais a protolitionita se apresenta já parcialmente transformada para moscovita III (Foto 3). Em outras regiões, são encontrados veios de moscovita greisen, muito ricos em cassiterita, onde restam apenas alguns *farrapos* de protolitionita (Foto 6).

A caracterização de fases micáceas de granitos greisenizados e greisens e o estudo de suas relações com as mineralizações podem ser úteis no estabelecimento de critérios para definição de corpos graníticos com potencial metalogênico e para definição de verdadeiros greisens. Um exemplo de aplicação local, no próprio Maciço da Pedra Branca, foi a utilização por Botelho (1984) de características das fases micáceas para distinguir alguns greisens verdadeiros, cataclásicos, de rochas cataclásticas de cor verde, composta por quartzo e moscovita, formadas por processos tectônicos muito posteriores à intrusão do corpo granítico. São rochas muito semelhantes entre si, em afloramento, cujas micas são bem distintas em termos petrográficos. Nas rochas cataclásticas, denominadas por Botelho (*op. cit.*) *pseudogreisens*, as micas são sericitas comuns sem associação com fluorita, topázio ou cassiterita. Embora o autor não apresente um estudo geoquímico dessas micas, sugere que se trata de um passo mais avançado na distinção entre greisens verdadeiros e *pseudogreisens* formados em zonas de cisalhamento.

No aspecto geral, o estudo das micas e de sua evolução no contexto do maciço granítico, baseado na petrografia das transformações tardi/pós-magmáticas, constitui método para se eliminar massas graníticas não-potenciais para Sn. Estudo dessa natureza foram desenvolvidos e aplicados com sucesso por Pijpekamp (1982) em granitos da Península Ibérica e assinalados por Dall'Agnol (1980) em relação a granitos estaníferos da Amazônia. Em relação às micas, são dois os aspectos em evidência, ambos bem documentados no Granito Pedra Branca:

- **Alteração da biotita primária:** formação de biotitas e moscovitas secundárias; exsolução de óxidos de Fe e Ti, com expressivas concentrações locais (Fig. 4).
- **Desestabilização dos feldspatos:** saussuritização, formação de biotitas e/ou moscovitas. Crescimento de grandes lamelas de mica: biotita ou moscovita verde-amarelada, que,

ao microscópio, apresenta leve coloração amarelada, leve pleocroísmo e 2V próximo de 0° (00-100).

CONCLUSÕES As micas do Granito Pedra Branca desenvolveram-se, em sua quase totalidade, durante os processos pós-magmáticos, pela alteração de biotitas e feldspatos primitivos, além da alteração de fases secundárias precoces.

No maciço, ocorrem pelo menos três tipos distintos de biotitas e três de moscovitas diretamente relacionadas aos processos de microclinização, albitização e greisenização.

A biotita primária (biotita I) é comparável às biotitas flúor-zincíferas dos granitos tipo A de Plimer (1983). Sua razão Fe^{3+}/Fe^{2+} , extremamente baixa, é comparável com as de biotitas dos granitos da Série Ilmenita de Ishihara (1981).

As biotitas secundárias, classificadas como siderofilita litinífera e protolitionita, são mais ricas em Sn e Li que a biotita primária, fazendo crer que, no início dos processos metassomáticos, o Sn é adicionado às fases sólidas e não retirado delas.

Os três tipos de moscovitas dos granitos greisenizados e greisens são bem distintos quimicamente. Aqueles derivados de feldspatos são enriquecidos em K, Na e Al enquanto os derivados de biotitas são enriquecidos em Fe e Ti, principalmente.

As micas estudadas são ricas em Rb, Sn, F, Zn e Li. As biotitas secundárias de granitos do Maciço da Pedra Branca, sem associação com cassiterita, são responsáveis pela quase totalidade do teor de Sn da rocha. As biotitas, tanto primárias quanto secundárias, são enriquecidas em Zn e responsáveis pelos altos teores deste elemento em granito e greisen, quando a esfalerita está ausente. As moscovitas são pobres em Zn, porém são muito ricas em Rb, haja visto os altos teores deste elemento nos moscovita greisens.

As moscovitas são mais pobres em Sn que as biotitas que lhes deram origem devido à retirada do elemento durante a moscovitização, o que contribui para a supersaturação das soluções tardias e formação da cassiterita.

O teor em lítio nos diversos tipos de micas do Maciço da Pedra Branca não é tão elevado quanto os teores mais comuns de micas litiníferas de granitos estaníferos. Durante a evolução dos processos tardi/pós-magmáticos, este elemento não apresenta o mesmo comportamento do Sn em relação às fases micáceas.

As características das micas do Granito Pedra Branca são semelhantes às apresentadas por granitos estaníferos de várias partes do mundo. Essas características, no contexto das transformações tardi/pós-magmáticas, podem ser utilizadas como ferramenta na prospecção de corpos graníticos potenciais para Sn.

Agradecimentos Este trabalho, como parte de tese de mestrado, foi realizado com suporte financeiro concedido pelo CNPq. Agradecimentos especiais à Professora Maria do P.S. Adusumilli, do Departamento de Geociências da UnB, e ao Professor J.M. Correia Neves, da Universidade Federal de Minas Gerais, pelas críticas e sugestões a respeito das micas na dissertação de mestrado. O autor agradece também ao Dr. Laurent Le Bel, do BRGM, França, pelas análises na microsonda, e à Metais de Goiás S.A. (Metago), pelas análises de Zn e Rb.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOTELHO, N.F. — 1984 — *O Granito Pedra Branca (Goiás) e as mineralizações de estanho associadas*. (Tese de Mestrado, Universidade de Brasília), 258 p.
- BOTELHO, N.F. & MARINI, O.J. — 1984 — Petrografia, petroquímica e transformações tardi/pós-magmáticas do Granito Estanífero da Pedra Branca (GO). In: CONGR. BRAS. GEOL., 33, Rio de Janeiro, 1984, *Anais...*, Rio de Janeiro, SBG, v. 6, p. 2935-2949.
- BOTELHO, N.F. & MARINI, O.J. — 1985 — As mineralizações de estanho do Granito Pedra Branca-Goiás. In: SIMP. GEOL. CENTRO-OESTE, 2, Goiânia, 1985, *Ata...*, Goiânia, SBG, (no prelo).
- CHAROY, B. — 1979 — *Définition et importance des phénomènes deutériques et des fluides associés dans les granites: conséquences métallogéniques*. Nancy, CNRS, *Sciences de la Terre*, Mém., 37: 364 p.
- DALL'AGNOL, R. — 1980 — *Études sur des granites du type "Rondanien" en Amazonie Orientale et leurs transformations tardi-magmatiques*. Thèse Troisième Cycle, Université Paul Sabatier, Toulouse, France, 348 p.
- DEER, W.A.; HOWIE, R.A.; ZUSSMAN, J.A. — 1967 — *Rock-forming minerals*, v. 3: Sheet Silicates. 6 ed. London, Longmans. 270 p.
- FOSTER, M.D. — 1960a — *Interpretation of the composition of lithium micas*. Washington, USGS Prof. Paper, 144 p. (345E).
- FOSTER, M.D. — 1960b — *Interpretation of the composition of trioctahedral micas*. Washington, USGS Prof. Paper, 144 p. (345B).
- HAAPALA, I. — 1977 — Petrography and geochemistry of the Eurajoki stock, a rapakivi-granite complex with greisen-type mineralization in south western Finland. *Geological Survey of Finland Bull.*, 286, 128 p.
- HALL, A. — 1971 — Greisenization in the Granite of Cligga Head, Cornwall. *Proc. Geol. Assoc.*, 82 (2) : 209-230.
- HEINRICH, E. Wm. — 1970 — *Identificación microscópica de los minerales*. Trad.: E. Martines Garcia. Bilbao, Urmo. 456 p.
- HESP, W.R. — 1971 — Correlation between the tin contents of granitoid rocks and their chemical and mineralogical composition. In: GEOCHEMICAL EXPLORATION, *Canadian Inst. of Min. and Metall.*, special vol. 11:341-353.
- HUTCHINSON, C.S. — 1974 — *Laboratory handbook of petrographic techniques*. New York, John Wiley & Sons. 527 p.
- IMEOKPARIA, E.G. — 1982 — Tin content of biotites from the Afu Younger Granite Complex, Central Nigeria. *Econ. Geol.*, 77: 1710-1724.
- ISHIHARA, S. — 1981 — The granitoid series and mineralization. *Econ. Geol.* 75th Anniversary volume, p. 458-484.
- MARINI, O.J.; FUCK, R.A.; DARDENNE, M.A. DANNI, J.C.M. — 1984 — Província Tocantins: setores central e sudeste, In: ALMEIDA, F.F.M. & HASUI, Y. (coord.). *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo, Edgard Blücher. p. 205-264.
- MARINI, O.J.; BOTELHO, N.F.; MACAMBIRA, M.J.B.; PROVOST, A. — 1985 — Idade do Granito Pedra Branca — Nova Roma, Goiás — e possíveis implicações geotectônicas. In: GEOL. CENTRO-OESTE, 2, Goiânia, 1985, *Ata...*, Goiânia, SBG, (no prelo).
- NEIVA, A.M.R. — 1976 — The geochemistry of biotites from granites of northern Portugal with special reference to their tin content. *Mineral. Magaz.*, 40 (313) : 453-466.
- NEIVA, A.M.R. — 1977 — Distribution of some elements between coexisting minerals from granites, aplites and pegmatites from central northern Portugal. *Chem. Geol.*, 20 : 223-233.
- NEIVA, A.M.R. — 1984 — Geochemistry of tin-bearing granitic rocks. *Chem. Geol.*, 43 : 241-256.
- NEMEC, D. & TENCIK, I. — 1976 — Regionally metamorphosed greisens at Cetoraz, the Boemian-Moravian Heights (Ceskomoravská Vrchovina), Czechoslovakia. *Mineral. Deposita*, 11 : 210-217.
- NOCKOLDS, S.R. — 1947 — The relation between chemical composition and paragenesis in the biotite mica of igneous rocks. *Am. J. Sci.*, 245 : 401-420.
- PADILHA, J.L. & LAGUNA, A.M.G. — 1981 — Geologia dos granitos da Pedra Branca, Mocambo, Mangabeira e Serra do Mendes-Goiás. In: SIMP. GEOL. CENTRO-OESTE, 1, Goiânia, 1981, *Ata...*, Goiânia, SBG, p.622-643.
- PIJPEKAMP, B.V. — 1982 — Petrological criteria for establishing the tin potential in granitoid complexes. In: EVANS, A.M. (ed.) *Metallization associated with acid magmatism*. New York, John Wiley & Sons. p. 273-278.
- PLIMER, I.R. — 1983 — *The geology of tin and tungsten deposits*. Advanced course, Inst. of Mineralogy and Petrology, Mining University, Leoben, Austria. 212 p.
- SYRITSO, L.F.; ZALASHOVA, N. Ye; ZORINA, M.L.; SOKOLOVA, Ye.P. — 1971 — Micas in metasomatically altered granite of the acide series. *Int. Geol. Rev.*, 13 (5) : 716-729.
- TAYLOR, R.G. — 1979 — *Geology of tin deposits*. Amsterdam, Elsevier, 543 p.
- TAYLOR, S.R. — 1965 — The applications of trace element data to problems in petrology. In: AHRENS, C.A.; RANKAMA, K.; RUNCORN, S.K. (eds.) *Physics and chemistry of the earth*, cap. 6, p. 133-213.
- TISCHENDORF, G. — 1977 — Geochemical and petrographic characteristics of silicic rocks associated with rare-element mineralization. In: STEMPROK, M.; BURNOL, L.; TISCHENDORF, G. (eds.) *Metallization associated with acid magmatism*. Praga, Intern. Geol. Correl. Programme 2 : 41-96.

MANUSCRITO

Recebido em 29 de julho de 1985

Revisão aceita em 17 de fevereiro de 1986

"Um problema adicional, generalizado em nosso País, mas que vem se tornando crítico na Amazônia, refere-se à proliferação da nomenclatura e terminologia estratigráficas para as rochas pré-cambrianas".

Gilberto Amaral, 1984. In: *Geologia do Brasil - Pré-cambriano*. p.7.