

CARACTERIZAÇÃO DO GRANITO SERRA DO
CARAMBEI - PARANÁ COM BASE NO MÉTODO
TIPOLOGIA DO ZARICÃO

CRISTINA VALLE PINTO-COELHO
KATIA NORMA SIEDLECKI
ANTONIO PERDOMA ALANO

MINEROPAR

Minerais do Paraná S.A.

**CARACTERIZAÇÃO DO GRANITO SERRA DO CARAMBEÍ - PARANÁ COM BASE NO MÉTODO
TIPOLÓGICO DO ZIRCÃO**

CRISTINA VALLE PINTO-COELHO
KÁTIA NORMA SIEDLECKI
ANTÔNIO PERDONÁ ALANO

MINERAIS DO PARANÁ S/A - MINEROPAR

F
532.322
P659

Registro n. f1308

Biblioteca/Minerpar

MINEROPAR
Minerais do Paraná S/A.
BIBLIOTÉCA
REG. 1308 DATA 10-08-88

ABSTRACT

The Serra do Carambeí Granite forms a pluton relatively homogeneous, covering about 33 km², cropping out as an elongate rectangular body trending NE-SW, being emplaced in the Cunhaporanga Granitoid Complex. Its characteristics indicates a kind of hololeucocratic, equigranular, medium to coarse-grained, consisting predominantly of microperthitic alkali-feldspar, quartz and a small amount of biotite.

The SW side of the granite is cut by leucocratic rhyolite dikes that show some radiometric anomalies. The rocks, which are highly differentiated, were emplaced contemporaneously to the Serra do Carambeí Granite.

Chemical data allows a classification in the group of granite with high contents of silica (74-76% wt SiO₂), dominantly alkaline chemism and character hypersolvus, derived from a parental magma undersaturated in water.

The application of the zircon typology method to this rock was fixed the physical and chemical conditions which controlled the cristallization of the parental magma.

INTRODUÇÃO

A proposição de um modelo genético teórico para determinada rocha ou grupos de rochas ígneas baseia-se, fundamentalmente, na apreciação conjunta de informações de campo e de dados litoquímicos que, combinados, levarão ao estabelecimento das suas condições de formação.

O aperfeiçoamento de novas técnicas analíticas, visando a determinação do comportamento de certos elementos químicos, traz importantes esclarecimentos sobre a história de cristalização e evolução de magmas graníticos, bem como sobre os diversos estágios vigentes durante a formação de concentrações minerais com interesse econômico.

Em oposição à técnicas sofisticadas e onerosas, a metodologia do zircão vem sendo empregada atualmente para caracterizar, de forma simples e rápida, suítes de rochas granitoides, surgindo como notável ferramenta adicional na pesquisa da granitogênese ao elucidar aspectos relacionados ao zoneamento magmático, à definição e quantificação de províncias metalogenéticas e à interação magmatogênese/ambientes geotectônicos.

Com a finalidade de se caracterizar o Granito Serra do Carambeí, bem como estabelecer as condições físico-químicas vigentes durante a sua cristalização, aplicou-se, neste plúton, além das técnicas convencionais para estudo de granitoides, o método tipológico do zircão, cujos resultados obtidos foram consistentes com outras informações geológicas anteriormente estabelecidas.

GRANITO SERRA DO CARAMBEÍ

LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO AREAL

O Granito Serra do Carambeí localiza-se na porção sudeste do Estado do Paraná, sendo um dos vários corpos granitóides que intrudem a seqüência metassedimentar pré-Cambriana ali existente. Representa um plúton homogêneo, tanto do ponto de vista litológico quanto estrutural, com formato grosseiramente retangular alongado, dispondo-se segundo direção NE-SW em área aproximada de 33 km²; o eixo maior, com extensão de 10 km, orienta-se N30E e o menor, com 3,3 km, N40W.

CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA GERAL

Na área adjacente ao granito intrusivo em discussão afloram unidades litológicas representadas pelo Complexo Granítico Cunhaporanga, de idade pré-Cambriana média, a seqüência vulcânica ácida eopaleozóica do Grupo Castro e os arenitos devonianos da Formação Furnas (Fig. 01). A passagem do Granito Serra do Carambeí para a sua encaixante - o Complexo Granítico Cunhaporanga - faz-se, em geral, por meio de sistemas de falhamentos sub-paralelos, estando o primeiro em posição topográfica mais elevada que a sua hospedeira. Apenas na sua porção SW o granito encontra-se em contato com os arenitos da Formação Furnas, através de discordância erosiva. A falha de Jaguariaíva coloca em contato os vulcanitos ácidos do Grupo Castro com o Complexo Granítico Cunhaporanga (Santos e Felipe, 1980).

O Granito Serra do Carambeí, de idade pré-Cambriana superior (543 ± 25 m.a., datação Rb/Sr em rocha total - Batolla Jr. et alii, 1977), acha-se totalmente inscrito no Complexo Granítico Cunhaporanga, cujos contatos tectônicos imprimem às rochas de borda ligeira orientação e acentuados indícios de cataclase. Todo o conjunto acima mencionado encontra-se indiscriminadamente cortado por diques de rochas básicas relacionadas ao vulcanismo toleítico ocorrido em épocas jurássico-cretáceas.

A borda SW do granito é cortada por diques pouco espessos de riolitos-porfíros, com concentrações anômalas em elementos radioativos. Tais rochas correspondem a termos ácidos altamente evoluídos, diferenciados a partir do magma originário do Granito Serra do Carambeí; tratam-se de rochas formadas a partir do líquido leucocrático final do processo de cristalização magmática, não sendo, portanto, vulcânicas efusivas (Pinto-Coelho, 1986). Equivalem-se ac que autores franceses (v. g. Charoy, 1979) designam de "elvans".

CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA

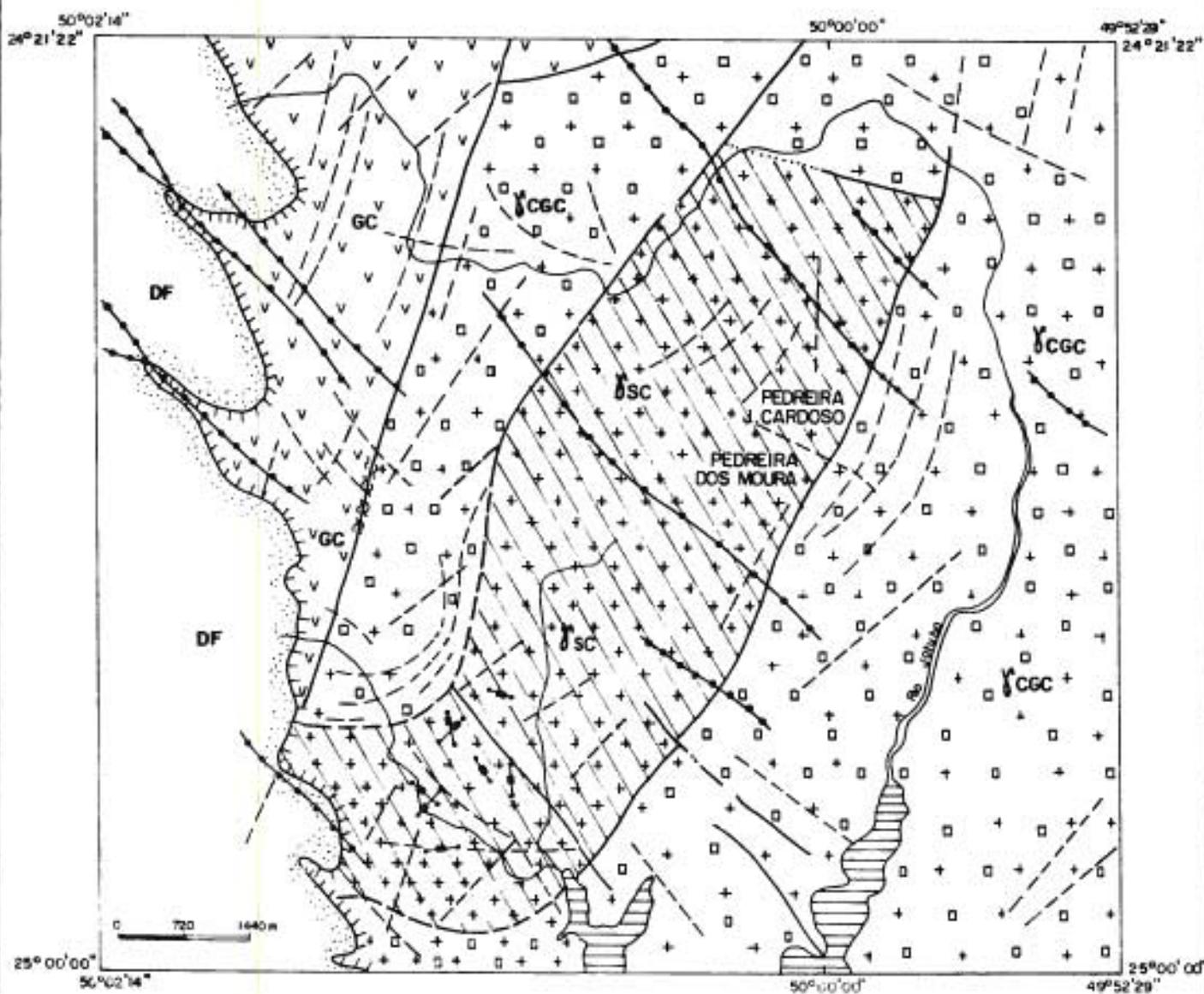
A faciologia do Granito Serra do Carambeí, definida com base na composição mineralógica e textura, encontra-se representada por uma única fácies magmática primária, com ligeiras variações texturais. A rocha é um granito hololeucocrático róseo, equigranular médio a grosso (2-6 mm), isótropo, com discretas variações locais devidas, sobretudo, à superimposição de efeitos cisalhantes. Textura cataclástica superimposta é evidenciada pelo intenso fraturamento dos minerais essenciais, pela extinção ondulante, granulação de borda e surgimento, por vezes, de textura glomeroporfirítica. Ao lado destes fenômenos cataclásticos destrutivos, observam-se processos construtivos, tais como neoformação de minerais, sobretudo clorita, e recristalização.

A rocha caracteriza-se pela presença de K-feldspato micropertitizado - microclínio, com triclinicidade média de 0,94 - quartzo e porcentagem de biotita inferior a 5%, o que permite classificá-lo como alaskito.

A micropertitização apresentada pelos feldspatos alcalinos do Granito Serra do Carambeí é notável, tendo sido identificados sete padrões texturais distintos, conforme a classificação de Andersen (1928, in Smith, 1974): "interlocking", "string", "stringlet", "beads", "substitution", "flame" e veio; é comum a coexistência de vários destes tipos num mesmo cristal de feldspato alcalino (Pinto-Coelho, 1986).

O granito ostenta textura granular hipidiomórfica, onde os grãos de K-feldspato e quartzo mantêm contatos suturados entre si. A mineralo

FIGURA 01 - MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DA ÁREA DO GRANITO SERRA DO CARAMBEÍ.



CONVENÇÕES		SITUAÇÃO	NORTE
	MESOZÓICO JURÁSSICO - CRETÁCEO DIQUES DE DIABÁSIO (DB) E DIORITO PORFÍRO (DP)		
	PALEOZÓICO DEVONIANO FORMAÇÃO FURNAS ARENITOS MÉDIO A GROSSEIROS		
	CAMBRIO-ORDOVICIANO GRUPO CASTRO SEQUÊNCIA VULCÂNICA ÁCIDA		
	PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR ROCHAS GRANITÓIDES INTRUSIVAS GRANITO SERRA DO CARAMBEÍ		
	COMPLEXO GRANÍTICO CUNHÃ RANGA		

gia acessória constitui-se de zircão, xenotima, ilmenita, apatita, pirita, magnetita (martita), hematita, fluorita e titanita, parcial ou totalmente leucoxenizada; a paragênese de alteração está representada por epidoto, clorita, moscovita e carbonato. Localmente a rocha assume colorações esverdeadas devidas à presença acentuada de clorita; as variações na tonalidade rósea são atribuídas à maior ou menor argilização do K-feldspato.

As alterações secundárias por que passaram os minerais do Granito Serra do Carambeí não seguem um padrão preferencial, distribuindo-se de maneira aleatória ao longo de todo o corpo. Caracterizam-se pelo desenvolvimento de moscovita sobre K-feldspato, pela cloritização da biotita, com conseqüente formação de titanita e precipitação de carbonato intersticial, pela turvação dos feldspatos e pela limonitização dos óxidos de ferro, ocorrendo totalmente ou apenas como pseudomorfos sobre os minerais primários. De acordo com Taylor (1977) e Sheppard (1977), este conjunto de características é bem evidenciado em rochas graníticas que sofreram influxo de água meteórica. Conforme Best (1982), a não efetivação total do processo de alteração, como se verifica freqüentemente neste granito, seria conseqüência do suprimento insuficiente de água, impedindo assim que as reações se dêem até a complementação total.

Veios de quartzo leitoso com fluorita e sulfetos são freqüentes.

As características petrográficas do Granito Serra do Carambeí permitem designá-lo como do tipo "hypersolvus" de Tuttle e Bowen (1958), marcado pela existência de uma única fase feldspática, estando ausente o plagioclásio, exceto como integrante das micropertitas. Sua composição modal coloca-o no campo 2 dos álcali-feldspatos granitos de Streckeisen (1976).

LITOQUÍMICA

Com relação aos elementos maiores tem-se que o granito em referência pertence ao grupo de granitos ricos em SiO_2 , onde a média se situa entre 74 e 76%. Teores em K_2O oscilam entre 3,3 e 4,6%; Na_2O entre 3,5 e 4,5%; CaO exibe concentrações bastante variáveis, entre 0,07 e 0,81%. Al_2O_3 oscila entre 9,57 e 13,33%. Estes valores, quando plotados no diagrama da variação da razão de alcalinidade de Wright (1969), situam-se predominantemente no campo alcalino (Pinto-Coelho, 1986, 1987).

A não existência de "trends" de diferenciação no granito é confirmada pelo comportamento dos principais óxidos, dentre eles Na_2O e K_2O , o que atesta a ausência de processos metassomáticos e reforça assim a homogeneidade química do plúton.

A utilização do diagrama $R_1 - R_2$ de La Roche et alii (1980) para o Granito Serra do Carambeí indica que todas as amostras plotam-se no campo de álcali-granitos, consistente, portanto, com a classificação petrográfica de Streckeisen (1976), mencionada no item anterior.

O comportamento dos elementos-traços neste granito é amplamente diversificado, com os dados mostrando, por vezes, grande dispersão, onde a maior parte dos teores médios situa-se acima daqueles propostos por Turekian e Wedepohl (1961) para granitos pobres em CaO e por Taylor (1965) para granitos normais. Conquanto mostre teores anômalos de diversos elementos-traços (e.g. Li, Rb, Zr, Nb, Y, Sn, U, Pb, Zn, F, Be, Ta e W), não foi identificada no Granito Serra do Carambeí nenhuma concentração significativa do ponto de vista econômico, em virtude da ausência de processos tardi/pós-magmáticos efetivos capazes de acumulá-los (Pinto-Coelho, op. cit.).

O padrão de distribuição de ETR exibido pelo granito em questão caracteriza-se por acentuada diminuição de Eu, bem como pela horizontalidade do espectro. Os riolitos-pórfiros apresentam padrão de distribuição semelhante ao da sua encaixante, sendo notável neles o enriquecimento em ETRP. A razão $(\text{La}/\text{Yb})_N$ é inferior à do granito, indicando, provavelmente, maior intensidade de alteração metassomática nestas rochas, com inversão da abundância relativa de ETRL e ETRP. A intensidade da anomalia negativa de Eu é aproximadamente constante no conjunto riolito/granito (Pinto-Coelho e Marini, 1986).

O comportamento dos ETR nas litologias acima citadas é essencialmente o mesmo, atestando, assim, que os processos envolvidos na sua gênese evoluíram de maneira semelhante. Diferenças menores devem-se, tão-somente, a mudanças nas condições gerais como $f\text{O}_2$, quantidade de mine-

rais fracionados controlando o conteúdo total em ETR e ordem de fracionamento. Fica evidente, portanto, a cogeneticidade entre o Granito Serra do Carambei e os riolitos associados, estes mais evoluídos.

MÉTODO DA TIPOLOGIA DO ZIRCÃO

BASES FUNDAMENTAIS DO MÉTODO

Desde o trabalho pioneiro de Poldervaart (1950), quando o autor pretendia distinguir granitóides autóctones e alóctones por meio do estudo das populações de zircão, até o aperfeiçoamento da técnica por Pupin e Turco (1972) e Pupin (1976, 1980), muito se tem evoluído nas pesquisas sobre as relações entre a morfologia do mineral e suas condições físico-químicas de cristalização. Atualmente, parâmetros como teor de voláteis em magma e variações químicas e de temperatura ocorridas durante o resfriamento, podem ser obtidos a partir da caracterização morfológica do zircão.

O arranjo das faces prismáticas (100) e (110) e das faces bipiramidais (211) e (101), relacionado ao seu desenvolvimento relativo, constitui o arcabouço fundamental para a proposição do esquema petrogenético utilizado na classificação de rochas granitóides. Considerando a existência ou não destas faces, juntamente com a presença de faces adicionais, como (301), (112), (321), (311) e (511), Pupin (1976, 1980) reconheceu 64 tipos teóricos básicos que, combinados, formam o quadro tipológico do zircão.

As características químicas do meio de cristalização influem diretamente no desenvolvimento relativo das faces piramidais do zircão, onde aqueles cristais originados em ambientes hiperaluminosos ou hipoalcalinos mostram faces (211) bem desenvolvidas, enquanto faces (101) proeminentes caracterizam meios hipercalinos ou hipoaluminosos. Tem-se, assim, a relação alumina/álcalis como fator controlador do índice A, dado por $[Al_2O_3 / (K_2O + Na_2O)]$ (Pupin, 1976, 1980).

A temperatura do meio de cristalização reflete-se no desenvolvimento das faces prismáticas, onde aquelas com índice (100) surgem devido ao incremento desta variável (Pupin op. cit.). Desta maneira, é possível a aplicação do método tipológico do zircão como termômetro geológico, determinando-se a temperatura e a profundidade da rocha analisada (Pupin e Turco, 1972; Wernick, 1984).

O teor em água e outros voláteis em magmas graníticos interfere no intervalo de cristalização do zircão. Em magmas pobres em água, o mineral cristaliza-se durante os estágios iniciais, resultando na coexistência restrita de tipologias distintas; magmas hidratados caracterizam-se por apresentarem zircões tanto em etapas precoces quanto tardias, com o aparecimento, nestas últimas, de hidrozircões, conduzindo à coexistência tipológica mais extensa e variada (Pupin e Turco, op. cit.; Wernick op. cit.).

Assim, as populações tipológicas do zircão podem ser empregadas para a classificação petrogenética de granitóides, de acordo com parâmetros físico-químicos e geológicos. Segundo Pupin (1980) esta classificação estaria representada por granitos crustais, granitos híbridos calcálicos-alcalinos e sub-alcalinos e granitos mantélicos das séries alcalina e toleítica (Fig. 02).

Atualmente, a classificação tipológica proposta por Pupin (op. cit.) vem sendo largamente empregada para o estabelecimento de zoneamentos magmáticos e delimitação da potencialidade metalogenética de várias províncias, traduzindo-se, conseqüentemente, em mais uma ferramenta valiosa na área de prospecção mineral.

Os princípios da metodologia analítica e suas vantagens são detalhadamente discutidos em Wernick (1984, 1985, 1986) e em Wernick e Galembeck (1985, 1986).

APLICAÇÃO DO MÉTODO AO GRANITO SERRA DO CARAMBEI

Dados obtidos através dos estudos petrográficos e de campo do granito em discussão mostraram ser o plúton homogêneo, não tendo sofrido, aparentemente, nenhuma modificação tardia pós-magmática importante que modificasse substancialmente a sua composição original. Não obstante, observou-se comportamentos distintos para grupos de amostras coletadas

em superfície e subsuperfície, sendo tais variações composicionais, sobretudo aquelas associadas aos elementos maiores, atribuídas à atuação de fenômenos intempéricos (Pinto-Coelho, 1986, 1987). Com o objetivo de se estabelecer o comportamento morfológico do zircão frente à tais mudanças, optou-se por analisar amostras de testemunhos de sondagem e de superfície (concentrado de bateia e amostras de pedreira). Foram processadas as amostras de dois furos selecionados, cujas profundidades variam de 23,70 - 90,70 m e 23,50 - 196,00 m, respectivamente. Em superfície coletou-se na Pedreira J. Cardoso (Fig. 01) e, próximo à esta, na borda leste do plúton, em drenagem de segunda ordem foi apurado concentrado de bateia.

As amostras de rocha receberam sistematicamente o seguinte tratamento: britagem/moagem/separação em frações (peneiramento)/concentração das frações em bateia/secagem/eliminação de minerais magnéticos e paramagnéticos/separação em líquido denso/confecção de "frottis". Como a granulometria dos zircões se mostrou heterogênea em todas as amostras - 250 a 60 "mesh" - as lâminas com frações mais grossas somente puderam ser observadas ao estereomicroscópio. Analisou-se um total de 100 grãos do mineral, após seleção prévia, uma vez que em cerca de 70% era intenso o fenômeno de metamictização.

Estabelecidas as relações entre faces prismáticas e bipiramidais, plotou-se no quadro tipológico as populações médias dos grãos de zircão (Fig. 03) com a seguinte distribuição percentual: 2,4% de abundância para o tipo G₃; 2,4% para P₁; 4,9% para P₂; 1,2% para P₃; 14,6% para P₄; 39% para P₅ e 35,5% para o tipo D (Fig. 04). A disposição destes tipos no quadro proposto por Pupin (1976, 1980), que vincula a classificação petrogenética de séries granitóides à tipologia do zircão, configurou para o Granito Serra do Carambeí um "trend" alcalino, consistente, assim, com a classificação química obtida através da utilização do diagrama de Wright (1969) mencionada no item sobre litoquímica.

A coexistência de várias tipologias neste granito permite estabelecer a sua tendência evolutiva durante a cristalização, processo que não ocorre a uma temperatura fixa, mas num intervalo de temperaturas fornecido pela variação de IT, ou seja, de 200°C a 800°C (Fig. 03). A média dos valores IA = 700 e IT = 682,20 é compatível com dados petrológicos obtidos para o plúton, que por se agruparem próximo aos mínimos isobáricos a 1 e 2 Kb, têm temperaturas de cristalização em torno de 700°C (Pinto-Coelho, 1986).

Para confirmar a cogeneticidade entre os riolitos-pórfiros e o granito hospedeiro, também pelo método tipológico do zircão, foram analisadas amostras de subsuperfície do riolito. Entretanto, em função do pequeno volume inicial disponível, o número de zircões encontrados tornou-se desprovido de representatividade estatística, embora aqueles observados correspondessem aos do tipo P₄, semelhantes aos do granito (Fig. 04).

CONCLUSÕES

A aplicação do método da tipologia de zircão ao Granito Serra do Carambeí forneceu parâmetros compatíveis com aqueles obtidos através de estudos litoquímicos e petrológicos, revelando-se assim um instrumento adicional para a caracterização de rochas granitóides, tanto sob o aspecto genético quanto à definição de sua especialização metalogenética.

A homogeneidade na distribuição das populações de zircão, acompanhando sempre o "trend" alcalino e com caráter altamente diferenciado, permite concluir a não existência de processos tardi/pós-magmáticos importantes capazes de modificar substancialmente o quimismo original da rocha. Tem-se, uma vez mais, que as alterações verificadas nos elementos maiores devem-se tão-somente a fenômenos intempéricos.

AGRADECIMENTOS

Ao gerente de Apoio Técnico e Desenvolvimento Tecnológico da MINE-ROPAR, Gilmar Paiva Lima; ao Diretor Técnico, Mário Lessa Sobrinho, por autorizar a publicação deste artigo e contribuir com críticas e sugestões; à datilógrafa Ana Maria Gapiski pelo zelo dedicado ao trabalho; à desenhista Roseneide Ogleari Gonçalves e ao laminador Antônio Ferreira Pereira pela excelente qualidade das lâminas e "frottis". A equipe do

Laboratório de Zircão da UNESP - Rio Claro, em especial aos professores Eberhard Wernick e Tamar M. B. Galembeck, nossos grandes incentivadores, pelo entusiasmo e confiança transmitidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATOLLA JR., F. et alii. - 1977 - Projeto Leste do Paraná - Folha Pirai - SG 22-X-A-VI. Rel. Final. 2 v. São Paulo. CPRM/DNPM. 119 pp.
- BEST, M.G. - 1982 - Igneous and Metamorphic Petrology. San Francisco, Freeman. 623 pp.
- CHAROY, B. - 1979 - Définition et importance des phénomènes deutériques et des fluides associés dans les granites: conséquences métallogéniques. Sciences de la terre, Mém. 37, 364 pp.
- JOHANSEN, A. - 1969 - A descriptive petrography of the igneous rocks. 7 th ed. Chicago, Univ. of Chicago Press. Vol. II, 428 pp.
- LA ROCHE, H. et alii. - 1980 - A classification of volcanic and plutonic rocks using R_1R_2 - diagram and major - element analyses - its relationships with current nomenclature. Chem. Geol.(29):183-211.
- PINTO-COELHO, C.V. - 1986 - O Granito Serra do Carambei - PR - e as anomalias uraníferas associadas. Tese de Mestrado. Univ. Brasília. - Depto. Geociências - 309 pp. Inédito.
- PINTO-COELHO, C.V. - 1987 - Petrografia e petroquímica do Granito Serra do Carambei - Paraná. Atas III Simp. Sul-Bras. Geol., 1987. Curitiba, SBG, v. 2, p. 551-570.
- PINTO-COELHO, C.V.; MARINI, O.J. - 1986 - Assinatura em elementos terras-raras (ETR) do Granito Serra do Carambei (Paraná) e das rochas ígneas associadas. Anais XXXIV Congr. Bras. Geol., 1986. Goiânia, SBG, v. 3, p. 1311-1321.
- POLDERVAART, A. - 1950 - Statistical studies of zircon as a criterion in granitization. Nature(1965):574-575.
- PUPIN, J.P. - 1976 - Signification des caractères morphologiques du zircon commun des roches en pétrologie - Base de la méthode typhologique. Applications. Thèse Doct. État., Univ. Nice, France, 394 pp.
- PUPIN, J.P. - 1980 - Zircon and granite petrology. Contr. Mineral. Petrol. (73):207-220.
- PUPIN, J.P.; TURCO, G. 1972 - Une typologie originale du zircon accessoire. Bull.Soc. Fr. Minérl. Cristalogr. (95):348-359.
- SANTOS, M.J.; FELIPE, R.S. - 1980 - Projeto Granitos - Granito Serra do Carambei. Rel. interno. Mineropar, 47 pp.
- SHEPPARD, S.M.F. - 1977 - The Cornubian batholith, SW England: D/H and $^{18}O/^{16}O$ studies of kaolinite and other minerals. Journ. Geol. Soc. London(133):573-591.
- SMITH, J.V. - 1974 - Feldspars Minerals - Chemical and Textural Properties. Vol. 2. Berlin Heidelberg N.Y. Springer Verlag.
- STRECKEISEN, A. - 1976 - To each plutonic rock its proper name. Earth Sc. Rev. (12):1-33.
- TAYLOR, R.R. - 1965 - The application of trace element data to problems in petrology. Physics and Chemistry of the Earth(6):133-213.
- TAYLOR JR., H.P. - 1977 - Water/rock interactions and the origin of H_2O in granitic batholiths. Journ. Geol. Soc. London(133):509-558.
- TUREKIAN, K.K.; WEDEPOHL, K.H. - 1961 - Distribution of the elements in some major units of the Earth's crust. Geol. Soc. Am. Bull.(72):175-192.
- TUTTLE, O.F.; BOWEN, N.L. - 1958 - Origin of granite in the light of experimental studies in the system $NaAlSi_3O_8 - KAlSi_3O_8 - H_2O$. Geol. Soc. Am. Memoir. 47, 153 p.
- WERNICK, E. - 1984 - Caracterização genética de alguns granitóides brasileiros dos Estado de São Paulo e Minas Gerais e implicações geotectônicas preliminares. Anais XXXIII Congr. Bras. Geol., 1984. Rio de Janeiro, SBG, p. 2902-2918.
- _____. - 1985 - Zirconita, um mineral acessório de importância na prospecção de granitóides. Atas 59 Simp. Reg. Geol., 1985. São Paulo, SBG

v.2, p. 397-410.

- _____. - 1986 - Zircão, um importante mineral para a caracterização de rochas granitóides e a elaboração de mapas de zoneamento magmático. Anais XXXIV Congr. Bras. Geol., 1986, Goiânia, SBG, v. 3, p. 1353-1368.
- WERNICK, E.; GALEMBECK, T.M.B. - 1985 - Contribuição à caracterização de granitóides do Estado de São Paulo através do mineral acessório zirconita. Atas 5ª Simp. Reg. Geol., 1985, São Paulo, SBG, v. 1, p. 119-132.
- _____. - 1986 - Caracterização do plutonismo granitóide do Ciclo Brasileiro no Estado de São Paulo através do método da tipologia do zircão. Anais XXXIV Congr. Bras. Geol., 1986, Goiânia, SBG, p. 1369-1382.
- WRIGHT, J.B. - 1969 - A simple alkalinity ratio and its application to questions of non-orogenic granite genesis. Geol. Mag. (106):370-384.

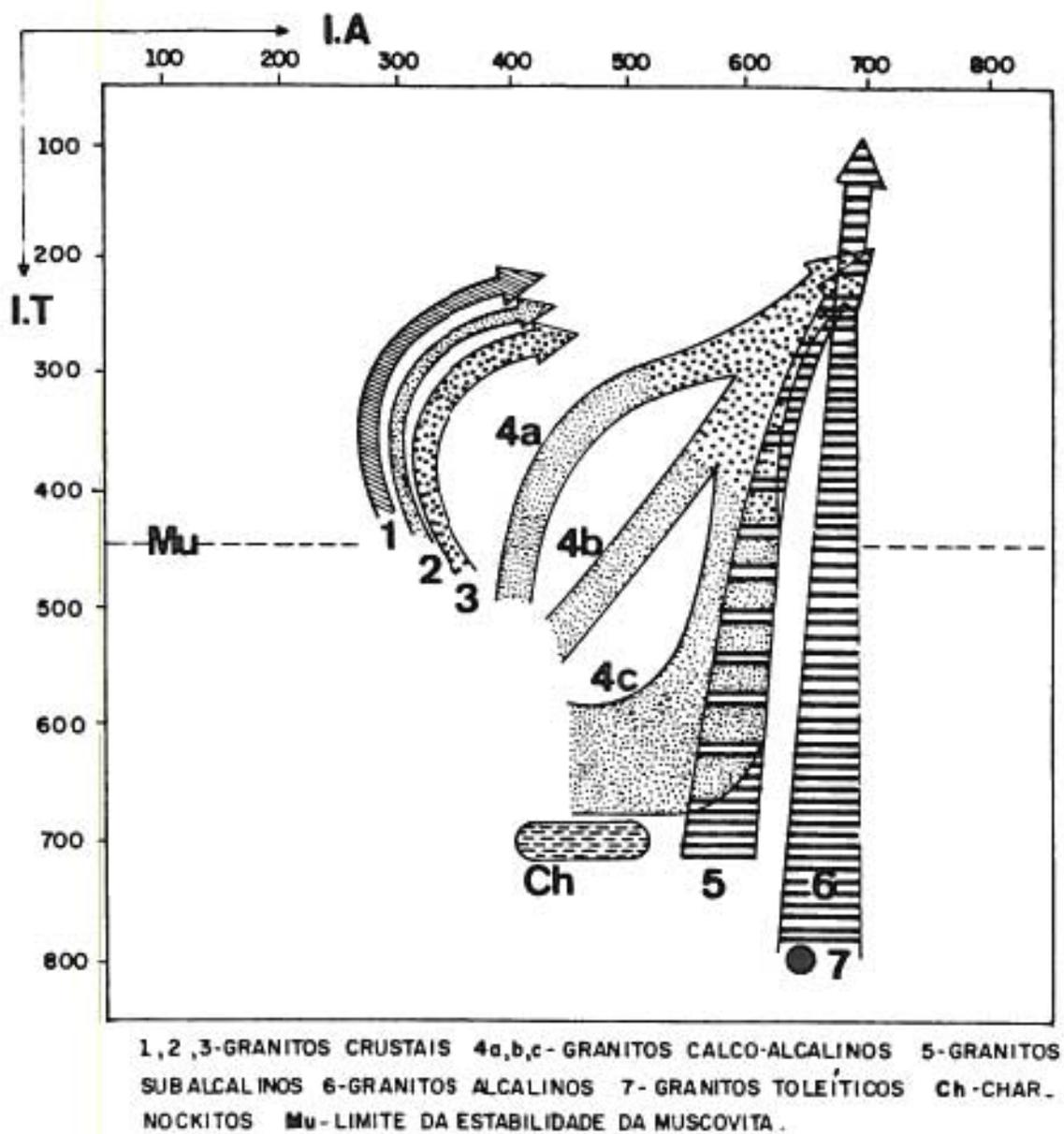
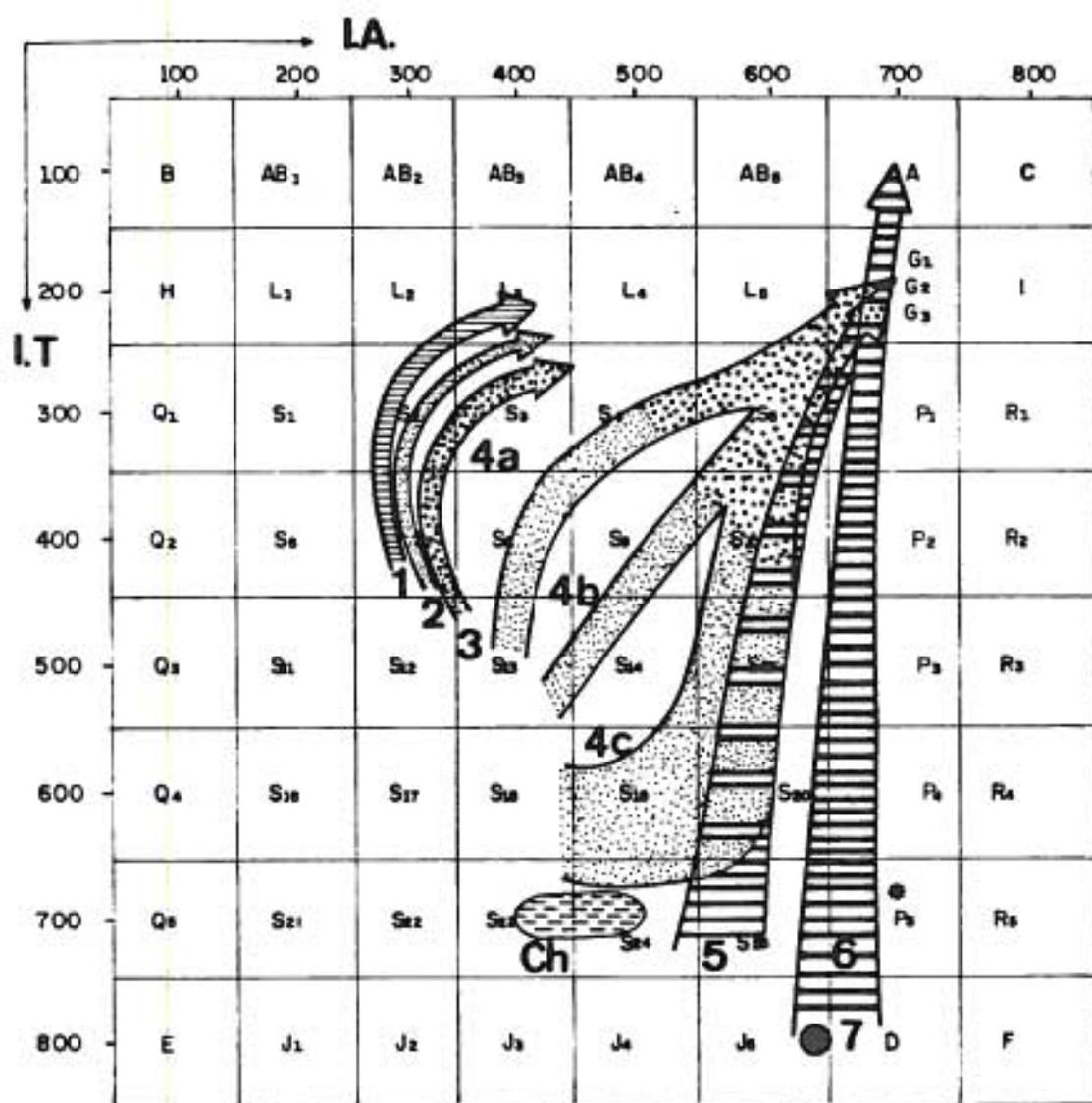


FIGURA 02 - DISTRIBUIÇÃO DAS ROCHAS GRANITÓIDES NO QUADRO TIPOLÓGICO DO ZIRCÃO PROPOSTO POR PUPIN (1980).



1, 2 E 3-GRANITOS CRUSTAIS; 4-GRANITOS CALCO-ALCALINOS (a, b, c SÉRIES DE BAIXA, MÉDIA E ALTA TEMPERATURA) 5-GRANITOS SUBALCALINOS 6- GRANITOS ALCALINOS 7-GRANITOS TOLEÍTICOS Ch-GRANITOS CHARNOCKITICOS.

FIGURA 03 - VALORES TIPOLOGICOS DO ZIRCÃO DO GRANITO SERRA DO CARAMBÉI. SÃO MOSTRADOS TAMBÉM OS TIPOS CARACTERÍSTICOS PARA AS DIFERENTES SÉRIES DE GRANITÓIDES, SEGUNDO PUPIN (1980).
● MÉDIA DAS POPULAÇÕES DE ZIRCÃO DO GRANITO SERRA DO CARAMBÉI.

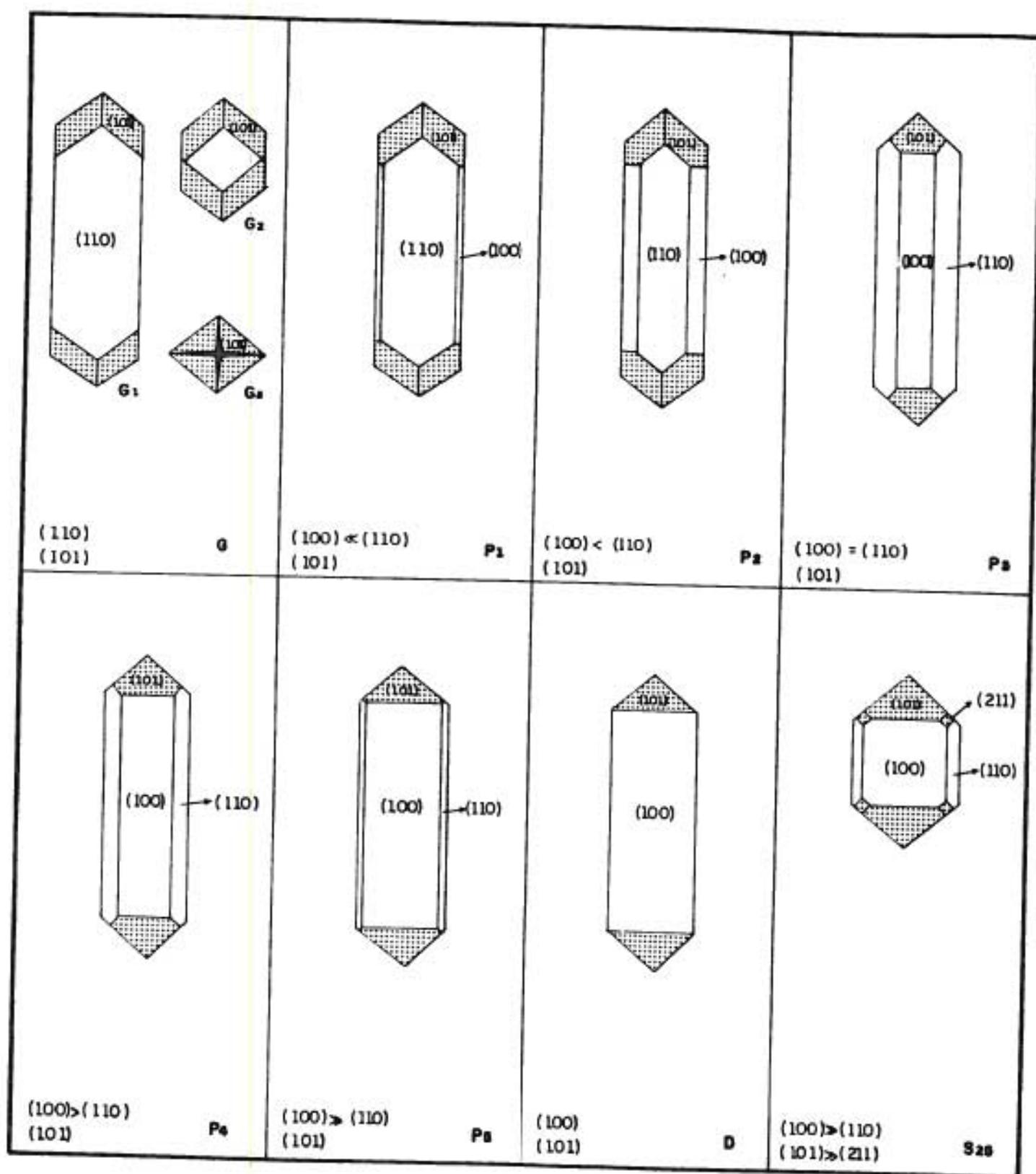


FIGURA 04 - TIPOS DE ZIRCÕES OBSERVADOS NO GRANITO SERRA DO CARAMBEÍ, MOSTRANDO AS RELAÇÕES ENTRE FACES PRISMÁTICAS (100)-(110) E BIPIRAMIDAIAS (101)-(211).
 FACES BIPIRAMIDAIAS

