

CHARNOCKITOS DE UBATUBA, LESTE DO ESTADO DE SÃO DE PAULO: PETROGRAFIA, GEOTERMOBAROMETRIA E CONSIDERAÇÕES TECTÔNICAS

REINER NEUMANN

CETEM/CNPQ - DEPARTAMENTO DE TRATAMENTO DE MINÉRIO

RUA 4, QUADRA D, CIDADE UNIVERSITÁRIA, ILHA DO FUNDÃO, 21941-590 RIO DE JANEIRO RJ

DEPARTAMENTO DE MINERALOGIA E PETROLOGIA - INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - USP - CAIXA POSTAL 20899, 01498-970 SÃO PAULO SP

JOSÉ VICENTE VALARELLI

DEPARTAMENTO DE MINERALOGIA E PETROLOGIA - INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - USP - CAIXA POSTAL 20899, 01498-970 SÃO PAULO SP

Na região compreendida entre as cidades de Ubatuba e Caraguatatuba, litoral norte de São Paulo, até o limite com o Estado do Rio de Janeiro, foram mapeadas pelo menos oito lentes de uma rocha equigranular a porfirítica, de cor verde escura e granulação média-grossa, identificada como charnockito. Estas lentes são alongadas na direção SW-NE, e apresentam-se com dimensões de poucos km², à exceção da maior, que aparentemente aflora em 250 km². Encontra-se pouco ou não foliada, e em geral transiciona para um granito róseo macroscopicamente muito semelhante.

O exame petrográfico revela que o charnockito compõe-se de ortoclásio micro- e mesoperfítico, plagioclásio, por vezes antiperfítico, quartzo, ferrohastingsita e ortoferrossilita, com zircão, apatita e opacos (magnetita e ilmenita) como minerais acessórios comuns. Biotita é freqüente, a hedenbergita pode ocorrer. Allanita e titanita são acessórios raros. A paragénese primária provavelmente foi ortoferrossilita + ortoclásio mesoperfítico + plagioclásio antiperfítico + quartzo + acessórios hedenbergita. Observam-se belas transformações de orto e clinopiroxênio para ferrohastingsita, quartzo+magnetita associados a hornblenda e para biotita. A ferrohastingsita também se transforma para biotita. Parte das lamelas de plagioclásio contidas no ortoclásio mesoperfítico migraram, e formaram cordões ao redor das mesoperfíticas ou grãos individualizados de plagioclásio não-antiperfítico. O hornblenda-biotita granito, que em geral faz contato aparentemente transicional com o charnockito, tem mineralogia similar, mas sem piroxênios. Apresenta-se geralmente mais foliado, com desenvolvimento de porfiroblastos de quartzo, e seus feldspatos tem tendências a expulsar as exsoluções; o ortoclásio apresenta transformação avançada para microclínio.

De mais de uma centena de inclusões fluidas analisadas, todas de CO₂ muito puro, apenas cinco aparentam ser primárias, as demais (CO₂, raras CO₂+H₂O) são predominantemente pseudo-secundárias, o que pode levar a especulações sobre formação num ambiente pobre em fluidos. Três inclusões primárias fornecem densidades entre 1.00 e 1.03 g/cm³, e as isócoras correspondentes são representadas na figura 1.

Os ortopiroxênios apresentam composição $Fs_{79.2-81.6}En_{14.3-16.7}Wo_{1.6-2.3}Rh_{2.0-2.3}$ (análises por dispersão de energia) e seu equilíbrio com quartzo fornece uma faixa de estabilidade mínima representada na figura 1, com calibração segundo Bohlen & Boettcher (1981) e correção para rodonita (Rh) segundo Bohlen et al. (1980). A área representa coexistência do ortopiroxênio dessa composição com quartzo e olivina, que foi encontrada por J.M.V. Coutinho (comunicação verbal), e portanto esta faixa é aceita como de cristalização do charnockito. Como esse método se baseia no mineral mais importante da rocha, o ortopiroxênio, e a análise pode ser aferida pelas propriedades ópticas do ortopiroxênio, esta faixa

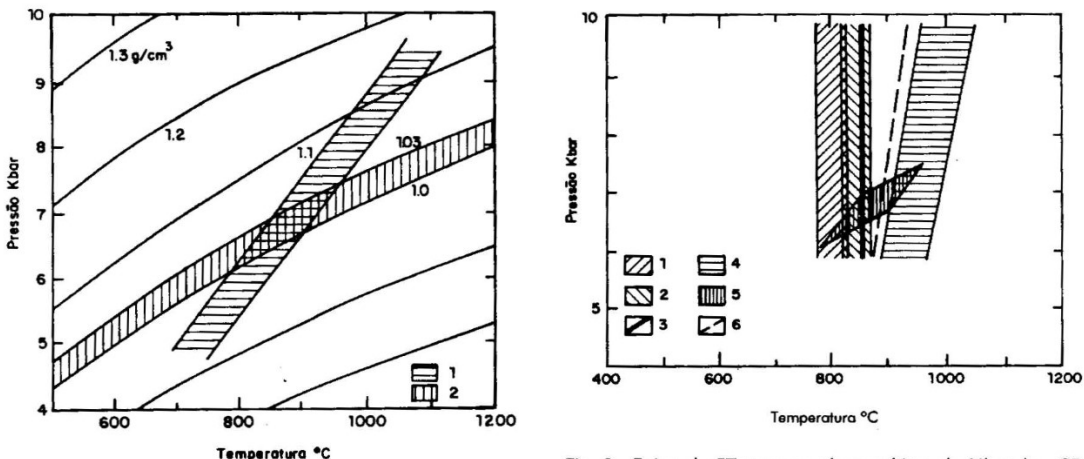


Fig. 1 - Faixa de PT para os charnockitos de Ubatuba, SP, conforme definido por: 1) equilíbrio faialita \leftrightarrow quartzo + ortoferrossilita; 2) isócoras relativas às inclusões fluidas (segundo Roedder 1984).

Fig. 1 - Faixa de PT para os charnockitos de Ubatuba, SP, conforme definido por: 1) Wood & Banno (1973); 2) Wells (1976); 3) Kretz (1982, versão K₀); 4) Powell (1978); 5) interseção faialita \leftrightarrow quartzo + ortoferrossilita com isócoras; 6) Fuhrman & Lindsley (1986).

foi superposta com as isócoras, que também não são vulneráveis a erros de análise, para definição de uma área no diagrama P-T de maior probabilidade de conter as reais condições de cristalização da rocha).

A aplicação dos métodos de Wood & Banno (1973), Wells (1976), Kretz (1982, versão K_p) e Powell (1978) a cinco pares de orto- e clinopiroxênios coexistentes permitiu a definição das respectivas faixas, representadas no diagrama P-T da figura 2, onde já se encontra representada a área de intersecção da figura 1. Observa-se que os valores obtidos pelos métodos de Wells (1976) e Kretz (1982) superpõe-se bem à área a aproximadamente 850°C e 6,5 kbar, enquanto que Wood & Banno (1973) resulta em valores ligeiramente inferiores. Os resultados obtidos pela calibração de Powell (1978) fornecem valores mais elevados, da ordem de 900 a 950°C e 6,7-7,3 kbar. O geotermômetro plagioclásio-feldspato alcalino (1 par) de Fuhrman & Lindsley (1986) cruza a área em 890-900°C e 6,8-7,2 kbar, mas outros termômetros/barômetros baseados em feldspatos e anfíbios não produzem resultados coerentes, possivelmente graças à desmistura e caráter secundário dos minerais; o método acima utilizado apresenta correções para tal situação. São admitidos $850 \pm 50^\circ\text{C}$ e $6,8 \pm 0,5$ kbar como temperatura e pressão de cristalização, indicando profundidade de colocação da ordem de 24 km, e gradiente geotérmico de $35^\circ\text{C}/\text{km}$.

A semelhança macroscópica e a possível relação petrográfica detectada entre o charnockito e o granito róseo permite a hipótese de que este seja originado por hidratação do charnockito, facilitada pela presença de zonas de deformação mais intensa.

O contraste entre a débil deformação encontrada nas rochas charnockíticas e a deformação intensa de gnaisses e migmatitos próximos sugere que o charnockito tenha sido colocado ao final do evento. A isócrona de Gasparini & Mantovani (1979), de 551 ± 5 Ma, indica colocação ao final do Ciclo Brasileiro. Considerando-se que o magma originou-se de fusão parcial de crosta continental, como sustentam esses autores, os charnockitos de Ubatuba são evidência de uma crosta continental duplicada no limite Fanerozóico - Proterozóico Superior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOHLEN, S.R. & BOETTCHER, A.L. -1981- Experimental investigations and geological applications of orthopyroxene geobarometry. *Am. Mineral.* 66:951-964.
- BOHLEN, S.R.; BOETTCHER, A.L.; DOLLASE, W.A.; ESSENE, E.J. -1980- The effect of manganese on olivine-quartz-orthopyroxene stability. *Earth Planet. Sci. Letters* 47:11-20.
- FUHRMAN, M.L. & LINDSLEY, D.H. -1988- Ternary feldspar modelling and thermometry. *Am. Mineral.* 73: 201-215.
- GASPARINI, P. & MANTOVANI, M.S.M. -1979- Geochemistry of charnockites from São Paulo State, Brazil. *Earth Planet. Science Letters* 42:311-320
- KRETZ, R. -1982- Transfer and exchange equilibria in a portion of the pyroxene quadrilateral as deduced from natural and experimental data. *Geochim. Cosmochim. Acta* 46: 411- 421.
- POWELL, R. -1978- The thermodynamics of pyroxene geotherms. *Phil. Trans. R. Soc. London* A288:457-469.
- ROEDDER, E. -1984- Fluid inclusions. *Reviews in Mineralogy*, 12. Washington DC. Mineral. Soc. America. 646pp.
- WELLS, P.R.A. -1977- Pyroxene thermometry in simple and complex systems. *Contr. Mineral. Petrol.* 62:129-139.
- WOOD, B.J. & BANNO, S.B. -1973- Garnet-orthopyroxene and orthopyroxene-clinopyroxene relationships in simple and complex systems. *Contr. Mineral. Petrol.* 42:109-124.

CHARNOQUITOS DE NATUREZA ÍGNEA NA REGIÃO DE DOM SILVÉRIO, MG*

JORDT-EVANGELISTA, H.; ROESER, H.; ELEUTÉRIO, L.

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA, ESCOLA DE MINAS, UFOP

INTRODUÇÃO

Desde o início do século, quando Holland (1900) descreveu a Série Charnoquítica no sul da Índia, muito se tem discutido sobre uma origem ígnea ou metamórfica para tais rochas. Enquanto o próprio Holland acreditava numa origem magmática, Cooray (1969) postulava uma gênese através de processos metamórficos em condições de altas temperaturas e pressões da fácies granulito, que são de 700-950°C e 5-11 kbar. Newton (1992a) avança uma formação por processos metamórfico-metassomáticos. Uma origem ígnea implica na geração de um magma na crosta ou no manto. Como a paragênese típica das rochas charnoquíticas (quartzo + plagioclásio + ortoclásio + ortopiroxênio) é anidra, este magma deve cristalizar-se em condições de uma baixa $P_{\text{H}_2\text{O}}$ (Newton 1992b). Processos de diferenciação magmática podem gerar as diferentes rochas da Série. Certamente há charnoquitos ígneos e metamórficos. A identificação de uma origem magmática ou metamórfica pode ser facilitada pelas relações de campo (tipos metamórficos costumam ter bandamento litológico e intercalações de metassedimentos) e pelas texturas.

GEOLOGIA REGIONAL

A área entre o Quadrilátero Ferrífero (borda SE do Cráton São Francisco) e o Cinturão Móvel Costeiro constitui uma zona de transição entre um bloco cratônico e um cinturão dobrado. Ela consiste de gnaisses de grau metamórfico crescente para o leste e pequenos corpos de granulitos e charnoquitos (Jordt-Evangelista & Müller, 1986, Schulz-Kuhnt