

PETROLOGIA DOS CORPOS MÁFICO-ULTRAMÁFICOS DE SANTA CRUZ, SANTA MARIA E  
LIBERDADE, MINAS GERAIS. INVESTIGAÇÕES PARAGENÉTICAS NO SISTEMA ULTRAMÁFICO

A.F.Candia  
N.Angeli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UNESP, Rio Claro, SP.

As ocorrências de rochas ultramáficas no território nacional mostram-se, praticamente em sua totalidade, submetidas, em maior ou menor grau, a processos metamórficos (sejam complexos máfico-ultramáficos, seqüências greenstone belts, corpos serpentinizados, etc.). É fundamental para a interpretação da origem e significado tectônico destes corpos entender as modificações impostas por estes processos, de forma a controlar, não só as condições de temperatura e pressão dos processos, mas também a coerência dos dados envolvidos nas interpretações genético/evolutivas, particularmente no que concerne a se o sistema se manteve fechado ou aberto durante a atuação dos processos metamórficos.

Os estudos que estão sendo gradativamente desenvolvidos visam aprofundar vários pontos do sistema ultramáfico que ainda não se encontram bem estabelecidos, aproximando, destarte, o teórico ao observado em assembléias naturais. Os estudos são de detalhe, baseados em química mineral e de rocha total de corpos máfico-ultramáficos que se mostrem apropriados para este intuito. A par das informações extraídas da literatura específica, já se dispõe de dados químico/mineralógicos para os corpos de Mangabal I e II (CANDIA, 1983) e de Niquelândia (CANDIA et al., 1989) ambos correspondendo a corpos máfico-ultramáficos metamorfizados, com paragênese de alto grau. Atualmente estamos procedendo ao estudo químico mineralógico dos corpos de Santa Cruz, Santa Maria e Liberdade em Minas Gerais, que já foram alvo e

pesquisas de um dos autores (ANGELI, 1988) e que mostram paragêneses apropriadas para o detalhamento de campos específicos do diagrama de fases de rochas ultramáficas que ainda não se encontram devidamente aprofundados. No momento ainda não se dispõe de dados de química mineral e portanto tem-se somente um modelo teórico, ainda a ser elaborado. Cabe ressaltar que as reações que marcam a transição de "assembléias ígneas" para "paragêneses" no campo metamórfico de alto grau, em presença de  $H_2O$  e/ou misturas de  $H_2O$  e  $CO_2$  na fase fluida, ainda são problemáticas e é particularmente este campo que está sendo investigado inicialmente.

São tecidos a seguir alguns comentários a respeito dos dados existentes para sistemas ultramáficos que julgamos mais pertinentes ao tema, sem maiores digressões sobre os vários e pormenorizados estudos existentes na literatura, de forma a situar o contexto dos problemas que são alvo das investigações em andamento.

O diagrama de fases para rochas ultrabásicas é elaborado integrando-se os dados teórico/experimentais para os sistemas  $MgO-SiO_2-H_2O$ ,  $MgO-CaO-SiO_2-H_2O$  e  $MgO-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$  (no caso, em presença de fase fluida constituída por  $H_2O$ ), sendo um diagrama básico para interpretações paragenéticas preliminares (EVANS, 1977; PFEIFER, 1987; JENKINS, 1981 e OBATA & THOMPSON, 1981). Cabe ressaltar que (a) o diagrama de fases, tal como elaborado, é válido para rochas de composições peridotíticas, isto é, com olivina em excesso, e (b) sendo resultante da integração de 3 sistemas investigados separadamente (e não de um sistema único com 5 componentes), não há informações quanto à interrelação dos elementos integradamente (influência de Al nas fases cárnicas, por exemplo).

Em sistemas naturais, as fases minerais são em sua maioria termos de soluções sólidas. As reações, assim, corresponderão a "sliding reactions" e podem se deslocar (discretamente) no campo PT, em função da composição química da(s) fase(s) considerada(s).

As fases aluminosas investigadas experimentalmente (sistema  $MgO-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$ ) envolvem essencialmente espinélio, clinocloro e cordierita (JENKINS & CHERNOSKY, 1986; OBATA & THOMPSON, 1981). Entretanto, a solubilidade do alumínio em outras fases (em piroxênios e anfibólios, como componente tchermakítico, e em outras fases minerais que o admitam) não é explícita. Em associações naturais o teor de Al nos minerais mostra variações

em função do campo PT e também da paragênese estabelecida, porém a participação deste elemento nas várias fases não é ainda conhecida.

Vários são os elementos presentes em sistemas naturais não englobados em estudos experimentais. Em muitos casos pode-se estimar sua influência e prever sua atuação (Cr, Ti, Fe...), porém a presença de álcalis, em especial do Na, modifica sensivelmente a natureza e o campo de estabilidade dos anfibólios, introduzindo fases e reações não representadas no sistema ultrabásico simples (JENKINS & CLARE, 1990; JENKINS, 1983; SPEAR, 1981; SKIPPER & MCKINSTRY, 1985). A investigação experimental de sistemas ultramáficos envolvendo Na é extremamente complexa pois a atuação deste elemento é vinculada à do Al.

O diagrama teórico experimental básico é elaborado para rochas peridotíticas, faltando ainda para composições piroxeníticas. Nestas, a seqüência de reações deve ser modificada, pois olivina deixa de ser a fase em excesso.

As questões levantadas são de difícil resolução, seja a nível experimental (por exigirem sistemas com um maior número de componentes, de difícil controle), seja a nível teórico/termodinâmico, pois os coeficientes de participação dos elementos entre as fases minerais nos vários campos PT ainda não são conhecidos. Estes dados podem ser extraídos de paragêneses naturais, específicas e apropriadas, aprofundando o quadro que ainda se mostra bastante simplificado.

Estes estudos tornam-se particularmente importantes nas considerações referentes ao sistema permanecer aberto ou fechado durante a atuação dos processos metamórficos. É óbvio que os elementos são fixados na rocha retidos em alguma fase mineral própria, ou no retículo de outras fases que os incorporem. Se a fase é desestabilizada por alguma reação (ou incorporado em menor porcentagem em outra fase, em função do coeficiente de participação), o que sucede com este elemento? Quais os elementos que podem ser facilmente removidos? Qual o significado dos clorititos e dos rodingitos (muitas vezes observados nas bordas dos corpos máfico-ultramáficos) e das faixas monominerálicas que se desenvolvem o longo de zonas de cisalhamento? Há retirada seletiva de elementos em função da natureza da fase fluida? Até que ponto pode-se inferir a atuação de metassomatismo? São vários aspectos que na literatura específica atual são amplamente investigados e que somente

estudos muito detalhados permitirão elucidar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGELI, N. (1988) Pesquisa dos jazimentos de níquel e geologia da Folha de Ipanema, Minas Gerais. São Paulo. Universidade de São Paulo, 290p. Tese de Doutoramento, IG-USP.
- CANDIA, M.A.F. (1983) Petrologia dos complexos máfico-ultramáficos de Mangabal I e Mangabal II, Sanclerlândia, Goiás. São Paulo, Universidade de São Paulo, 400p. Tese de Doutoramento, IG-USP.
- CANDIA, M.A.F.; MAZZUCHELLI, M.; SIENA, F. (1989) Sub-solidus reactions and corona structures in the Niquelândia Layered Complex (Central Goiás, Brazil). *Mineralogy and Petrology* 40:17-37.
- EVANS, B.W. (1977) Metamorphism of alpine peridotite and serpentinite. *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.* 5:397-447.
- JENKINS, D.M. (1981) Experimental phase relations of hydrous peridotites modelled in the system  $H_2O-CaO-MgO-Al_2O_3-SiO_2$ . *Contrib. Miner. Petrol.* 77:166-176.
- JENKINS, D.M. (1983) Stability and composition relations of calcic amphiboles in ultramafic rocks. *Contrib. Miner. Petrol.* 83:375-384.
- JENKINS, D.M. & CLARE, A.K. (1960) Comparison of the high-temperaure and high-pressure stability limits of synthetic and natural tremolite. *Am. Min.* 75:358-366.
- OBATA, M. & THOMPSON, A.B. (1981). Amphibole and chlorite in mafic and ultramafic rocks in the lower crust and upper mantle. A theoretical approach. *Contr. Miner. Petrol.* 77:74-81.

PFEIFER, H.R. (1987) A model for fluids in metamorphosed ultramafic rocks: metassomatic veins in metaharzburgites of Cima di Gagnone, Valle Verzasca, Switzerland. In: Helgeson, H.C. (ed). Chemical transport in metasomatic processes; 591-632.

SKIPPEN, G. & MCKINSTRY, B.W. (1985) Synthetic and natural tremolite in equilibrium with forsterite, enstatite, diopside and fluid. Contr. Mineral. Petrol. 89:256-262.

SPEAR, F.S. (1981) Amphibole-plagioclase equilibria. An empirical model for the relation albite: tremolite=edenite quartz. Contrib. Miner. Petrol. 77:355-364.