

ASPECTOS MINERALÓGICOS E PETROGRÁFICOS DE ROCHAS ULTRAMÁFICAS E CARBONATITOS DO COMPLEXO ALCALINO DE SALITRE, GO.

L. Morbidelli¹, L. Beccaluva², P. Brotzu³, A.M. Conte⁴, C. Garbarino⁵, C.B. Gomes⁶, J.H. Grossi-Sad⁷, B.F. Riffel⁸, E. Ruberti⁶, G. Traversa¹

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Roma "La Sapienza", Piazzale A. Moro 5, 00185 Roma, Itália.

² Istituto di Mineralogia, Università di Ferrara, Corso Ercole I d'Este 32, 44100 Ferrara, Itália.

³ Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Napoli, Largo S. Marcellino 10, 80134 Nápoles, Itália.

⁴ Centro di Studio per gli Equilibri Sperimentali in Minerali e Rocce, CNR, c/o Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Roma "La Sapienza", Piazzale A. Moro 5, 00185 Roma, Itália.

⁵ Dipartimento di Geoingegneria e Tecnologie Ambientali, Piazza D'Armi, Cagliari, Itália.

⁶ Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Rua do Lago 562, Cidade Universitária, 05508-900 São Paulo, Brasil.

⁷ Geologia e Sondagens Ltda, Rua São Vicente, 255, 30390-570 - Belo Horizonte, Brasil.

⁸ Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração, Caixa Postal 8, 38180 Araxá, Brasil.

Introdução

Na região sudeste de Goiás e Triângulo Mineiro existem numerosas intrusões de caráter alcalino, idade Cretáceo Superior, apresentando, além de suítes carbonatíticas, grande diversidade petrográfica. Dentre as ocorrências pertencentes à essa Província, referida na literatura como Alto Paranaíba, encontra-se o complexo alcalino-carbonatítico de Salitre, uma estrutura de forma irregular ocupando área aproximada de 50 km². Ele compreende dois "stocks" interligados por diques traquíticos, Salitre I (intrusão maior, riniforme, alongada segundo NS) e Salitre II (intrusão menor, aproximadamente circular), circundados em grande parte por quartzitos com mica xistos intercalados e siltitos e folhelhos ardiosanos do Grupo Bambuí, de idade Proterozóica (Souza Filho, 1974).

O complexo consiste em uma associação heterogênea, incluindo desde rochas leucocráticas até ultramáficas. Salitre I contém principalmente rochas sieníticas diversas, piroxenitos e um pequeno "plug" elíptico, com área inferior a 500 m², de carbonatito rico em apatita. Por sua vez, Salitre II compõe-se basicamente de rochas piroxeníticas com ou sem olivina. Subordinadamente, essas intrusões são também portadoras de um tipo particular de mica piroxenitos, os "bebedouritos". Nas porções periféricas do complexo ocorrem geralmente rochas traquíticas, tinguaíticas (às vezes com xenólitos de glimmeritos) e shonkinitos. Nas regiões internas do invólucro quartzítico, as rochas acham-se parcialmente cobertas por espessa canga laterítica, por vezes altamente ferruginosa, e cuja espessura pode atingir até 100 metros.

Determinações radiométricas K/Ar em biotitas de rochas piroxeníticas deram idades em torno de 83 e 86 Ma (Hasui e Cordani, 1968). Para efusivas evoluídas os valores obtidos foram 79 e 95 Ma (Sonoki e Garda, 1988).

O presente trabalho reúne dados petrográficos e químicos (minerais) de mais de 250 amostras, principalmente de ultramáficas e carbonatitos, e excluídos os litotipos evoluídos mais superficiais, de 25 furos de sondagem.

Petrografia

Rochas ultramáficas

As rochas ultramáficas investigadas são claramente cumulos, representadas por adcumulos ou mesocumulos (menos de 30% de minerais intersticiais na moda). Em Salitre II, dunitos predominam sobre piroxenitos, glimmeritos e perovskititos.

Salitre I

No stock de Salitre I registra-se a predominância de clinopiroxenitos sobre as demais variedades, estas consistindo em perovskita dunitos, olivina perovskititos, passando por perovskita ou apatita ou titanita piroxenitos até glimmerito-piroxenitos. Clinopiroxênio é a principal fase cumulus, ocorrendo em proporção variáveis olivina e/ou perovskita ou titanita ou apatita; os minerais intercumulus incluem flogopita, opacos, apatita, melanita, titanita perovskita.

Clinopiroxênios exibem grande variação em suas dimensões; os cristais maiores são em geral poiquilíticos, incluindo mais periféricamente apatita e em menor proporção perovskita e opacos, e raramente zonados. Por vezes, apresentam

lamelas de exsolução aciculares e esparsas, além de estruturas de corrosão preenchidas por micas. Olivina, está presente em poucas amostras, podendo incluir poiquiliticamente perovskita e opacos; geralmente se apresenta bem preservada, à exceção dos grãos transformados (micas, carbonatos, etc.) devido à ação de fluidos carbonatíticos, e sem zoneamento. Perovskita é de granulação fina a média e ocorre erráticamente, concentrada em zonas; alguns dos cristais maiores exibem zoneamento, com o núcleo de coloração laranja-amarronzado e as bordas marrom. Apatita é de granulação fina a média, além de encontrada na forma de cristais arredondados ou mesmo aciculares e, às vezes, como inclusões poiquilíticas em piroxênio e titanita. Este último, de ocorrência rara como fase cumulus, aparece como cristais subidiomórficos.

Os minerais intercumulus são menos frequentes (máximo de 30% em volume.), de dimensões variáveis e raramente poiquilíticos. Constituem-se predominantemente de flogopita (às vezes, sub- a euhedrais) e opacos, com variações apreciáveis em quantidade, distribuição e forma; quando abundante os opacos têm desenvolvimento subpoiquilítico ao redor de perovskita. Menos comumente aparecem: perovskita, como grãos subarredondados e formando agregados finos; apatita, em cristais aciculares; melanita, poiquilítica e restrita a duas amostras; titanita, às vezes abundante, inclui clinopiroxênio e apatita e, mais raramente, relictos de perovskita ou se apresenta em associação com apatita e melanita na forma de agregados "pocket-shaped"; e carbonatos.

Salitre II

Dunitos, perovskititos e termos intermediários formam um grupo de rochas cumuláticas com texturas diversas, representadas predominantemente por adcumulatos, estes contendo fases cumulus sem zoneamento e pequena quantidade de minerais intercumulus. Menos comumente, são encontrados heteradcumulatos, exibindo abundante clinopiroxênio com desenvolvimento poiquilítico, e meso-ortocumulatos, com as fases intercumulus atingindo 50% em volume.

A proporção relativa entre os principais constituintes cumulus/intercumulus é variável, a ponto de ter-se tipos petrográficos os mais diversos. Os dunitos são cumulus tendo olivina (incluindo diminutos grãos de opacos) como única fase cumulus, além de flogopita, opacos, perovskita e clinopiroxênio como intercumulus. Os termos intermediários correspondem a cumulus reunindo olivina, perovskita e opacos em proporções variáveis como cumulus, gradando, assim, de dunitos com perovskita até perovskititos; flogopita e opacos, estão sempre presentes, às vezes combinado com clinopiroxênio como intercumulus. Olivina (0,2-7mm) é geralmente xenomórfica e sem zoneamento; às vezes, exibe sobrecrecimento com orientação cristalográfica distinta e idêntica composição, sugerindo razão variável de crescimento. Perovskita (0,3 a 0,6 mm), ocorre na forma de cristais irregulares ou como constituinte de agregados (até 2 cm), ou mesmo concentrada em camadas monominerálicas decimétricas; opacos são encontrados próximos aos níveis superior e inferior dessas camadas. Flogopita é comum nos dunitos, onde aparece como cristais poiquilíticos, homogeneamente distribuídos, como "ripas" intersticiais bordejando perovskita e opacos, ou ainda, na forma de lentes.

Como fases intercumulus estão presentes: opacos de ocorrência esporádica e associados com perovskita; perovskita, ocasionalmente como pequenas manchas intersticiais nos dunitos; clinopiroxênio, como fase intersticial típica, às vezes poiquilítica, nos dunitos e, mais raramente, como pequenos grãos nas demais variedades litológicas.

Clinopiroxenitos são cumulus com textura gradando de adcumulatos a mesocumulatos. As fases cumulus incluem, além de clinopiroxênio, perovskita, flogopita e, esporadicamente, apatita, enquanto que as intercumulus contêm flogopita, perovskita, apatita e opacos, em quantidade e distribuição variáveis. Clinopiroxênio ocorre na forma de cristais de granulação fina (arredondados com indícios de corrosão magmática) a grossa (xenomórfico a subidiomórfico), exibindo em seus núcleos concentração elevada de lamelas aciculares de exsolução de opacos; essas feições apontam no sentido das condições físico-químicas diversas nos múltiplos estágios de evolução dessas rochas. Flogopita se apresenta como uma fase cumulus, na forma de grãos idiomórficos, como pequenas "ripas" intersticiais ou como manchas irregulares (patches) dispostas ao redor dos opacos; mais raramente está ausente. Perovskita é frequente, mostrando características variáveis de uma fase cumulus (grãos individuais arredondados) até intercumulus (formando massas isoladas), com passagens gradativas de um tipo a outro; ocasionalmente, associa-se a opacos. Estes podem ser localmente abundantes até 40 a 50% em volume, e ocorrem como manchas escuras; por vezes, se mostram poiquilíticos com inclusões de perovskita e flogopita. Apatita está presente somente em algumas amostras, como fase cumulática, aparecendo na forma de pequenos grãos isolados, ou então, como inclusões em clinopiroxênio; quando mais abundantes, formam cristais alongados ou pequenas manchas.

Glimmeritos constituem-se predominantemente de flogopita e quantidades menores e variáveis de clinopiroxênio (< 25% em volume), opacos e perovskita. São rochas heterogêneas, com variações bruscas na mineralogia e textura e, às vezes, com passagem repentina para outros tipos distintos de rochas, por exemplo, os perovskititos, sem quaisquer evidências de reação em suas bordas. Flogopita, na forma de cristais idiomórficos, está presente em determinados níveis da intrusão como aglomerados praticamente monominerálicos e dispondo-se segundo arranjo texturalmente similar aos adcumulatos.

Associações carbonatíticas

Carbonatitos foram somente encontrados em Salitre I. Eles mostram íntima associação com rochas foscoríticas, com passagens de um litotipo a outro, além de variações transicionais na mineralogia e textura. Foscoritos acham-se relacionados a rochas silicáticas cumuláticas, estas apresentando transformações metassomáticas em grau variável, a exemplo do observado nas zonas de contato das rochas congêneres com material carbonatíticos (Morbidelli et al., 1986).

Carbonatitos são rochas de granulação fina a grossa e textura granular alotriomórfica, exibindo por vezes suave bandamento, este traduzido na presença de concentrações de apatita e/ou opacos. Consistem essencialmente em carbonatos e quantidades variáveis de apatita e opacos, tendo flogopita como acessório importante; mais raramente, são portadores de zircão e olivina. Evidências texturais sugerem que olivina e apatita se constituem nas fases de cristalização inicial. Os carbonatos são representados principalmente por calcita e ocorrem como grãos xenomórficos, em geral geminados, exibindo zonas mais turvas, onde é comum a presença de diminutas inclusões de opacos (< 0.01 mm); por vezes, a área turva (3-4 mm de largura) se restringe a um único ou a poucos cristais, tendo um núcleo de coloração escura (~1 mm), rico em relictos de opacos e dolomita, envolvido por áreas gradativamente mais claras. A dolomita é ocasional e na maior parte das vezes forma romboedros bem definidos inclusos em calcita. Zonas "lactescent" (4-6 mm de largura), comuns entre os cristais claros, contêm dolomita rômbrica; aparentemente, o mineral foi envolvido por injeções carbonatíticas, antes que formado num estágio de cristalização inicial. Mencione-se, também, a presença de aparentes inclusões carbonáticas vermiformes iso-orientadas em cristais individuais de carbonatos à semelhança de estruturas de exsolução. Apatita é outra fase mineralógica importante, aparecendo em formas diversas: pequenos grãos ovóides (0,1-0,5 mm), como inclusões em carbonatos ou como parte integrante de agregados (1-3 mm); grãos aciculares, como concentrados em zonas alongadas subparalelas; e prismas subidiomórficos (até 3 mm de comprimento), como agregados radiados. Opacos possuem ocorrência errática, concentrando-se em certas zonas (às vezes atingindo até 20% em volume), ou como grãos irregulares, ou ainda, intercrescido com apatita. Olivina é encontrada na forma de grãos irregulares ou arredondados, devido à corrosão e substituição por carbonatos, parcialmente serpentinizados, e, às vezes, em associação com clinohumita amarela. Flogopita constitui um componente raro, estando presente como lamelas de cor amarela a marrom pálido, que podem apresentar em suas bordas pleocroísmo invertido; mais raramente é abundante, quando então se concentra em bandas em associação com apatita, na forma de pequenas ripas com pleocroísmo invertido.

Foscoritos são rochas de granulação grossa, contendo em ordem de abundância opacos, carbonato, apatita, olivina e flogopita. Opacos são encontrados na forma de cristais individuais subidiomórficos (até 0,5 cm), como constituintes de agregados finos ou como manchas (alcançando 1 cm de tamanho), ocasionalmente poiquilíticas. Apatita forma grãos ovalados de tamanho médio ou prismas curtos (até 4 mm de comprimento) no interior de carbonatos e, por vezes, olivina e opacos. Olivina ocorre como cristais irregulares (atingindo até 2 mm), de contorno lobuloso devido a efeitos corrosivos de fluidos carbonáticos, e tem como inclusões apatita e minerais acessórios; processos de serpentização são restritos. Flogopita é pouco freqüente, além de fracamente pleocróica e, por vezes, aparece como inclusões em opacos.

Química mineral

Olivina exibe composição uniforme nos diversos tipos petrográficos, com Mg# e teor CaO restritos, respectivamente, aos intervalos 0,83-0,87 e 0,25-0,98% para as rochas ultramáficas e 0,94-0,98 e <0,10% para as associações carbonatíticas.

Clinopiroxênios são quimicamente homogêneos e não-zonados. A composição corresponde à variedade diopsídica, estendendo-se quanto muito à salítica, caso particular de alguns cristais cumulus procedentes de níveis de sondagem mais rasos de Salitre II. No geral, apresentam quimismo comparável àquele de lamproítos (Mitchell e Bergman, 1991), com teores em Al_2O_3 <1%, TiO_2 <3%, FeO <5% e Na_2O <6%. A concentração em Cr_2O_3 , sempre inferior a 0,4%, exclui derivação direta do manto.

Perovskita apresenta variação composicional mais ampla, com os valores em CaO, TiO_2 , Na_2O , Nb, La e Ce compreendidos, respectivamente, aos intervalos 36,5-39%, 55-57,5%, 0,1-0,6%, 1000-7000 ppm, 4000-8000 ppm e 6000-24000 ppm para as ultramáficas de Salitre I; 35,5-38,5%, 54-58%, 0,15-0,7%, 1000-13000 ppm, 4000-11000 ppm, 8000-24000 ppm para as ultramáficas de Salitre II; e 36,5-39%, 55,5-59%, 0,2-0,7%, 1000-16000 ppm, 2000-9000 ppm, 9000-22000 ppm para as rochas carbonatíticas de Salitre I.

Flogopita exibe composição variável, tendendo, no geral a um quimismo mais empobrecido em TiO_2 (<3%) e Al_2O_3 (<14%), além de Mg#, nas rochas carbonatíticas relativamente às ultramáficas (<4% e <15%, respectivamente). Em Salitre II, FeO tende a crescer na flogopita cumulus para a intercumulus, alcançando valores extremos nos fenitos, onde tem lugar o aparecimento de tetraferroflogopita, a exemplo do sucedido nos carbonatitos. Em geral, o mineral possui composição intermediária àquela das Províncias de Minette e Romana e dos Kimberlitos tipo II, de acordo com a designação de Smith et al. (1978).

Opacos (óxidos de Fe-Ti) nas rochas de Salitre II consistem basicamente em Ti-magnetita, com TiO_2 variando de 5 a 20% (ulv., 15-70%) e Cr_2O_3 mais alto nos perovskita dunitos (1-8%) e até 12% nas inclusões em olivina; nos demais litotipos, esses elementos também oscilam, com valores em TiO_2 e Cr_2O_3 comparáveis e mais baixos (~1,0%) que os anteriores, respectivamente, nos clinopiroxenitos e veios poliminerálicos; e <0,6% e <5% nos carbonatitos de Salitre I.

Ilmenitas, de ocorrência subordinada, possuem concentrações baixas em Salitre I, com teores similares àqueles dos clinopiroxenitos de Salitre II.

Bibliografia

- HASUI, Y. & CORDANI, H.G. (1968), Congr. Bras. Geol., Belo Horizonte, Anais, p. 139-143.
MITCHELL, R.H. & BERGMAN, S.C. (1991)., Petrology of Lamproites, Plenum Press, 447 pp.
MORBIDELLI, L. et al. (1986), Per. Mineral., 55:261-295.
SMITH, J. et al. (1978), Geochim. Cosmochim. Acta, 42:959-971.
SONOKI, I.K. & GARDA, G.M. (1988), Bol. IG-USP, Sér.Cient., 19:63-85.
SOUZA FILHO, J.G.C. (1974), MME/CNEN, Bol. 9, 41p.