

ESTUDO PETROLÓGICO DO COMPLEXO ALCALINO DE PASSA QUATRO, SP-MG-RJ

P.Brotzu¹; M.Barbieri²; L.Beccaluva³; C.Garbarino⁴; C.B.Gomes⁵; G.Macciotta⁶; L.Meluso⁷; L.Morbidelli²; E.Ruberti⁵; J.B.Sígolo⁵ & G.Traversa⁷

1- Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Nápoles, Itália

2- Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Roma, Itália

3- Instituto de Mineralogia, Universidade de Ferrara, Itália

4- Instituto de Jazimentos Minerais, Universidade de Cagliari, Itália

5- Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Brasil

6- Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Cagliari, Itália

7- Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Perugia, Itália

INTRODUÇÃO A intrusão alcalina de Passa Quatro, distante 200 km a NE da cidade de São Paulo, situa-se na Província Mantiqueira Setor Central (Hasui & Oliveira, 1984) e acha-se circundada por rochas de natureza diversa pertencentes aos complexos metamórficos de Juiz de Fora, Paraíba do Sul e Grupo Açungui.

Ela se insere no "rift" continental do sudeste brasileiro, sendo recortada por denso sistema de falhamentos transcorrentes, com caráter destrai e orientados ENE a EW, que sofreram reativação durante o Ciclo Brasileiro. O corpo alcalino possui forma subarredondada e se mostra entrecortado parcialmente pelo embasamento na porção NW. Destaca-se fortemente no relevo, com a cota máxima alcançando 2770 m, e a sua área aflorante é de 148 km² (Sígolo, 1988). Os contatos com as encaixantes são, em geral, encobertos por depósitos de talus, sobretudo nas partes NW e SE. Localmente, foram observados contatos intrusivos e tectônicos.

A literatura não conta com maiores informações sobre a ocorrência de Passa Quatro e os dados aqui apresentados, em sua maior parte inéditos, são de natureza preliminar, tratando do quimismo dos minerais e das rochas ali existentes.

PETROGRAFIA A intrusão compõe-se predominantemente de rochas feldspáticas insaturadas, leucocráticas, sendo possível distinguir-se: 1. nefelina sienitos diversos, distribuídos por toda a sua extensão; 2. numerosos diques, de dimensão decimétricas a métricas, de caráter fonolítico, cortando os nefelina sienitos, preferencialmente na direção NE-SW, em

diversos lugares; 3. brechas alcalinas polimíticas, cobrindo áreas expressivas, com destaque para as situadas a W, nas proximidades da Toca do Lobo, e na porção centro-norte, junto à reentrância do embasamento a leste de Paiolzinho.

Os nefelina sienitos apresentam coloração cinza-esbranquiçado a cinza escuro e granulação média a grossa, com transições (parte NW junto ao contato e central do complexo) para média-fina, caracterizando os micro-nefelina sienitos. A textura é hipidiomórfica granular, por vezes levemente porfírica, à exceção das rochas próximas ao contato do setor NW, que são traquitóides devido à forte orientação dos cristais tabulares de feldspato alcalino. Os nefelina sienitos são portadores de associação mineral homogênea reunindo feldspato alcalino, nefelina, piroxênio e anfibólio e, em menor quantidade, biotita, magnetita, titanita e apatita; ocasionalmente, estão presentes lavenita, eudialita e pirocloro.

O Feldspato alcalino é micropertítico, com K₂O variável (Or₃₅₋₈₉), e possui invariavelmente baixo teor em SrO e BaO. Nefelina ocorre como cristais idiomórficos a subidiomórficos nas variedades petrográficas mais peralcalinas, com alto conteúdo modal, ou como fase tardia intersticial. Quimicamente, não apresenta grandes variações, com os valores extremos para SiO₂, Na₂O e K₂O correspondendo, respectivamente, a 43,24-43,87%, 15,60-16,22% e 5,57-6,13%. Clinopiroxênio é uma fase comum nestas rochas, exibindo o mineral pleocroísmo fraco ou forte em função da proporção do componente molecular acmita. A composição passa

inicialmente de Mg-salita a Fe-salita e, após atingir $Mg_{50}Fe_{50}$, para tipos egrinicos, com os teores de Na_2O variando entre 4,05 e 11,34%, de MgO entre 5,23 e 1,40%, de TiO_2 entre 0,38 e 0,63%, e de Al_2O_3 entre 1,34 e 0,67%. Anfibólio é freqüente, seja como constituinte isolado em associações livres de piroxênio, seja como fase sobrecrescida a esse mineral; por vezes, apresenta bordas bem desenvolvidas de piroxênio egrinico. Com base em Leake (1978), a sua classificação se estende de mangano-magnésio hastingsita e ferro-hornblenda pargasítica a hastingsita ($Mg/Mg+Fe+Mn$ entre 0,199 e 0,486), para valores de Na_2O compreendidos entre 3,24 e 2,68%, de CaO entre 8,44 e 10,72%, de TiO_2 entre 0,01 e 3,61%, e de MnO entre 1,74 e 4,12%. Opacos são representados principalmente por Ti-magnetita contendo de 8 a 19% mol de Ulvita; as concentrações de MnO e TiO_2 situam-se, respectivamente, nos intervalos 6,42- 3,08% e 6,50-2,82%.

Os diques são constituídos de rochas com estrutura maciça, coloração esverdeada escura e granulação muito fina a afanítica. A textura dominante é equigranular homogênea, reconhecendo-se, contudo, amostras caracteristicamente porfiríticas. As variedades equigranulares consistem basicamente em sanidina, nefelina, piroxênio e titanita; em menor proporção ocorrem biotita, opacos e apatita. Por sua vez, as porfiríticas parecem corresponder a dois tipos petrográficos distintos: o primeiro, reunindo fenocristais de sanidina e nefelina e, às vezes, de piroxênio, anfibólio e titanita imersos numa matriz de composição similar à das rochas equigranulares; o segundo, bem mais raro, contém fenocristais de "pseudoleucita" em matriz muito fina formada principalmente de feldspato alcalino e piroxênio.

Feldspato alcalino é uma sanidina (Or25-73), com teor de SrO variável entre 0,01 e 1,24% e BaO inferior a 0,72%, sendo os valores mais altos determinados nas porções centrais de fenocristais. Plagioclásio (An20-12) acha-se restrito às partes periféricas de grãos de feldspato alcalino; contém SrO entre 0,50 e 0,23% e BaO menor de 0,03%. Nefelina apresenta composição uniforme, tendendo, no geral, a uma composição menos rica em SiO_2 (ao redor de 40,9%) e mais rica em Na_2O (16,29 e 17,68%) e K_2O (7,29 e 5,03%) que a correspondente das rochas sieníticas; o

teor de CaO é comumente baixo. Clinopiroxênio exibe pleocroísmo fraco e composição, em geral, salítica, com as variações nos conteúdos de Na_2O , MgO , TiO_2 e Al_2O_3 restritas, respectivamente, aos intervalos 0,85-2,28%, 12,96-6,86%, 1,86- 1,04%, e 4,68-1,40%; como exceção cite-se uma fase mais enriquecida na molécula acmita e portadora de 5,85% de Na_2O , 4,11% de MgO , 0,23% de TiO_2 e 1,36% de Al_2O_3 . Anfibólio acha-se ausente na matriz e tem comportamento químico similar ao anteriormente descrito ($Mg/Mg+Fe+Mn$ entre 0,355 e 0,627), com variações nos teores de Na_2O entre 3,29% e 2,29%, CaO entre 9,86 e 11,57%, TiO_2 entre 1,40 e 6,25% e MnO entre 3,38 e 0,79%; os valores mais altos de TiO_2 e mais baixo de MnO são devidos à kaersutita presente em apenas uma amostra. Biotita (Mg entre 0,512 e 0,646) corresponde a uma Ti-biotita (TiO_2 entre 2,94 e 8,87%) com MnO entre 0,66 e 1,41%. Opacos (mol de Ulv variando entre 10 e 44%) são representados principalmente por Ti- magnetita e apresentam variações nos teores de MnO entre 4,17 e 2,08% e de TiO_2 entre 14,86 e 3,45%.

As brechas alcalinas polimíticas exibem matriz muito fina a afanítica, coloração cinza-esverdeado e composição aparentemente fonolítica. Incluem clastos angulosos a subangulosos, equidimensionais, de tamanho métrico a centimétrico, mostrando, por vezes, bordas de reação com rochas de diques (micro-nefelina sienitos) e megacristais de piroxênio e feldspato.

Quimicamente, as rochas do complexo apresentam moderada e contínua variação nos teores dos elementos maiores e traços, com o índice de diferenciação ($I.D^* = (Q+Or+Ab+Ne+Lc+Ks+Ns+Ac) / (Q+Or+Ab+Ne+Lc+Ks+Ns+Ac+K_2O+Na_2O+Al_2O_3)$) entre 86 e 94,5 e o índice agpaitico ($I.A. = Na_2O+K_2O/Al_2O_3$) entre 0,83 e 1,13; ainda, contém alto teor de nefelina normativa (14- 27%). As rochas fonolíticas, aparentando representar os líquidos iniciais, exibem com o empobrecimento em sílica (63,14 a 55,60%) um aumento regular de Al_2O_3 (18,44 a 22,68%) e Na_2O (5,29 a 9,83%) e diminuição de K_2O , CaO , TiO_2 e P_2O_5 ; Sr e Ba , sempre em teores baixos, tendem a decrescer, enquanto que Rb e Nb a aumentar. Essas feições sugerem intenso fracionamento com presença dominante de feldspato alcalino nas paragêneses subtraídas. A cristalização do feldspato alcalino,

progressivamente enriquecido em Or, induz ao líquido composição cada vez mais sódica, ou seja, mais feldspatóidica. Os nefelina sienitos, em geral, mostram comportamento químico que, em grande parte, se sobrepõe ao dos diques, indicando, assim, a sua ligação genética com o sistema inicial que deu origem àquelas rochas. Contudo, algumas amostras em particular (de nefelina sienitos e de um dique) acham-se um pouco deslocadas da curva de tendência química geral (por exemplo, contém teores bem mais altos em K_2O), sugerindo uma origem a partir de magma parental possivelmente diferente.

A distribuição dos elementos Terras Raras demonstra o aumento da sua concentração com o grau de diferenciação e o forte fracionamento das TRL em relação às TRP. Anomalias de Eu acham-se presentes em fonolitos ricos em fenocristais e fonolitos peralcalinos mais diferenciados, evidenciando, dessa forma, o fracionamento do feldspato alcalino. Nefelina sienitos fortemente diferenciados apresentam padrão de variação diverso, além de teores mais baixos em Terras Raras e Y. A curva exibe acentuada concavidade junto aos elementos intermediários, possivelmente devida ao maior fracionamento de titanita e apatita, e anomalia negativa de Eu.

Evidências químicas e minerais (p.e., o comportamento dos piroxênios, gradando continuamente de salita a tipos egrínicos) indicam que as rochas de Passa Quatro são originadas a partir de processos de cristalização fracionada, tendo feldspato alcalino como principal fase nas

assembléias removidas. Cálculos de balanço de massa confirmam que a transição das rochas menos às mais evoluídas, quer para os tipos maciços, quer para os presentes na forma de diques, é matematicamente possível e se dá mediante o fracionamento de grande quantidade de feldspato alcalino (82%) e de proporções menores de plagioclásio sódico (12%), clinopiroxênio (4%) e fases acessórias (que 2%). A ausência de litologias menos diferenciadas no maciço limita em muito as considerações sobre a natureza do magma que lhe deu origem, contudo, a analogia com as rochas da intrusão vizinha de Morro Redondo leva a pensar numa fonte de afinidade basanítica.

A razão isotópica $^{87}Sr/^{86}Sr$ inicial (0,70505, idade 77 ± 3 Ma) é comparável àquela obtida para as rochas de Morro Redondo (0,70491-0,70556, cf. Brotzu et al., 1989). Essa similaridade parece mais relacionada a uma fonte do manto enriquecida em Sr radiogênico antes que a processos de contaminação crustal.

REFERÊNCIAS

- Brotzu, P. et al. (1989), *Geochim. Brasil.* 3:63-80.
Hasui, Y., Oliveira, M.A.F. (1984), Editora Edgard Blücher, São Paulo, 308-334pp.
Leake, B.E. (1978), *Mineral. Mag.*, 42:533-563.
Montes-Lauar, C.R. (1988), Tese de Doutorado, Instituto Astrônômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, 101p.
Svgo, J.B. (1988), Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 186p.