PETROFÁBRICA DE MIGMATITOS DOS ARREDORES DE AMPARO, SP

EBERHARD WERNICK* e ANTÔNIO CARLOS ARTUR**

ABSTRACT This paper presents the results of a microtectonic study of migmatitic rocks from the Amparo Group (State of São Paulo, Brazil) involving minerals of melanosome (biotite) and leucosome (quartz). The authors concluded that melanosome reveals structures grading from *S*-tectonites to *L*-tectonites (*S-L* system) respectively modified by one or more co-planar linear components and by co-axial planar components. Leucosome exhibits structures mainly of *L*-tectonite grading to isotropic structural patterns. Such differential behavior has been interpreted as a result of migmatization processes, in which the remobilized Si-Al metatect tends to be dislocated to places of lower pressure with increasing structural degree of freedom. However microtectonic information is clear enough to permit correlation of the metatectic material with the high intensity metamorphic phase. The authors also analyse the structural characteristics of the rocks as a whole and conclude that they show apparently only one global tectogenic event which, however, do not exclude the possibility of successive homoaxial superposed deformation or the vanishing of prior deformation by later tectonic overprinting.

INTRODUÇÃO Um dos problemas ligados ao estudo de fenômenos de migmatização é representado pelas relações entre a deformação da rocha, a mobilização de material de caráter granitóide (granítico, adamelítico, granodiorítico, tonalítico) e as características estruturais do metatecto. Metatectitos flebíticos do tipo estromatítico, diadistítico e ptigmático (Bonorino, 1970), denotando elevada plasticidade, sugerem que a produção do mobilizado (metatecto) seja muito mais um produto de "fusão" parcial local (diatexia) de rochas preexistentes que uma segregação metamórfica ou ação metassomática sob forte controle estrutural, como sugerem certos tipos de migmatitos oftalmíticos e embrechíticos. No presente trabalho os autores apresentam os resultados de exame microtectônico realizado em migmatitos do Grupo Amparo analisando, comparativamente, a petrofábrica do leucossoma e melanossoma de estromatitos.

Geologia regional O complexo metamórfico-granítico, situado na área compreendida entre Campinas, Itatiba, Bragança Paulista, Socorro, Lindóia e Águas de Lindóia (Fig. 1), foi estudado principalmente por Franco e Coutinho (1957) e Wernick (1967, 1972a, b, c). O complexo tem sido denominado informalmente de "Grupo Amparo" (Ebert, 1968, 1971). Constitui, na região, o substrato da borda oriental da Bacia do Paraná. Tectonicamente, a área em questão situa-se no Bloco Jundiá (Hasui *et al.*, 1969), limitado ao sul pelas falhas de Jundiuvira e Itu, e ao norte pela falha de Jacutinga, ambas de caráter transcorrente e com sinais de reativação em regime de falha normal. O bloco tectônico ao norte da falha de Jacutinga é designado bloco Pinhal, sendo constituído essencialmente por migmatitos altamente evoluídos e rochas graníticas, recebendo este complexo a designação informal de "Grupo Pinhal" (Wernick e Penalva, 1973), sem que, entretanto, as suas relações com outras unidades estejam suficientemente esclarecidas. Já o bloco ao sul é conhecido como Bloco São Roque (Hasui *et al.*, 1969), sendo constituído por rochas epimetamórficas do Grupo São Roque (ou Açungui).

*Departamento de Geologia e Mineralogia, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro. Caixa Postal 178, 13500, Rio Claro, São Paulo, Brasil

**Bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas

magmáticas compatíveis com o Ciclo Brasileiro. Idades K:Ar disponíveis para o Grupo São Roque (Cordani e Bittencourt, 1967; Hasui e Hama, 1972) e do "Grupo Pinhal" na área de Pinhal (Ebert e Brochini, 1968) e de K:Ar e Rb:Sr nos arredores de São José do Rio Pardo (Oliveira, 1972) são compatíveis com os obtidos para o "Grupo Amparo", se bem que os dados ainda sejam insuficientes. Isso não exclui, entretanto, a ocorrência, no Bloco Jundiá, de rochas mais antigas, como revelou uma determinação K:Ar em anfibolito (Hasui e Hama, 1972).

Material e métodos O material utilizado no presente trabalho foi coletado na Pedreira Granito, 1 km a oeste da cidade de Amparo, junto à SP-95. Trata-se de um migmatito metatectico flebítico do tipo estromatítico, diadisítico e ptigmático (Bonorino, 1970). Foram coletadas tanto amostras de caráter mais regular (Fotos 1, 2 e 3, amostra A-G) quanto de material granítico de ocorrência discordante (Foto 4, amostra H). Dada a natureza do presente trabalho, não houve necessidade de coleta de material orientado. O material, após laminação perpendicular ao elemento estrutural de referência mais evidente (*S* ou *B*), foi examinado à platina universal, determinando-se em cada lâmina a posição do eixo óptico dos grãos de quartzo do leucossoma metatectico e o plano {001} nas biotitas do melanossoma. Para facilitar a comparação entre os diversos diagramas, os elementos

Foto 1 — Migmatito Amparo. Localização das amostras A, B e C

Foto 2 — Migmatito Amparo. Localização das amostras D e E.

Foto 3 — Migmatito Amparo. Localização das amostras F e G

Foto 4 — Migmatito Amparo. Localização da amostra H

estruturais macroscópicos de referência foram colocados em posição vertical. O número mínimo de determinações por lâmina foi de duzentos indivíduos em cada espécie mineral considerada. Os dados obtidos foram projetados em diagrama Schmidt-Lambert (no caso das biotitas o pólo do plano {001}) e quantificados com rede de integração LAMPRO 103 e 203 (Braun, 1969). Os diagramas obtidos estão representados nas Figs. 2 a 15. Em cada figura está assinalado o número de medidas realizadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO BIOTITA Os diagramas obtidos em pólos {001} de biotita evidenciam que os migmatitos do “Grupo Amparo” mostram uma passagem estrutural completa entre tectonitos do tipo **S** (tectonitos planares) e tectonitos do tipo **B** (tectonitos lineares), correspondendo os casos extremos, respectivamente, às amostras *A* (Fig. 2) e *F* (Fig. 7). O exame das Figs. 5, 6 e 7 evidencia que se trata de tectonitos **B** de cisalhamento com simetria rômbrica. A passagem estrutural completa entre tectonitos **S**

Figura 2 — Estromatito, melanosoma, biotita. Amostra A

Figura 3 — Estromatito, melanosoma, biotita. Amostra B

Figura 4 — Estromatito, melanosoma, biotita. Amostra C

Figura 5 — Estromatito, melanosoma, biotita. Amostra D

Figura 6 — Estromatito, melanosoma, biotita. Amostra E

Figura 7 — Estromatito, melanosoma, biotita. Amostra F

e **B** caracteriza para o paleossoma um sistema **L-S** típico (Flinn, 1965, em cuja nomenclatura os tectonitos **B** são designados por tectonitos **L**), que é considerado o resultado de deformações homogêneas. As variações rápidas nas características petrofabricas de amostras provenientes de localidades próximas indicam:

a) que a deformação dos migmatitos Amparo sofre rápidas flutuações quanto aos esforços relativos com $Z = Y \neq X$ (tectonito **S**) via $X \neq Y \neq Z$ (tectonitos **L-S**) até $X = Y \neq Z$ (tectonito **L**).

b) que a área de predominância de cada tipo de deformação é relativamente pequena. Isso está de acordo com as idéias de Flinn (1965) de que deformações do tipo **S** e **L** não devem ser consideradas feições independentes, como sugerem suas respectivas simetrias, e sim casos extremos de um mesmo sistema de deformações, no qual o tectonito **S** ocupa a posição de liberdade mínima e o tectonito **L**, a de liberdade máxima.

c) a ocorrência tanto de estruturas lineares modificadas por um ou mais componentes planares co-axiais (Figs. 5, 6 e 7) quanto a ocorrência de estruturas planares modificadas por componentes lineares co-planares (Figs. 2, 3 e 4).

QUARTZO Os leitos de leucossoma que se alternam com os de melanossoma nos migmatitos estromatíticos ostentam, via de regra, petrofabrica com maior grau de liberdade que a do correspondente melanossoma associado. Assim, enquanto na amostra *A* a biotita do melanossoma constitui um tectonito **S** (Fig. 2), a petrofabrica do neossoma associado exhibe feições tendendo a um tectonito **L** (Fig. 8). Já na amostra *B* a discrepância é maior. A biotita configura um tectonito **S-L** (Fig. 3) enquanto o quartzo sugere forte tendência para isotropia estrutural, com a ocorrência de máximos de concentração de distribuição caótica (Fig. 9). Relação semelhante ocorre na amostra *C* com a biotita constituindo um tectonito **S-L** (Fig. 4) e o quartzo um tectonito **L** modificado por elementos planares co-axiais (Fig. 10). A petrofabrica do leucossoma e melanossoma da amostra *D* (Figs. 5 e 11) são equivalentes, o mesmo ocorrendo com as amostras *E* (Figs. 6 e 12) e *F* (Figs. 7 e 13). A amostra *G* (Fig. 14), proveniente de um espesso banco leucocrático e sugerindo ausência de remobilização, ostenta padrão estrutural de tectonito **S** cisalhado, semelhante à amostra *F* (Figs. 7 e 13). Já a amostra *H* (Fig. 15), a despeito do caráter discordante do material granítico remobilizado, ainda ostenta petrofabrica de um tectonito **L** modificado por componentes planares co-axiais. A análise dos dados obtidos indica que:

a) o grau de liberdade da petrofabrica do leucossoma é equivalente ou maior que o do correspondente melanossoma. Essa diferença deve ser procurada na mobilidade diferencial entre minerais siálicos e máficos durante o processo da migmatização. Como consequência, o melanossoma guarda com maior precisão as feições do estágio pré-mobilização, enquanto o metatecto, cuja tendência é de alojar-se nos locais de menor pressão, tende a exhibir uma petrofabrica caracterizada por maior grau de liberdade (tectonito **L** e isotropia estrutural); e

b) mesmo no metatecto intensamente mobilizado (Foto 4, amostra *H*) a petrofabrica indica que a gênese do material granítico ocorreu sob forte controle estrutural, durante o paroxismo metamórfico regional.

Os resultados gerais obtidos pela análise microtectônica dos migmatitos do "Grupo Amparo" sugerem a existência de apenas um ciclo global de deformação com a produção de tectonitos **S**, **S-L**, **L-S** e **L** parcialmente modificados por componentes lineares co-planares e elementos planares co-axiais. Tal fato não exclui, entretanto, a ocorrência de várias fases sucessivas de deformações homoaxiais ou mesmo que fases anteriores tenham sido obliteradas pelo último evento ora detectável pela análise microtectônica.

Figura 8 — Estromatito, leucosoma, quartzo. Amostra A

Figura 9 — Estromatito, leucosoma, quartzo. Amostra B

Figura 10 – Estromatito, leucosoma, quartzo. Amostra C

Figura 11 – Estromatito, leucosoma, quartzo. Amostra D

Figura 12 — Estromatito, leucosoma, quartzo. Amostra E

Figura 13 — Estromatito, leucosoma, quartzo. Amostra F

Figura 14 – Estromatito, leucosoma, quartzo. Amostra G

Figura 15 – Metatecto discordante, quartzo. Amostra H

Agradecimentos Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo suporte dado ao presente trabalho pelo fornecimento de transporte para a realização dos trabalhos de campo.

BIBLIOGRAFIA

- BONORINO, F. G. — 1970 — Migmatitos: bases para uma nomenclatura. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, **XXV** (2): 262-273
- BRAUN, G. — 1969 — Computer calculated counting nets for petrofabric and structural analysis. *N. Jb. Miner. Mh.*, **10**: 469-476
- CORDANI, V. G. e BITTENCOURT, I. — 1967 — Determinação de idade potássio-argônio em rochas do Grupo Açungui. *S.B.G. Anais do XXI Congresso de Geologia*, pp. 218-233
- EBERT, H. — 1968 — Ocorrência da fácies granulítica no Sul de Minas Gerais e em áreas adjacentes, em dependência da estrutura orogênica: hipóteses sobre sua origem. *An. Acad. Bras. Ciênc.* **40** (Suplemento): 215-229
- EBERT, H. e BROCHINI, M. F. — 1968 — Estudos estratigráficos e geocronológicos no Escudo Cristalino Brasileiro. *Ciência e Cultura*, **20** (3): 621-625
- EBERT, H. — 1971 — Os Paraibides entre São João del Rei, Minas Gerais, e Itapira, São Paulo, e a bifurcação entre Paraibides e Araxaides, *XXV Congresso Brasileiro de Geologia. Boletim Especial n.º 1*, pp. 177-178
- FLINN, D. — 1965 — On the symmetry principles and the deformation ellipsoid. *Geol. Mag.* **102** (1): 36-45
- FRANCO, R. R. e COUTINHO, J. M. V. — 1957 — Charnockitos e rochas associadas no município de Amparo e Socorro, Estado de São Paulo. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, **28** (3): 303-311
- HASUI, Y., PENALVA, F. e HENNIES, W. T. — 1969 — Geologia do Grupo São Roque. *Anais do XXIII Congr. Bras. Geol.*, pp. 101-134
- HASUI, Y. e HAMA, M. — 1972 — Geocronologia do Grupo São Roque pelo método potássio-argônio. *Rev. Bras. Geociências*, **2** (1): 18-24
- OLIVEIRA, M. A. F. de — 1972 — Geologia e Petrologia da Região de São José do Rio Pardo, Estado de São Paulo. Tese de doutoramento, Inst. Geociências, USP, 127 pp., inédito
- WERNICK, E. — 1967 — A geologia da região de Amparo (leste do Estado de São Paulo). Tese de doutoramento, F.F.C.L., Rio Claro, 225 pp., inédito
- WERNICK, E. — 1972a — Sobre a ocorrência de rochas calco-silicáticas nas proximidades de Duas Pontes, Município de Arcadas, Leste do Estado de São Paulo, *Ciênc. Cult.* **24** (4): 358-367
- WERNICK, E. — 1972b — A geologia do Maciço Granítico de Morungaba, Leste do Estado de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, *Boletim Geologia n.º 16*, 110 pp.
- WERNICK, E. — 1972c — Granitos pórfiros dos arredores de Serra Negra, Valinhos e Amparo e suas relações com o Maciço de Morungaba, Leste do Estado de São Paulo, *Rev. Bras. Geociências* **2** (2): 129-138
- WERNICK, E. e PENALVA, F. — 1973 — Feições estruturais de migmatitos ao norte e sul da falha de Jacutinga, Leste do Estado de São Paulo. *Ciência e Cultura, Suplemento*, **25** (6): 183