

MIGMATIZAÇÃO E FELDSPATIZAÇÃO DE CHARNOKITOS E GRANULITOS NO LESTE PAULISTA E SUL DE MINAS GERAIS

EBERHARD WERNICK*, FAUSTINO PENALVA**

ABSTRACT

Granulitic and charnockitic rocks are rather common in several regions of the *Brazilian Crystalline Basement*, where they are associated to gneisses, migmatites, granites and feldspathized rocks. In this paper the authors present the results of a study of rock association and try to explain its origin. Region involved is eastern São Paulo and southern Minas Gerais States, Brazil.

Field relations and microscope investigations suggest that the observed rock association results from two metamorphic events: the first one belongs to the *Transamazonian Cycle* (or older ones), which gave origin to granulites, charnockites, migmatites and gneisses the second one, related mainly with the *Brasiliano Cycle* (Baykalian). During this last cycle (upper precambrian age) the older rocks of the shield have been re-migmatized and feldspathized.

Authors describe the main characteristics of migmatites related to both cycles and also analyze the main features of the granulitic and charnockitic rocks in relation to its evolution.

INTRODUÇÃO

No denominado Complexo Cristalino ocorrem, com maior ou menor frequência, intercalações de rochas granulíticas e charnockíticas associadas a gnaisses, migmatitos e granitos. A gênese das rochas pertencentes à facies granulito, bem como a análise dos diversos episódios que as afetaram, vem sendo objeto de discussão contínua, baseando-se os diversos autores em dados de campo, petrográficos e geocronológicos. No presente trabalho os autores, com base em seus trabalhos realizados no Leste do Estado de São Paulo e Sul de Minas Gerais, bem como através de uma análise da literatura disponível, tentam caracterizar de maneira global estas ocorrências da porção Leste do Brasil, entre Salvador (Ba) e Paranaguá (Pr) e descrever sucintamente os fenômenos a que foram submetidos.

OCORRÊNCIA DE ROCHAS DA FACIES GRANULITO

A Figura 1 mostra as principais ocorrências de rochas granulíticas e charnockíticas do leste brasileiro, além das áreas do Leste do Estado de São Paulo e Sul de Minas Gerais, estas particularmente examinadas pelos autores. A figura foi baseada nos trabalhos de Guimarães (1956), Rosier (1957), Franco e Coutinho (1957), Barbosa (1959), Helmbold (1965), Wernick (1967), Ebert (1968), Fujimore (1968), Basumallick *et alii* (1969), Castro e Sial (1971), Girardi *et alii* (1971), Oliveira (1973), Cordani (1973). Igualmente estão assinaladas novas ocorrências encontradas pelos autores nas proximidades de São João da Boa Vista (SP), Itatiba (SP), Inconfidentes (MG) e entre Poço Fundo e Caldas (MG).

Trabalho realizado com auxílio do CNPq e FAPESP

* FFCL/RC

** IG/USP

CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS GRANULITOS E CHARNOCKITOS

Exames geológicos e petrográficos feitos pelos autores em charnockitos e granulitos da região de São José do Rio Pardo, São João da Boa Vista, Itatiba e Socorro, associados às numerosas descrições oferecidas por vários autores, permitem fixar para as mesmas as seguintes características:

1. Ocorrências com dimensões muito variáveis. Os granulitos e charnockitos apresentam-se tanto sob a forma de massas maiores, atingindo a mais de uma centena de quilômetros quadrados, quanto constituindo pequenos leitos, núcleos ou bolsões embutidos em outras rochas.

2. Associação com gnaisses, migmatitos e rochas granitizadas. Charnockitos e granulitos ocorrem, de modo geral, associados ou embutidos em gnaisses, migmatitos e rochas granitizadas. Os contatos entre os mesmos são freqüentemente difusos, transicionais, ou interdigitados. As rochas associadas pertencem sempre à facies anfibolito.

3. Paragêneses mistas. Os charnockitos e granulitos ostentam paragêneses coexistentes indicadoras de diferentes condições de formação. De um lado ocorre a associação entre ortoclásio, mesopertita, antipertita, granada, ortopiroxênio e quartzo discóide, típica para facies granulito (anidra), associada quase sempre a microclina, biotita e hornblenda, indicando condições de facies anfibolito (hidratada).

4. Entre as rochas charnockíticas distinguem-se charnockitos caracterizados por elevada homogeneidade composicional e textural, constituindo aparentemente corpos circunscritos (e.g. o charnockito de Ubatuba, SP), e charnockitos de composição variável, estrutura gnáissica manifesta, freqüentemente associados a rochas parametamórficas.

5. Parece aos autores que existe uma predominância de rochas charnockíticas sobre as granulíticas, ostentando estas quase sempre composição granítica, enquanto os charnockitos exibem composição mais variada, de ácida a básica.

6. Comparando-se a Figura 1 com os mapas geocronológicos (e.g. Almeida, 1969: Fig. 1 e Almeida *et alii*, 1973: Fig. 1) verifica-se que a ocorrência de rochas da facies do granulito está restrita às áreas cratônicas do final do Pré-cambriano e às áreas do embasamento rejuvenescidas durante o Ciclo Brasileiro, não sendo ainda conhecidas ocorrências indubitavelmente cogenéticas com este ciclo.

GÊNESE DA ASSOCIAÇÃO ENTRE ROCHAS DA FACIES GRANULITO E ANFIBOLITO

O presente item resume as principais hipóteses sobre a associação entre rochas das facies granulito e anfibolito, restringindo-se os autores à área a Leste de São Paulo e Sul de Minas Gerais.

1. Franco e Coutinho (1957), estudando um perfil litológico entre Arcadas e Socorro (SP) concluíram que a associação entre rochas da facies anfibolito e granulito resulta de um só evento metamórfico, crescente de W (Arcadas) para E (Socorro). Explicam a presença de biotita e hornblenda nas rochas da facies granulito em função de suas características químicas, respectivamente a relação Mg/Fe e a riqueza em Al, Fe e Ti.

2. Wernick (1967), estudando a região de Amparo e Socorro (SP), concorda com a hipótese de um metamorfismo regional mais enérgico na região de Socorro e enquadra as rochas portadoras concomitantemente de ortopiroxênio, biotita e hornblenda na subfacies do hornblenda granulito. Ressalta que os granulitos e charnockitos foram afetados por fenômenos metassomáticos posteriores, com o desenvolvimento de gnaisses charnockíticos porfiroblásticos, ricos em megacrístais de microclina.

3. Ebert (1968), estudando rochas da facies granulito em Minas Gerais, ressalta que sua ocorrência está sempre associada ao Grupo Paraíba no qual constituem corpos e lentes nos metassedimentos ricos em feldspatos da facies anfibolito. Considera esta associação formada num só evento, resultando as rochas da facies granulítica da ação de um metamorfismo local mais enérgico devido a processos tectônicos que provocariam a desidratação de pacotes relativamente espessos de metassedimentos, com a conseqüente formação de granulitos e charnockitos. A presença de paragêneses mais ou menos anidras seria função da maior ou menor desidratação, sob efeito tectônico. Baseado nos contatos transicionais entre as rochas das duas mencionadas facies, exclui a possibilidade dos granulitos e charnockitos corresponderem a intercalações tectônicas oriundas de um ambiente de

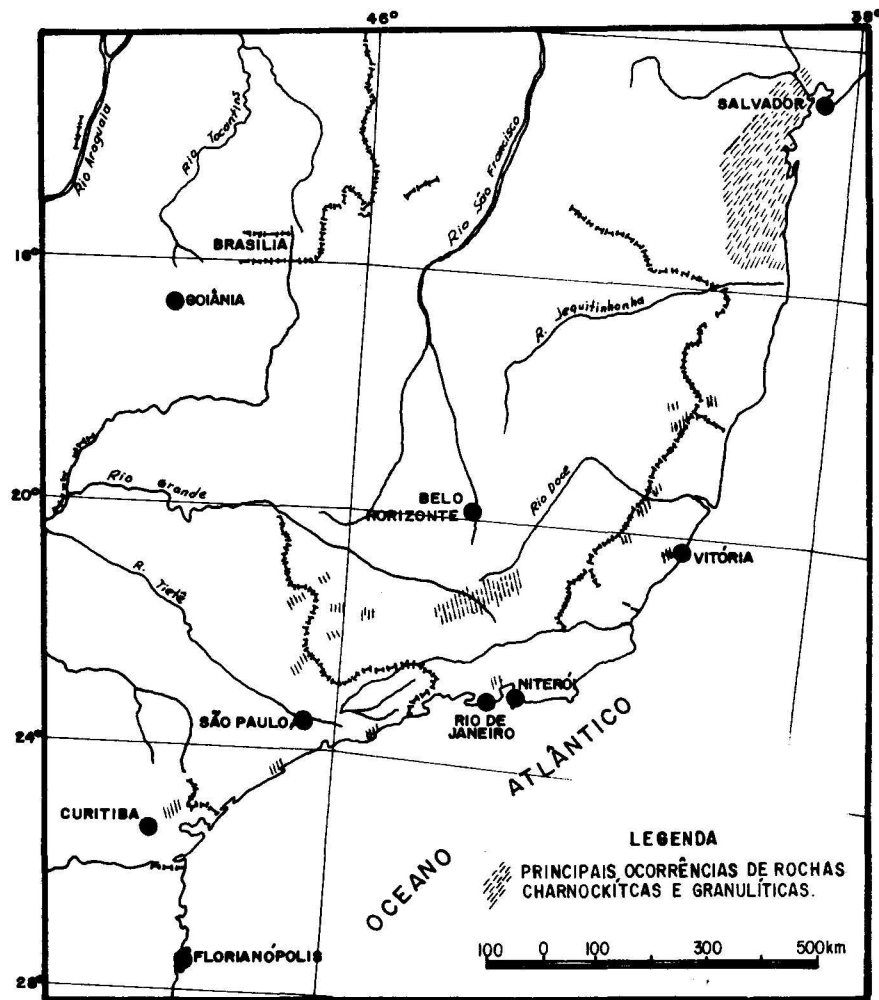


Fig. 1

formação diferente daquele que gera as rochas envolventes. Interpretou ainda a presença de microclina nas rochas granulíticas como sendo devido a metamorfismo retrógrado.

4. Delhal, Ledent e Cordani (1969), estudando parte do Estado de Minas Gerais e Rio de Janeiro, apresentam uma interpretação oposta. A associação entre rochas granulíticas e gnaisses, migmatitos e granitos seria uma associação formada em dois episódios, resultando de uma remigmatização do Grupo Paraíba (referível ao Ciclo Transamazônico) durante o Ciclo Brasileiro. As intercalações de granulitos e charnockitos corresponderiam a restitos não afetados pelo rejuvenescimento. Em trabalho posterior, Cordani (1973) amplia esta interpretação para outras áreas da faixa costeira entre Salvador e Vitória.

5. Também Oliveira (1973), estudando a região de São José do Rio Pardo (SP), concluiu que a associação em foco resulta da superposição de duas fases metamórficas. A fase inicial, de metamorfismo crescente, origina inicialmente gnaisses e rochas associadas. Quando atingidas as condições da facies granulito ocorreu anatexia parcial, com a produção de resíduos granulíticos e charnockíticos parcial ou totalmente anidros. Estas rochas, quando portadoras de anfibólio e biotita, seriam indicativas de um resíduo apenas parcialmente desidratado. Numa segunda fase ocorre a remigmatização das rochas pré-existentes, em condições de facies anfibolito. Ao contrário de Delhal *et alii* (1969), o autor não precisa o intervalo entre as duas fases, limitando-se à observação de que a fase da remigmatização é referível ao Ciclo Brasileiro e que os granulitos são algo mais velhos que esta fase. Ressalta ainda, baseado na composição química das rochas da facies do granulito, que a anatexia da primeira fase ocorreu sob condições de média pressão, o que contrasta com a ocorrência, na região, de gnaisses kinzigíticos portadores de cordierita, indicativa de um regime de baixa pressão.

AS TRANSFORMAÇÕES SOFRIDAS PELAS ROCHAS DA FACIES GRANULÍTICA

Os trabalhos de campo e petrográficos dos autores mostram que as rochas granulíticas e charnockíticas, após a sua gênese inicial, sofreram, essencialmente, dois tipos de transformação:

Migmatização

De modo geral as rochas granulíticas ocorrem sob a forma de intercalações em gnaisses e migmatitos, estes predominantemente com estruturas que denotam uma grande plasticidade e homogeneização do material durante o processo, neste caso de elevado poder térmico. Tal interpretação é corroborada pela intensa mobilização exibida por estas rochas, nas quais abundam metatectos graníticos. Levantamentos geológicos efetuados pelos autores (Wernick, 1967; Wernick e Penalva, 1973) no leste do Estado de São Paulo, permitem enquadrar os charnockitos e granulitos como associados a dois tipos principais de migmatitos, cujo limite, na região em foco, é dado pela grande falha transcorrente de Jacutinga, que passa nas proximidades de Itapira (SP), Jacutinga (MG) e Ipuína (MG) e que corresponde ao limite entre os blocos tectônicos de Jundiá e Pinhal (Penalva e Wernick, 1973). Ao sul da falha (Bloco Jundiá) predominam amplamente migmatitos cinzentos que receberam dos autores a designação de campo *migmatitos Amparo*. Denotam, de modo geral, elevada plasticidade, sendo comum estruturas flebíticas, dobradas, ptigmáticas, estictolíticas, *schlieren*, dictoníticas e nebulíticas. Estruturas agmatíticas são muito raras. Apesar de sua riqueza em estruturas denotando elevada plasticidade, os mobilizados graníticos nestas rochas são de âmbito local, nunca desenvolvendo grandes proporções volumétricas. Também fenômenos de feldspatização são relativamente restritos. Frequentemente os migmatitos gradacionam para gnaisses bandeados, pouco perturbados, localmente ricos em intercalações anfibolíticas. Ao norte da falha de Jacutinga (Bloco Pinhal) predominam migmatitos róseos que receberam a designação de campo *migmatitos tipo Pinhal*. São rochas de caráter muito variável, ocorrendo tanto tipos com estruturas denotando elevada plasticidade quanto rochas com estruturas agmatítica indicando a persistência de uma certa rigidez do paleossoma submetido à migmatização. De modo geral, sinais de injeção de material granítico róseo são abundantes. Grande parte dos migmatitos róseos são do tipo nebulítico e homofânico, com grande volume de material remobilizado e elevada homogeneização, sendo comum a passagem gradual entre migmatitos e numerosos corpos graníticos. Também abundante é a feldspatização, através da qual os migmatitos evoluem para rochas porfiroblásticas, ricas em megacristais de microclina. Se bem que os autores ainda não disponham de dados

geocronológicos quanto a equivalência dos migmatitos róseos e cinzentos, respectivamente abundantes e raros no Bloco Pinhal e raros e abundantes no bloco Jundiá, as relações de campo sugerem, como hipótese de trabalho, que os migmatitos róseos, tipo Pinhal, resultem da evolução, por remigmatização, dos gnaisses e migmatitos cinzentos do tipo Amparo. Estas relações de campo se evidenciam pela presença de migmatitos cinzentos injetados e infiltrados por neossoma posterior, róseo, com todos os estágios denotando a evolução progressiva deste fenômeno até a obtenção dos migmatitos predominantemente róseos do tipo Pinhal.

Feldspatização

o processo de feldspatização parece ser de menor influência na transformação das rochas granulíticas e charnockíticas. O exemplo mais expressivo observado pelos autores é a passagem entre os granulitos e charnockitos dos arredores de Socorro, junto à divisa SP - MG, para o maciço gnáissico-granítico porfiroblástico de Socorro (Wernick e Artur, 1974, Fig. 1). A passagem gradual para rochas graníticas, pela blastese progressiva de megacristais de microclina, pode ser verificada ao longo do perfil Socorro (SP) - Munhoz (MG). O processo da feldspatização é acompanhado pela progressiva transformação do ortopiroxênio para formas mais fibrosas, e destas para anfibólio, que por sua vez passa, sob o efeito da adição de potássio, para biotita. Paralelamente ocorre mudança progressiva da estrutura original gnáissica-granulítica para uma textura granitóide. Um piroxenito associado às rochas porfiroblásticas, que se estende até a leste da rodovia Fernão Dias, datado por Ebert e Brochini (1968) pelo método K/Ar (553 m.a.) e anfibólio (620 m.a.) indica brasileira para o fenômeno.

Levando-se em consideração o acima exposto, bem como os dados geocronológicos ora disponíveis para a região em foco (Cordani e Bittencourt, 1967; Ebert e Brochini, 1968; Delhal *et alii*, 1969; Hasui e Hama, 1972; Cordani *et alii*, 1973 e Cordani, 1973, além dos trabalhos de Almeida, 1969, (Fig. 1) e Almeida *et alii*, 1973, Fig. 1) os autores apresentam, tentativamente, o seguinte esquema de evolução:

A - Metamorfismo, com a formação de gnaisses e rochas associadas, migmatitos cinzentos e rochas da facies granulito através de um metamorfismo regional progressivo associado a anatexia. Esta fase possivelmente seja referida ao Ciclo Transamazônico (Delhal *et alii*, 1969; Cordani *et alii*, 1973; Cordani, 1973), ou a ciclos mais antigos, caso, por exemplo de Jequié (Cordani, 1973).

B - Remigmatização e feldspatização, principalmente durante o Ciclo Brasileiro (Ebert e Brochini, 1968; Oliveira, 1973; Cordani, 1973), em condições de facies anfibolito, com a produção de migmatitos com neossoma predominantemente róseo e destruição parcial das rochas da facies granulito pré-existente.

Neste modelo, algumas contradições existentes entre diversos autores podem ser esclarecidas, bem como algumas das características gerais das rochas granulíticas e charnockíticas relacionadas anteriormente.

No primeiro caso situa-se a contradição entre a observação ou não de fenômenos de remigmatização. Enquanto o fenômeno não foi observado por Franco e Coutinho (1957) e Wernick (1967) na região de Socorro (Bloco Jundiá), onde migmatitos cinzentos remigmatizados são raros, a constatação do fenômeno pôde ser feita por Oliveira (1973) na região de São José do Rio Pardo (Bloco Pinhal), onde estas rochas são abundantes. No segundo caso incluem-se a variabilidade nas dimensões das intercalações, a sua associação com migmatitos, granitos e rochas feldspatizadas; a ocorrência subordinada de granulitos, mais susceptíveis a remigmatização; e sua ocorrência em áreas rejuvenescidas no Ciclo Brasileiro ou em áreas cratônicas já consolidadas no fim do Pré-cambriano Superior.

TENTATIVA DE UMA INTERPRETAÇÃO REGIONAL

Desde o advento e desenvolvimento do conceito de série facial (Miyashiro, 1961; Tex, 1965, 1971; Winkler, 1967; Hietanen, 1967; Richardson, 1967) vários autores tentaram correlacionar a influência das diferentes relações entre temperatura e pressão (gradiente geotérmico) com as várias feições que distinguem os diversos cinturões orogênicos. Enquanto Hall (1971) mostrou a variação das composições normativas das rochas graníticas em áreas orogênicas com diferentes

relações temperatura/pressão, Zwart (1967) destacou numerosas diferenças geológico-petrográficas entre cinturões gerados sob elevado e baixo gradiente geotérmico. Tomando-se como base os autores citados, aliados a Figura 1 e aos trabalhos de Almeida, (1969), Almeida *et alii* (1973), Cordani (1973) e Wernick e Gomes (1974) podem ser estabelecidos alguns aspectos globais:

1. A extensão do Complexo Cristalino rejuvenescido na área considerada é substancial, quer tomando-se por base datações geocronológicas (Almeida, 1969: Fig. 1; Almeida *et alii*, 1973; Cordani, 1973: Fig. 1); quer assumindo-se que, em sua grande maioria, as intercalações de rochas granulíticas e charnockíticas no Complexo Cristalino são testemunhos de um embasamento mais antigo rejuvenescido. Nestas condições, a grande extensão da área rejuvenescida é indicativa para um processo de alto poder térmico, o que configura um elevado gradiente geotérmico. Tal suposição parece encontrar correspondência no amplo predomínio de migmatitos flebíticos e homofânicos nas áreas rejuvenescidas, assim como a abundância de granitos referíveis ao Ciclo Brasileiro nelas presentes.

2. O elevado gradiente geotérmico, que caracteriza condições de baixa pressão, é confirmado pela ocorrência, na faixa costeira entre a Guanabara e a Bahia, de abundantes gnaisses portadores de cordierita, mineral indicador de baixa pressão. Segundo Cordani (1973), pelo menos parte destes gnaisses kinzigíticos pode corresponder a material cogenético do Ciclo Brasileiro. Mais para o Norte, na faixa de dobramento Seridó (estados do Rio Grande do Norte e Paraíba), referível ao Ciclo Brasileiro, Mello e Mello (1974) também caracterizaram condições de baixa pressão. No sul, na região de São José do Rio Pardo (Estado de São Paulo), Oliveira (1973) descreve a ocorrência de cordierita em gnaisses kinzigíticos associados a rochas remigmatizadas durante o Ciclo Brasileiro. Segundo Zwart (1967) as condições de elevado gradiente geotérmico refletem-se em paragêneses indicadoras de baixa pressão, além de abundância em granitos, migmatitos e áreas do embasamento rejuvenescido, feições abundantes na região considerada.

3. Ao que tudo indica o gradiente geotérmico que caracteriza o metamorfismo do Ciclo Brasileiro, que no que tange à formação de material cogenético quer no que diz respeito ao rejuvenescimento do embasamento pré-brasileiro, não foi constante em toda área abordada, diminuindo de N para S. Assim, enquanto na região do Seridó e na faixa costeira entre a Bahia e a Guanabara, a presença de cordierita configura um metamorfismo tipo Abukuma (Winkler, 1967), mais para os arredores de São Paulo, Coutinho (1972) caracterizou condições do tipo New Hampshire. Entretanto, seus recentes achados de cianita (comunicação pessoal) passam a configurar, para a citada área, condições metamórficas do tipo barrowiano. Idênticas condições foram determinadas por Melcher *et alii* (1973) junto à divisa entre os estados de São Paulo e Paraná, baseado em paragênese críticas, e por Wernick e Gomes (1974) baseados na composição de rochas graníticas.

4. O aumento da relação pressão/temperatura no Complexo Cristalino de Norte para Sul implicaria numa diminuição, no mesmo sentido, das áreas desta unidade nitidamente rejuvenescidas durante o Ciclo Brasileiro. Tal constatação, entretanto, só poderá ser efetuada através de minuciosas investigações geocronológicas e levantamentos estruturais, e opõem-se à interpretação de Hasui (1973) que considera, para o Estado de São Paulo, o Complexo Cristalino como unidade cogenética do Cinturão da Ribeira. Ajusta-se, por outro lado, à interpretação de Fuck *et alii* (1971) que, baseados em datações de anfíbolitos e rochas ultrabásicas do Complexo Cristalino consideram-no, no Estado do Paraná, como uma unidade pré-brasileira.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), pelo suporte financeiro dado ao presente trabalho e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo fornecimento de veículo para a realização dos trabalhos de campo.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F. F. M. de - 1969 - Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23^a, Salvador - *Anais*. Salvador, Sociedade Brasileira de Geologia. p.29-46.
- ; AMARAL, G.; CORDANI, U. G.; KAWASHITA, K. - 1973 - The precambrian evolution of the South American cratonic margin south of the Amazon River. In: NAIR, Alan E. M. & STEHLI, Francis G. - ed. - *The ocean basins and margins*. v.1, cap.11, p.411-6.
- BARBOSA, R. A. - 1969 - Estudo de alguns charnockitos do Estado do Rio. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM*, Rio de Janeiro, 192:1-31.

- BASUMALLICK, S.; TREIN, F.; MURATORI, A.; FUECK, R. A.; RIVEREAU, J. C. - 1969 - Preliminary note on the charnockite occurrence around Serra Negra, State of Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências*, Curitiba, 27:105-10.
- CASTRO, C. & SIAL, A. N. - 1971 - Contribuição ao estudo das rochas granulíticas de Salvador, Bahia. *Estudos e Pesquisas do Instituto de Geociências da Universidade de Pernambuco*. 1(2):1-29.
- CORDANI, U. G. - 1973 - Evolução geológica pré-cambriana da faixa costeira do Brasil entre Salvador e Vitória. 98p. Tese (Livr. Doc.) Instituto de Geociências da USP, São Paulo [Inédito].
- & BITTENCOURT, I. - 1967 - Determinação de idade potássio-argônio em rochas do Grupo Açungui. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 21^a, Curitiba - Anais. Curitiba, Sociedade Brasileira de Geologia. p.218-33.
- DELHAL, J.; LEDENT, D. - 1973 - Orogeneses superposées dans le Pré-cambrien du Brésil Sud-Oriental (États de Rio de Janeiro et de Minas Gerais). *Revista Brasileira de Geociências*, Rio de Janeiro, 3:1-22.
- COUTINHO, J. M. V. - 1972 - Petrologia do pré-cambriano me São Paulo e arredores. *Boletim do Instituto de Geociências da USP*, São Paulo, 3:5-99.
- DELHAL, J.; LEDENT, D.; CORDANI, U. G. - 1969 - Ages Pb/u, Sr/Hb et Ar/K des formations métamorphiques et granitiques du Sud-Est du Brésil (États de Rio de Janeiro et de Minas Gerais). *Annales de la Société Géologique de Belgique*, Liège, 92:271-83.
- 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. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 40:215-29. Suplemento.
- & BROCHINI, M. F. - 1968 - Estudos estratigráficos e geocronológicos no Escudo Cristalino Brasileiro. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 20(3):621-5.
- FRANCO, R. R. & COUTINHO, J. M. V. - 1957 - Charnockitos e rochas associadas no Município de Amparo e Socorro, Estado de São Paulo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 28(3):303-31.
- FUECK, R. A.; MARINI, O. J.; TREIN, E.; MURATORI, A. - 1971 - Geologia do Leste Paranaense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25^a, Brasília - Anais. Brasília, Sociedade Brasileira de Geologia. v.1, p.121-30.
- FUJIMORE, S. - 1968 - Granulitos e charnockitos de Salvador, Bahia. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 40(2):181-202.
- GIRARDI, V. A. V.; MADUREIRA, F. J. B.; HYPOLITO, R. - 1971 - Granadas em gnaisses de Peruibe, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25^a, Brasília - Anais. Brasília, Sociedade Brasileira de Geologia. v.1, p.235-9.
- GUIMARÃES, D. - 1966 - Os charnockitos do Espírito Santo. *Boletim do Instituto de Tecnologia Industrial*, Belo Horizonte, 23.
- HALL, A. - 1971 - The relationship between geothermal gradient and the composition of granitic magmas in orogenic belts. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, Amsterdam, 32:186-92.
- HASUI, Y. & HAMA, M. - 1972 - Geocronologia do Grupo São Roque pelo método potássio-argônio. *Revista Brasileira de Geociências*, Rio de Janeiro, 2(1):18-24.
- 1973 - Tectônica da área das folhas de São Roque e Pilar do Sul 190p. Tese (Livr. Doc.) - Instituto de Geociências da USP, São Paulo [Inédito].
- HIETNEN, A. - 1967 - On the facies series in various types of metamorphism. *Journal of Geology*, Chicago, 111., 75:187-214.
- HELMBOLD, R. - 1965 - Mapa geológico do Estado da Guanabara: 3 folhas, 1:50.000. Rio de Janeiro, DNPM.
- MELCHER, G. C.; GOMES, G. B.; CORDANI, U. G.; BITTENCOURT, J. S.; DAMASCENO, E. C.; GIRARDI, A. V.; MELFI, A. J. - 1973 - Geologia e petrologia das rochas metamórficas e graníticas associadas do vale do Rio Ribeira de Iguape, SP e PR. *Revista Brasileira de Geociências*, Rio de Janeiro, 3:97-123.
- MELLO, A. A. de & MELLO, Z. F. de - 1974 - Metamorphic zoning in the Seridó Region, Northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, Rio de Janeiro, 4:1-14.
- MIYASHIRO, A. - 1961 - Evolution of metamorphic belts. *Journal of Geology*, Oxford, 2:277-311.
- OLIVEIRA, M. A. F. de - 1973 - Petrologia das rochas metamórficas da região de São José do Rio Pardo, SP. *Revista Brasileira de Geociências*, Rio de Janeiro, 3:257-78.
- PENALVA, F. & WERNICK, E. - 1973 - Compartimentação tectônica em parte do pré-cambriano Paulista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27^a, Aracaju - *Resumo das Comunicações*. Aracaju, Sociedade Brasileira de Geologia. p.128-9. (Boletim 1).
- RICHARDSON, S. W. - 1970 - The relation between petrogenetic grid, facies series and the geothermal gradient in metamorphism. *Fortschritte der Mineralogie*, Stuttgart, 47(2):65-76.
- ROSIER, G. F. - 1957 - A geologia da Serra do Mar, entre os Picos de Maria comprida e do Desengano. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM*, Rio de Janeiro, 166:1-58.
- TEX, E. den - 1965 - Metamorphic lineages of orogenic plutonism. *Geologie en Mijnbouw*, s'Gravenhague, 44:104-32.
- 1971 - The facies group and facies series of metamorphism, and their relation to physical condition of the earth's crust. *Lithos*, Amsterdam, 4:23-41.
- WERNICK, E. - 1967 - A geologia da região de Amparo (Leste do Estado de São Paulo). 225p. Tese (Dout.) - Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Rio Claro, São Paulo [Inédito].
- & PENALVA, F. - 1973 - Feições estruturais de migmatitos ao Norte e Sul da Falha de Jacutinga, leste do Estado de São Paulo. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 25(6):1-183. Suplemento.
- & ARTHUR, A. C. - 1974 - Petrofabrica de migmatitos dos arredores de Amparo, São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, Rio de Janeiro, 4:27-39.
- & GOMES, C. B. - 1974 - Granitos e metamorfismo no vale do Ribeira de Iguape, SP e PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28^a, Porto Alegre - Anais. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Geologia. No prelo.
- WINKLER, H. G. F. - 1967 - Die Genese der Metamorphen Gesteine. 2^a ed. New York, Springer Verlag. 237p.
- ZWART, H. J. - 1967 - The duality of orogenic belts. *Geologie en Mijnbouw*, s'Gravenhague, 46(8):283-309.