

# *Pesquisas em Geociências*

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

---

**Complexos Máfico-ultramáficos do Escudo Sul-rio-grandense. Revisão com Ênfase na Geoquímica dos Elementos da Série 3d de Transição**

*Léo Afraneo Hartmann, Wilson Wildner, Marcus Vinícius Remus, Marcos Suita*

*Pesquisas em Geociências, 19(2): 168-173, Set./Dez., 1992.*

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21308>

---

Publicado por

**Instituto de Geociências**

---



**Portal de Periódicos  
UFRGS**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL

---

## Informações Adicionais

**Email:** [pesquisas@ufrgs.br](mailto:pesquisas@ufrgs.br)

**Políticas:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

**Submissão:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

**Diretrizes:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

---

Data de publicação - Set./Dez., 1992.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

## Complexos Máfico-ultramáficos do Escudo Sul-rio-grandense. Revisão com Ênfase na Geoquímica dos Elementos da Série 3d de Transição

LÉO AFRAÑO HARTMANN<sup>1</sup>, WILSON WILDNER<sup>2</sup>, MARCUS VINICIUS D. REMUS<sup>1</sup> e MARCOS T. F. SUITA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geociências, UFRGS, Caixa Postal 15001, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil

<sup>2</sup>CPRM/RS - Rua Banco da Província, 105, CEP 90840-030, Porto Alegre, RS, Brasil

(Recebido em 12/06/92. Aceito para publicação em 18/09/92.)

**Abstract** — A review about the geochemistry of the mafic-ultramafic complexes of the State of Rio Grande do Sul, based mostly on the available data for the 3d transition series, is presented. The complexes usually have three components, namely ultramafic (mostly peridotites, serpentinites and magnesian schists), mafic and metassomatic. The latter component is ubiquitous in most complexes and despite of being identified was not studied in detail. The gabbroic suite is present in many areas, such as Pedras Pretas, and shows a 3d chemistry varying from less evolved to more evolved, comparable to other areas of the world. The serpentinites are almost all similar and show characteristics of being residual, except the Pedras Pretas Complex where the gabbroic protolith chemistry was maintained. Peridotites from the Cerro da Mantiqueira sequence are harzburgites in composition and their 3d chemistry cannot be distinguished from serpentinites. In the Cambaizinho area, magnesian schists containing various proportions of tremolite + chlorite/magnetite have been tested in bands of one to five meters thickness and lateral continuity of several hundred meters. They are chemically uniform within each band apparently correspond to magnesian lavas, possibly of komatiitic affinity, metamorphosed under amphibolite-facies conditions. The lavas were derived from a LILE-enriched mantle or contaminated by crustal material.

**Resumo** — Os complexos máfico-ultramáficos do Rio Grande do Sul foram reavaliados, com ênfase nos dados disponíveis para elementos químicos da série 3d de transição. Os complexos apresentam geralmente três componentes, quais sejam, ultramáfico (principalmente peridotitos, serpentinitos e xistos magnesianos), mafico e metassomático. Este último componente está bem desenvolvido na maioria dos complexos e foi identificado mas não estudado em detalhe. A suíte gabroica está presente em diversas áreas, tal como Pedras Pretas, e mostra uma química da série 3d de transição desde menos evoluída até mais evoluída, podendo ser classificada da mesma forma que em outras séries do mundo. Os serpentinitos são semelhantes entre si, independente da área avaliada, normalmente mostrando características residuais exceto em Pedras Pretas, onde a química do protólitio gabroico foi mantida. Os peridotitos do Cerro da Mantiqueira são harzburgitos e a sua química da série 3d não pode ser distinguida de serpentinitos. Na região do Arroio Cambaizinho, os xistos magnesianos contendo várias proporções de tremolita + clorita + magnetita + ilmenita foram testados em camadas com um a cinco metros de espessura e que apresentam continuidade lateral de afloramento de centenas de metros. Eles mostram química uniforme na mesma banda e parecem corresponder a lavas magnesianas, de afinidade possivelmente komatiítica, metamorfizada na facies anfibolito. As lavas foram derivadas de um manto enriquecido em elementos LILE ou contaminadas por material crustal.

### INTRODUÇÃO

Os complexos máfico-ultramáficos do Escudo Sul-rio-grandense foram reavaliados, relativamente à sua geoquímica, com base nos dados existentes, objetivando o entendimento do seu magmatismo.

Existe grande número de complexos, maciços, bandas, camadas e lentes de rochas ultramáficas no Rio Grande do Sul, com grande concentração na porção oeste do escudo (Fig. 1). O principal maciço de referência é o Cerro da Mantiqueira, mas os ultramafitos são abundantes nas regiões de Ibaré, Palma, Arroio Cambaizinho, Arroio Lajeadinho e Passo Feio. Maciços gabroicos estão presentes em Mata Grande, Pedras Pretas e Santa Catarina, havendo pequenas ocorrências no Arroio Cambaizinho e Palma. Lentes de piroxenito e ilherzolito ocorrem no Complexo Granulítico Santa Maria Chico.

Os dados existentes constam de diversos trabalhos de conclusão dos cursos de geologia da UNISINOS e UFRGS, dissertações de mestrado desenvolvidas junto ao Curso de Pós-Graduação em Geociências da Universi-

sidade Federal do Rio Grande do Sul, além de artigos em revistas e congressos. Os principais trabalhos utilizados na presente revisão foram: Garcia (1980), Cheemale Jr. (1982), Naumann (1985), Zarpellon (1986), Remus (1990), Wildner (1990), Porcher et al. (1991) e informação verbal de Pinheiro Machado (1992). Na porção leste do escudo as lentes e maciços máfico-ultramáficos são menos freqüentes e possuem pequeno volume e dados geoquímicos são restritos, não tendo sido utilizados nesta revisão.

Os dados químicos foram reavaliados, com o objetivo no presente trabalho de utilizar um critério uniforme para comparação e interpretação da evolução magnética dos corpos conhecidos. Os elementos da série 3d de transição permitem esse tipo de estudo, pois estão disponíveis para a maioria das áreas em exame e consistem em um conjunto de elementos compatíveis e incompatíveis, clássico na literatura internacional para o presente fim. Sua utilização permite obter algumas conclusões com relação ao estágio de evolução de maciços gabroicos, o tipo de protólitio de serpentinitos gabroicos e a linhagem magnética de xistos magnesianos,

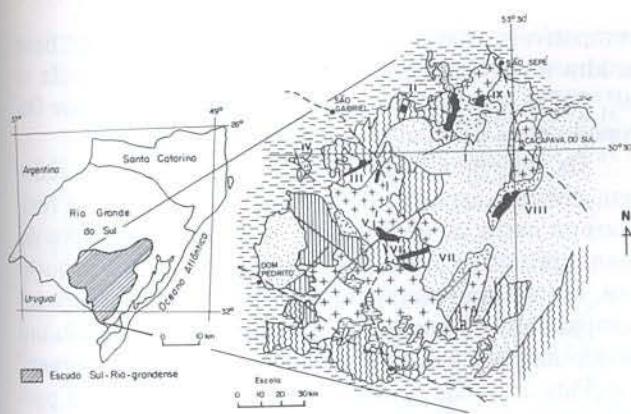


Figura 1 — Mapa de localização dos complexos Máfico-ultramáficos do Escudo-Sul-rio-grandense (modificado de Hartmann & Nardi, 1983 e Wildner, 1990).

- I - Complexo Bossoroca
- II - Complexo Cambaizinho
- III - Complexo Palma
- IV - Complexo Batovi
- V - Complexo Ibaré
- VI - Maciço Máfico-Ultramáfico  
Cerro da Mantiqueira
- VII - Complexo Marmeleteiro
- VIII - Complexo Passo Feio
- IX - Complexo Máfico-Ultramáfico  
Pedras Pretas e Santa Catarina

com possíveis implicações geotectônicas.

O estudo do magmatismo em rochas ultramáficas e máficas requer que as transformações químicas pós-cristalização magnética tenham sido relativamente restritas, não podendo ser utilizadas unidades intensamente serpentinizadas ou que apresentem zoneamento mineralógico (e químico) por metassomatismo. Na porção oeste do escudo, a serpentização e o zoneamento metassomático são intensos em todas as unidades, em especial no Cerro da Mantiqueira, Palma (porção leste), Ibaré e Arroio Lajeado, restando poucas litologias ultramáficas com químismo magnético preservado, apesar da intensa transformação metamórfica. Os gabros e serpentinitos derivados de gabros tendem a preservar o químismo ígneo original.

O estudo do químismo magnético em rocha total na porção oeste do Escudo Sul-rio-grandense restringe-se às porções de rochas não metassomáticas. Os anfibolitos não foram incluídos nesta revisão.

## ASPECTOS GEOLÓGICOS

As associações de rochas ultramáficas e gabróicas avaliadas estão posicionadas em diversos ambientes geológicos. Lherzolitos e piroxenitos infra-crustais estão expostos na região do Arroio Santa Maria Chico. Os ultramafitos do Cerro da Mantiqueira representam condições de profundidade média. Condições progressivamente menos profundas estão representadas nas regiões de Palma, Cambaizinho, Arroio Lajeado e Ibaré. Essas litologias estão deformadas e metamorfizadas em conjunto com suas encaixantes, variando o grau de

metamorfismo desde fácies granulito, passando por fácies anfibolito no Cerro da Mantiqueira e demais associações. Rochas em fácies xistos verdes são menos representativas. Os gabros estão menos deformados e metamorfizados, ainda mantendo parte das feições magnéticas.

A sistematização utilizada para o presente estudo compreende os seguintes grupos (classificação modificada a partir de Naldrett & Cabri, 1976; Nilson, 1984):

- I - Serpentinitos, peridotitos, piroxenitos e correlatos metamórficos.
- II - Rochas máficas, incluindo gabros, noritos, basaltos e equivalentes metamórficos.
- III - Xistos magnesianos e metassomatitos associados.

As principais características de cada complexo são descritas a seguir.

1) Cambaizinho (CB) — Remus (1990) distingue duas seqüências metamórficas no complexo. Uma meta-sedimentar, constituída por gnaisses quartzo-feldspáticos, anfibolitos, metapelitos e quartzitos. Outra, máfico-ultramáfica à base de xistos magnesianos, serpentinitos, anfibolitos e metagabros com predomínio de xistos magnesianos. Segundo o autor, a associação litológica e a afinidade geoquímica destas rochas tem similaridades com terrenos do tipo "greenstone belts".

2) Arroio Lajeado (AL) — Na região da Bossoroca, os principais litótipos do complexo compreendem serpentinitos, xistos magnesianos, meta-basaltos, metagabros, tufo, cherts e formações ferríferas (Seqüência Arroio Lajeado) e vulcanoclásticas intermediárias, como tufo, tufo lapilítico e de cristal, aglomerados, brechas e derrames (Seqüência campestre). Os principais estudos foram feitos por Zarpelon (1986) e Wildner (1990), com re-interpretação de Koppe (1990).

3) Cerro da Mantiqueira (CM) — Segundo Jost & Hartmann (1984) e informação verbal de Pinheiro Machado (1992), este complexo está representado por um corpo ultramáfico metamorfizado e deformado, encaixado em gnaisses graníticos de fácies anfibolito. Possui aproximadamente 10km de comprimento por 100 a 500m de largura, sendo formado por serpentinito, harzburgito metamórfico e abundantes xistos magnesianos, além de esparsos albititos. Os xistos magnesianos estão concentrados principalmente nos bordos e são em grande proporção monominerálicos, caracterizando metassomatismo.

4) Palma (PL) — Garcia (1980) e Chemale Jr. (1982) descrevem este complexo como uma associação máfico-ultramáfica com peridotitos, serpentinitos e xistos magnesianos, em meio a rochas meta-sedimentares e meta-vulcânicas básicas a ácidas. O metamorfismo e deformação na fácies anfibolito, seguido de um evento de fácies xistos verdes e de um evento cornubianítico muito forte, causaram intensa remobilização nas massas ultramáficas que apresentam nítido zoneamento metassomático. Na porção oeste do complexo, esse zoneamento é menos intenso. Dados de campo e petrográficos foram obtidos por Szubert (1978), Kirchner & Grazia (1978), Kirchner & Andriotti (1981) e Santos *et al.* (1990).

5) Ibaré (IB) — Naumann (1985) caracterizou duas

seqüências ultramáficas separadas geograficamente e constituídas por serpentinitos, xistos magnesianos, intercalações de rochas vulcanoclásticas sendo o conjunto fortemente afetado por metaformismo de contato a partir do Monzongranito Santa Rita. Rodingitos são abundantes, ocorrendo ainda clorititos e turmalinitos, como evidência de intenso metassomatismo.

6) Passo Feio (PF) — Bitencourt (1983) caracterizou rochas anfibólicas e xistos magnesianos, intercalados em meta-sedimentos e meta-vulcanoclásticas.

7) Maciços gabróicos — Os principais maciços gabróicos são os de Mata Grande (MG), Pedras Pretas (PP) e Santa Catarina (SC). Pequenos corpos ocorrem em outras áreas. Os gabros têm nítido acamamento ígneo, estando afetados por deformação heterogênea; encontram-se parcialmente metamorfizados. As relações estruturais com o Granito São Sepé indicam que o Complexo Pedras Pretas é um mega-xenólito. Os principais estudos, inclusive da fração serpentinítica, foram feitos por Rebo (1981) e Porcher *et al.* (1991).

## GEOQUÍMICA

Diversos complexos máfico-ultramáficos da porção oeste do escudo foram estudados do ponto de vista dos elementos da série 3d de transição, possibilitando a sua utilização para a presente revisão. Dispõe-se de dados para o Cerro da Mantiqueira, Palma, Ibaré, Cambaizinho, Arroio Lajeadinho com ênfase na fração ultramáfica, e dos maciços gabróicos de Pedras Pretas e Santa Catarina.

A série 3d de transição consta dos elementos Sc, Ti, V, Cr, Fe, Mn, Co, Ni, Cu e Zn. O Sc não foi analisado e o Zn foi analisado em poucas amostras. Os demais elementos foram utilizados em diagramas normalizados. O Ti e o Cu comportam-se como elementos incompatíveis nas composições estudadas e os demais

compatíveis. Todos os dados são utilizados em base anidra e normalizados ao manto primitivo (Jagoutz *et al.*, 1979), em método semelhante ao utilizado por Ottonello *et al.* (1984a, b) em ofiolitos dos Alpes.

Os valores normalizados ao manto primitivo refletem diversos aspectos da evolução dos magmas e resíduos da extração de líquidos. Os líquidos extraídos do manto primitivo, como por exemplo komatiitos arqueanos, apresentam padrão enriquecido nos elementos incompatíveis, ao passo que o resíduo, por exemplo um peridotito ofiolítico, estará empobrecido nesses elementos (Figs. 2a e 3a). Quando ocorre serpentinização parcial, ainda é possível indicar o protólito. Corpos gabróicos, formados a partir de magmas básicos em diferentes estágios de fracionamento, podem ser classificados em agrupamentos distintos a partir do referido diagrama.

O entendimento do fracionamento de magmas gabróicos com o uso da série 3d de transição foi utilizado por Beurrier *et al.* (1984) para classificar rochas maficas da Nappe de Semail. Os autores definem três grupos geoquímicos sucessivos, relacionados a três episódios magnáticos, compatíveis com a evolução temporal de ofiolitos. Os corpos estratiformes de Pedras Pretas e Santa Catarina puderam também ser divididos em três grupos geoquimicamente distintos, representados (a) pelos serpentinitos do Complexo Pedras Pretas, (b) pela porção gabróica deste mesmo e (c) pelos gabros Santa Catarina. Nas Figuras 4a-f, verifica-se a divisão adotada, onde os serpentinitos representam os termos menos fracionados.

É importante ressaltar que os serpentinitos do Complexo Pedras Pretas, apesar de constituídos dominante por serpentina, apresentam um espectro de variação dos elementos da série 3d de transição semelhante ao esperado para gabros. Isto sugere que o protólito original não é um peridotito, mas um gábro. Essa conclusão é corroborada pelas observações de Rego (1981),

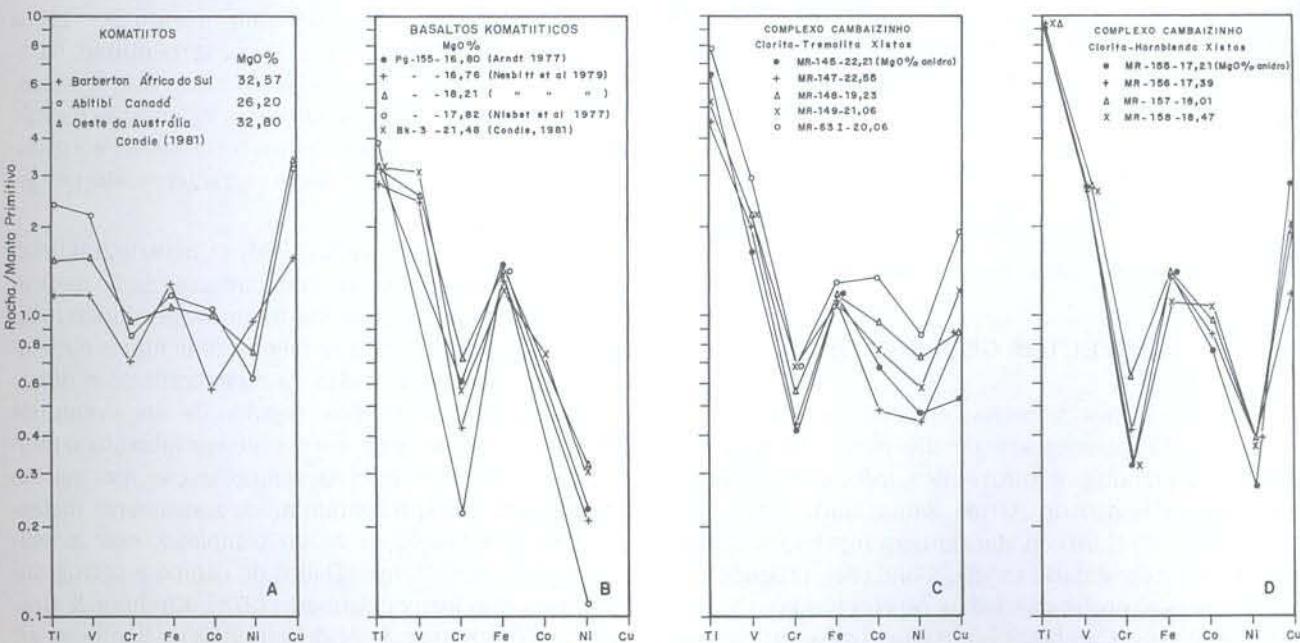


Figura 2 — Diagramas de abundâncias dos elementos da série 3d de transição, obtidos para komatiitos (A) e basaltos komatiíticos (B) da literatura e para os cloritatremolita xistos (C) e clorita-hornblenda xistos (D) do Complexo Cambaizinho.

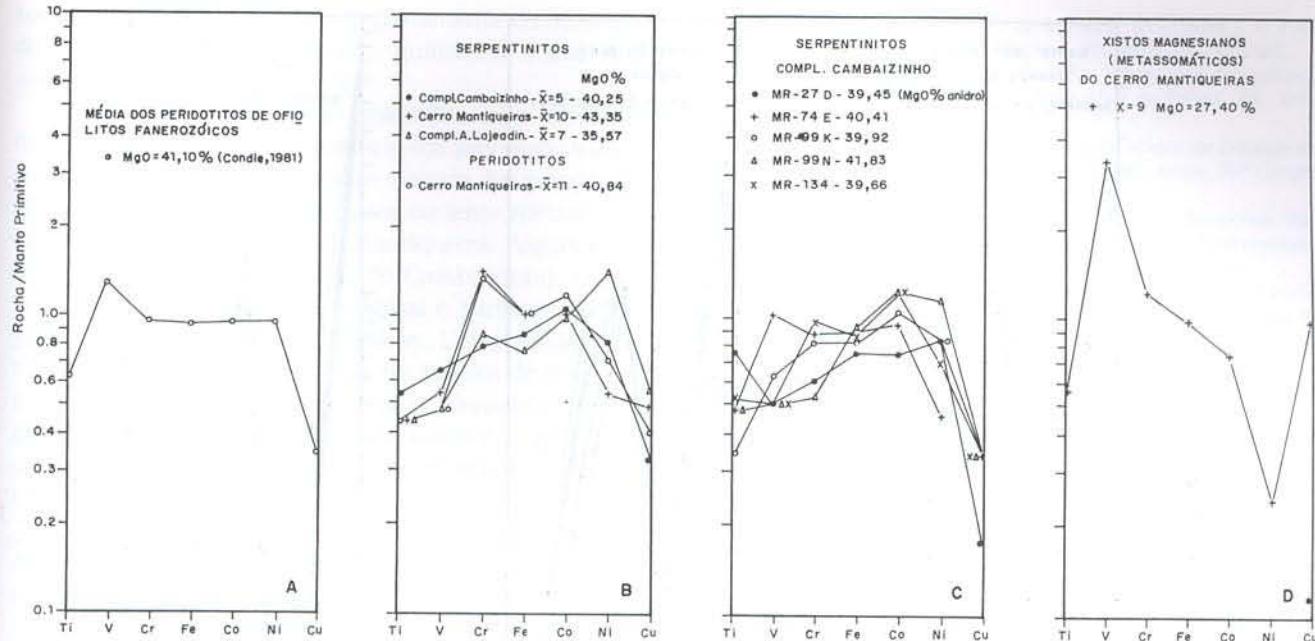


Figura 3 — Diagramas de abundância dos elementos da série 3d de transição obtidos para a média de peridotitos de ofiolitos fanerozóicos (A), para os serpentinitos e peridotitos dos Complexos Cambaizinho, Mantiqueira, Arroio Lajeadinho (B-C) e para os xistos magnesianos metassomáticos do Cerro da Mantiqueira (D).

que descreve a serpentinização tanto a partir de constituintes máficos quanto sobre o plagioclásio.

No Cerro da Mantiqueira, foram empregados dados de serpentinitos, xistos magnesianos e harzburgitos. Os serpentinitos apresentam comportamento semelhante aos serpentinitos dos Complexos Cambaizinho e Arroio Lajeadinho (Figs. 3b-c). Os harzburgitos do Cerro da Mantiqueira apresentam comportamento semelhante aos serpentinitos, indicando sua origem por metaformismo de serpentinito. Os xistos magnesianos (Fig. 3d) não apresentam padrão coerente com líquido ou resíduo magnético, indicando uma natureza metassomática, como sugerem as relações de campo.

São opiniões do segundo autor deste artigo que, apesar das transformações metassomáticas observadas, a composição de alguns serpentinitos, particularmente da região do Arroio Lajeadinho, ainda guardam parte da composição química original, podendo ser comparados com protólitos cumuláticos peridotíticos do tipo harzburgito, lherzolito e dunito, como sugerem as Figuras 3a-c. Acrescenta ainda que as considerações sobre o posicionamento tectônico destes litotipos deverão ser acompanhadas de outras ferramentas litoquímicas, geofísicas e isotópicas, ficando os dados obtidos através dos elementos da série 3d de transição restritos a considerações petrogenéticas.

Na região do Arroio Cambaizinho foram selecionadas análises de camadas métricas de xistos magnesianos contendo tremolita + clorita + magnetita/ilmenita. Em cada camada foram feitas diversas análises, em amostras distribuídas ao longo da extensão de centenas de metros da mesma. As rochas encaixantes das camadas são de natureza supra-crustal, como quartzo turmalinato, meta-chert e meta-arcósio. As análises das diversas amostras mostram grande similaridade química, para uma mesma camada, indicando tratar-se de derrames, pois corpos metassomáticos não manteriam a homoge-

neidade lateral. A composição está muito afastada daquela de peridotitos de ofiolitos. As camadas estudadas apresentam teores de MgO, em base anidra, em torno de 22% e 17% respectivamente e os dados da série 3d de transição estão mostrados nas Figuras 2c-d. Para comparação, são mostrados na Figura 2b os dados de komatiitos arqueanos com textura spinifex e de basaltos komatiíticos arqueanos. É grande a similaridade geoquímica entre os xistos magnesianos do Complexo Cambaizinho e as lavas arqueanas da literatura, indicando processos geradores semelhantes.

Os xistos magnesianos do Arroio Cambaizinho são mais enriquecidos em Ti do que as lavas magnesianas da literatura, feição também observada no maior enriquecimento em ETRL. Isto pode ser devido à captação do magma em manto enriquecido, ou à assimilação de material crustal durante a ascenção. Processos de alteração hidrotermal metassomática podem provocar feições semelhantes; no caso em estudo, no entanto, foram eliminadas da avaliação todas as amostras que pudesse conter uma fração metassomática significativa. Somente foram utilizadas amostras em que a clorita corresponde à recristalização metamórfica isoquímica, situação comum no metamorfismo de komatiitos em outras regiões.

## CONCLUSÕES

A revisão dos dados sobre rochas ultramáficas e gabróicas do Escudo Sul-rio-grandense mostra um conhecimento mais detalhado nas associações da porção oeste. A avaliação do magmatismo pressupõe a sobrevivência da estrutura, textura, mineralogia e química da rocha original, feições essas geralmente transformadas em grande escala na região estudada, gerando serpentinitos e xistos magnesianos metassomáticos. No entanto, em alguns locais, como na região do Arroio Cam-

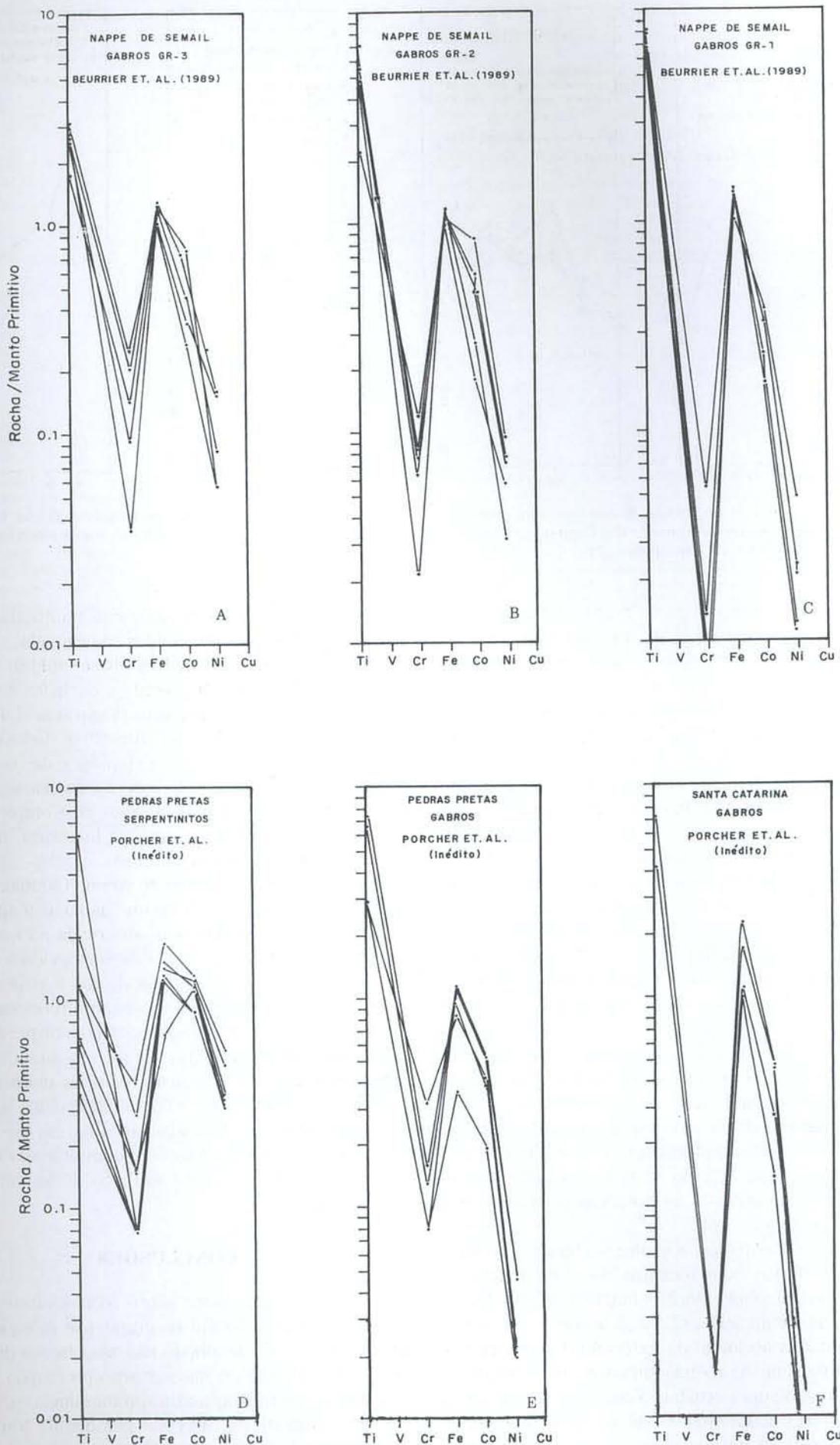


Figura 4 – Diagramas de abundâncias dos elementos da série 3d de transição da Nappe de Semail (A, B, C), extraídos de Beurrier et al. (1989), comparados com os dados obtidos para os serpentinitos (D) e Gabros (E) do Complexo Pedras Pretas e Gabros Santa Catarina (F).

baizinho, as rochas foram completamente transformadas por metamorfismo, mas o quimismo inicial está mantido em algumas unidades.

A série 3d de transição possibilita uma avaliação do tipo de magmatismo atuante e dos processos metasomáticos envolvidos. A grande maioria dos complexos ultramáficos da região estão intensamente metassomatizados, incluindo o Cerro da Mantiqueira. Algumas camadas de xistos magnesianos do Cambaizinho, no entanto, mantêm o quimismo original e parecem corresponder a composições komatiíticas. Composições gabróicas podem ser classificadas em termos de evolução magnmática mais ou menos avançada. Serpentinitos originados de gabros ainda podem manter o quimismo original possibilitando, assim, o reconhecimento do protótipo.

**Agradecimentos** — Apoio financeiro tem sido dado por diversas entidades como FAPERGS, CNPq, FINEP, PADCT. O estudante Fabiano Rossini, bolsista de iniciação científica do CNPq, realizou os trabalhos iniciais de coleta de informações e sua informatização.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arndt, N. T., Naldrett, A. J. & Pyke, D. R. 1977. Komatiitic and iron rich tholeiitic lavas of Munro Township, northeast Ontario. *J. Petrol.*, 18: 319-69.
- Beurrier, M.; Ohnenstetter, M.; Cabanis, B.; Lescuyer, J. L.; Tegyey, M. & Le Metour, J. 1989. Géochimie des filons dolérítiques et des roches volcaniques ophiolitiques de la Nappe de Semail: contraintes sur leur origines géotectonique au Crétace Supérieur. *Bull. Soc. Géol. France*, 8 (T. V. n° 2): 205-219.
- Bitencourt, M. F. 1983. Metamorfitos da região de Caçapava do Sul, RS. Geologia e relações com o corpo granítico. *Atas, 1º Simp. Sul Bras. Geol.*, SBG, Porto Alegre, p. 37-48.
- Chemale Jr., F. 1982. *Geologia da região de Palma São Gabriel Rio Grande do Sul*. Curso de Pós-Graduação em Geociências Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 136p.
- Condie, K. C. 1981. *Archean Greenstone Belts*, Amsterdam, Elsevier. 434p.
- Garcia, M. A. M. 1980. *Petrologia do Complexo Palma, Rio Grande do Sul*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 133p.
- Hartmann, L. A. & Nardi, L. V. S. 1983. Contribuição à geologia da região oeste do Escudo Sul-rio-grandense. *Atas, I Simpósio Sul-Brasileiro de geologia*, Porto Alegre, SBG, p. 9-18.
- Jagoutz, E.; Palme, H.; Baddehausen, H.; Blu, K.; Cendales, M.; Dreibus, G.; Spettel, B.; Lorenz, V. & Wänke, H. 1979. The abundance of major, minor and trace elements in the Earth's mantle as derived from primitive ultramafic nodules. *Proc. Lunar Plab. Sci. Conf.*, 10: 2031-2050.
- Jost, H. & Hartmann, L. A. 1984. Província Mantiqueira - Setor Meridional. In: Almeida, F. F. M & Hasui, Y. (Coord.). *O Pré-Cambriano do Brasil*, Edgard Blucher, São Paulo. p. 345-367.
- Kirchner, C. A. & Andriotti, J. L. S. 1981. Prospecção geoquímica de detalhe na associação máfico-ultramáfica de Palma, RS. *Acta Geol. Leopoldensia*, 9: 11-24.
- \_\_\_\_\_, & Grazia C. A. 1978. Prospecção geoquímica de detalhe na associação ofiolítica de Palma, São Gabriel, RS. *Anais, 30º Congr. Bras. Geol.*, Recife, SBG, 5: 2102-2111.
- Koppe, J. C. 1990. *Metalogênese do ouro na Mina da Bossoroca, São Sepé-RS*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado. 289p.
- Naldrett, A. J. & Cabri, J. L. 1976. Ultramafic and related mafic rocks; their classification and genesis with special reference to the contraction of nickel sulfides and platinum-group elements. *Economic Geology*, 71: 1131-1158.
- Nesbitt, R. W.; Sun, S. S.; Purvis, A. C. 1979. Komatiites: geochemistry and genesis *Canadian Mineralogist*, 17: 165-186.
- Naumann, M. P. 1985. *O Complexo Vulcano-sedimentar-ultramáfico e granitoídes da Região de Ibaré, RS*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 161p.
- Nilson, A. A. 1984. O atual estágio de conhecimento dos complexos máfico-ultramáficos pré-cambrianos do Brasil - uma avaliação preliminar. *Anais, 33º Congresso Brasileiro de Geologia*, Rio de Janeiro, SBG, 9: 4166-4203.
- Nisbet, E. G.; Bickle, M. J.; Martin, A. 1977. The mafic and ultramafic lavas of the Belingwe greenstone belt, Rhodesia. *Journal of Petrology* 18: 521-566.
- Ottanello, G.; Ernst, W. G.; Joron, J. L. 1984a. Rare earth and 3d transition elements geochemistry of peridotitic rocks. I Peridotites from Western Alps. *Journal of Petrology*, 25 (2): 343-372.
- \_\_\_\_\_, Joron, J. L.; Piccardo, G. B. 1984b. Rare earth and 3d transition elements geochemistry of peridotitic rocks: Ligurian Peridotites and associated basalts. *Journal of Petrology*, 25 (2): 373-393.
- Porcher, C. A.; Leite, S. R.; Ramgrab, G. E. & Camozzato, E. 1992. *Mapeamento Geológico da Folha Passo do Salsinho*, Proj. Lev. Geol. Bas.. do Brasil — CPRM (inédito).
- Rego, I. T. S. F. 1980. *Complexo Básico-Ultrabásico de Pedras Pretas, RS Aspectos petrológicos e geoquímicos*. Curso de pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 98p.
- Remus, M. V. D. 1990. *Geologia e geoquímica do Complexo Cambaizinho, São Gabriel, RS*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 267p.
- Santos, E. L.; Azevedo, G. C.; Remus, M. V. D.; Maciel, L. A. C.; Mossmann, R. 1990. Mapeamento geológico das Sequências Metavulcano-sedimentares do oeste do Escudo Sul-rio-grandense, RS. *Anais, 36º Congresso Brasileiro de Geologia*, Natal, SBG, 6: 2976-2990.
- Szubert, E. C. 1978. Uma associação ofiolítica completa, Palma, São Gabriel, RS. Geologia e questões estratigráficas. *Anais, 30º Congresso Brasileiro de Geologia*, Recife, SBG, 1: 467-476.
- Wildner, W. 1990. Caracterização geológica e geoquímica das sequências, ultramáfica e vulcano-sedimentares da região da Bossoroca - RS. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 170p.
- Zarpelon, P. R. 1986. *Geologia estrutural, estratigrafia e petrologia de uma parte do "greenstone belt" Cerrito do Ouro, Município de São Sepé, RS*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 215p.