PETROGRAFIA E GEOQUÍMICA DAS ROCHAS METAULTRAMÁFICAS DA REGIÃO DE MAIRIPOTABA, CROMÍNIA E PONTALINA, GOIÁS

GUILLERMO RAFAEL BELTRAN NAVARRO¹ & ANTENOR ZANARDO²

Abstract *PETROGRAPHY AND GEOCHEMISTRY OF METAULTRAMÁFIC ROCKS OF THE MAIRIPOTABA, CROMÍNIA AND PONTALINA REGION, GOIÁS*

Metaultramafic rocks (serpentinite, talc and chlorite schist) occur intercalated in the metasediments of the Araxá Group and the Granite-Gneissic Terrains in the southwest portion of the São Francisco Craton, inner part of the Brasília Belt, southeastERN Tocantins Province. These rocks represent lenses displayed parallel to the regional foliation. Textural and structural data suggest that the metaultramafic rocks are tectonically emplaced during the pre to sin D₁ deformation and that the lenses preserve their nucleus without deformation. Primary textures and mineralogy are not more present. The typical mineral assemblage belong to the green schist facies and are generated under static conditions during the final stage of the development of the regional foliation. Primary relict textures suggest that the protolith of the serpentinite and or talc schist are cummulative olivine and pyroxene rich rocks. Chemical data suggest a dunite to peridotite protolith. Geochemical signatures, types of occurrences, the observed textures and structures, the presence of cromitite lenses, indicating alpine type complexes characterize ophiolitic fragments (ophiolite mélange).

Keywords: Brasília Belt, Araxá Group, metaultramafic rocks, geochemistry

Resumo A área estudada posiciona-se a sudoeste do Cráton do São Francisco na Zona Interna da Faixa Brasília, porção oriental da Província Tocantins. Rochas metaultramáficas (serpentinitos, talco xistos, clorita xistos) ocorrem intercaladas nos metassedimentos do Grupo Araxá e nos Terrenos Granito-Gnáissicos Indiferenciados, na forma de corpos lenticulares, encaixados paralelamente à direção da foliação. As feições estruturais e texturas observadas nas metaultramáficas sugerem que os corpos foram alojados tectonicamente durante estágio pré- a sin-D₁ e que estes corpos se comportaram como "resistatos", concentrando a deformação na borda, preservando os núcleos da deformação. Nas rochas ultramáficas raramente são observadas associações minerais primárias ou geradas no ápice metamórfico. No geral, observa-se apenas o produto da destruição total da mineralogia e texturas primárias. As paragêneses e associações minerais encontradas são típicas da fácies xisto verde e foram geradas em condições estáticas e, às vezes, dinâmicas, durante os estágios finais do desenvolvimento da foliação principal. Os relictos de texturas primárias sugerem que parte dos protólitos dos serpentinitos/talco xisto são rochas cumuláticas ricas em olivina e com algum piroxênio. As análises químicas de elementos maiores, menores/traço e terras raras das rochas metaultramáficas, sugerem um protólito de composição dunítica a peridotítica. O padrão geoquímico, a forma de ocorrência dos corpos, as texturas/estruturas observadas e a presença de pequenas lentes e bolsões irregulares de cromititos com características texturais/estruturais e químicas de complexos do tipo alpino permitem considerar que as rochas metaultramáficas da região correspondem a fragmentos de ofiolitos (mélange ofiolítica).

Palavras-chave: Faixa Brasília; Grupo Araxá; rochas metaultramáficas; geoquímica.

INTRODUÇÃO A área estudada localiza-se na porção centro meridional do estado de Goiás, na região centro-oeste da Zona Interna da Faixa Brasília (Fuck *et al.* 1994), onde ocorrem vários corpos de rochas metaultramáficas embutidos, principalmente nos metassedimentos do Grupo Araxá e em terrenos gnáissicos e metassedimentares, anteriormente relacionados ao embasamento arqueano a proterozóico inferior (Rezende *et al.* 1994) e atualmente ao Arco Magmático de Goiás (Pimentel *et al.* 2000, Navarro *et al.* 2004). Os estudos realizados (Berbert 1970, Danni & Teixeira 1981, Drake Jr. 1980, Strieder & Nilson 1992 a, b, c) no centro-sul de Goiás interpretam essas ocorrências de metaultramáficas como fragmentos tectônicos de melanges ofiolíticas. Entretanto a maior parte das ocorrências de metaultramáficas tem sido alvo de estudos parciais em diversos trabalhos regionais desenvolvidos no estado de Goiás. Isso em parte se deve ao grau de alteração que os corpos apresentam (corpos completamente talcificados e serpentinizados) e à ausência de mineralizações economicamente viáveis.

GEOLOGIA LOCAL A porção norte da área em estudo é composta por rochas do Grupo Araxá, que é constituído por duas seqüências, uma pelítica e outra psamo-pelítica (Fig. 1). A seqüência pelítica é constituída por granada-muscovita/biotita-xistos, ricos em veios e/ou lentes de quartzo relativamente homogêneos, por vezes feldspáticos, chegando a apresentar camadas de paragneisses. A seqüência psamo-pelítica é constituída da base para o topo por: i) muscovita-quartzo xisto, granada-muscovita/biotita xisto, muscovita quartzito, localmente os xistos são ricos em plagioclásio, formando pequenas porções gnáissicas; ii) quartzito e quartzito micáceo, com espessuras métricas e intercalações centimétricas a métricas de biotita/muscovita xisto, com ou sem granada, que apresentam intercalações decimétricas a centimétricas de quartzito e quartzito micáceo; iii) intercalações de quartzito e quartzito micáceo, muscovita/biotita xisto e biotita xisto, com ou sem granada. Ao Grupo Araxá se associam corpos intrusivos ácidos sin-tectônicos (Granitos de Mairipotaba,

1- Pós-Graduação em Geociências – UNESP, Av. 24 A, nº 1515, CEP 13506-900, Rio Claro – SP. e-mail: grbnavarro@yahoo.com.br; grbnavarro@hotmail.com
2 – Departamento de Petrologia e Metalogenia, IGCE, UNESP, Av. 24 A, nº 1515, CEP 13506-900, Rio Claro – SP. e-mail: azanardo@rc.unesp.br

Cromínia-Prof. Jamil Safady) relacionados ao conjunto de granitóides tipo Aragoiânia (Rezende *et al.* 1999). Esses corpos são constituídos por biotita-muscovita ortogneisse e muscovita ortogneisse tonalíticos a granodioríticos, bandados, com ou sem granada.

A porção sul da área de estudo (Fig. 1) é constituída por dois conjuntos: i) orto e paragneisses (hornblenda-biotita gnaiss, biotita gnaiss, granada-biotita gnaiss, biotita/muscovita gnaiss, localmente porfiroclásticos, com intercalações de lentes de anfibolito e granada anfibolito) agrupados nos Terrenos Granito-Gnaisses Indiferenciados e ii) metassedimentos com intercalações de gnaisses (intercalações de muscovita/biotita gnaiss, hornblenda gnaiss) em quartzitos micáceos ou não, muscovita/biotita xisto, granada xisto, quartzo xisto, magnetita-muscovita quartzito, magnetita-muscovita xisto, muscovita xisto, biotita-muscovita xisto aos quais se associam, localmente, lentes de anfibolito e metaultramáfica, agrupadas na Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberaí (Rezende *et al.* 1999).

As associações minerais observadas na região sugerem que o ápice metamórfico atingiu temperaturas por volta de 600°C ou superiores em ambiente de pressão que pode ter sido superior ao barroviano (presença de cianita, estauroлита, junto com hornblenda, epidoto, produtos anatéticos e ausência de sillimanita). Paragéneses retrometamórficas evidenciam variação das

condições metamórficas da fácies anfibolito para a fácies xisto verde alto a médio. O retrometamorfismo é caracterizado pela muscovitização e albitização de feldspatos; a transformação de hornblenda em tremolita e alteração para clorita; a forte epidotização observada nas rochas com anfibólio e feldspatos; a muscovitização da cianita e da estauroлита. As tramas minerais indicam que o ápice metamórfico é correlacionável à principal fase deformacional de caráter dúctil (Dn) reconhecida na área (de caráter regional), que catalisou a orientação e recristalização mineralógica em toda a região estudada e, a fase retrometamórfica está associada à fase sin- tardi-Dn.

ROCHAS METAULTRAMÁFICAS As ocorrências de rochas metaultramáficas na região dos municípios de Pontalina, Cromínia e Mairipotaba são agrupadas na unidade geológica “Metaultramafitos tipo Morro Feio” (Rezende *et al.* 1999) e, se distribuem principalmente nos metassedimentos do Grupo Araxá. A principal ocorrência de metaultramáfica no Grupo Araxá localiza-se a sul das cidades de Mairipotaba e Cromínia (Fig. 1), estendendo-se por uma faixa de pelo menos 20 km de comprimento por até 2 km de largura (Araujo *et al.* 1980, Nilson 1984, Simões *et al.* 1999, Navarro 2002). Corresponde a uma faixa alongada e lenticularizada, com direção W-E, constituída por serpentinito ao qual se associam talco xisto e clorita xisto. Essa faixa é constituída por morros,

Figura 1 – Mapa geológico esquemático da área de estudo mostrando a localização das amostras com determinações composicionais químicas (C = clorita xisto, T = talco xisto, S = serpentinito)

cercados por depósitos terciário/quaternários, o que dificulta determinar com exatidão a continuidade dessas rochas, e aparentemente acompanham os flancos da antiforme observada no Grupo Araxá na região de Mairipotaba, acompanhando o contato entre a seqüência pelítica e psamo-pelítica do Grupo Araxá (Navarro 2002). As porções mais espessas dessa faixa (Morros da Platina, Magnesita, Paraíso e Morros I e II, denominação informal) apresentam um zoneamento composicional, não contínuo em afloramentos, constituído por intercalações de corpos lenticulares, com espessuras centimétricas a métricas e predomínio, da borda para o centro, de clorita xisto e magnetita-clorita xisto, talco-clorita xisto e talco xisto e, às vezes, turmalina-clorita xisto nas porções mais externas. O centro é constituído por serpentinito com porções de clorita e talco xisto, formadas em zonas distensivas e planos de cisalhamento (Navarro 2002).

Os serpentinitos dessa faixa são de coloração verde escuro, verde azulado quando alterados e apresentam texturas tipo “feltro”, lepidoblástica a decussada e granulação média a fina. São homogêneos, com aspecto maciço (no centro), apresentando xistosidade paralela à foliação principal próximo às bordas. Nessas rochas são comuns, a presença de porfiroblastos de carbonato estrados ou não, alteração local para garnierita e, mais raramente, formação de hidromagnesita ao longo de fraturas. Dentro das porções mais espessas ocorrem texturas tipo *slip cross*, “veios” de clorita grossa (pegmatóide) em planos distensivos que cortam a estruturação geral dos morros. Nas porções xistosas da borda dessa faixa observa-se crenulação na foliação principal, e à medida que segue para o centro do maciço enfraquece até desaparecer. As bordas apresentam textura lepidoblástica, estrutura xistosa e granulação média a grossa. Nos clorita xistos, que ocorrem nas bordas dos corpos metaultramáficos, são comuns porfiroblastos de magnetita e carbonato de dimensões variadas (chegam a 0,8 mm). Nas porções mais finas dessa faixa, o serpentinito apresenta-se mais foliado e as faixas de clorita xisto e talco xisto estão menos proeminentes.

Os corpos menores (dimensões entre 200 m x 50 m, até dimensões métricas) são constituídos por talco xisto/clorita xisto e talco xisto, apresentando raros relictos de serpentinito parcialmente talcificados e/ou cloritizados. Esses corpos afloram na forma de pequenos morrotes, constituídos por blocos dispersos. Alguns desses corpos apresentam anfíbolito e tremolita-actinolita xisto associados, porções “pegmatóides” de clorita xisto. Na ocorrência a oeste de Mairipotaba (cerca de 4 km) ocorre uma pequena faixa de provável metachert ou metabásica fortemente hidrotermalizada, laminada/bandada milimetricamente. Em geral na borda predominam blocos de clorita xisto, de coloração verde escuro, crenulados, com granulação média a grossa, textura lepidoblástica, estrutura xistosa e com porfiroblastos de magnetita (podendo em alguns corpos estar ausente). Raramente ocorre turmalina-clorita xisto, no qual as turmalinas estão parcialmente orientadas, possuem dimensões milimétricas a centimétricas (são porfiroblásticas), coloração bem escura ou preta e freqüentemente estão parcialmente alteradas. Os talco xistos ocorrem nas porções centrais destes corpos, e são constituídos essencialmente por talco, com alguma clorita. Apresentam coloração verde claro, cinza e esbranquiçado, granulação fina a média, textura lepidoblástica, estrutura xistosa, apresentando crenulação paralela à foliação principal. De modo geral, as porções intermediárias desses pequenos corpos são compostas por intercalações de clorita xisto e talco xisto, em proporções variadas, formando localmente bandamento milimétrico a centimétrico. Os corpos menores, de

dimensões métricas (não ultrapassando 20 x 10m), encontram-se totalmente talcificados. A orientação desses corpos acompanha a direção da foliação principal, estando alojados paralelamente aos metassedimentos.

Corpos lenticulares, métricos a decamétricos, de cromititos ocorrem alojados no Morro Paraíso. Apresentam estrutura maciça, textura *pull apart*, e cristais com dimensões variando ao redor de 0,5 mm, com concentrações de 70 a 85% de cromita. A matriz é essencialmente serpentinitica, com clorita e talco subordinados (Angeli *et al.* 2004). As relações entre Cr_2O_3 e TiO_2 , bem como entre $\text{Cr} \times \text{Mg}$ e $\text{Cr}/\text{Cr} + \text{Al} \times \text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{2+} + \text{Mg}$ para os corpos cromiticos, indicam que se tratam de depósitos alóctones associados a melange ofiolítica (Angeli *et al.* 2004).

Na porção sul, alojado no conjunto de gnaisses, a leste de Pontalina, próximo ao distrito de Dois Irmãos (município de Pontalina) aflora a principal ocorrência de metaultramáfica (Morro Dois Irmãos), em meio a uma extensa área de cobertura Terciário/Quaternária (Fig. 1), apresentando dimensões de 200x500m e alinhamento N-S. É constituído por serpentinitos, talco xistos e clorita xistos. Os serpentinitos são de coloração verde escura e quando alterados adquirem cor verde azulada. Apresentam textura lepidoblástica, em feltro a decussada, são homogêneos, com aspecto maciço (no centro), granulação média a fina, apresentando xistosidade paralela à foliação principal próximo às bordas. Ocorrem texturas tipo *slip cross* e *slip mass*, “veios” de clorita grossa em planos distensivos, que cortam a estruturação geral do morro (direção 320-300/80). As bordas são constituídas por talco xisto e clorita xisto e apresentam estrutura lepidoblástica, textura xistosa e granulação média a grossa.

Ocorrem ainda quatro pequenos corpos talcificados de rochas metaultramáficas, constituídos essencialmente por talco, com alguma clorita. Apresentam coloração verde claro, cinza e esbranquiçado, granulação fina a média, textura lepidoblástica, estrutura xistosa, apresentando crenulação da foliação principal. Na ocorrência junto ao Rio Meia Ponte ocorrem associados ao talco xisto, *boudins* (de dimensões centimétricas a métricas) de anfíbolio xistos.

O contato da faixa de metaultramáfica encaixada no Grupo Araxá é tectônico, sendo melhor observado na borda N do Morro da Platina onde há intercalações de metaultramáficas (turmalina-clorita xisto, talco xisto e localmente serpentinito) com metassedimentos (granada-muscovita/biotita xisto). Os corpos de dimensões médias certamente representam lascas tectônicas, e a maioria deles possui dimensão/continuidade maior que as aflorantes.

Nas rochas metaultramáficas, muito raramente são observados restos de olivina e pseudomorfos (olivina e piroxênios), com tramas sugestivas de re-equilíbrio metamórfico (metamorfismo de fácies anfíbolito médio a alto) e relictos de texturas cumuláticas. No geral, observa-se apenas o produto da destruição total da mineralogia e texturas primárias, restando associações minerais típicas da fácies xisto verde sob condições estáticas e, às vezes, dinâmicas. As paragêneses e associações minerais encontradas nas rochas metaultramáficas, são típicas da fácies xisto verde, correlacionáveis à fase retrometamórfica descrita nas rochas encaixantes.

PETROGRAFIA Serpentinitos Apresentam textura tipo feltro a entrelaçada e mais raramente textura xistosa. São homogêneos, de coloração esverdeada, localmente foliados. Podem ocorrer planos distensivos sinuosos preenchidos por serpentina fibrosa tipo *slip* ou *cross*. Nos serpentinitos, a quantidade de serpentina varia de 80 a 95%, normalmente apresentam quantidades variáveis

de clorita, talco, magnetita e carbonato (magnetita e/ou breunnerita). Esses minerais podem ou não estar presentes, na forma de porfiroblastos ou cristais dispersos, localmente deformados e orientados. A serpentina ocorre normalmente disposta caoticamente, é submilimétrica (dimensões inferiores a 0,6 mm), constituindo cristais fibrosos (crisotilo) ou placóides (antigorita), predominando um ou outro. Análises por difratometria de raios X de algumas amostras de serpentinitos mostram que predomina antigorita $[\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4]$.

O talco ocorre na forma de pequenos cristais submilimétricos, parcialmente orientados e interescudidos sobre a serpentina, formando manchas junto a carbonato, ou disperso. A clorita, normalmente não ultrapassa 10%, apresenta dimensões submilimétricas a milimétricas, pleocroísmo verde claro, ocorre orientada segundo a foliação, localmente sendo serpentinizada. Magnetita varia de traços a 10%, em cristais submilimétricos a porfiroblásticos (mais raros), anédricos, apresentando localmente bordas dendríticas que podem ou não estar orientados. Apesar do alto grau de destruição (metamorfismo) é possível reconhecer nos serpentinitos vestígios de texturas pré-existentes. Observam-se localmente fantasmas e/ou máculas irregulares de dimensões milimétricas chegando a 5 mm. Em alguns fantasmas nota-se restos de olivina (forsterita) metamórfica e em outros textura *mesh* de substituição e concentrações de opacos, indicando que podem ser restos de piroxênio e/ou mesmo olivina. A presença de restos de olivina e piroxênio (quando observados) sugere restos de texturas cumuláticas na rocha original.

Clorita xistos/fels Apresentam textura granoblástica, granolepidoblástica a lepidoblástica, com estrutura xistosa, foliação marcante ou totalmente isótropo. São constituídos basicamente por clorita verde acinzentada com porfiroblastos de magnetita. A clorita varia de 90 a 95%, ocorrendo orientada segundo a foliação. Possui tamanho médio submilimétrico (<0,6 mm). É comum a presença de magnetita (varia de 5 a 7%) porfiroblástica, anedral a subeudral, localmente martitizada, com dimensões de até 8 mm, apresentando bordas serrilhadas a planares. Os cristais menores de magnetita normalmente encontram-se parcialmente estirados e orientados. Mais raramente, nos clorita xistos podem ocorrer traços de apatita e rutilo. Em algumas amostras observam-se pequenos cristais dispersos de epidoto e apatita.

Talco xistos/fels São rochas xistosas, localmente crenuladas, com foliação marcante ou praticamente isótropo. São constituídos basicamente por talco (variando de 90 a 98%) milimétrico a submilimétrico (dimensões entre 0,5 a 1 mm), ocorrendo orientado paralelo à foliação. Em algumas amostras observam-se cristais de talco maiores (com dimensões de até 1,5 mm) em meio a talco mais fino (<0,5 mm), com orientação oblíqua à foliação, sendo “envolto” pelo talco mais fino, parcialmente orientados. Normalmente ocorrem nesse litotipo pequenas quantidades de clorita verde acinzentada, de dimensões submilimétricas (<0,6 mm chegando a constituir porfiroblastos de até 1,4 mm), localmente, constituindo pequenas lentes descontínuas marcando um bandamento composicional paralelo à foliação. Observa-se em algumas amostras máculas irregulares constituídas por clorita (tamanho médio de <0,6 mm) e opacos não orientados, com dimensões de 1 a 3 mm, que podem representar pseudomorfos de olivina/piroxênio. Subordinadamente ocorrem pequenos cristais de opacos (magnetita) orientados segundo a foliação, podendo ocorrer traços de rutilo dispersos, de dimensões inferiores a 0,6 mm.

GEOQUÍMICA DAS ROCHAS METAUSTRAMÁFICAS As análises químicas foram feitas no Laboratório de Geoquímica (Labogeo) do Departamento de Petrologia e Metalogenia - DPM do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), UNESP - Campus de Rio Claro. As análises de elementos maiores e traço (Tabela 1) foram feitas pelo método de Fluorescência de Raios X (FRX), utilizando a metodologia proposta por Nardy *et al.* (1997). A análise dos Elementos Terras Raras - ETR (Tabela 2) foram feitas pelo método ICP-AES (Espectrometria de Emissão Atômica com Fonte de Plasma Acoplado Indutivamente), utilizando os procedimentos descritos por Malagutti *et al.* (1998).

Foram selecionadas 26 amostras de rochas metaultramáficas, nas quais foram analisados os Elementos Maiores (SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 e o LOI), Elementos Traço (Ba, Cr, Cu, Nb, Ni, Rb, Sr, Y e Zr) e Elementos Terras Raras - REE (La, Ce, Nd, Sm, Eu, Gd, Dy, Er, Yb e Lu).

Os serpentinitos possuem maiores concentrações de MgO (variando entre 35,54 e 40,74%) que os outros litotipos analisados, e baixas concentrações de TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , CaO e P_2O_5 . Os exemplares de talco xisto analisados apresentam teores de MgO entre 24,20 e 32,47%, com comportamento igual aos serpentinitos em relação aos outros elementos analisados, com exceção do SiO_2 , cujo teor é mais elevado que nos outros litotipos. As amostras de clorita xisto apresentam concentrações de MgO variando entre 23,89 e 31,84% (concentrações similares às do talco xisto), maiores teores de TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 e MnO e menores concentrações de SiO_2 , em relação às outras rochas. Em relação aos elementos traço os clorita xistos apresentam maiores teores de Sr, Ba, Nb, Y e Zr que as outras rochas, apresentando um leve enriquecimento à medida que diminui o teor de MgO e menores teores de Ni e Cr, enquanto o talco xisto e o serpentinito apresentam valores similares. Com exceção do Ni e Cr, que decrescem à medida que diminui o teor de MgO , os outros elementos não mostram nenhuma relação de proporcionalidade nítida.

Os diagramas de concentrações normalizadas (*spidergram*) para elementos incompatíveis, normalizados ao condrito C (Taylor & McLennan 1985), mostram que os clorita xisto tendem a ser mais enriquecidos em Ba, Zr, La, Ce, Y, Nb, e mais empobrecidos em Cr e Ni; enquanto os serpentinitos apresentam os menores teores e os talco xistos apresentam teores intermediários entre os serpentinitos e clorita xistos (Fig. 2).

O padrão de distribuição de Elementos Terras Raras mostra que os serpentinitos (Fig. 3A) possuem valores normalizados de $\text{ETR} < 1$ (variam entre ~0,1 e ~1), em relação ao condrito e apresentam assinaturas com a concavidade para cima, acentuando-se no lado dos ETRL, indicando um enriquecimento em relação aos ETRP [razões $\text{La/Yb}_{(N)}$ entre 1,25 a 11,8 e $(\sum \text{ETRL})_N / (\sum \text{ETRP})_N > 1$]. Apenas uma amostra apresenta o padrão inverso, mostrando uma leve concavidade para baixo [razões $\text{La/Yb}_{(N)} = 0,57$ e $(\sum \text{ETRL})_N / (\sum \text{ETRP})_N < 1$]. Duas amostras apresentam valores próximos a 1 [$\text{La/Yb}_{(N)} = 0,57$ e 1,26 e, $(\sum \text{ETRL})_N / (\sum \text{ETRP})_N = 0,55$ e 1,05] indicando pequena diferenciação em relação ao condrito, evidenciando que as rochas, em questão, originaram-se a partir de fusão do manto primitivo, com pouco ou sem resíduo. O mesmo padrão das curvas de ETR no serpentinito ocorre com o talco xisto (Fig. 3B), entretanto apresentam teores mais elevados (variando entre ~1 a ~20), mostrando maiores variações nos valores de ETRP e ETRL, no geral apresentam razões $\text{La/Yb}_{(N)} > 1$ e $(\sum \text{ETRL})_N / (\sum \text{ETRP})_N > 1$. As razões dos ETRL mostram que ocorreu maior enriquecimento nestes elementos [razões $\text{La/Sm}_{(N)} = 1,2$ a 10,55 e $\text{Eu/Sm}_{(N)} = 1,1$ a 8,33 e $\text{La/Yb}_{(N)} = 2,1$ a 45,57 e $(\sum \text{ETRL})_N / (\sum \text{ETRP})_N$

Tabela 1 – Resultado das análises químicas de elementos maiores (em % peso) e menores (em ppm) das rochas metaultramáficas.

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI	Total	Ba	Cr	Cu	Nb	Ni	Rb	Sr	Y	Zr
Serpentibitos																					
S1	38,08	0,03	0,52	7,08	0,11	40,75	0,08	-	-	0,01	13,36	100,0	-	2870	49	-	2894	-	-	-	-
S2	37,33	0,03	0,40	7,19	0,13	40,03	0,14	-	-	0,01	14,73	100,0	-	2603	64	-	2195	-	-	-	-
S3	41,21	0,03	1,47	4,55	0,11	39,18	0,06	-	-	0,01	10,38	97,0	-	3330	114	-	3090	-	-	-	-
S4	39,64	0,03	1,07	7,57	0,07	37,99	0,08	-	-	0,01	13,54	99,9	-	3006	55	-	2301	-	-	-	-
S5	41,67	0,03	0,63	7,59	0,11	35,54	0,09	0,01	-	0,02	14,60	100,3	10	1362	19	3	1873	1	8	3	6
S6	40,39	0,01	0,86	7,10	0,10	38,96	0,09	0,01	-	0,05	13,04	100,6	-	3334	10	3	2962	1	8	2	7
S7	40,22	0,01	0,66	7,38	0,11	36,05	0,70	0,02	0,01	0,01	15,16	100,3	-	3105	3	3	2015	2	9	1	7
S9	39,65	0,01	0,65	8,34	0,14	38,99	0,03	-	-	0,01	12,26	100,0	-	3331	6	3	2397	1	7	2	6
S10	42,28	0,05	1,98	7,44	0,06	37,29	0,03	0,01	0,01	0,01	11,57	100,7	-	3641	-	3	2297	2	6	1	9
S11	34,11	0,01	0,51	8,25	0,12	41,86	0,03	-	-	0,01	15,13	100,0	-	4518	1	5	2615	2	6	1	6
S12	41,41	0,01	0,60	9,23	0,11	36,42	0,03	-	-	-	12,22	100,0	1	5836	11	3	3679	1	5	2	6
S13	37,23	0,01	0,74	8,33	0,15	40,45	0,03	-	-	0,01	13,11	100,1	-	4027	1	4	1668	1	4	-	6
Talco xisto																					
T1	60,60	0,02	1,04	5,68	0,03	29,15	0,03	0,01	0,01	0,01	3,88	100,5	2	3431	22	4	1474	-	5	1	6
T2	58,79	0,02	1,38	5,31	0,05	29,60	0,04	0,04	-	0,01	5,08	100,3	-	2450	-	3	1386	2	5	1	10
T3	54,33	0,02	1,19	6,30	0,08	32,47	0,03	-	0,02	0,01	5,73	100,2	10	2141	42	4	1671	3	6	7	6
T4	56,86	0,03	3,85	4,60	0,03	29,78	0,08	-	0,01	0,02	5,06	100,3	2	3117	42	4	1805	2	8	1	7
T5	59,08	0,02	1,67	5,05	0,03	29,42	0,04	-	-	0,01	5,24	100,6	-	1818	4	3	1070	1	6	1	6
T6	59,47	0,02	2,64	6,26	0,04	27,13	0,10	0,01	0,02	0,01	4,86	100,6	2	2298	24	3	1766	1	6	11	6
T7	58,63	0,05	1,56	5,58	0,04	29,60	0,02	0,01		0,01	4,86	100,4	-	2261	10	3	1599	1	5	2	7
T8	54,46	0,06	3,79	7,14	0,04	28,86	0,03			0,01	6,00	100,4	-	3235	53	3	951	1	4	1	11
T9	52,91	0,25	4,88	10,17	0,16	24,20	4,16	0,14	0,02	0,01	3,49	100,4	2	2250	66	3	246	1	12	4	11
Clorita xisto																					
C1	24,86	1,07	21,84	15,73	0,14	27,23	0,03	0,01	0,01	0,03	9,35	100,3	13	410	4	7	241	1	7	22	315
C2	23,83	2,11	17,66	22,89	0,35	23,89	0,24	0,05	0,01	0,24	9,43	100,7	55	461	6	12	267	1	23	17	117
C3	25,06	1,18	18,37	17,00	0,12	27,53	0,03	0,03	-	0,02	10,75	100,1	9	482	20	5	792	2	6	26	56
C4	26,52	1,06	22,60	13,82	0,11	26,51	0,60	-	0,01	0,48	8,85	100,6	19	623	4	8	480	-	16	108	337
C5	28,66	1,11	15,88	11,20	0,20	31,84	0,03	-	-	0,01	11,82	100,8	-	1028	8	5	366	2	5	1	38

Tabela 2 – Resultado das análises químicas de elementos terras raras (em ppm) das rochas metaultramáficas.

	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Gd	Dy	Er	Yb	Lu
Serpentinitos										
S1	0,11	0,20	0,05	0,03	-	-	0,04	0,03	0,02	0,01
S2	0,15	0,40	0,21	0,05	0,02	0,07	0,11	0,06	0,08	0,01
S3	0,12	0,20	0,19	0,08	0,02	0,08	0,17	0,14	0,14	0,03
S4	-	-	-	-	0,01	-	0,03	0,03	0,06	0,01
S5	0,32	0,57	0,25	0,03	0,02	0,06	0,11	0,08	0,07	-
S6	0,43	0,66	0,26	0,05	0,02	0,06	0,07	0,07	0,04	0,01
S7	0,35	0,60	0,27	0,15	0,03	0,08	0,06	0,07	0,04	0,01
S9	0,39	0,79	0,35	0,18	0,04	0,11	0,07	0,09	0,05	0,01
S10	0,93	2,39	0,67	0,21	0,03	0,15	0,10	0,07	0,05	0,01
S11	0,28	0,46	0,21	0,02	0,02	0,06	0,08	0,05	0,03	0,01
S12	0,22	0,35	0,10	0,02	0,01	0,05	0,10	0,06	0,04	0,01
S13	0,31	0,39	0,14	0,02	0,01	0,04	0,10	0,06	0,03	0,01
Talco xisto										
T1	0,48	1,04	0,44	0,09	0,04	0,10	0,08	0,06	0,04	0,01
T2	0,20	0,96	0,16	-	0,01	0,03	0,04	0,04	0,04	-
T3	5,78	1,21	4,31	0,61	0,20	0,62	0,63	0,53	0,44	0,07
T4	2,84	1,93	2,46	0,50	0,12	0,38	0,34	0,24	0,18	0,03
T5	3,69	2,16	1,81	0,22	0,06	0,18	0,15	0,09	0,06	-
T6	19,90	13,10	16,00	2,37	0,63	1,78	1,29	0,75	0,46	0,07
T7	8,70	2,20	8,70	1,40	0,38	0,74	0,45	0,19	0,13	-
T8	0,31	0,57	0,30	0,05	0,02	0,08	0,11	0,07	0,05	-
T9	0,93	1,72	1,55	0,48	0,24	0,57	0,63	0,38	0,29	0,04
Clorita xisto										
C1	37,10	73,90	32,40	5,52	0,94	4,69	3,91	2,39	1,59	0,21
C2	14,87	36,26	19,05	4,62	1,26	4,42	3,46	1,78	1,16	-
C3	4,47	9,38	5,31	1,49	0,14	2,56	3,55	2,63	2,21	-
C4	50,60	112,00	50,10	12,10	3,98	12,40	13,60	7,41	5,15	0,70
C5	0,29	0,62	0,37	0,22	0,04	0,20	0,20	0,12	0,11	0,02
Condrito C	0,367	0,957	0,711	0,231	0,087	0,306	0,381	0,249	0,248	0,0381

> 1], à exceção de uma amostra que mostra razão $(\Sigma ETRL)_N / (\Sigma ETRP)_N < 1$ e razões $La/Sm_{(N)} = 1,2$, $Eu/Yb_{(N)} = 2,35$ e $La/Yb_{(N)} = 2,1$.

As amostras de clorita xisto mostram teores de ETRL variando entre ~0,5 e ~100 vezes o valor do condrito e valores de ETRP entre ~0,5 a ~10 (Figura 3C). As curvas apresentam dois padrões distintos, um subhorizontal ao condrito apresentando leve enriquecimento de ETRL em relação à ETRP [razões $La/Sm_{(N)} = 0,83 - 1,88$, $Eu/Yb_{(N)} = 0,18 - 1,17$, $La/Yb_{(N)} = 1,36 - 1,83$ e $(\Sigma ETRL)_N / (\Sigma ETRP)_N = 0,92 - 0,93$]. O outro padrão apresenta inclinações

mais acentuadas em relação ao condrito mostrando um maior enriquecimento de ETRL e ETRP [razões $La/Sm_{(N)} = 2,02$ e $4,23$, $Eu/Yb_{(N)} = 1,68$ a $3,43$, $La/Yb_{(N)} = 6,63$ a $20,79$ e $(\Sigma ETRL)_N / (\Sigma ETRP)_N = 1,97 - 5,08$]. Com exceção de uma amostra, que apresenta teores de ETR semelhante aos dos serpentinitos, os clorita xistos tendem a ter maiores teores de ETR que os outros litotipos.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS Apesar das transformações catalisadas pela percolação de fluidos durante o metamorfismo, evidenciado pelo crescimento de cristais de turmalina na borda de

Figura 2 – Diagramas de concentrações normalizadas (spidergram) para os elementos traço das rochas metaultramáficas analisadas, normalizados para o condrito C (Taylor & McLennan 1985). A) padrão das amostras de serpentinitos; B) padrão das amostras de talco xisto; e C) padrão das amostras de clorita xisto.

Figura 3 – Diagramas de elementos terras raras normalizados pelo condrito C (Taylor & McLennan 1985). A) padrão das amostras de serpentinitos ; B) padrão das amostras de talco xisto ; e C) padrão das amostras de clorita xisto .

corpos metaultramáficos, crescimento de porfiroblastos de carbonato e magnetita, cloritização, talcificação, serpentinitização e zoneamento composicional, os resultados das análises químicas mostram que as modificações químicas, relativas aos elementos menores e terras-raras não foram significativas, pelo menos nas porções centrais dos corpos, permitindo caracterizar o comportamento químico dos elementos constituintes das rochas durante o evento metamórfico e a elaboração de um padrão geoquímico. Embora os corpos metaultramáficos encontrem-se totalmente transformados mineralogicamente, os núcleos serpentiniticos preservaram grande parte das características químicas das rochas originais. Este aspecto é evidenciado pelos

altos teores de magnésio, cromo, níquel, e baixos conteúdos de titânio, alumínio, ferro, cálcio, fósforo e manganês, semelhantes às composições de rochas duníticas e peridotíticas não alteradas, apesar da significativa entrada de fluídos (água e CO_2), necessárias para a total transformação mineralógica do protólito.

Os relictos de texturas primárias sugerem que parte dos protólitos dos serpentinitos/talco xisto são rochas cumuláticas ricas em olivina e com algum piroxênio. Os baixos conteúdos de Al_2O_3 (variando de 0,5% a 1,98% nos serpentinitos e de 1,04% a 4,88% nos talco xisto), CaO (variando de 0,03% a 0,14% nos serpentinitos e entre 0,03 a 4,16% nos talco xisto), e os altos conteúdos de MgO , Cr e Ni sugerem uma composição peridotítica

Tabela 3 – Composição normativa (CIPW) das rochas metaultramáficas.

	Q	Or	Ab	An	C	Di	Hy	Ol	Mt	Il	Ap
Serpentinitos											
S1	0.00	0.00	0.00	0.40	0.45	0.00	20.87	76.39	1.80	0.06	0.03
S2	0.00	0.00	0.00	0.73	0.21	0.00	19.75	77.35	1.86	0.07	0.03
S3	0.00	0.00	0.00	0.31	1.60	0.00	40.63	56.22	1.15	0.07	0.02
S4	0.00	0.00	0.00	0.36	1.12	0.00	34.97	61.53	1.93	0.07	0.03
S5	0.00	0.00	0.10	0.39	0.58	0.00	50.52	46.35	1.95	0.07	0.05
S6	0.00	0.00	0.10	0.18	0.91	0.00	35.03	61.88	1.78	0.02	0.13
S7	0.00	0.07	0.20	1.99	0.00	1.61	38.57	55.61	1.90	0.02	0.03
S9	0.00	0.00	0.00	0.10	0.71	0.00	30.95	66.11	2.08	0.02	0.03
S10	0.00	0.07	0.10	0.10	2.17	0.00	46.27	49.33	1.84	0.11	0.02
S11	0.00	0.00	0.00	0.11	0.57	0.00	0.95	96.20	2.13	0.02	0.03
S12	0.00	0.00	0.00	0.17	0.63	0.00	44.56	52.31	2.31	0.02	0.00
S13	0.00	0.00	0.00	0.10	0.82	0.00	17.32	79.61	2.10	0.02	0.03
Talco xisto											
T1	13.98	0.06	0.09	0.09	1.02	0.00	83.41	0.00	1.29	0.04	0.02
T2	11.59	0.00	0.36	0.15	1.33	0.00	85.29	0.00	1.22	0.04	0.02
T3	1.92	0.13	0.00	0.10	1.21	0.00	95.13	0.00	1.46	0.04	0.02
T4	9.87	0.06	0.00	0.29	3.94	0.00	84.67	0.00	1.06	0.06	0.05
T5	12.59	0.00	0.00	0.15	1.71	0.00	84.33	0.00	1.16	0.04	0.02
T6	15.55	0.12	0.09	0.46	2.57	0.00	79.72	0.00	1.44	0.04	0.02
T7	11.50	0.00	0.09	0.04	1.61	0.00	85.35	0.00	1.29	0.10	0.02
T8	7.47	0.00	0.00	0.10	4.01	0.00	86.61	0.00	1.67	0.12	0.02
T9	2.85	0.12	1.23	13.13	0.00	6.59	73.20	0.00	2.36	0.49	0.02
Clorita xisto											
C1	0.00	0.07	0.09	0.17	24.28	0.00	0.54	68.48	4.08	2.27	0.00
C2	0.00	0.00	0.00	1.33	19.17	0.00	0.00	68.97	6.09	4.49	0.00
C3	0.00	0.00	0.00	0.04	20.83	0.00	0.00	72.00	4.50	2.55	0.05
C4	0.00	0.07	0.00	0.18	24.88	0.00	11.41	56.51	3.57	2.22	1.16
C5	0.00	0.00	0.00	0.10	18.01	0.00	7.49	68.94	3.04	2.40	0.02

a dunítica (harzburgito a dunito) e peridotítica (harzburgito a lherzolito) para o protólito dos serpentinitos e talco xistos respectivamente. A composição normativa CIPW (Tabela 3) advoga que os serpentinitos originaram-se de rochas compostas por olivina e ortopiroxênio, já os talco xisto derivariam de rochas constituídas basicamente por ortopiroxênio. Tal composição é compatível com a composição de rochas duníticas/harzburgíticas.

Os altos conteúdos de Al_2O_3 e Fe_2O_3 e baixos conteúdos de SiO_2 nos clorita xistos, em relação aos serpentinitos e talco xistos além da presença de porfiroblastos de magnetita, turmalina e de carbonatos (magnesita e breunnerita) sugerem que estas rochas foram afetadas por metassomatismo. A mineralogia normativa deste grupo de rochas sugere que a principal fase mineral do protólito era representada por olivina, como também ocorre nos talco xistos e serpentinitos, entretanto o segundo mineral em abundância, seria o coríndon, em função do alto conteúdo de Al_2O_3 e baixo SiO_2 , composição esta que não é provável de ser gerada por processos de diferenciação ou fracionamento magmático. A presença de porfiroblastos de magnetita explica o alto conteúdo de ferro

presente neste conjunto de rocha. Os altos teores de Al_2O_3 , que são inclusive superiores aos de rochas básicas normais (basaltos e/ou gabros), bem como os teores de Fe_2O_3 , TiO_2 , Y e Zr, são interpretados como resultado de troca metassomática com as encaixantes (perda de Cr, Ni, Mg e Si), e ganho de relativo ou absoluto de Al, Fe, Ti, Y, Zr, Ba, B e C. Os altos teores de MgO (semelhante ao talco xisto) sugerem que a maior parte dos clorita xistos foram derivados de protólitos semelhantes aos que originaram os serpentinitos e talco xistos. Todavia apenas o enriquecimento relativo, sem a entrada de elementos provenientes das rochas encaixantes, não explica o enriquecimento de ETR, em relação aos ETRP, observados nos talco xisto e principalmente nos clorita xistos (Fig. 3).

Segundo Strieder (1992), a avaliação dos efeitos metassomáticos pode ser feita através da determinação de um marcador inerte, utilizando-se gráficos binários. Adotando-se a metodologia proposta por Strieder (1992), o Ni, Ti e Cr parecem ter tido menor mobilidade, pois apresentam *trends* paralelos entre as rochas (Figura 4 A e B). No caso do SiO_2 e MgO os gráficos apresentam dispersão, não definindo um *trend* marcante, entretanto observa-se que os talco xistos foram enriquecidos em SiO_2 . No

Figura 4 – Diagramas $Ni/Cr \times Cr$, $Cr/Ni \times Ni$, $Ti/Ni \times Ni$, $Ti/Cr \times Cr$, $Ni/Al \times Al$, $Cr/Al \times Al$, $Ni/Mg \times Mg$, $Cr/Mg \times Mg$, $Ni/Fe \times Fe$ e $Cr/Fe \times Fe$ que mostram modificações do conteúdo de elementos nas rochas metaultramáficas analisadas. Valores dos elementos em ppm.

caso do MgO ocorreu empobrecimento nos talco xistos e clorita xistos sendo mais acentuado nos clorita xistos. O Al_2O_3 exibe uma pequena variação em relação aos talco xistos e serpentinitos, entretanto observa-se um aumento acentuado nos clorita xisto. Como os protólitos destas rochas contém baixo conteúdo de Al_2O_3 , o aumento acentuado só pode ser interpretado como resultante do aporte deste elemento das rochas encaixantes.

Normalmente rochas metaultramáficas possuem baixo conteúdo em elementos terras raras. Desta forma, pode-se especular que no serpentinito e no talco xisto o padrão dos terras raras manteve-se pouco alterado e/ou alterou-se homogeneamente, ou ainda ocorreu re-homogenização da distribuição destes elementos sem grande ganho ou perda. Neste caso, os conteúdos mais acentuados de ETRL seriam resultado da sua maior mobilidade, já que ocorrem principalmente junto ao clorita xisto, ou seriam resultado do “resíduo” de cristalização, já que a olivina mantém maior afinidade com ETRP. A análise dos gráficos mostra que, em relação a duas amostras de clorita xisto (curvas sub-horizontais), são provenientes da alteração de protólitos similares ao do serpentinito, sendo que a curva com teores de ~10 de ETR em relação ao condrito, pode ser resultante da alteração de provável piroxenito, originário de magma diferenciado, pois apresenta anomalia negativa de Eu (indicando a possível presença de plagioclásio ou clinopiroxênio no magma original). As outras amostras de clorita xisto, sugerem duas possibilidades: a) são rochas metaultramáficas com protólitos semelhantes ao do talco xisto e serpentinito, que passaram por maior alteração no seu quimismo original, provocado por metassomatismo resultante da interação com as encaixantes ou b) essas rochas não são resultado da alteração de rochas metaultramáficas e sim de rochas metamáficas (gabros e/ou mesmo basaltos) e ou metaultramáficas mais diferenciadas, hipótese esta que julgamos menos provável com base em observações de campo, investigações petrográficas e interpretação globalizada dos dados litoquímicos.

CONCLUSÕES As rochas metaultramáficas ocorrem intercaladas principalmente em metassedimentos do Grupo Araxá e Terrenos

Gnáissicos Metassedimentares (Navarro 2002), ocorrendo na forma de corpos lenticulares, encaixados paralelamente à direção da foliação. São constituídos por serpentinitos, talco xistos, clorita xistos, sendo a principal ocorrência situada a sul da Serra do Paraíso, constituindo uma série de cinco lentes (*boudins*) de serpentinitos, ligados em parte, por porções mais finas, alinhadas no sentido E-W. As feições estruturais e texturas observadas nas metaultramáficas sugerem que os corpos foram alojados tectonicamente durante a fase pré- sin-Dn e que estes se comportaram como “resistatos”, concentrando a deformação na borda, preservando os núcleos da deformação. Desta forma o zoneamento descontínuo observado nas porções mais espessas das rochas metaultramáficas seria resultado da evolução tectono-metamórfica. Este aspecto, aliado aos resultados das análises químicas que mostram que o clorita xisto das bordas é mais rico em ETR e principalmente em ETRL, sugere metassomatismo associado à ação de fluidos ricos em H_2O , CO_2 e SiO_2 , localmente, boro (cristalização de turmalinas em alguns clorita xistos, provenientes das encaixantes), conduzindo à alterações na composição química dos protólitos, em relação aos elementos maiores e provavelmente também traços. As composições químicas do talco xisto e serpentinito sugerem um protólito de composição dunítica a peridotítica (dunítica a harzburgítica ou lherzolitica).

O padrão de ETR “côncavo” com relação ao condrito (com valores próximos a 1), a forma de ocorrência dos corpos, as texturas observadas e a presença de pequenas lentes e bolsões irregulares de cromititos, com características texturais/estruturais e químicas de complexos do tipo Alpino (Angeli *et al.* 2004), permitem considerar que as rochas metaultramáficas da região correspondem a fragmentos de ofiolitos (melange ofiolítica), como já proposto por outros autores (Berbert 1970, Danni & Teixeira 1981, Drake Jr. 1980, Strieder & Nilson 1992 a).

Agradecimentos Ao CNPq (processo nº 97/00640-5) e à FAPESP (processo nº 2001/10034-2) pelo auxílio financeiro e ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP (Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho) pelo apoio técnico.

Referências

- Angeli N., Navarro, G.R.B., Zanardo A., Vlach S.R.F., Rodrigues V.G. 2004. Petrografia e Geoquímica dos depósitos de cromita de Cromínia e Mairipotaba (Goiás). In: SBG, Congr. Bras. Geol., 42, *Anais*, CD-Room.
- Araujo V.A., Godoi P.V.B., Araujo H.O. de, Moreton E.S., Silva L.C., As M.A.D., Martins A.M. de, Matos E.G., Andrade S.H.S. de, Sales R., Berbert C.O., Olivatti O. 1980. *Projeto Pontalina – Fase I*. Goiânia: SURGEO/GO, DNPM/CPRM, 7v.
- Berbert C.O. 1970. Geologia geral dos complexos básicos-ultrabásicos de Goiás. In: SBG, Congr. Bras. Geol., 24, *Anais*, p. 41-50.
- Danni J.C.M. & Teixeira N.E. 1980. Características e sistematização das associações de rochas máficas e ultramáficas pré-cambrianas do estado de Goiás. In: SBG, Simp. Geol. Centro-Oeste, 1, *Anais*, p. 376.
- Drake Jr. A.A. 1980. *The Serra de Caldas window*. Prof. Pap. U. S. Geol. Surv. Washington (1119-AB):1B-19B.
- Fuck R.A., Pimentel M.M., D’el Rey Silva Luiz J.H. 1994. Compartimentação tectônica na porção oriental da Província Tocantins. In: SBG, Congr. Bras. Geol., 38, *Bol. Res. Exp.*, 1:215-216.
- Malagutti M.I.A., Filho B.O., Moreno M.M.T., Nardy A.J.R. 1998. Determinação de Elementos Terras Raras e Ítrio em rochas silicáticas por ICP-AES com separação em resina trocadora de íons. *Geochimica Brasiliensis*, 12:75-80.
- Nardy A.J.R., Enzweiler J., Bahia Filho O., Oliveira M.A.F., Penreiro M.A.V. 1997. Determinação de elementos maiores e menores em rochas silicáticas por espectrometria de fluorescência de Raios-X: resultados preliminares. In: SBG, Congr. Bras. Geoquímica, 6, *Anais*, 2:346-348.
- Navarro G.R.B. 2002. *Caracterização metamórfica/estrutural dos corpos metaultramáficos da região de Mairipotaba-Cromínia e Pontalina (GO)*. Dissertação de Mestrado, IGCE, UNESP, Rio Claro, 109 p.
- Navarro G.R.B., Zanardo A., Galembeck T.M.B., Rocha M.M.C. 2004. Idades Modelo dos Gnaisses da Região de Pontalina Goiás. In: SBG, Congr. Bras. Geol., 42, *Anais*, CD-Room.

- Nilson A.A. 1984. O atual estágio de conhecimento dos Complexos máfico-ultramáficos pré-cambrianos do Brasil – Uma avaliação preliminar. In: SBG, Congr. Bras. Geol., 33, *Anais*, 9:4166-4203.
- Pimentel M.M., Fuck R.A., Gioia S.M.C.L. 2000. The neoproterozoic Goiás magmatic arc, central Brazil: A review and new Sm-Nd isotopic data. *Rev. Bras. Geoc.*, **30**:35-39.
- Rezende A., Nilson A.A., Silva A. da, Alvarenga C.J.S. de, Gebrim E., Godoi H.O., Lacerda Filho J.V. de, Danni J.C.M., Campos J.E.G., Brilhante J.R., Dardenne M.A., Resende M., Pimentel M.M., Botelho N.F., Barbosa P.A.R., Boas P.F.V., Lima T.M., Filho W.R. 1999. Descrição das Unidades Litoestratigráficas. In: Lacerda Filho J.V. de, Rezende A., Silva A. da (coords). *Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal*. Goiânia: conv. CPRM/METAGO S.A./UnB. p. 31-78.
- Simões L. S.A., Navarro G.R.B., Ferreira S., Moraes R. 1999. Geologia da região de Mairipotaba - GO. In: SBG, Simp. Geol. Centro-Oeste, 7, *Bol. Res.*, p. 11.
- Strieder A.J. 1992. Serpentinização e metassomatismo em rochas metaultramáficas: discussão das características e recomendações para o tratamento geoquímico. *Rev. Bras. Geoc.*, **22**:329-337.
- Strieder A.J. & Nilson A.A. 1992a. Melange ofiolítica nos metassedimentos Araxá de Abadiânia (GO) e implicações tectônicas regionais. *Rev. Bras. Geoc.*, **22**:204-215.
- Strieder A.J. & Nilson A.A. 1992b. Estudo petrológico de alguns fragmentos tectônicos da melange ofiolítica em Abadiânia (GO): I – O protólito dos corpos de serpentinito. *Rev. Bras. Geoc.*, **22**:338-352.
- Strieder A.J. & Nilson A.A. 1992c. Estudo petrológico de alguns fragmentos tectônicos da melange ofiolítica em Abadiânia (GO): II – Cromita primária e suas transformações metamórficas. *Rev. Bras. Geoc.*, **22**:353-362.
- Taylor S.R. & MacLennan S.M. 1985. *The continental crust: its composition and evolution*. Blackwell, Oxford, 312 p.

Manuscrito A-1500

Recebido em 16 de março de 2004

Revisão dos autores em 05 de outubro de 2005

Revisão aceita em 15 de outubro de 2005