

Variações composicionais em Mg-clorita e anfibólios de metaultramafitos de domínios tectono-estruturais distintos do Complexo Campos Gerais, sudoeste de Minas Gerais.

¹ Szabó, G.A.J.; ^{1,2} Moya, F.A.

(¹ Instituto de Geociências – USP - ² Bolsista de Iniciação Científica FAPESP)

Abstract: Electron Microprobe analyses for Mg-chlorite, Ca-Mg amphiboles and Mg-orthoamphiboles from metaultramafic rocks show distinct compositional variation trends for samples from the Northern (ND) and Southern (SD) Domains of the Campos Gerais Complex, at the southernmost margin of the São Francisco Craton, SW Minas Gerais State, Brazil. These variations result from cationic substitutions as a response to the changing metamorphic conditions to which the rocks were submitted. In the ND, Mg-Chlorite exhibits a continuous enrichment in Al^{total} due essentially to tschermakitic substitutions ($\text{SiMg}=\text{Al}^{\text{IV}}\text{Al}^{\text{VI}}$) to the limit of 4,8 Al^{total} p.f.u. (for 28 equivalent O), whilst in the SD the Al enrichment is enhanced, due to additional sudoitic substitutions ($3\text{Mg}=\square^{\text{VI}}+2\text{Al}^{\text{VI}}$). Anthophyllite in the SD is also more Al-rich, specially in fibro-radiated chlorite-anthophyllite rocks. The distinct compositional variation patterns for these minerals in metaultramafic rocks from these two domains reinforces the interpretation that we are dealing with two tectonically juxtaposed terranes, each with a distinct tectono-metamorphic history.

Introdução: O Complexo Campos Gerais (CCG), situado na margem meridional do Cráton do São Francisco (CSF), foi definido originalmente como uma unidade heterogênea, com grande variedade de constituintes litológicos e marcada compartimentação tectônica (Cavalcante et al 1979). Dentre seus constituintes, as rochas metaultramáficas, que ocorrem na forma de corpos lenticulares de dimensões variáveis tectonicamente intercaladas a gnaisses e migmatitos cisalhados com intensidade variável ao longo da Zona de Cisalhamento Campo do Meio (ZCCM), foram incorporadas à Sequência Vulcano-Sedimentar Morro do Ferro (SVSMF - Teixeira e Danni 1979), sendo identificadas como de filiação komatiítica. Estudos posteriores (e.g. Szabó et al 1993, Roig 1993, Zanardo et al 1996) sugerem que o CCG é constituído por dois domínios tectono-estratigráficos distintos: o Domínio Norte (DN) corresponderia a terrenos granito-*greenstone belt* da borda meridional do CSF, autóctones, intensamente reorganizados ao longo de zonas de cisalhamento de alto ângulo de direção geral NW / WNW da ZCCM, enquanto o Domínio Sul (DS) compreenderia um conjunto alóctone de biotita e/ou anfibólio gnaisses, metassedimentos psamíticos-pelíticos (quartzitos, st-ky-grt micaxistos), rochas metabásicas e metaultramáficas com formações ferríferas-manganesíferas bandadas associadas, separado dos terrenos a norte por uma extensa zona de cisalhamento direcional, de baixo-médio ângulo. Rochas metaultramáficas ocorrem em ambos os domínios, todas tendo sido originalmente agrupadas na SVSMF. As do DN, originárias de uma suite de tipo ADK (Aluminium Depleted Komatiites), foram submetidas a metamorfismo e deformação heterogêneos ao longo da ZCCM, com texturas *spinifex* pseudomórficas e porções maciças composicionalmente menos modificadas em núcleos lenticulares preservados em meio à foliação de cisalhamento anastomosada (e.g. Szabó 1996). Padrões de variação composicional nos constituintes principais destas rochas (Ca-Amp e Mg-Chl \pm Ath), combinados com as feições texturais, permitem modelar sua evolução tectono-metamórfica progressiva (Szabó 1996, Szabó et al 1999). No DS, a reorganização tectono-metamórfica foi mais pervasiva, e informações sobre os protólitos das rochas metaultramáficas são praticamente inexistentes. Adicionalmente, as paragêneses que se desenvolvem nestas rochas indicam intensa modificação composicional, evoluindo para assembléias mineralógicas ricas em antofilita e talco, que sugerem alta atividade de sílica nos

fluidos metamórficos, sob condições de fácies anfibolito. Apesar destas diferenças, porém, a paragênese fundamental, a partir da qual se processam as modificações metamórficas subseqüentes, é semelhante para ambos domínios: Mg-Chl – Ca-Amp (tremolita, hornblenda). Neste trabalho, apresentamos os resultados de análises composicionais em Mg-clorita e anfibólios cálcico-magnesianos e magnesianos de amostras metaultramáficas do CCG, incluindo análises já disponíveis para o DN e análises novas obtidas para ambos domínios, com o intuito de comparar as tendências de variação composicional para estes minerais entre os dois domínios tectono-estratigráficos.

Metodologia Analítica: As amostras são provenientes de uma área-teste no CCG, localizada no sudoeste do Estado de Minas Gerais, a sul da cidade de Alpinópolis e nas cercanias da vila de Petúnia (município de Nova Resende), e englobam as principais variedades petrográficas metaultramáficas de cada domínio. As análises foram realizadas em Mg-Chl, Ca-Amp (tremolita a hornblenda magnesiana) e Ath, no Laboratório de Microsonda Eletrônica do Departamento de Mineralogia e Geotectônica do IGc-USP, com uma Microsonda JEOL JXA-8600, equipada com 5 espectrômetros, utilizando sistema de análise automatizada WDS Voyager 4.1 da Termo-Noran, com voltagem de aceleração de 15 kV, corrente de feixe de 20.1 ± 0.1 nA, diâmetro de feixe de 5 μ m, com correções quantitativas através do programa PRZ Termo-Noran, com um erro analítico estimado de $\pm 3\%$ para elementos maiores. O acervo total obtido soma 730 análises pontuais válidas. Os resultados das análises foram processados através do programa MINPET for Windows 2.02, incluindo cálculos de fórmula estrutural (23 O-equivalentes para anfibólios, 28 para clorita) e projeção em gráficos para avaliar as variações composicionais, tanto em amostras individuais como para os conjuntos de amostras dos dois domínios. A seleção dos pontos analisados levou em conta a variedade textural dos minerais em estudo, incluindo análises borda-núcleo e perfis composicionais em indivíduos maiores.

Apresentação dos Resultados: No DN, as variedades petrográficas analisadas incluem Mg-Chl – Ca-Amp xistos e fels ora com texturas *spinifex* pseudomórficas, ora lepidonematoblásticos, freqüentemente com microporfiroblastos de Ath e porfiroblastos serpentinizados de olivina (Ol), e Ol \pm ortopiroxênio (Opx) - Ca-Amp xistos e fels porfiroblásticos com espinélio verde (Spl) e com Mg-Chl como microporfiroblastos tardios, randômicos ou em palhetas discretas intersticiais ao Ca-Amp. A evolução metamórfica desta suite é modelada com base no enriquecimento progressivo de Al na Mg-Chl, com a concomitante blastese de microporfiroblastos de Ath de 1ª geração e porfiroblastos de Ol, culminando na quebra final da Mg-Chl quando seu conteúdo de Al^{total} alcança 4,8 a.p.f.u. (para 28 O-equivalentes). Neste processo, surgem os porfiroblastos de Opx \pm Ol, acompanhados de Spl. No DS, a variação se dá entre Mg-Chl – Ca-Amp xistos lepidonematoblásticos finos, homogêneos, com microporfiroblastos de Ath freqüentemente discordantes da foliação de cisalhamento e Ath-talco (Tlc) xistos grossos, fibro-radiados, que ocorrem alternados com os xistos mais finos. Termos intermediários são representados por Mg-Chl – Ath xistos fibro-radiados com Ca-Amp variável. As relações de campo e feições texturais sugerem uma modificação composicional nesta suite intensa e pervasivamente cisalhada sob condições de fácies anfibolito, através da perda de Ca e enriquecimento relativo em Mg e Si, em direção a termos progressivamente mais ricos em Ath e Tlc. É curioso notar que a serpentinação é virtualmente ausente nestas rochas, prevalecendo a talcificação nos estádios tardios do metamorfismo, enquanto no DN a serpentinação se manifesta, em grau variado, em praticamente todas as amostras estudadas, ocasionalmente seguida de talcificação incipiente.

Comparando-se as variações composicionais de Ca-Amp, Ath e Mg-Chl entre os conjuntos de amostras dos dois domínios (figuras 1 a 6), nota-se o seguinte:

- a) para Ca-Amp do DS, a tendência de variação composicional em Al^{total} equipara-se em extensão à do Ca-Amp do DN, porém com uma variação em $Mg/(Mg+Fe)$ mais contínua, linear; no DN, a razão $Mg/(Mg+Fe)$ é mais variada, refletindo a composição em rocha total também mais variável (figuras 1 e 2);
- b) em Mg-Chl do DS, o conteúdo em Al^{total} excede 4,8 a.p.f.u. que define o limite de estabilidade máxima deste mineral no metamorfismo progressivo do DN; a proporção característica das substituições tschermakíticas ($SiMg = Al^{IV}Al^{VI}$) também é excedido: isto implica substituições adicionais sudoíticas ($3Mg = \square^{VI} + 2Al^{VI}$) (figuras 5 e 6);
- c) Ath apresenta variação composicional fortemente controlada por substituições edeníticas ($\square Si = NaAl^{IV}$) para os microporfiroblastos de 1ª geração do DN (triângulos) e mais tschermakítica, além de mais extensa em Al para o DS, onde Ath dos Mg-Chl – Ath xistos fibro-radiados é sistematicamente mais rica em Al (figuras 3 e 4);
- d) Mg-Chl e Ath do DS têm razões $Mg/(Mg+Fe)$ mais elevadas e alcançam composições significativamente mais ricas em Al que as do DN, principalmente nas amostras de Mg-Chl – Ath xistos fibro-radiados (figuras 4 e 6);
- e) tanto em anfibólios como em Mg-Chl, a razão $Mg/(Mg+Fe)$ diminui com aumento de Al, indicando substituição preferencial do Mg pelo Al nas posições octaédricas destes minerais (figuras 2, 4 e 6).

Conclusões: Os resultados revelam tendências de variação composicional diferentes para Mg-Chl, Ca-Amp e Ath das rochas metaultramáficas dos dois domínios tectono-estratigráficos do CCG, corroborando a sugestão de que se trata de dois terrenos distintos, com história tectono-metamórfica própria em cada caso. As tendências de variação composicional dos minerais principais, as texturas e paragêneses observadas nas rochas metaultramáficas de cada domínio sugerem um padrão metamórfico mais heterogêneo, mais segmentado para o DN, onde a variedade composicional do conjunto de amostras analisado imprime sua marca nas tendências de variação composicional dos minerais, enquanto o DS exibe um comportamento mais homogêneo, com variações mais lineares, sugerindo reequilíbrio metamórfico e composicional mais pervasivo da suite metaultramáfica na foliação de cisalhamento que caracteriza este domínio. O enriquecimento mais acentuado em Al em Mg-Chl e Ath do DS, além inclusive do limite máximo observado em Mg-Chl do DN (4,8 Al^{total} p.f.u.), sugere um ambiente físico-químico de metamorfismo peculiar, controlado por pressões mais altas e/ou alta atividade de Al nos fluidos metamórficos percolantes, “forçando” as substituições sudoíticas na Mg-Chl.

Agradecimentos: à FAPESP, pelo financiamento através do Projeto Temático 97/00640-5 e pela Bolsa IC 99/1942-0 de FAM; e aos responsáveis docentes (Sílvia R.F.Vlach, Excelso Ruberti) e técnico (Marcos Mansueto) do Laboratório de Microsonda Eletrônica do GMG-IGC-USP, pelo auxílio com as análises.

Referências Bibliográficas:

Cavalcante, J.C.; Cunha, H.C. das; Chierigatti, L.A.; Kaeffer, L.Q.; Rocha, J.M. da; Daitx, E.C.; Coutinho, M.G. da N.; Yamamoto, K.; Drumond J.B.V.; Rosa, D.B.; Ramalho, R. - 1979 - Projeto Sapucaí - Relatório Final. Convênio DNPM/CPRM. Brasília. 299 p, 4 mapas.

Roig, H.L. - 1993 - Caracterização da zona sutura Jacuí - Conceição de Aparecida / MG: implicações geotectônicas e metalogenéticas. Dissertação de Mestrado. IG-UNICAMP, Campinas, SP. 125p.

Szabó, G.A.J.; Roig, H.L.; Schrank, A.; Choudhuri, A. - 1993 - Duas faixas lito-estruturais distintas e os limites das províncias Tocantins e Mantiqueira, entre Alpinópolis e Nova Resende (MG). In: Simp. Sobre o Cráton do São Francisco - Salvador, BA, 1993. Anais...Salvador, SBG: 272-274.

Szabó, G.A.J. - 1996 - Petrologia da Suíte Metaultramáfica da Seqüência Vulcano-Sedimentar Morro do Ferro na Região de Sul a Oeste de Alpinópolis, MG (Domínio Norte do Complexo Campos Gerais). Tese de Doutorado, IG - USP, São Paulo, SP. 354p.

Szabó, G.A.J.; Candia, M.A.F.; Choudhuri, A. - 1999 - Metamorfismo progressivo de fácies anfibolito de rochas ultramáficas de Alpinópolis (MG): as variações composicionais em minerais. In: 5.Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa / 7. Congr.Bras.Geoquímica - Porto Seguro, BA, 1999. Anais... Porto Seguro, SBGq: 617-619

Teixeira, N.A.; Danni, J.C.M. - 1979 - Geologia da Raiz de um Greenstone Belt na Região e Fortaleza de Minas, Minas Gerais. Rev. Bras. Geoc.9:17-26.

Zanardo, A.; Oliveira, M.A.F. de; Del Lama, E.A.; Carvalho, S.G. de - 1996 - Rochas máficas e ultramáficas da Faixa Jacuí - Bom Jesus da Penha - Conceição de Aparecida (MG). Geociências 15: 279-297.

Ilustrações:

Domínio Norte - Azul

□ - olivina - ortopiroxênio - hornblenda xistos / fels porfiroblásticos com espinélio ± clorita

△ - clorita - Ca-anfibólio xistos / fels ± olivina e/ou antofilita, com ou sem textura *spinifex*

Domínio Sul - Vermelho

○ - clorita - Ca-anfibólio xistos / fels ± antofilita

◇ - clorita - antofilita xistos / fels fibrorradiados com Ca-anfibólio

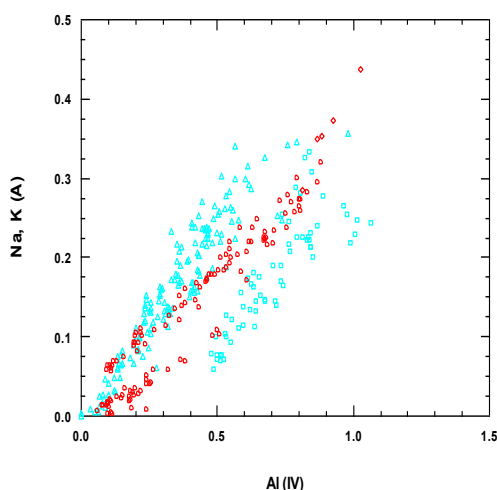


Figura 1: Ca-Amp – Na, K(A) X Al^{IV}

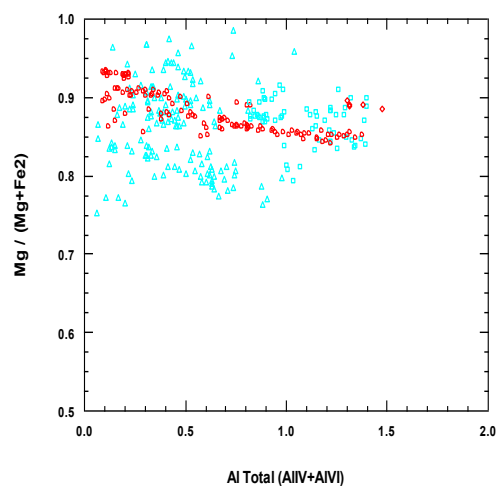


Figura 2: Ca-Amp – Al^{total} X (Mg/Mg+Fe)

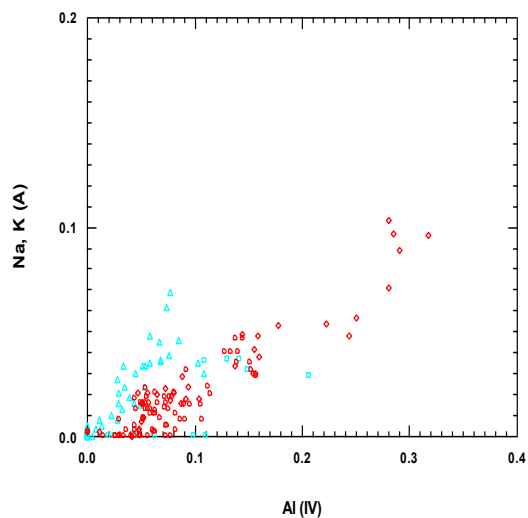


Figura 3: Ath – Na, K (A) X Al^{IV}

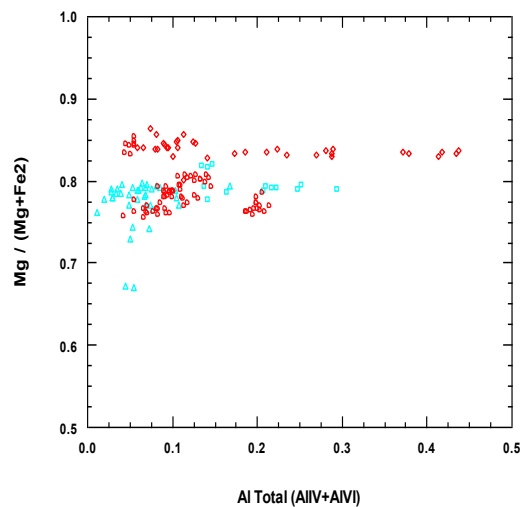


Figura 4: Ath – Al^{total} X Mg/(Mg+Fe)

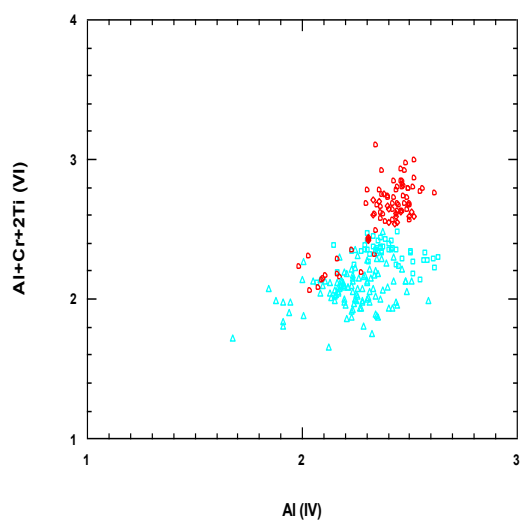


Figura 5: Mg-Chl – Al^{IV} X (Al+Cr+2Ti) VI

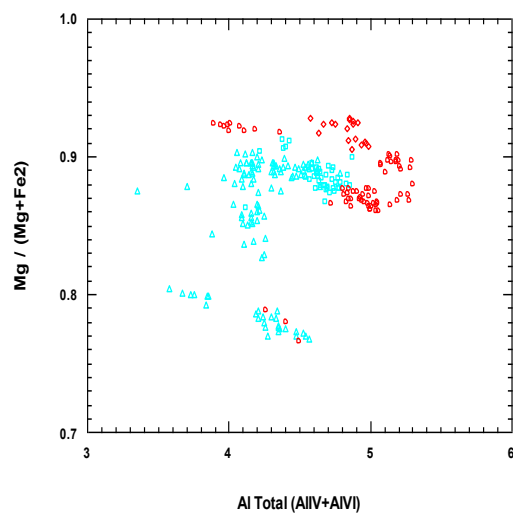


Figura 6: Mg-Chl - Al^{total} X (Mg/Mg+Fe)