

**ANFIBOLITOS PROTEROZÓICOS DE GOIÁS, BRASIL:  
REPRESENTANTES DE VULCANISMO BASÁLTICO DE ARCOS MAGMÁTICOS?**

R.M. Kuyumjian, R.R. Dias

## ABSTRACT

A revision of data for the least mobile incompatible trace elements on metabasalts from Proterozoic supracrustal sequences in the Massif of Goiás is presented. The distribution of titanium, manganese, phosphorus, zirconium, yttrium and rare earth elements from those amphibolites is very similar to those in basalts from island arc and back-arc basin. It is suggested for the Massif of Goiás an evolution involving the establishment of two magmatic arcs during the Proterozoic, and that the massif can be interpreted as a flower structure in section.

## RESUMO

A utilização de diagramas discriminantes de ambientes geotectônicos de basaltos e de padrões de distribuição considerando elementos traço incompatíveis, evidenciam que os anfíbolitos das seqüências vulcano-sedimentares proterozóicas do Maciço de Goiás apresentam afinidade química com os basaltos recentes de zonas de subducção. Sugere-se que a evolução geológica do Maciço de Goiás envolveu o estabelecimento de dois arcos magmáticos durante o Proterozóico, e que o maciço pode ser interpretado como uma estrutura em flor, estabelecida durante o evento Brasileiro.

## INTRODUÇÃO

O Maciço de Goiás compreende, essencialmente, terrenos arqueanos do tipo granito-greenstone belt e seqüências vulcano-sedimentares proterozóicas (Marini et al., 1984a, b).

As seqüências vulcano-sedimentares proterozóicas em Goiás ocorrem concentradas em duas faixas: uma, na porção oriental do Maciço de Goiás, entre o cinturão granulítico da Sutura de Niquelândia e os terrenos granito-greenstone belts, e outra, na porção ocidental do maciço, entre os terrenos granito-greenstone belts e o cinturão granulítico da Sutura Porto Nacional. A primeira, compreende as seqüências de Juscelândia (Fuck et al., 1981; Danni & Kuyumjian, 1984; Kuyumjian & Danni, 1991), Palmeirópolis (Ribeiro Filho & Teixeira, 1980; Araujo, 1986) e Indaianópolis (Danni & Leonardos, 1978; Brod, 1988); a segunda compreende as seqüências de Arenópolis (Pimentel & Fuck, 1987), Bom Jardim (Seer, 1985), Jaupaci (Amaro, 1989), Chapada (Kuyumjian & Suddaby, 1988; Kuyumjian, 1989), Mossamedes (Barbosa, 1987), Córrego da Boa Esperança (Nunes, 1990) e Abadia dos Dourados (Brod et al., 1991b).

Dados geocronológicos de U-Pb obtidos por Pimentel et al. (1991) em zircão de orto-gnaisses da região de Arenópolis (899 Ma), e de metarriolitos das seqüências de Arenópolis e Jaupaci (929 e 764 Ma, respectivamente), porção ocidental do Maciço de Goiás, indicam que as rochas das seqüências vulcano-sedimentares da faixa que

se estende naquela porção do maciço formaram-se durante o Proterozóico Superior.

As seqüências proterozóicas do Maciço de Goiás têm sido objeto de levantamentos geológicos e de estudos para a caracterização geoquímica das rochas metavulcânicas. A presença de metabasaltos almofadados e/ou de níveis de metachert e formação ferrífera bandada nas seqüências vulcano-sedimentares proterozóicas evidencia que estas foram depositadas em ambiente marinho. Dados geoquímicos obtidos em metavulcânicas indicam que aquelas seqüências formaram-se em ambientes geotectônicos do tipo arco de ilha ou bacia marginal do tipo back-arc.

Neste trabalho, são enfocados os anfíbolitos das seqüências vulcano-sedimentares proterozóicas do Maciço de Goiás objetivando, a partir da integração de dados geoquímicos obtidos até o presente momento, extrair informações que permitam contribuir para o entendimento da evolução crustal daquele maciço durante o Precambriano. Foram considerados apenas os resultados analíticos referentes a elementos traço considerados menos móveis durante processos de alteração e metamorfismo.

## CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS ANFIBOLITOS

As principais características dos anfíbolitos das seqüências vulcano-sedimentares consideradas no presente trabalho são sintetizadas a seguir.

Os anfíbolitos da seqüência de Palmeirópolis (Araujo, 1986) ocorrem nas unidades 1 (anfíbolitos gabróticos intercalados com gnaisses, quartzitos e xistos), 3 (anfíbolitos finos almofadados intercalados com metatufos associados) e 4 (anfíbolito xistos intercalados com quartzitos e metacherts). A composição mineralógica destes anfíbolitos compreende hornblenda, plagioclásio, biotita, titanita, ilmenita, epidoto, carbonato, quartzo, apatita e, ocasionalmente, diopsídio e escapolita, dispostos segundo textura nematoblástica ou porfiroblástica. O metamorfismo é da facies anfíbolito. Tais anfíbolitos apresentam afinidade química com basaltos toleíticos de cadeia meso-oceânica e de bacia marginal do tipo back-arc.

Os anfíbolitos da seqüência de Juscelândia (Fuck et al., 1981; Danni et al., 1984; Danni & Kuyumjian, 1984; Kuyumjian & Danni, 1991) ocorrem principalmente na Unidade Inferior, com raras intercalações de metacherts e micaxistos, e na Unidade Superior, intercalados com gnaisses, metacherts e formação ferrífera. Os anfíbolitos são de granulação fina, submetidos a metamorfismo das facies anfíbolito (Unidade Inferior) e xisto-verde (Unidade Superior) e, segundo Kuyumjian & Danni (1991), os anfíbolitos basais mostram quimismo semelhante ao de basaltos recentes originados em bacia marginal do tipo back-arc.

Na seqüência do Coitezeiro (região de Indaianópolis) (Brod, 1988), imediatamente a oeste do Lineamento Rio Trairas, os anfíbolitos ocorrem na Unidade Metavulcânica Básica, com intercalações de metachert e formação ferrífera. Os anfíbolitos são submetidos a metamorfismo da facies xisto-verde e apresentam afinidade química com basaltos recentes gerados em crosta oceânica em regime tectono-magmático de ilhas oceânicas. No entanto, é importante mencionar que anfíbolitos grosseiros pertencentes à Associação Plutônica Serra dos Borges, situada imediatamente a leste do Lineamento Rio Trairas, apresentam quimismo comparável ao de rochas geradas em cadeias meso-oceânicas (Brod, 1988). Se considerarmos que basaltos de cadeias meso-oceânicas e de bacias marginais do tipo back-arc apresentam quismos semelhantes, é possível que na região de Indaianópolis, pelo menos aquela associação, possa ter sido gerada em ambiente de subducção.

Os anfíbolitos da seqüência de Arenópolis

(Pimentel & Fuck, 1987) ocorrem nas unidades inferior (Unidade Córrego da Onça) e superior (Unidade Córrego Santo Antonio), intercalados com metassedimentos e, nas porções superiores da seqüência, vulcânicas intermediárias e ácidas. Os anfíbolitos da Unidade Córrego da Onça são sub-alcalinos, de granulação fina, mostram textura nematoblástica, são constituídos de hornblenda, oligoclásio-albita, quartzo, clorita, epidoto, titanita, leucóxênio, apatita, carbonato e opacos, e foram submetidos a metamorfismo de transição entre xisto-verde e anfíbolito. Os anfíbolitos da Unidade Córrego Santo Antonio mostram afinidade toleítica, são de granulação fina a grosseira, almofadados, com textura granoblástica, poiquiloblástica ou nematoblástica, constituídos de hornblenda, plagioclásio, epidoto, biotita, quartzo, titanita, apatita, carbonato e opacos, e foram submetidos a metamorfismo da facies anfíbolito. Os anfíbolitos de Arenópolis apresentam afinidade química com basaltos recentes originados em ambientes de zona de subducção.

Na seqüência de Chapada (Richardson et al., 1986; Kuyumjian, 1989) os anfíbolitos ocorrem, predominantemente, na Unidade Metavulcânica, com intercalações de metacherts e formação ferrífera, e, subordinadamente, na Unidade Metassedimentar de Leste, intercalados com metassedimentos e exalitos. Na Unidade Metavulcânica, predominam clinopiroxênio anfíbolitos almofadados e epidoto anfíbolitos, ambos de afinidade toleítica, enquanto que na Unidade Metassedimentar de Leste, predominam granada anfíbolitos e quartzo anfíbolitos de afinidade cálcio-alcalina. Plagioclásio, hornblenda, quartzo, titanita, magnetita, ilmenita e, ocasionalmente, escapolita e carbonato, constituem os minerais mais comumente encontrados nos anfíbolitos de Chapada. Tais anfíbolitos geralmente, foliados, de granulação fina a média, apresentando textura nematoblástica ou granoblástica, foram submetidos a metamorfismo da facies anfíbolito, e apresentam afinidade química com basaltos originados em zonas de subducção, em ambiente de crosta oceânica.

Na seqüência Mossâmedes (Barbosa, 1987), os anfíbolitos, de composição básica a intermediária, ocorrem, predominantemente, na Unidade Anfíbolítica, correspondente à porção basal da seqüência. Tais anfíbolitos apresentam afinidade toleítica,

granulação fina a média, textura granoblástica a granonematoblástica e são mineralogicamente constituídos de hornblenda, plagioclásio, quartzo, clorita, epidoto, granada, titanita, microclina e sericita. Tais anfibolitos foram submetidos a metamorfismo da facies xisto-verde e apresentam afinidade química com os basaltos recentes de arco de ilha.

Os anfibolitos da seqüência Bom Jardim (Seer, 1985) ocorrem na unidade litoestratigráfica Formação Córrego da Furna, a qual corresponde à porção basal da seqüência que contém, também, subordinadamente, metaandesitos e piroclásticas básicas. Constituem metabasaltos toleíticos almofadados, com texturas porfirítica, subofítica e glomeroporfirítica, e são constituídos de hornblenda, actinolita, plagioclásio, clinopiroxênio, clorita, biotita, epidoto, titanita, quartzo, opacos, leucóxênio e carbonatos. O metamorfismo é da facies xisto-verde e o ambiente geotectônico de formação da seqüência foi, possivelmente, o de arco de ilha ou margem continental ativa.

A seqüência de Jaupaci é formada por metavulcânicas máficas e félsicas, localmente intercaladas com metachert (Amaro, 1989). As rochas máficas mostram tonalidade cinza, granulação fina e textura predominantemente nematoblástica. A mineralogia principal é composta por hornblenda plagioclásio (oligoclásio-andesina), clinopiroxênio, granada, minerais do grupo do epidoto e quartzo. As rochas metavulcânicas de Jaupaci foram submetidas a condições de temperatura e pressão que levaram à formação de paragêneses metamórficas típicas da facies anfibolito e também, da zona de transição entre as facies xisto-verde e anfibolito. Os anfibolitos mostram afinidade química com toleitos de baixo potássio originados em arcos de ilha recentes.

A seqüência Córrego da Boa Esperança (Nunes, 1990), região de Anicuns, consiste de metassedimentos pelíticos e psamíticos, formação ferrífera e anfibolitos intercalados. Os anfibolitos são maciços, de granulação predominantemente média e são constituídos essencialmente por anfibólio (hornblenda ou actinolita), plagioclásio (oligoclásio-andesina) e quartzo, além dos acessórios rutilo, titanita e minerais opacos. As associações minerais naquela seqüência mostram paragêneses de metamorfismo progressivo abrangendo as zonas da

biotita e granada da facies xisto-verde, e estauroлита e cianita da facies anfibolito. Os metabasaltos mostram afinidade química com basaltos recentes originados em ambientes de arco de ilha ou margem continental ativa.

Na seqüência de Abadia dos Dourados (Brod et al., 1991), correlata do Grupo Araxá, os anfibolitos ocorrem na porção mais basal da mesma, e intercalados com metassedimentos pelíticos, metatufos ácidos e metacherts. Os anfibolitos são foliados, de granulação fina a média e composição mineralógica constituída de hornblenda, plagioclásio, granada, quartzo, epidoto, titanita, zircão, opacos e clorita. Os anfibolitos são metamorfizados na facies anfibolito com freqüentes reequilíbrios para a facies xisto-verde. Estudo preliminar do quimismo de tais anfibolitos evidenciou que os mesmos têm afinidade com basaltos recentes originados em ambientes do tipo cadeia meso-oceânica ou bacia marginal tipo back-arc.

## QUIMISMO E AMBIENTE GEOTECTÔNICO

Apesar do razoável número de dosagens químicas existentes em anfibolitos das seqüências vulcano-sedimentares proterozóicas de Goiás, nenhum estudo petrogenético de tais rochas foi efetuado até o presente momento. Um dos principais fatores que impossibilitam o desenvolvimento de tais estudos é a incidência generalizada de transformações metassomáticas sofridas pelos protolitos de tais anfibolitos. De fato, tem sido amplamente demonstrado (por exemplo, Condie et al., 1977; Menzies et al., 1979; Brewer & Atkin, 1989) que processos de alteração hidrotermal e de metamorfismo, qualquer que seja a natureza dos mesmos, oblitera a composição química primária das rochas basálticas, principalmente em relação aos elementos maiores e menores. A maioria dos anfibolitos enfocada neste trabalho foi analisada para elementos traço, porém vários elementos indicadores petrogenéticos importantes, tais como nióbio, tântalo, ítrio, háfnio e escândio, não foram dosados em praticamente nenhum destes anfibolitos até o presente momento.

Considerando os objetivos principais deste trabalho, ou seja, o de efetuarmos uma síntese dos dados geoquímicos dos anfibolitos proterozóicos de Goiás, optamos



por considerar apenas os elementos geralmente reconhecidos como menos móveis e que tivessem sido dosados na maioria dos anfibolitos enfocados ou seja, titânio, fósforo, manganês, zircônio, ítrio e vanádio. Os elementos terras raras são também considerados neste trabalho visto que foram dosados na maioria dos anfibolitos e, pelo menos em relação aos anfibolitos de Chapada são muito pouco redistribuídos pelo metamorfismo (Kuyumjian, 1990). No entanto, é preciso reconhecer que nas diferenças entre as composições químicas dos anfibolitos poderão estar embutidas variações químicas decorrentes da diversidade de critérios de amostragem e de métodos analíticos utilizados pelos vários autores dos trabalhos considerados para a elaboração da síntese aqui apresentada.

A utilização dos diagramas Ti-Zr-Y,

Zr/Y-Ti/Y,  $TiO_2$ -MnO- $P_2O_5$  e Ti-V (Fig. 1), os quais discriminam basaltos gerados em ambientes oceânicos, permite sugerir que, com exceção dos anfibolitos de Indaianópolis (basaltos de ilhas oceânicas, Brod, 1988), os metabasaltos analisados foram, possivelmente, gerados em ambientes de subducção (arco de ilha-bacia marginal tipo back-arc). Alguns destes metabasaltos apresentam assinatura química de transição entre basalto recente de arco e basalto recente de bacia marginal, sendo esta uma característica de basaltos recentes originados em zonas de subducção. O envelope dos padrões dos elementos terras raras dos anfibolitos proterozóicos de Goiás (Fig. 2a) é também semelhante aos de basaltos recentes de zonas de subducção em crosta oceânica. Apenas os anfibolitos de Chapada e de Juscelândia foram analisados para

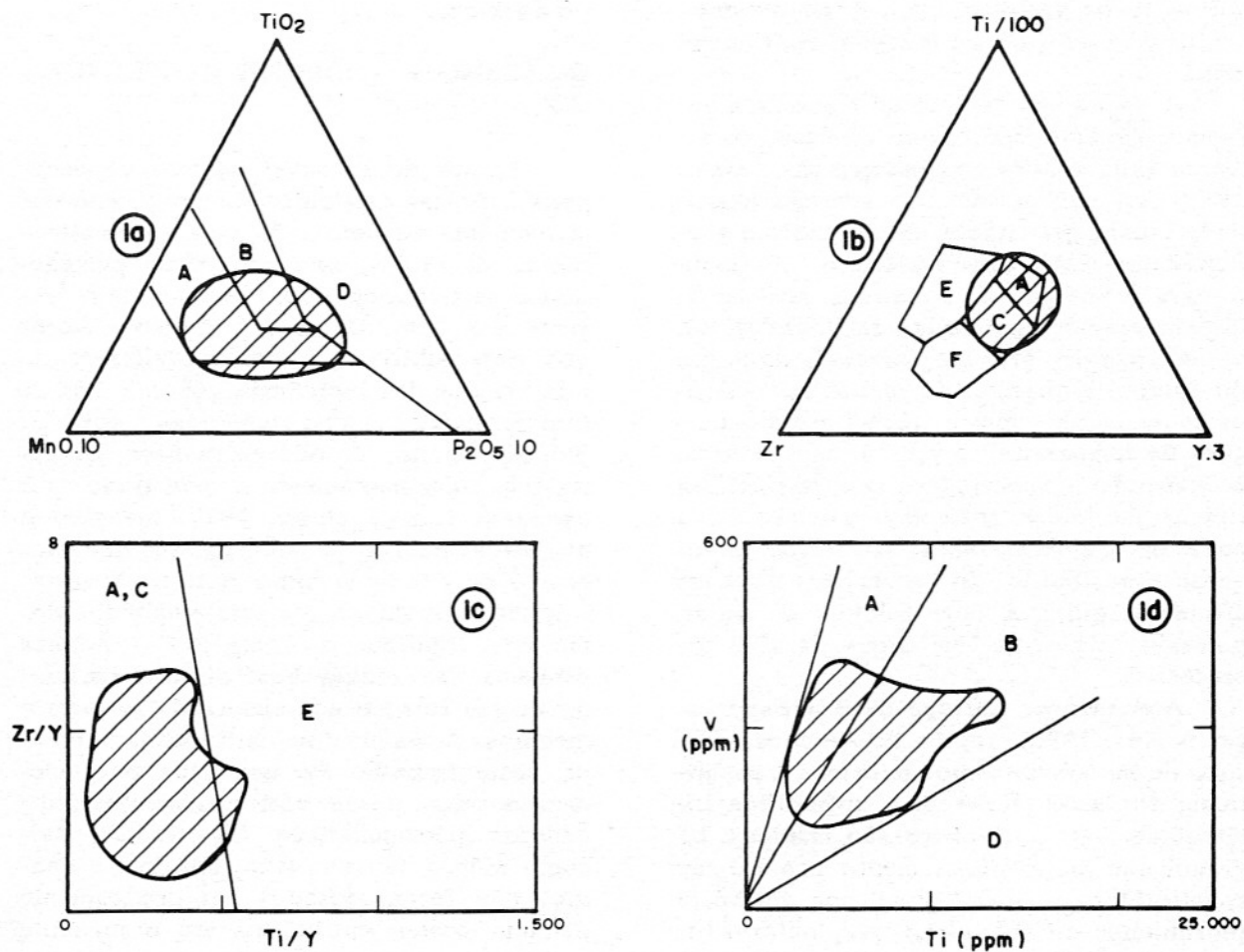


Figura 1 - Diagramas discriminantes de ambientes geotectônicos de basaltos:  $TiO_2$ -MnO- $P_2O_5$  (Mullen, 1983); Ti-Zr-Y (Pearce & Cann, 1973); Zr/Y-Ti/Y (Pearce & Gale, 1977); Ti-V (Shervais, 1982). A = Arco de Ilha, B = Cadeia meso-oceânica, C = Fundo oceânico, D = Ilha oceânica, E = Intraplaca, F = Basalto cálcio-alcálico. Área hachurada: campo dos anfibolitos proterozóicos de Goiás.

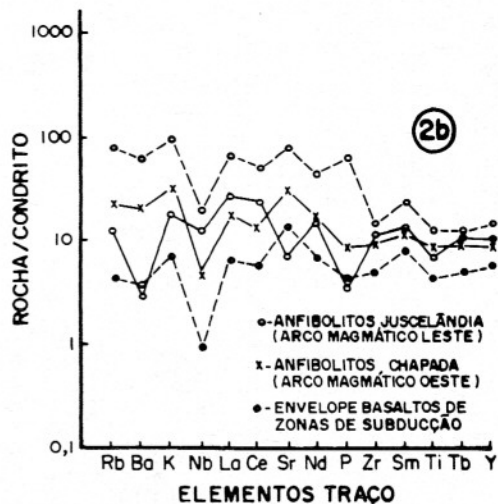
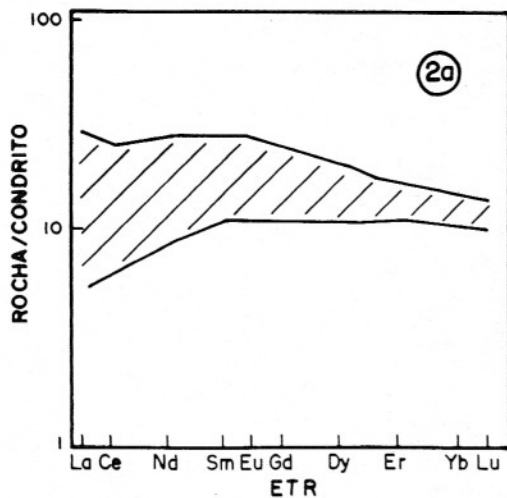


Figura 2 - (a) Envelope dos padrões de elementos terras raras (ETR) dos anfibolitos proterozóicos de Goiás. Valores de normalização são de Thompson et al. (1984). (b) Spidergrams para os anfibolitos de Chapada e de Juscelândia. Valores de normalização são de Thompson et al. (1984).

todos os elementos traço utilizados para a elaboração de spidergrams tal como sugerido por Thompson et al. (1984). Os padrões obtidos nestes spidergrams para os anfibolitos daquelas duas regiões são semelhantes aos padrões obtidos por Thompson et al. (1984) para basaltos recentes de zona de subducção (Fig. 2b).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A composição química dos metabasaltos proterozóicos de Goiás são consistentes quanto à identificação do ambiente geotectônico em que suas rochas precursoras foram originadas, ou seja, zonas de subducção.

No âmbito dos terrenos precambrianos do Estado de Goiás, as feições estruturais de primeira ordem constituem dois cinturões de alto grau metamórfico (Costa et al., 1987). No cinturão associado à Sutura Porto Nacional, na porção ocidental do maciço, as foliações têm mergulhos para leste, enquanto que no cinturão associado à Sutura Niquelândia, a leste, os mergulhos são para oeste. Segundo Costa et al. (1987) delineia-se na região central de Goiás uma estrutura tipo pop-up, de idade antiga (Arqueano-Proterozóico Inferior) em que o Bloco Porangatú (correspondente ao Maciço de Goiás) teria se posicionado, em cavalgamento, sobre os blocos adjacentes (Bloco Araguacema a oeste, Bloco Brasília a leste). O cavalgamento teria ocorrido,

principalmente, através das suturas Porto Nacional e Niquelândia, cujos traços, em superfície, correspondem aos cinturões de alto grau metamórfico mencionados.

Sugere-se que a similaridade entre os regimes tectônicos que originaram as seqüências vulcano-sedimentares proterozóicas em Goiás indique uma evolução envolvendo o estabelecimento de dois sistemas de multiarcos-bacias marginais (Fig. 3a). Um sistema, desenvolvido entre o Craton São Francisco e os terrenos granito-greenstone arqueanos de Goiás durante o Proterozóico Inferior-Médio(?), teria dado origem às seqüências vulcano-sedimentares da faixa oriental, enquanto que as seqüências da faixa ocidental, pertencentes a um segundo sistema, teriam se originado entre os terrenos granito-greenstone arqueanos de Goiás e o Craton do Guaporé durante o Proterozóico Médio-Superior. A existência de um arco magmático Brasileiro em Goiás, e que corresponde, aproximadamente, a faixa de seqüências vulcano-sedimentares de oeste foi anteriormente sugerida por Pimentel & Fuck (1987). A evolução daqueles dois arcos magmáticos foi acompanhada e seguida (até o Brasileiro) de processos de acreção envolvendo arcos-bacias marginais e placas (ou mini-placas) continentais, e do desenvolvimento de rifteamentos e superfícies de deslocamento. Tal evolução precambriana teria culminado com o advento da orogenia do Brasileiro/Pan-Africano, responsável pela atual

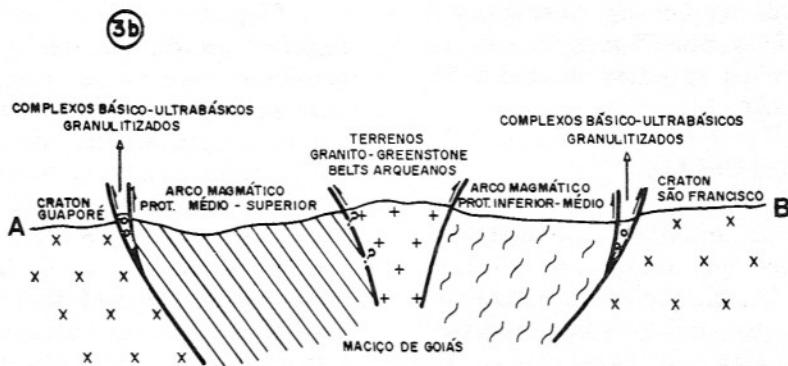
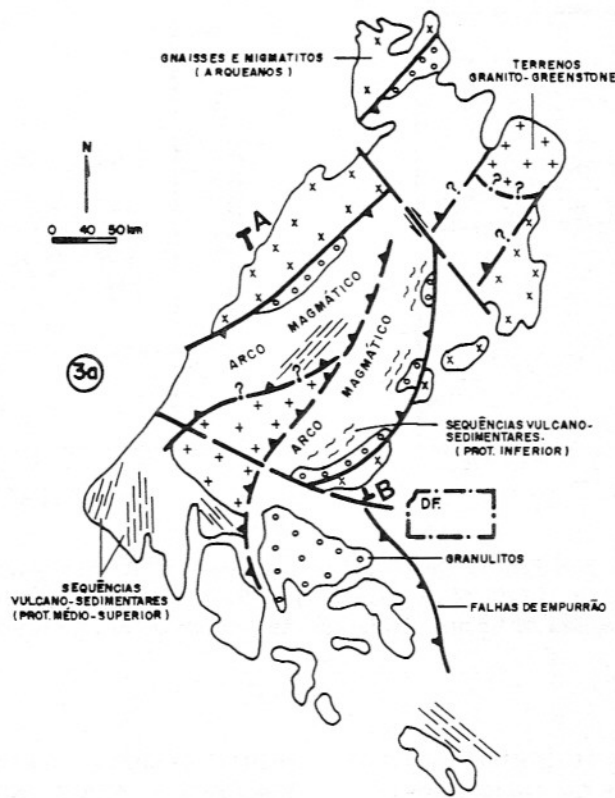


Figura 3 - (a) Principais unidades precambrianas no Maciço de Goiás e a distribuição dos arcos magmáticos. (b) Estrutura em flor do Maciço de Goiás (modificado de Marini et al., 1984).

estruturação do Maciço de Goiás, cuja sequência litotectônica parece representar uma estrutura em flor (flower structure) (Fig. 3b). Tal estrutura, se verdadeira, deve ter se formado em fins do Proterozóico e início do Fanerozóico, e não no Arqueano-Proterozóico Inferior como sugere Costa et

al. (1987).

#### AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq pelo apoio financeiro, sem o qual, não teria sido possível a realização deste trabalho.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARO, V.E. (1989) Geologia e petrologia da sequência metavulcânica de Jaupaci (GO)

e lineamentos associados. Dissertação de mestrado, Univ. Brasília, 237p.

- ARAUJO, S.M. (1986) Petrologia e mineralizações sulfetadas da sequência vulcano-sedimentar de Palmeirópolis, Goiás. Dissertação de mestrado, Univ. Brasília, 196p.
- BARBOSA, P.A.R. (1987) Geologia e recursos minerais das sequências supracrustais a leste de Mossâmedes, GO. Dissertação de mestrado, Univ. Brasília, 226p.
- BREWER, T.S. & ATKIN, B.P. (1989) Elemental mobilities produced by low-grade metamorphic events. A case study from the Proterozoic supracrustals of Southern Norway. *Precambrian Research*, **46**: 143-158.
- BROD, J.A. (1988) Geologia das rochas vulcano-sedimentares da região de Indaianópolis, GO e lineamentos adjacentes. Dissertação de mestrado, Univ. Brasília, 267p.
- BROD, J.A.; LEONARDO, O.H.; MENESES, P.R.; ALMEIDA, R.; ARAUJO, R.N.J.; BLANCO, S.B.; CARDOSO, F.B.F.; CARVALHO JUNIOR, O.A.; JUNQUEIRA, F.F.; RIEHL JUNIOR, W.; SOUZA, J.C.; TALLARICO, F.H.T.; THOMSEN, F.P.R.; ALBUQUERQUE, M.A.C.; BERBERT, M.L.C.; CERQUEIRA, M.R.; CHAGAS, M.A.; DIAS, R.R.; LIMA, C.V.; NAKAMURA, E.T.; PORTO, S.G.; ROMÃO, P.A.; SANTOS, P.V.C. (1991a) Tectonoestratigrafia da Faixa Brasília na região do Alto Paranaíba. *Anais III Simp. Geol. Centro-Oeste, Cuiabá, MT*. 155-168.
- BROD, J.A.; LEONARDOS, O.H.; MENESES, P.R.; ALBUQUERQUE, M.A.C.; ALMEIDA, R.; BLANCO, S.B.; CARDOSO, F.B.F.; ROMÃO, P.A.; TALLARICO, F.H.B.; THOMSEN, F.P.R. (1991b) Características geoquímicas da Sequência Vulcano-sedimentar de Abadia dos Dourados, Grupo Araxá, Triângulo Mineiro. Relatório inédito.
- CONDIE, K.C.; VILJOEN, M.J.; KABLE, E.J.D. (1977) Effects of alteration on elemental distributions in Archaean tholeiites from the Barberton Greenstone Belt, South Africa. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **64**: 75-86.
- COSTA, J.B.S.; HASUI, Y.; HARALYI, N.L.E. (1987) The central Brazil pop-up: an example of double ancient oblique continental collision. In: *Conference Deformation and Plate Tectonics, Gijon, Espanha, Abstracts*, 24-25.
- DANNI, J.C.M. & LEONARDOS, O.H. (1978) As sequências granulítica-anortosítica-amfibolítica e ultramáfica da região de Niquelândia. *30º Congr. Bras. Geol., Natal, Boletim Especial*, **1**: 45.
- DANNI, J.C.M. & KUYUMJIAN, R.M. (1984) A origem dos anfíbolitos da sequência vulcano-sedimentar de Juscelândia, Goiás. *Anais 33º Congr. Bras. Geol., Rio de Janeiro*, **9**: 4126-4136.
- DANNI, J.C.M.; FUCK, R.A.; KUYUMJIAN, R.M.; LEONARDOS, O.H.; WINGE, M. (1984) O complexo de Barro Alto na região de Ceres-Rubiataba. *Rev. Bras. Geoc.*, **14**(2): 128-136.
- FUCK, R.A.; DANNI, J.C.M.; WINGE, M.; ANDRADE, G.F.; BARREIRA, C.F.; LEONARDOS, O.H.; KUYUMJIAN, R.M. (1981) Geologia e geoquímica da Sequência Vulcano-sedimentar de Abadia dos Dourados, Grupo Araxá, Triângulo Mineiro. Relatório inédito.
- KUYUMJIAN, R.M. (1989) The geochemistry and tectonic significance of amphibolites from the Chapada sequence, central Brazil. Tese de doutorado, Imperial College, Inglaterra, 289p.
- KUYUMJIAN, R.M. (1990) Mobilidade de elementos terras raras em meta-basaltos de baixo (Crixás) e alto (Chapada) graus metamórficos. *Geochim. Brasil.*, **4**(1): 1-8.
- KUYUMJIAN, R.M. & SUDDABY, P. (1988) Chapada amphibolites: do they represent metamorphosed back-arc marginal basin volcanics? *International Conference on Geochemical Evolution of the Continental Crust, Poços de Caldas, Abstracts*, 222-228.
- KUYUMJIAN, R.M. & DANNI, J.C.M. (1991) Geoquímica de anfíbolitos da sequência de Juscelândia, Goiás: implicações geotectônicas. *Rev. Bras. Geoc. (no prelo)*.
- MARINI, O.J.; FUCK, R.A.; DARDENNE, M.A. & DANNI, J.C.M. (1984a) Província Tocantins-setores central e sudeste. In: F.F. de Almeida & Y. Hasui (coordenadores), *O Pré-cambriano do Brasil*. Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 187-264.
- MARINI, O.J.; FUCK, R.A.; DANNI, M.A.; LOGUERCIO, S.O.C.; RAMALHO, R. (1984b) As faixas de dobramentos Brasília, Uruaçu e Paraguai-Araguaia e o Maciço Mediano de Goiás. In: C. Schobbenhaus, D.A. Campos, G.R. Derze & H.E. Asmus (coordenadores), *Geologia do Brasil*. DNPM, Brasília, 251-303.
- MENZIES, M.; SEYFRIED JR., W.; BLANCHARD, D. (1979) Experimental evidence of rare earth element immobility in greenschist. *Nature*, **286**: 398-399.
- MULLEN, E.D. (1983) MnO/TiO<sub>2</sub>/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: a minor element discriminant for oceanic environments and its implications for petrogenesis. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **62**: 53-62.
- NUNES, N.S.V. (1990) Geologia e potencial mineral da região de Anicuns, GO. Dissertação de mestrado, Univ. Brasília, 189p.
- PEARCE, J.A. & CANN, J.R. (1973) Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **19**: 290-300.
- PEARCE, J.A. & GALE, G.H. (1977) Identification of ore-deposition environment from trace-element geochemistry of associated igneous host rocks. In: *Volcanic Processes in Ore Genesis*. Inst. Min. Metall., London,



- 14-24.
- PIMENTEL, M.M. & FUCK, R.A. (1987) Origem e evolução das rochas metavulcânicas da região de Arenópolis, GO. *Rev. Bras. Geoc.*, **17**(1): 2-14.
- PIMENTEL, M.M.; HEAMAN, L.; FUCK, R.A. (1991) U-Pb zircon and sphene geochronology of Late Proterozoic volcanic arc rock units from southwestern Goiás, central Brazil. *Journal South American Earth Science*, **4**(4): 329-339.
- RIBEIRO FILHO, W. & TEIXEIRA, N.A. (1980) Sequência vulcano-sedimentar da borda oeste dos complexos de Niquelândia e Cana Brava. *Soc. Bras. Geol., Núcleo Centro Oeste, Boletim Informativo*, **10**: 33-38.
- RICHARDSON, S.V.; KESLER, S.E.; ESSENE, E.J. (1986) Origin and geochemistry of the Chapada Cu-An deposit, Goiás, Brazil: a metamorphosed wall-rock porphyry copper deposit. *Econ. Geology*, **81**: 1884-1898.
- SEER, H.J. (1985) Geologia, deformação e mineralização de cobre no complexo vulcano-sedimentar de Bom Jardim de Goiás. *Dissertação de mestrado, Univ. Brasília*, 181p.
- SHERVAIS, J.W. (1982) Ti-V plots and petrogenesis of modern and ophiolitic lavas. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **59**: 101-118.
- THOMPSON, R.N.; MORRISON, M.A.; HENDRY, G.L.; PARRY, S.J. (1984) An assessment of the relative roles of crust and mantle in magma genesis: an elemental approach. *Phil. R. Soc. Lond.*, **A310**: 549-550.