

# Ortognaisses peraluminosos associados ao Grupo Araxá na região de Mairipotaba-Prof. Jamil Safady, Goiás

## *Peraluminous orthogneiss associated with the Araxá Group in the region of Mairipotaba-Prof. Jamil Safady, Goiás*

Guillermo Rafael Beltran Navarro<sup>1\*</sup>, Antenor Zanardo<sup>1</sup>,  
Fabiano Tomazini da Conceição<sup>2</sup>

**RESUMO:** Na região sul de Goiás ocorrem numerosos corpos graníticos gnaissificados alojados nos metassedimentos do Grupo Araxá. Duas dessas ocorrências estão localizadas nos arredores dos municípios de Mairipotaba e Cromínia, na cidade de Professor Jamil Safady. Essas duas ocorrências têm composição peraluminosa, cálcio-alcálica e são classificadas como do tipo-S. Esses corpos graníticos apresentam baixos a médios teores de álcalis, enriquecimento em elementos litófilos de raio iônico grande (Cs, Th, U, Ba, Rb, K) e ETRL em relação a ETRP e a elementos de alto campo de força (Zr, Y, Nb, Ta, Hf). Apresentam ainda anomalias negativas de Nb, Ta, P e Ti, semelhantes à composição química de magmas gerados em arcos magmáticos. A comparação geoquímica das amostras desses ortognaisses com metassedimentos do Grupo Araxá, em congruência com o contexto geológico, mostra que a fonte dos magmas dos corpos graníticos são os metassedimentos pertencentes ao Grupo Araxá.

**PALAVRAS-CHAVE:** Faixa Brasília; Grupo Araxá; geoquímica.

**ABSTRACT:** Several gneissified granitic bodies occur in the southern region of Goiás State, Brazil, hosted in metasedimentary sequences of the Araxá Group. Two of these rock bodies are located in the outskirts of Mairipotaba and Cromínia, Professor Jamil Safady District, and display peraluminous, calc-alkaline compositions, been classified as S-type. These granitic bodies show low to medium content of alkali, large ion lithophile elements enrichment (Cs, Th, U, Ba, Rb, K) and light rare earth elements in relation to heavy rare earth elements and to high field strength elements (Zr, Y, Nb, Ta, Hf). They also exhibit negative anomalies of Nb, Ta, P and Ti, similar to the chemical composition of magmas originated in magmatic arcs. Geochemical comparison between these rocks and the metasediments of the Araxá Group, in accordance to the geological context, indicates that the sources of the magma that originated these granitic bodies are metasediments from the Araxá Group.

**KEYWORDS:** Brasília Belt; Araxá Group; geochemistry.

## INTRODUÇÃO

No Estado de Goiás, a porção interna da Faixa Brasília (Fuck 1990) é tectonoestratigraficamente constituída de leste para oeste pelo Grupo Araxá (porção sul), Grupo Paranoá (porção norte), Complexo Anápolis-Itaçu, Grupo Araxá e Arco Mágmatco de Goiás (Fig. 1).

O Grupo Araxá foi definido inicialmente por Barbosa (1955) na região de Araxá, Estado de Minas Gerais, sob a denominação de Série Araxá. O referido autor incluiu nessa unidade um conjunto de metassedimentos “de caráter

eugeossinclinal”, onde predominariam biotita xistos, comumente granatíferos, que se alternariam com camadas quartzíticas e, localmente com lentes de gnaisses, mármores calcíticos e/ou dolomíticos, anfíbolitos e metabasitos; sendo intrudido por rochas graníticas, rochas máficas e ultramáficas. Barbosa *et al.* (1970) restringiram o significado de “Grupo Araxá” para xistos com duas micas e com granada, rutilo, zircão, turmalina, cianita e estauroлита, intercalados por quartzitos, por vezes ferríferos, e anfíbolitos; estendendo essa denominação até a parte central do Estado de Goiás. Embora ocorram variações no empilhamento do Grupo

<sup>1</sup>Departamento de Petrologia e Metalogenia (DPM), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Rio Claro (SP), Brasil. E-mails: grbnavarro@yahoo.com.br; azanardo@rc.unesp.br

<sup>2</sup>Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAM), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Rio Claro (SP), Brasil. E-mail: ftomazini@rc.unesp.br

\*Autor correspondente

Manuscrito ID 30014. Recebido em: 02/07/2013. Aprovado em: 31/03/2014.

Araxá ao longo de sua extensão, esse é constituído predominantemente por quartzitos micáceos e xistos (calcio-xisto, muscovita-quartzo xisto, muscovita-clorita xisto, biotita-granada xisto, estauroлита xisto e xistos feldspáticos) localmente com lentes de gnaisses, anfíbolitos, metaultramáficas e retro-eclogitos (Fuck & Marini 1981, Lacerda Filho *et al.* 1999, Moreira *et al.* 2008, entre outros). Na base dessa unidade de xistos ocorrem, frequentemente, paragnaisses com biotita e hornblenda. Em muitas regiões, em associação com os micaxistos do Grupo Araxá, ocorrem rochas metavulcânicas associadas (metabasaltos, meta-andesitos e metariolitos), fato utilizado como evidência para o caráter vulcanosedimentar do Grupo Araxá (Fuck & Marini 1981, Brod *et al.* 1991, entre outros).

Em associação com os metassedimentos do Grupo Araxá também ocorre a presença de lentes de rochas metamáficas (anfíbolito, granada anfíbolito, anfíbólio xisto), com características geoquímicas e isotópicas de basaltos oceânicos (do tipo E-MORB), que são interpretadas como fragmentos de crosta oceânica (Seer *et al.* 2001). A ocorrência de corpos metaultramáficos (serpentinito, actinolita xisto, clorita xisto e talco xisto, localmente com lentes de cromita podiforme associadas), tectonicamente intercaladas nos metassedimentos do Grupo Araxá, é interpretada como restos de assoalho oceânico, assumindo características de *mélange* ofiolítica (Drake Jr. 1980, Strieder & Nilson 1992), obductada para cima da margem continental da Placa São Franciscana por *nappes*, transportadas de W para E (Valeriano *et al.* 2004).

Quantidades significativas de corpos graníticos intrusivos ocorrem por toda a extensão do Grupo Araxá em Goiás (Fig. 1). Esses corpos graníticos correspondem a uma série de *plútons* graníticos, geralmente gnaissificados ou milonitizados, de dimensões variadas, com uma ampla distribuição geográfica no Estado de Goiás, encaixados principalmente nos metassedimentos do Grupo Araxá. Lacerda Filho *et al.* (1999) cartografaram os corpos que ocorrem no Grupo Araxá sob a denominação de granitoides sin-tectônicos tipo Aragoiânia e Ipameri e sin-tarditectônicos tipo Rio Piracanjuba.

Os granitoides tipo Ipameri (Fig. 1) são sin-tectônicos, em relação à principal deformação das supracrustais do Grupo Araxá (Lacerda Filho *et al.* 1999), posicionados em zonas miloníticas, exibindo variados estágios de deformação, desde protomilonitos até ultramilonitos. Apresentam caráter ácido metaluminoso a peraluminoso e possuem mineralizações de cassiterita. São classificados como granitos do tipo-S e do tipo-A e são interpretados, em parte, como derivados da fusão de rochas metassedimentares do próprio Grupo Araxá (Lacerda Filho & Oliveira 1995, Pimentel *et al.* 1999, Klein 2008). Dados isotópicos Sm-Nd e U-Pb associam esses granitos a um evento extensional continental ocorrido entre 770–800 Ma e a um evento colisional ocorrido a 660 Ma (Pimentel *et al.* 1999, Klein 2008).

Os granitos tipo Aragoiânia (Fig. 1) correspondem a um conjunto de corpos graníticos, peraluminosos do tipo-S, sin-tectônicos, de coloração cinza claro, granulação fina a

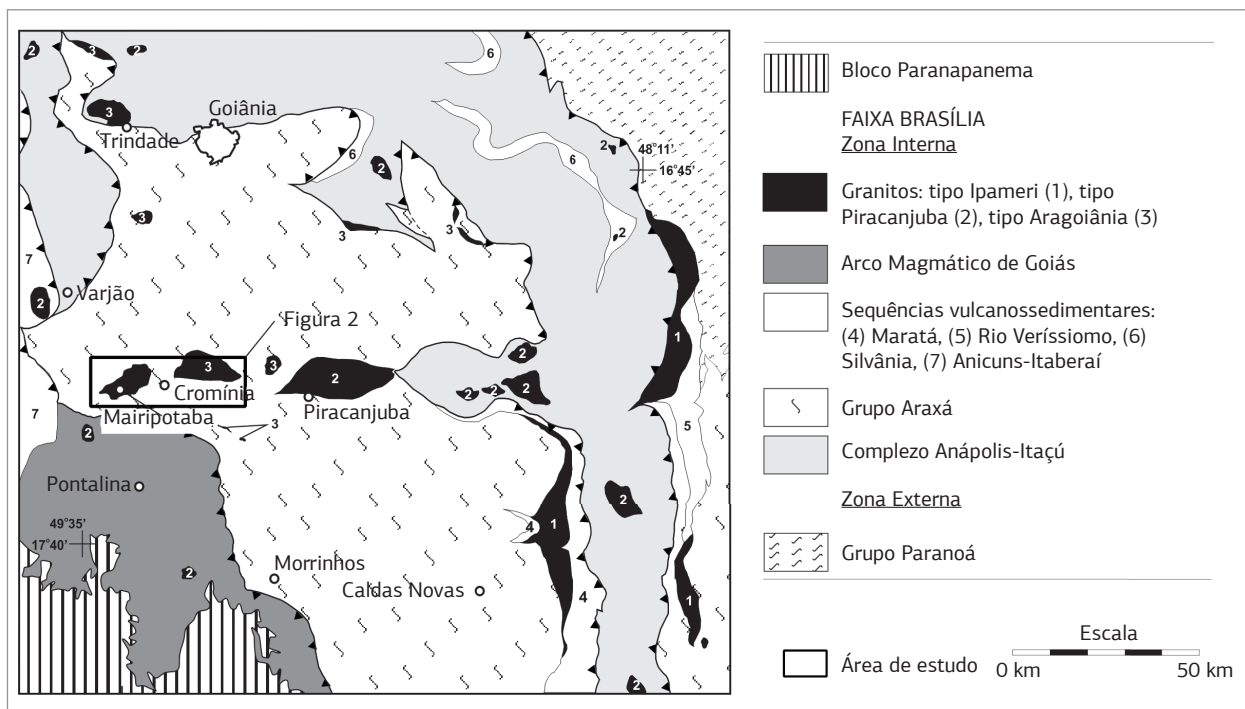


Figura 1. Mapa geológico esquemático da Faixa Brasília na porção sul de Goiás (modificado de Lacerda Filho *et al.* 1999).

média, às vezes com textura milonítica a ultramilonítica. São constituídos principalmente por plagioclásio (oligoclásio), feldspato potássico, quartzo, biotita, muscovita e granada, e caracterizados como biotita-muscovita metagranitos a metagranodioritos. Esses granitos encontram-se encaixados preferencialmente nas rochas do Grupo Araxá, concordantes com a foliação S2 desses metassedimentos (Lacerda Filho 1994). Estudos geocronológicos realizados por Moreton (1994), através do método Rb-Sr (rocha total), forneceram uma idade de 900 Ma, com razão inicial de 0,706 para essas rochas.

Os granitoides tipo Rio Piracanjuba (Fig. 1) constituem uma série de granitoides crustais porfiríticos, de composição granítica a tonalítica, leuco a mesocráticos, de filiação cálcio-alcalina, distribuídos na porção centro-sul do estado; alojados principalmente no Complexo Anápolis-Itauçu. São representados por biotita metagranito pórfiro, metagranodioritos e metatonalitos, que se encontram posicionados ao longo de zonas de cisalhamento dúcteis, desenvolvendo estruturas protomiloníticas, miloníticas e ultramiloníticas; que lhes conferem, na maioria das vezes, um bandamento gnáissico. Datações pelo método Rb-Sr (Tassinari 1988) revelaram isócronas (rocha total) com idade 1300 Ma e alta razão inicial, com valores de  $0,7105 \pm 0,0012$ , indicando a origem crustal desses corpos.

Os granitoides tipos Rio Piracanjuba e Aragoiânia foram definidos na região de Leopoldo dos Bulhões e Caraíba (Lacerda Filho 1994, Oliveira 1994), e posteriormente essas definições foram estendidas para outras regiões do Estado de Goiás (Baêta Junior *et al.* 1999, Lacerda Filho *et al.* 1999, Moreira *et al.* 2008). Apesar do grande número de ocorrências, esses corpos graníticos são pouco estudados. A carência de idades precisas (U-Pb), a falta de dados cartográficos de detalhe e de dados geoquímicos não permitiu, até o momento, entender a origem e evolução desses corpos. O objetivo deste trabalho é a caracterização geoquímica de dois corpos graníticos orientados no sentido W-E, que ocorrem alojados nos metassedimentos do Grupo Araxá, denominados informalmente de ortognaisses Mairipotaba e Cromínia-Prof. Jamil Safady (agrupados sob a designação de Granitoides tipo Aragoiânia por Lacerda Filho *et al.* 1999 e Moreira *et al.* 2008).

## GEOLOGIA LOCAL

O Grupo Araxá, na região entre as cidades de Mairipotaba e Prof. Jamil Safady (Fig. 2) é constituído, principalmente, por metassedimentos pelíticos e por metassedimentos psamo-pelíticos, agrupados informalmente sob a denominação de unidade xistosa e unidade quartzítica (Fig. 2).

A unidade xistosa é a mais expressiva na área mapeada e é constituída por uma sequência de granada-muscovita-biotita xisto, granada-biotita xisto, granada-muscovita-biotita-quartzo xisto, granada-biotita-quartzo xisto feldspáticos ou não e mais raramente granada-muscovita-biotita-xistos com cianita e estauroilita, normalmente com veios e/ou lentes de quartzo associados e granada-muscovita-biotita paragnaisse, granada-biotita paragnaisse, granada-muscovita-biotita-quartzo paragnaisse e granada-biotita-quartzo paragnaisse, com ou sem hornblenda associada. As rochas dessa unidade são leucocráticas a mesocráticas; apresentam texturas lepidoblásticas a granoblásticas e granulação fina a média. Em alguns locais, ocorrem associados aos xistos lentes de anfíbolitos homogêneos, com textura nematoblástica, granulação média a grossa e foliação marcada pela orientação dos cristais de anfíbolios, paralela à foliação principal. As dimensões dessas lentes variam de centimétricas a métricas. Ocorrem ainda nos xistos, pequenos bolsões pegmatoides, granoblásticos, constituídos por quartzo-feldspato-biotita, de dimensões variadas.

A unidade quartzítica constitui uma faixa orientada no sentido E-W, que ocorre a sul das cidades de Mairipotaba – Cromínia e a norte de Rochedo. Essa unidade é constituída por uma associação de quartzito puro e micáceo, com ou sem granada e cianita (quartzitos micáceos e mica-quartzo xistos), intercalados por granada-muscovita-biotita xisto e/ou granada-biotita-muscovita xisto, que se estende no sentido W-E, desde a região do Rio dos Bois até a região de Rochedo (Serras do Paraíso e Potreiro).

Estratigraficamente, da base para o topo, essa sequência é constituída por muscovita-quartzo xisto, granada-muscovita-biotita xisto e muscovita quartzito. Localmente, ocorrem intercaladas nos xistos pequenas camadas e/ou lentes de muscovita gnaisse e granada-biotita/muscovita gnaisse. A porção intermediária dessa sequência é constituída predominantemente por quartzito e quartzito micáceo, com espessuras métricas e intercalações centimétricas a métricas de biotita-muscovita xisto, com ou sem granada. Entre as camadas métricas de quartzito ocorrem intercalações de xistos pelíticos (granada-biotita xisto, granada-muscovita xisto, que podem gradar para gnaisse). Essas camadas apresentam intercalações decimétricas a centimétricas de quartzito e quartzito micáceo. A unidade quartzítica grada, em direção ao topo da sequência, para uma sequência de intercalações de ortoquartzito e quartzito micáceo, muscovita-biotita xisto e biotita xisto, com ou sem granada. Existem porções quartzíticas homogêneas e/ou bandadas, onde aparecem leitões marcados por porções mais micáceas e menos micáceas e por intercalações xistosas. Os quartzitos apresentam granulação média a fina, textura granoblástica, localmente granolepidoblástica.

Diversas ocorrências de rochas metaultramáficas ocorrem alojadas no Grupo Araxá na região. A principal delas

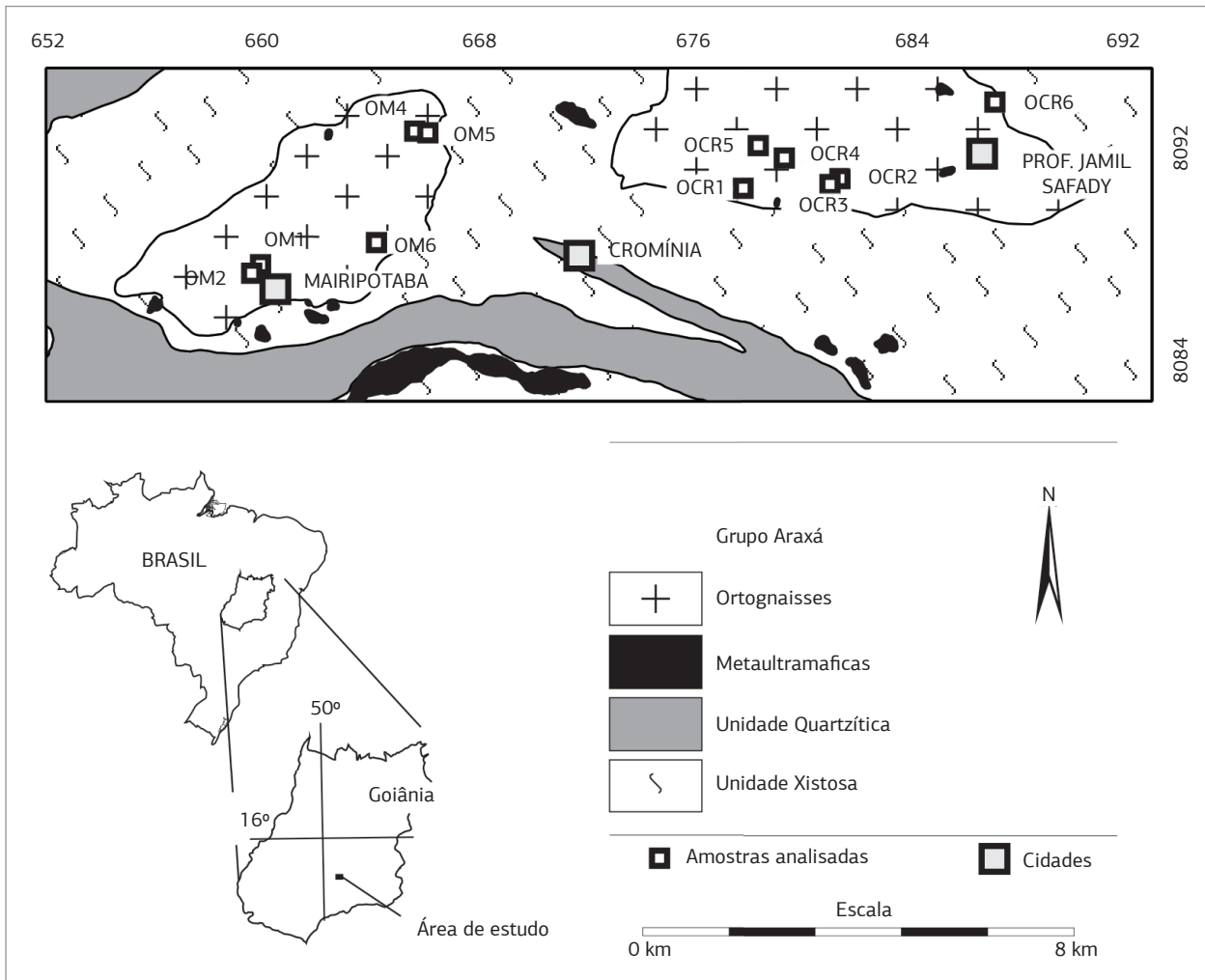


Figura 2. Mapa geológico esquemático da área de estudo (modificado de Lacerda Filho et al. 1999).

localiza-se ao sul das cidades de Mairipotaba e Cromínia, estendendo-se por uma faixa por pelo menos 20 km de comprimento por até 2 km de largura. Formam uma faixa alongada/lenticular, com direção W-E, constituída por serpentinito, ao qual se associam talco xisto e clorita xisto. As porções mais espessas dessas ocorrências de metaultramáficas apresentam um zoneamento composicional que, da borda para o centro, varia de clorita xisto, magnetita-clorita xisto, talco-clorita xisto, talco xisto e, às vezes, turmalina-clorita xisto, para serpentinito, com porções de clorita e talco xisto no centro (Navarro & Zanardo 2005).

Quimicamente, os metassedimentos da unidade xistosa na região apresentam composição peraluminosa, enriquecimento em elementos litófilos de raio iônico grande em relação a elementos de alto campo de força e elementos Terras Raras, mostrando anomalias negativas de Nb, Ta, Sr, P e Ti (Navarro et al. 2013). A concentração de elementos maiores mostram que esses metassedimentos não representam

pelitos verdadeiros, são quimicamente semelhantes às grauwacas (Navarro et al. 2013).

Dados isotópicos Sm/Nd (rocha total) obtidos para metassedimentos do Grupo Araxá, com idades modelo ( $T_{DM}$ ) entre 1,04 – 1,51 e 1,76 – 2,26 Ga, sugerem duas fontes para os metassedimentos de idades distintas, uma Neoproterozóica, provavelmente relacionada a rochas do Arco Magmático de Goiás, e outra Paleoproterozóica, provavelmente relacionada a rochas do embasamento da Faixa Brasília ou do Cráton do São Francisco (Pimentel et al. 2001, Navarro et al. 2013). As idades U/Pb (em zircão) com predomínio de idades < 900 Ma sugerem que a principal fonte desses sedimentos sejam rochas de idade Neoproterozóica (Piuzana et al. 2003, Navarro et al. 2013). As características químicas e isotópicas dos metassedimentos da região sugerem que a fonte desses são rochas formadas em arcos magmáticos e que eles foram depositados em bacias tipo antearco, desenvolvidas nas margens de arcos de ilhas Neoproterozóicos (Navarro et al. 2013).

As associações minerais relacionadas ao pico metamórfico na região são típicas da fácies anfibolito médio a superior caracterizadas por: biotita + plagioclásio + granada + hornblenda; biotita + plagioclásio + granada; granada + plagioclásio + biotita + (estauroлита) + (cianita); (cianita) + biotita + plagioclásio + granada, todas contendo quartzo e muscovita, sendo rutilo e ilmenita os principais óxidos associados. A fibrolita foi observada apenas em uma única amostra (amostra MA-1-37), na região de Mairipotaba (Navarro *et al.* 2009). Nas rochas metamáficas (anfibolito e granada anfibolito), as associações minerais relacionadas ao pico de metamorfismo são caracterizadas pela presença de hornblenda + plagioclásio, granada + hornblenda + plagioclásio; paragêneses minerais, também típicas da fácies anfibolito médio a superior.

O retrometamorfismo, de caráter regional é caracterizado por: (i) crescimento de clorita a partir de biotita e granada, por vezes substituindo boa parte dos grãos; (ii) grandes grãos de muscovita dispostos de forma aleatória sobre a foliação principal; (iii) saussuritização do plagioclásio e; (iv) nas rochas ultramáficas pela associação de serpentina + talco + clorita, clorita + talco.

As associações evidenciam variação das condições metamórficas da fácies anfibolito para a fácies xisto verde. O ápice metamórfico registrado para as rochas do Grupo Araxá é correlacionável ao estágio inicial da fase deformacional  $D_n$  (regional). O retrometamorfismo é resultante do equilíbrio mineral sin- a tardi-  $D_n$ , pois os minerais formados nessa fase encontram-se deformados e parcialmente orientados. Associações mineralógicas retrometamórficas, geradas sintardi- desenvolvimento da foliação principal ( $S_n$ ) evidenciam variação das condições metamórficas da fácies anfibolito para a fácies xisto verde. Os dados termobarométricos mostram que o pico metamórfico ocorreu a 610 °C e ~10 kbar, em condições de pressão mais elevada do que o metamorfismo barroviense típico (Navarro *et al.* 2009, 2011). A trajetória  $P-T$  inferida é horária, típica de cinturões colisionais semelhante às observadas em outras partes da Faixa Brasília (Navarro *et al.* 2009, 2011).

Dois corpos graníticos, alongados na direção E-W, denominados informalmente de ortogneisses Mairipotaba, Cromínia-Prof. Jamil Safady, ocorrem intercalados na unidade xistosa do Grupo Araxá, na região de Mairipotaba e Prof. Jamil Safady (Fig. 2). Esses corpos são constituídos por biotita-muscovita ortogneisse, muscovita ortogneisse tonalítico a granodiorítico bandados, com ou sem granada. São rochas hololeucocráticas a leucocráticas, de coloração cinza esbranquiçada, anisotrópicas (foliadas), de granulação média a grossa, localmente porfíricas, com textura granoblástica, com domínios irregulares a leculares lepidoblásticos, com grau variado de desenvolvimento de estrutura xistosa.

A estrutura gnáissica bandada é comum junto às bordas dos corpos, no contato com os metassedimentos do Grupo Araxá. O bandamento é marcado pela variação da quantidade de biotita e muscovita presente na rocha, que formam bandas hololeucocráticas a leucocráticas, raramente mesocráticas ou melanocráticas. Esses corpos são concordantes com a foliação das rochas encaixantes (unidade xistosa) e as relações de contato evidenciam colocação sin- tardi- desenvolvimento da foliação principal.

## PETROGRAFIA

### Ortogneisse Mairipotaba e Cromínia-Prof. Jamil Safady

Os ortogneisses Mairipotaba e Cromínia-Prof. Jamil Safady apresentam características mineralógicas e texturais semelhantes. São constituídos por oligoclásio/albita, microclínio, quartzo, biotita, muscovita e epidoto, com zircão, allanita, apatita, titanita e minerais opacos como acessórios. Mostram estrutura gnáissica homogênea pouco a bem desenvolvida, marcada pela orientação de filossilicatos, epidoto, agregados de quartzo e, secundariamente, pelos outros minerais. A textura primária granular hipidiomórfica a xenomórfica, localmente porfírica, foi modificada, em grau variado, para granoblástica inequigranular serial, orientada, predominantemente lobulada, onde os maiores cristais possuem diâmetros entre 2 a 4 mm. Esporadicamente os minerais podem atingir mais de 7 mm, e a granulação média é da ordem de 350 a 500  $\mu\text{m}$ . A variação nas proporções entre os minerais permitem classificá-los como: muscovita ortogneisse tonalítico; muscovita ortogneisse granodiorítico; muscovita ortogneisse monzogranítico, e mais raramente epidoto-biotita ortogneisse granodiorítico.

O microclínio ocorre intersticialmente, às vezes no interior de cristais de plagioclásio e mais raramente como cristais maiores, às vezes envoltos por agregados policristalinos formados por albita com tamanho médio inferior a 150  $\mu\text{m}$ , gerando textura em moldura e/ou constituindo lóbulos mirmequíticos a partir das bordas, no contato com o plagioclásio. Os cristais maiores (fenocristais/porfiroclastos) englobam cristais de plagioclásio, são normalmente alongados e orientados, com ou sem extinção ondulante e recristalização. Contêm quartzo em gotas, são peritéticos e exibem geminação em grade nítida a incipiente. Tardi- a pós-deformação dúctil foi parcialmente albitizado, mostrando substituição, nas bordas ou ao longo de microzonas de cisalhamento, por agregados finos de albita com inclusões de grãos de quartzo arredondados a vermiformes. Na recristalização ocorre substituição por albita, gerando intercrescimento fino de albita e feldspato

potássico. A quantidade de feldspato potássico observada nas lâminas varia entre 5 e 32%.

O plagioclásio constitui cristais subtabulares, retangulares curtos (subedrais na maioria dos casos) a irregulares, normalmente menores do que 3 mm, com os limites pouco modificados por processos tectônico-metamórficos. Os cristais apresentam ou não geminação (albita, periclina e Carlsbad), bem a mal definida, frequentemente exibindo inclusão de quartzo arredondado a irregular e, às vezes, leve extinção ondulante, recuperação fina e recristalização nas bordas. Os cristais estão parcialmente substituídos por muscovita fina e/ou sericita, que ocorre na forma de palhetas tabulares, com aspecto ripiforme em cortes a alto ângulo em relação ao plano de clivagem. Esses filossilicatos estão dispostos de forma caótica ou com leve controle cristalográfico do plagioclásio (clivagens ou geminação).

O plagioclásio mostra-se corroído por feldspato potássico, que além de englobá-lo, aparece no interior do plagioclásio na forma de manchas irregulares a retangulares, localmente controladas por linhas de crescimento gerando texturas anti-pertíticas de corrosão. O plagioclásio sin- a tardi-cinemático, de natureza sódica (albita e/ou oligoclásio) forma lóbulos mirmequíticos ou constitui agregados de cristais pequenos dispostos intersticialmente ao feldspato potássico ou em planos de cisalhamento. A quantidade de plagioclásio nas lâminas descritas varia de 32 a 50%.

O quartzo ocorre sob a forma de pequenos cristais isolados ou formando agregados policristalinos intersticiais, ligeiramente inequidimensionais gerando leve orientação. É anedral e apresenta limites lobulados a engrenados. Os maiores cristais raramente atingem 1 mm e a granulação média fica entre 300 e 400  $\mu\text{m}$ . Normalmente, apresentam extinção ondulante leve a moderada acompanhada de recuperação difusa e nítida, com controle dominante por faces de prisma. Pode conter raras acículas de rutilo. A quantidade de quartzo varia de 22 a 30% nas lâminas descritas.

A muscovita constitui de 2 a 6%, podendo esporadicamente chegar a 15%. Constitui palhetas pequenas, lenticulares a subtabulares que podem chegar a atingir 3 mm. Normalmente os cristais são menores que 1 mm. Os cristais estão dispostos de forma pouco orientada e chegam a formar difusas trilhas paralelas à foliação geral, que foi pouco desenvolvida. Vários cristais possuem minerais opacos e leucoxênio pulverulento nos planos de clivagem evidenciando tratar-se de produto de alteração da biotita. Alguns cristais estão dispostos intersticialmente em associação com biotita e plagioclásio, gerando agregados lenticulares e/ou leitos/lâminas descontínuas bem orientadas. Os cristais maiores podem apresentar bordas ou terminações ricas em inclusões ou textura simplectítica.

A biotita forma palhetas subtabulares a irregulares, raramente tabulares, normalmente menores do que 1 mm,

gerando trilhas e difusas concentrações. De modo geral, está distribuída mais ou menos homoganeamente e apresenta cor marrom esverdeado a amarelo pálido. Alguns cristais estão parcialmente cloritizados e são corroídos por muscovita e epidoto. Secundariamente, mostra alteração para estilpnomelano e hidróxidos, e representa em torno de 1 a 5% do volume da rocha.

O epidoto ocorre sob a forma de cristais pequenos, irregulares a prismáticos (anedrais a subedrais), dispostos intersticialmente e sobre outros minerais, em especial sobre o plagioclásio. Frequentemente engloba allanita metamictica, exhibe feições de corrosão e chega a constituir mais de 4% do volume da rocha. Os cristais de maiores dimensões aparecem associados aos planos de maior deformação (septos) em associação com filossilicatos, chegando a formar cristais ou agregados bem alongados e orientados nos planos de deformação.

A granada pode aparecer sob a forma de cristais xenomórficos a automórficos, pequenos a médios, com feições de corrosão e/ou parcialmente substituídos por filossilicatos.

Os minerais acessórios mais comuns nos ortognaisses Mairipotaba e Cromínia-Prof. Jamil Safady são: apatita, zircão, titanita (mais raramente rutilo e ilmenita), turmalina, minerais opacos e allanita. São cristais pequenos a minúsculos, eudrais a anedrais, dispersos e não chegam a representar 5% do volume da rocha. O zircão é minúsculo a pequeno, anedral a subedral, raramente eudral, com prismas curtos ou bem longos (quase acicular) e com zoneamento e/ou linhas de crescimento. A allanita ocorre no interior do epidoto sob a forma de massa amorfa, normalmente elíptica, de cor amarelo alaranjado a marrom. Os opacos ocorrem sob a forma de raras pontuações associadas ao epidoto e biotita.

## GEOQUÍMICA

Para os estudos litogeoquímicos de elementos maiores, menores, traços e Terras Raras (ETR) foram selecionadas 11 amostras representativas dos ortognaisses (5 amostras do ortognaisse Mairipotaba, 6 amostras do ortognaisse Cromínia-Prof. Jamil Safady). As análises químicas (rocha total) foram realizadas pelo Laboratório Acme (Analytical Laboratories LTD, Vancouver, Canadá). Os elementos maiores ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e também  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) foram obtidos por espectrômetro de emissão em plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) após fusão utilizando metaborato/tetraborado de lítio e digestão em ácido nítrico diluído, sendo a perda ao fogo (LOI) determinada pela diferença de peso da amostra antes e depois do aquecimento a 1.000  $^\circ\text{C}$  por 4 horas. Os elementos-traços (Cs, Rb, Ba, Th, U, Nb, Ta, Sr, Zr, Hf, Y, Sc, V, Co, Ga) e

Terras Raras (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) foram analisados por espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) após fusão utilizando metaborato/tetraborado de lítio e digestão em ácido nítrico, sendo que para os metais preciosos e base (Cu, Ni, Pb, Zn) a digestão foi por água régia. O tratamento dos dados geoquímicos e a construção de diagramas foram realizados com o emprego do programa MINPET versão 2.02 (Richard 1995).

### Ortognaisse Mairipotaba

As amostras do ortognaisse Mairipotaba (Tab. 1) apresentam pequena variação nos conteúdos totais de  $\text{SiO}_2$  (69,52 – 73,48%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (15,37 – 16,45%), baixos conteúdos em  $\text{TiO}_2$  (0,19 – 0,42%),  $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{Total}}$  (1,15 – 2,45%),  $\text{MgO}$  (0,33 – 0,66%),  $\text{CaO}$  (0,91 – 2,19%) e médio a altos conteúdos em  $\text{Na}_2\text{O}$  (4,00 – 5,02%) e de  $\text{K}_2\text{O}$  (2,65 – 4,98%). Possuem pequena variação no conteúdo de elementos traço, com teores relativamente baixos de Y (2,9 – 6,8 ppm), Nb (6,0 – 9,3 ppm), Zr (108,2 – 166,1 ppm) e conteúdos médios a relativamente altos de Ba (213,0 – 1119,0 ppm), Sr (527,0 – 1.119,0 ppm) e Rb (87,8 – 176,0 ppm). Nos diagramas tipo Harker (Fig. 3 e 4) não se observam *trends* ou grupos bem definidos entre os elementos maiores e traços em relação ao teor de  $\text{SiO}_2$ , apresentando grande dispersão nos conteúdos dos elementos analisados, embora sejam verificadas fracas correlações negativas em relação a  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}_{\text{Total}}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ , Rb, Sr, Ba, U, Zr, Nb e Zn e positiva com o Ga.

Esses ortognaisse são de composição cálcio-alcálica (Fig. 5A) e peraluminosa (razão molecular A/CNK de 1,01 a 1,36) (Fig. 5B). A composição normativa (CIPW) (Richard 1995) apresenta como minerais principais: quartzo, albita, ortoclásio, anortita, coríndon e subordinadamente hiperstênio (Tab. 2). A composição, com base no conteúdo de feldspato normativo (O'Connor 1965), varia de trondhjemitó a granito, predominado a composição granítica (Fig. 5C). No diagrama discriminante R1 x R2 (De La Roche *et al.* 1980) as rochas são classificadas como granitos (Fig. 5D).

A distribuição dos elementos traço e ETR (Tab. 1, Fig. 6A), normalizados pelos valores do manto primitivo (Taylor & MacLennan 1985), mostra que os ortognaisse são enriquecidos em Cs, Rb, Ba, Pb, K, Th e U em relação a Nb, Ta, ETR, P, Zr, Ti e Y, apresentando fracas a médias anomalias negativas em Nb, Ta, P e Ti (Fig. 6A).

O conteúdo total de ETR é baixo ( $\text{SETR}_{\text{Total}} = 44,96$  a 107,77 ppm) com predomínio de conteúdos menores que 91 ppm (Tab. 1). Os elementos terras raras leves (ETRL) normalizados pelo manto primitivo (Taylor & MacLennan 1985) apresentam concentrações entre 2,7 e 31,73 vezes acima do manto primitivo, enquanto que os ETRP (elementos

terras raras pesados) têm entre 0,40 e 3,33 vezes (Fig. 6B). O padrão de distribuição de ETR indica que as amostras do ortognaisse Mairipotaba são enriquecidas em ETRL em relação aos ETRP, mostrando forte fracionamento ( $\text{La}_N/\text{Lu}_N = 9,59 - 78,27$ ). Em relação aos ETRL, esses apresentam padrões com inclinação acentuada, evidenciando médio a alto fracionamento ( $\text{La}_N/\text{Eu}_N = 4,73 - 7,62$ ); enquanto que em relação à distribuição de ETRP, o padrão é pouco inclinado tendendo a sub-horizontal no caso dos ETR mais pesados, mostrando um enriquecimento em ETRP intermediárias ( $\text{Gd}_N/\text{Lu}_N = 1,69 - 8,24$ ). Observam-se ainda discretas anomalias negativas ( $\text{Eu}^* = 0,81 - 0,9$ ) sugerindo a ocorrência de fracionamento de plagioclásio ou anfíbólio durante a cristalização do magma, ou mais provavelmente sugerem uma origem a partir de fonte com anomalia negativa de európio.

### Ortognaisse Cromínia-Prof. Jamil Safady

As amostras dos ortognaisse Cromínia-Prof. Jamil Safady estudadas (Tab. 1) são quimicamente semelhantes às amostras dos ortognaisse Mairipotaba. Apresentam pequena variação nos conteúdos totais de  $\text{SiO}_2$  (68,76 – 74,86%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (15,99 – 16,93%), baixos conteúdos em  $\text{TiO}_2$  (0,13 – 0,48%),  $\text{FeO}_{\text{Total}}$  (1,3 – 2,54%),  $\text{MgO}$  (0,26 – 0,77%),  $\text{CaO}$  (1,48 – 2,45%), e médio a altos conteúdos em  $\text{Na}_2\text{O}$  (3,37 – 5,82%) e de  $\text{K}_2\text{O}$  (2,08 – 4,17%). Mostram pequena variação nos conteúdos dos elementos traço, com teores relativamente baixos de Y (1,6 – 6,3 ppm), Nb (4,4 – 8,8 ppm), Zr (81,3 – 213,7 ppm) e conteúdos médios a relativamente altos de Ba (338,0 – 954,0 ppm), Sr (330,5 – 792,7 ppm) e Rb (78,3 – 180,7 ppm). Nos diagramas tipo Harker (Figs. 3 e 4) é possível observar fracas correlações negativas de  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{FeO}_{\text{Total}}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ , Rb, Sr, Ba, V, U, Zr, Th e positivas de Ga e Cu com  $\text{SiO}_2$ , sugerindo a atuação de processos de diferenciação e/ou fracionamento durante a evolução magmática.

As amostras analisadas do ortognaisse Cromínia-Prof. Jamil Safady apresentam composição cálcio-alcálica (Fig. 5A), possuem afinidade peraluminosa, com razão molecular A/CNK de 1,0 a 1,55 (Fig. 5B). A composição normativa (CIPW) (Richard 1995) mostra como minerais principais: quartzo, ortoclásio, albita, anortita, coríndon e subordinadamente hiperstênio (Tab. 2). A composição, com base no conteúdo de feldspato normativo (O'Connor 1965), varia de granito a trondhjemitó (Fig. 5C). No diagrama discriminante R1 x R2 (De La Roche *et al.* 1980), as rochas são classificadas como granitos, apenas a amostra OCR-5 é classificada como granodiorito (Fig. 5D).

Os padrões de distribuição dos elementos traço e ETR normalizados pelo manto primitivo (Taylor & MacLennan, 1985) revela enriquecimento em Cs, Rb, Ba, K, Pb, Th e

U em relação a Nb, Ta, ETR, Sr, P, Zr, Hf, Ti e Y, mostrando fracas a médias anomalias negativas de Nb, Ta, P e Ti (Fig. 6A).

O conteúdo total de ETR é baixo ( $SETR_{Total} = 35,79$  a  $147,96$  ppm,  $SETRL_{Total} = 34,06$  a  $143,81$  ppm,  $SETRP_{Total} = 1,73$  a  $5,65$  ppm) com predomínio de conteúdos menores do que 70 ppm (Táb. 1). Os ETRL normalizados pelo manto primitivo (Taylor & MacLennan, 1985) apresentam concentrações

entre 0,89 e 45 vezes acima do manto primitivo, enquanto que os ETRP apresentam entre 0,13 e 4,6 vezes (Fig. 6B). Os padrões de distribuição dos ETR das amostras analisadas apresentam médio a alto fracionamento entre ETRL ( $La_N/Eu_N = 4,78 - 7,34$ ) e entre ETRP ( $Gd_N/Lu_N = 1,83 - 5,77$ ), gerando padrão inclinado, mostrando um forte fracionamento em relação aos ETRL e ETRP ( $La_N/Lu_N = 12,12 - 54,40$ ). A exceção é a amostra OCR-5 que apresenta maior fracionamento entre ETRL e

Tabela 1. Elementos maiores (%), menores e traços (ppm) e elementos Terras Raras (ppm) de amostras do ortognaisse Mairipotaba e Cromínia-Prof. Jamil Safady

MDL	Elementos	Amostras do Ortognaisse Mairipotaba					Amostras do Ortognaisse Cromínia-Prof. Jamil Safady					
		OM1	OM2	OM4	OM5	OM6	OCR1	OCR2	OCR3	OCR4	OCR5	OCR6
0,01%	SiO <sub>2</sub>	73,59	71,14	71,87	70,95	69,52	72,57	71,07	68,75	71,80	69,60	74,86
0,01%	TiO <sub>2</sub>	0,37	0,42	0,19	0,24	0,29	0,15	0,29	0,39	0,16	0,48	0,13
0,01%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,37	15,48	15,97	15,71	16,45	16,48	15,99	16,65	16,92	16,64	16,39
0,04%	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> T	2,45	2,12	1,15	1,25	1,43	1,30	1,97	2,54	1,38	2,39	1,46
0,01%	MnO	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02
0,01%	MgO	0,67	0,43	0,33	0,33	0,36	0,26	0,52	0,77	0,31	0,54	0,28
0,01%	CaO	0,94	2,04	1,07	0,91	2,19	1,47	1,61	2,32	1,55	2,45	1,52
0,01%	Na <sub>2</sub> O	4,10	4,31	5,02	4,00	4,73	4,62	4,48	5,28	5,82	4,388	3,37
0,01%	K <sub>2</sub> O	2,65	4,12	2,76	4,98	3,99	3,23	4,17	3,44	2,16	3,65	2,08
0,01%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,07	0,12	0,03	0,05	0,09	0,03	0,07	0,09	0,02	0,11	0,04
	Total	100,23	100,20	98,41	98,43	99,07	100,12	100,19	100,25	100,13	100,26	100,15
	ACNK	1,36	1,01	1,21	1,15	1,02	1,20	1,08	1,00	1,15	1,07	1,55
1 ppm	Sc	4,00	1,00	1,00	2,00	1,00	2,00	2,00	3,00	2,00	1,00	2,00
8 ppm	V	40,00	32,00	11,00	15,00	13,00	17,00	23,00	31,00	19,00	30,00	15,00
0,002%	Cr	27,37	13,68	13,68	13,68	13,68	13,68	27,37	13,68	13,68	13,68	13,68
0,2 ppm	Co	3,40	4,20	1,80	2,30	1,60	2,60	4,40	5,70	2,40	4,10	3,10
0,1 ppm	Ni	8,90	2,80	2,20	3,10	1,30	12,90	10,50	10,30	6,70	4,20	6,00
0,1 ppm	Cu	9,50	4,00	5,10	6,20	13,50	7,50	7,30	6,90	9,70	5,20	13,20
1 ppm	Zn	25,00	67,00	6,00	26,00	50,00	6,00	47,00	60,00	11,00	54,00	12,00
0,1 ppm	Rb	123,30	176,00	87,80	138,40	158,00	117,30	180,70	146,30	84,90	134,50	78,30
0,1 ppm	Cs	4,10	5,20	1,00	2,20	3,80	2,00	6,60	8,20	1,70	3,40	1,70
0,5 ppm	Sr	382,80	468,20	549,00	725,50	554,70	525,20	590,10	777,70	568,90	792,70	330,50
1 ppm	Ba	527,00	722,00	658,00	1199,00	849,00	637,00	823,00	858,00	338,00	954,00	536,00
0,1 ppm	Y	6,80	2,90	3,40	3,00	3,60	2,70	4,40	6,30	1,60	3,00	5,00
0,1 ppm	Zr	137,10	166,10	108,20	126,00	147,50	88,50	131,20	144,90	96,10	213,70	81,30
0,1 ppm	Hf	4,40	5,60	3,30	4,40	4,80	3,10	4,10	4,10	3,30	5,80	3,90

Continua...



Tabela 1. Continuação

MDL	Elementos	Amostras do Ortognaisse Mairipotaba					Amostras do Ortognaisse Cromínia-Prof. Jamil Safady					
		OM1	OM2	OM4	OM5	OM6	OCR1	OCR2	OCR3	OCR4	OCR5	OCR6
0,1 ppm	Nb	9,30	7,40	6,70	6,00	8,80	6,60	6,70	8,80	4,40	6,70	5,80
0,1 ppm	Ta	0,80	0,50	0,60	0,50	0,80	0,60	0,70	0,80	0,30	0,60	0,60
0,1 ppm	Pb	13,20	21,90	37,50	15,80	12,50	13,40	30,20	19,60	9,00	7,60	11,70
0,2 ppm	Th	7,50	9,50	6,50	7,50	6,90	4,40	9,00	9,90	4,80	13,80	3,70
0,1 ppm	U	2,50	3,10	2,70	3,20	4,40	2,30	4,10	3,30	2,20	2,80	3,80
0,5 ppm	Ga	25,80	27,70	22,20	23,10	29,00	26,70	25,40	23,10	25,70	27,30	30,20
1 ppm	Be	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	6,00	5,00	5,00	5,00	3,00	6,00
0,5 ppm	W	0,90	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,60	0,70
1 ppm	Sn	3,00	3,00	2,00	1,00	2,00	3,00	2,00	2,00	2,00	3,00	2,00
0,1 ppm	Mo	0,40	0,40	0,30	0,30	0,30	0,10	0,30	0,20	0,20	0,20	0,10
0,1 ppm	La	8,90	21,80	13,50	15,90	21,80	11,40	16,30	23,10	10,10	31,20	9,00
0,1 ppm	Ce	17,80	41,30	30,20	39,00	54,50	21,40	26,50	51,00	11,90	69,60	13,90
0,02 ppm	Pr	2,43	5,30	3,12	3,96	5,29	2,64	4,18	5,95	2,25	7,98	2,00
0,3 ppm	Nd	9,00	19,30	10,90	14,30	19,10	9,60	15,80	22,30	8,00	29,40	7,30
0,05 ppm	Sm	1,73	3,17	1,99	2,49	3,07	1,66	2,72	3,90	1,47	4,59	1,45
0,02 ppm	Eu	0,46	0,71	0,51	0,60	0,70	0,39	0,68	0,93	0,34	1,04	0,46
0,05 ppm	Gd	1,36	1,99	1,43	1,39	1,59	1,10	1,77	2,79	0,87	2,65	1,18
0,01 ppm	Tb	0,25	0,22	0,18	0,17	0,18	0,14	0,22	0,34	0,10	0,26	0,18
0,05 ppm	Dy	1,28	0,77	0,82	0,79	0,75	0,52	0,87	1,32	0,37	0,77	0,90
0,02 ppm	Ho	0,25	0,09	0,11	0,09	0,10	0,08	0,15	0,20	0,06	0,08	0,16
0,03 ppm	Er	0,67	0,17	0,28	0,24	0,25	0,21	0,35	0,46	0,15	0,17	0,47
0,01 ppm	Tm	0,10	0,03	0,03	0,04	0,05	0,03	0,06	0,08	0,03	0,03	0,08
0,05 ppm	Yb	0,63	0,15	0,20	0,26	0,35	0,19	0,32	0,40	0,13	0,17	0,49
0,01 ppm	Lu	0,10	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,06	0,02	0,02	0,08
	SETRL	40,32	91,58	60,22	76,25	104,46	47,09	66,18	107,18	34,06	143,81	34,11
	SETRP	4,64	3,45	3,08	3,02	3,31	2,30	3,76	5,65	1,73	4,15	3,54
	SETR	44,96	95,03	63,30	79,27	107,77	49,39	69,94	112,83	35,79	147,96	37,65

MDL: limite inferior de detecção; OM: amostras do ortognaisse Mairipotaba; OCR: amostras do ortognaisse Cromínia-Prof. Jamil Safady; ACNK: índice de Shand; SETRL: somatória de elementos terras raras leves; SETRP: somatória de elementos terras raras pesados; SETR: somatória do conteúdo total de elementos terras raras.

ETRP ( $La_N/Lu_N = 168,03$ ) e um maior enriquecimento entre os ETRP ( $Gd_N/Lu_N = 16,45$ ). Exibem discretas anomalias negativas de  $Eu^*$  ( $Eu^* = 0,82 - 0,89$ ).

Nas Figs. 3, 4 e 6, as amostras de ambos ortognaises são comparadas a amostras de metassedimentos do Grupo Araxá (Navarro *et al.* 2013). A comparação mostra que os ortognaises são enriquecidos em relação aos metassedimentos quanto ao  $SiO_2$ ,  $Na_2O$ , Sr, Pb, U e Ga e empobrecidos em  $TiO_2$ , FeOT, MgO,  $P_2O_5$ , Zr, Nb, Y, V, Sc, Ni, Cr, Cu, Co, Zn e ETR. Os conteúdos de  $Al_2O_3$ , CaO,  $K_2O$ , Cs, Rb, Ba, Th, Hf e Ta são similares entre as amostras dos ortognaises e as amostras

de metassedimentos. Nos diagramas tipo Harker (Figs. 3 e 4) observam-se correlações positivas entre  $Na_2O$ , Sr, Pb, U e Ga e negativas entre  $TiO_2$ ,  $FeO_1$ , MgO, CaO,  $P_2O_5$ , Zr, Y, Nb, V, Sc, Ni, Cr, Cu, Co e Zn em relação ao  $SiO_2$ . O padrão de distribuição de ETR, de elementos traço e menores entre os ortognaises e os metassedimentos são similares (Fig. 6B). Nota-se que as amostras de metassedimentos são mais enriquecidas em ETR, especialmente os ETRP, do que os ortognaises e mostram menores anomalias de Nb, Ta, P e Ti.

Nos diagramas discriminantes Rb *versus* Y + Nb e Nb *versus* Y (Pearce *et al.* 1984) as amostras de ortognaises e

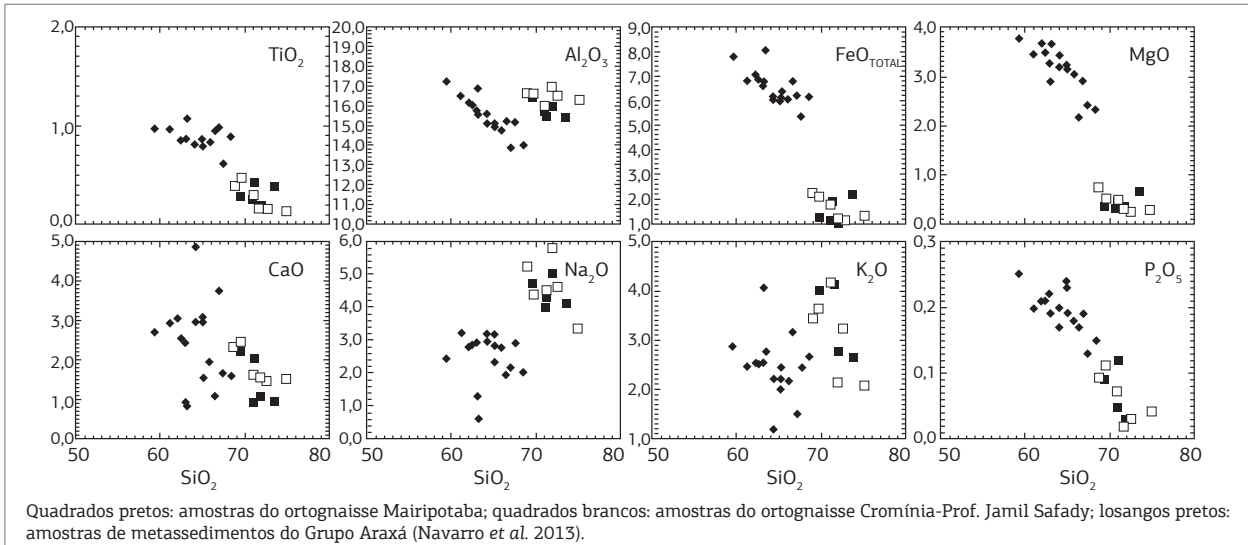


Figura 3. Diagramas binários de elementos maiores ( $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}_{\text{Total}}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) x  $\text{SiO}_2$ , mostrando a variação das composições químicas das amostras.

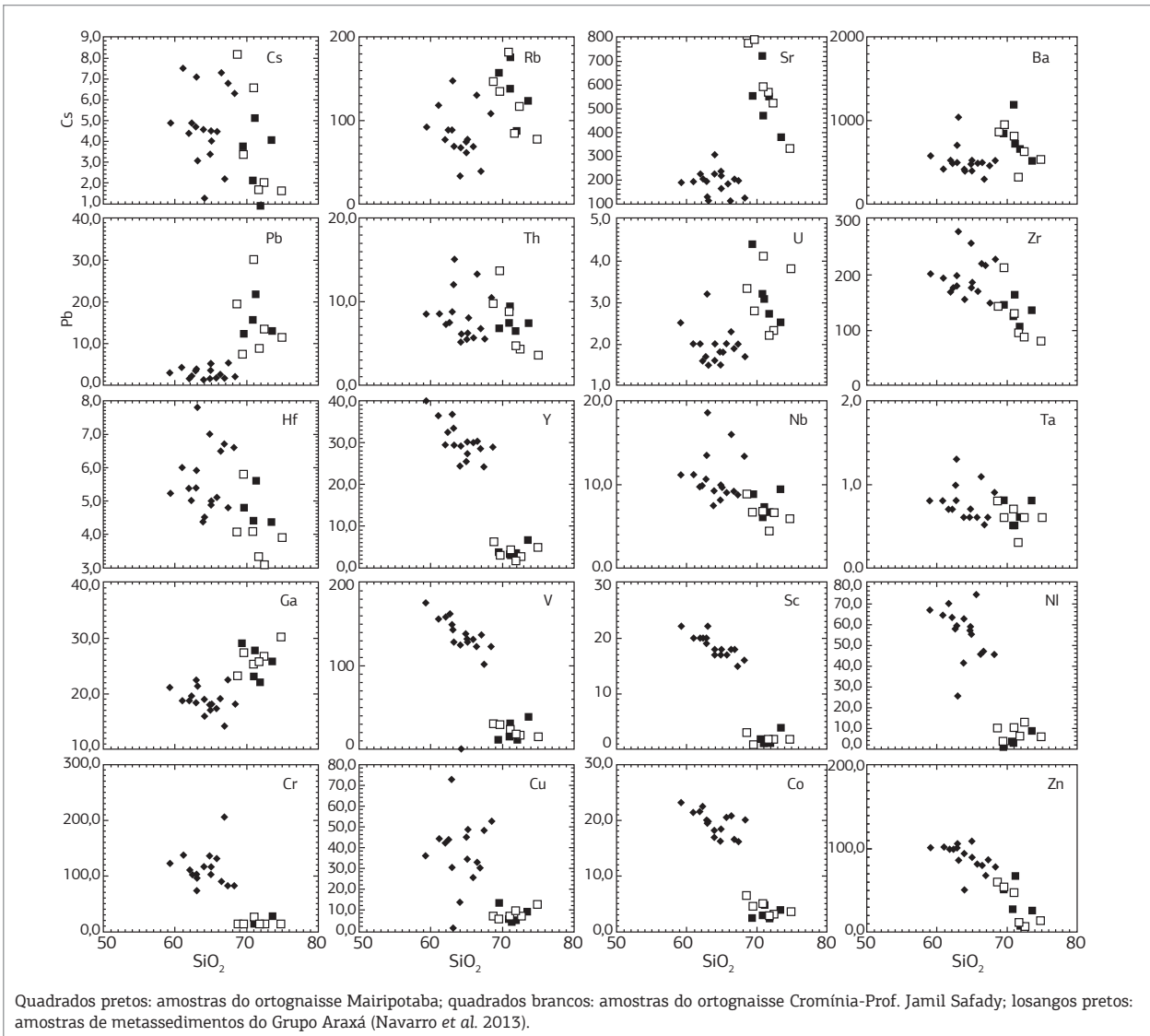


Figura 4. Diagramas binários de elementos menores (Cs, Rb, Sr, Ba, Pb, Th, U, Zr, Hf, Y, Nb, Ta, Ga, V, Sc, Ni, Cr, Cu, Co e Zn) x  $\text{SiO}_2$ , mostrando a variação das composições químicas das amostras.

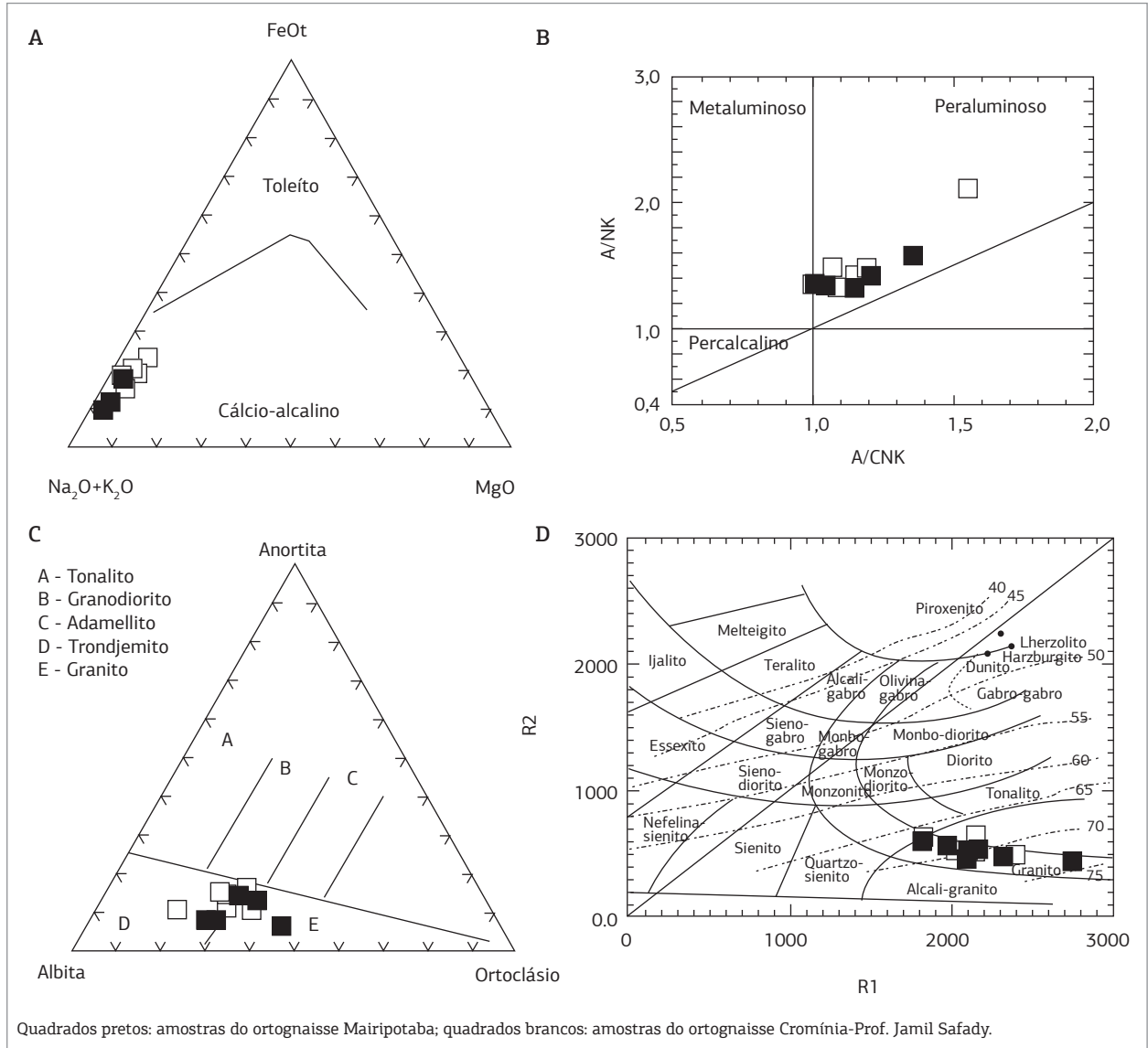


Figura 5. Diagramas de classificação aplicados as amostras estudadas. (A) Diagrama AFM (Irvine & Baragar 1971, A = Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O; F = FeO<sub>T</sub>, M = MgO) mostrando o caráter cálcio-alcálico dos ortognaisses da região; (B) Gráfico de classificação aplicando o índice de Shand (Maniar & Piccoli 1989); (C) Gráfico de classificação baseado no teor de feldspato normativo (O'Connor 1965); (D) Diagrama de classificação para rochas plutônicas R1 x R2 (De La Roche et al. 1980).

de metassedimentos da região exibem composição química semelhante às rochas plutônicas geradas em arcos magmáticos com características sin-colisionais (Figs. 6C e 6D). Os metassedimentos do Grupo Araxá mostram enriquecimento em elementos litófilos de raio iônico grande em relação aos elementos de alto campo de força e ETR, mostrando anomalias negativas de Nb, Ta, Sr, P e Ti, semelhantes aos padrões de rochas de arcos vulcânico, sugerindo que esses metassedimentos tiveram contribuição expressiva de rochas geradas em arcos vulcânicos (bacia tipo antearco). A semelhança geoquímica nos padrões de distribuição de elementos litófilos de raio iônico grande (LILE), elementos de alto campo de força (HFSE), ETR e a presença de anomalias

de Nb, Ta, P e Ti em amostras dos metassedimentos do Grupo Araxá e dos ortognaisses sugerem que esses derivam da fusão parcial dos metassedimentos do Grupo Araxá e que o menor conteúdo em ETR, principalmente em ETRP, nos ortognaisses está relacionado ao fracionamento de anfibólio e principalmente de granada.

Nos digramas (Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O) / (FeO + MgO + TiO<sub>2</sub>) versus (Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O) / (Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O + FeO + MgO + TiO<sub>2</sub>), (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) / (FeO + MgO + TiO<sub>2</sub>) versus (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + FeO + MgO + TiO<sub>2</sub>) e (CaO) / (FeO + MgO + TiO<sub>2</sub>) versus (CaO + FeO + MgO + TiO<sub>2</sub>) (Patiño Douce 1999) as amostras dos ortognaisses Mairipotaba e Cromínia-Prof. Jamil Safady encontram-se no campo de fundidos experimentais gerados a partir da fusão de

Tabela 2. Composição normativa (CIPW) dos ortognaisses Mairipotaba e Cromínia-Prof. Jamil Safady

Amostra	Ortognaisse Mairipotaba					Ortognaisse Cromínia-Prof. Jamil Safady					
	OM1	OM2	OM4	OM5	OM6	OCR1	OCR2	OCR5	OCR4	OCR6	OCR7
Quartzo	35,64	24,75	29,42	26,26	21,41	29,28	24,11	17,91	25,32	23,41	43,02
Ortoclásio	15,69	24,35	16,6	29,96	23,85	19,12	24,66	20,34	12,76	21,56	12,29
Albita	34,67	36,41	43,15	34,38	40,4	39,01	37,89	44,58	49,21	37,07	28,47
Anortita	4,26	9,43	5,22	4,3	10,45	7,14	7,59	10,98	7,57	11,49	7,28
Coríndon	4,17	0,45	2,88	2,21	0,55	2,75	1,3	0,2	2,22	1,24	5,91
Hiperstênio (en)	1,67	1,08	0,84	0,84	0,91	0,66	1,29	1,92	0,78	1,35	0,69
Hiperstênio (fs)	2,41	1,9	1,14	1,15	1,29	1,38	1,96	2,49	1,45	2,1	1,64
Magnetita	0,61	0,55	0,3	0,33	0,38	0,32	0,49	0,64	0,33	0,62	0,35
Ilmenita	0,71	0,8	0,37	0,46	0,56	0,29	0,56	0,75	0,31	0,91	0,25
Apatita	0,15	0,26	0,07	0,11	0,2	0,07	0,15	0,2	0,04	0,24	0,09
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

OM: amostras do ortognaisse Mairipotaba; OCR: amostras do ortognaisse Cromínia-Prof. Jamil Safady; en: enstatita; fs: ferrossilita.

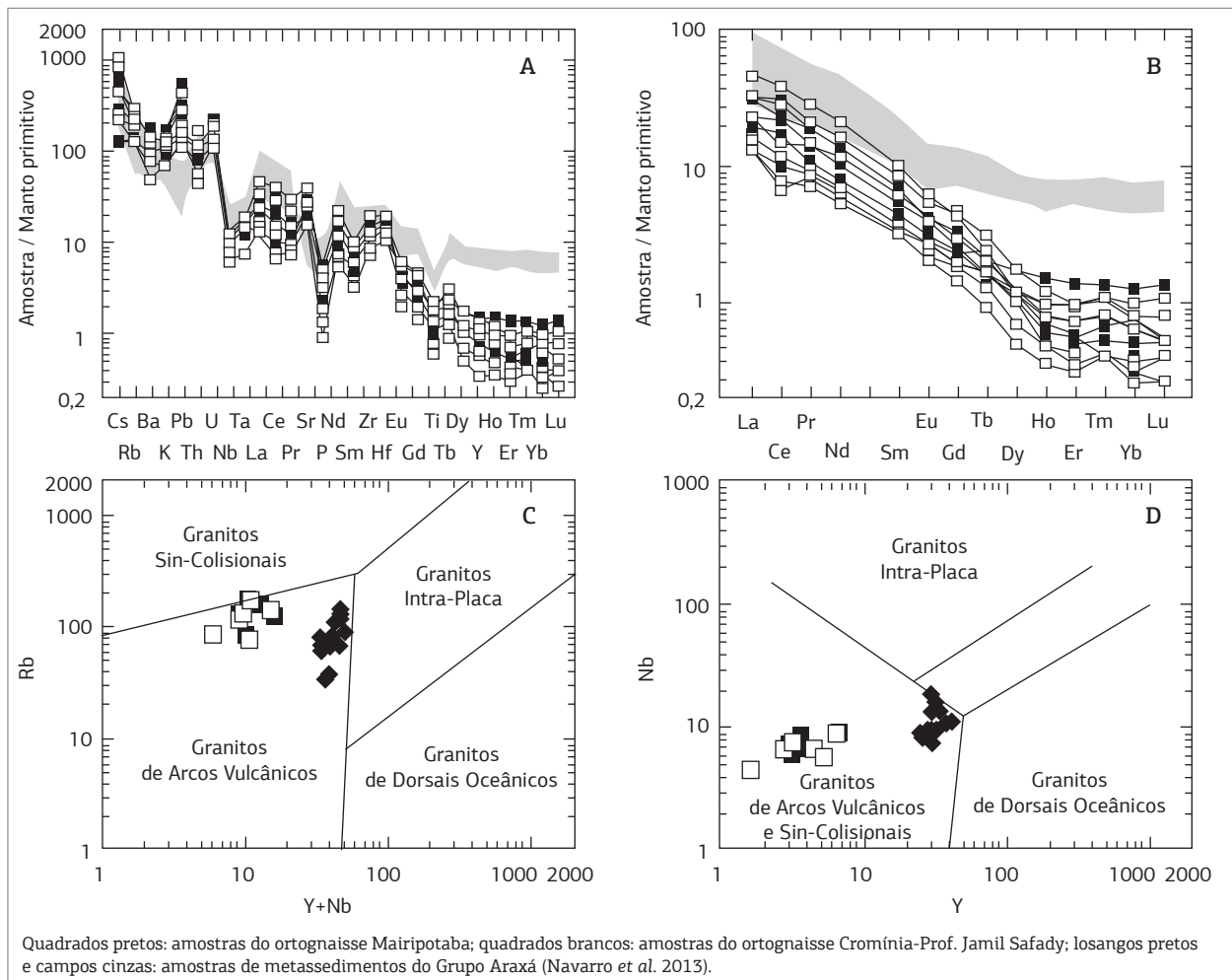


Figura 6. (A) Spiderdiagram para os elementos menores, traços e ETR (normalizados pelo Manto Primitivo, Taylor & MacLennan 1985) dos ortognaisses da região; (B) Diagrama de distribuição dos elementos Terras Raras (normalizados pelo Manto Primitivo, Taylor & MacLennan 1985) dos ortognaisses da região; (C) e (D) Gráficos discriminantes de ambientes tectônicos (Pearce *et al.* 1984) para os ortognaisses da região.

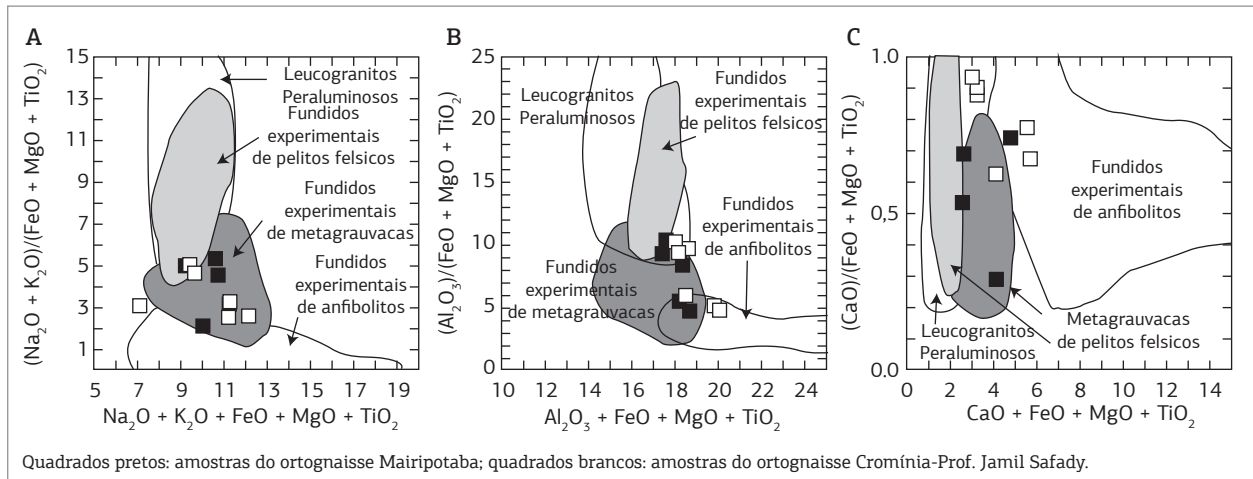


Figura 7. Diagramas (A)  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) / (\text{FeO} + \text{MgO} + \text{TiO}_2)$  versus  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) / (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{FeO} + \text{MgO} + \text{TiO}_2)$ , (B)  $(\text{Al}_2\text{O}_3) / (\text{FeO} + \text{MgO} + \text{TiO}_2)$  versus  $(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MgO} + \text{TiO}_2)$  e (C)  $(\text{CaO}) / (\text{FeO} + \text{MgO} + \text{TiO}_2)$  versus  $(\text{CaO} + \text{FeO} + \text{MgO} + \text{TiO}_2)$  (Patiño Douce 1999).

metagrauvas e em parte no campo de fundidos experimentais gerados a partir de anfíbolitos, o que sugere uma forte contribuição sedimentar para o protólito dos ortogneisses (Fig. 7).

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os corpos intrusivos de Mairipotaba e Cromínia-Prof. Jamil Safady que ocorrem alojados em metassedimentos do Grupo Araxá apresentam características químicas semelhantes entre si e tudo indica que derivam da mesma fonte. São corpos sin-tectônicos (sin-colisionais), possuem composição peraluminosa e cálcio-alcálica. As anomalias negativas de Nb, Ta, P e Ti em relação aos ETR e o enriquecimento em elementos litófilos de raio iônico grande (Cs, Th, U, Ba, Rb, K), presentes também em metassedimentos do Grupo Araxá mostram que a composição dessas rochas é semelhante entre si. Os padrões de distribuição de ETR, HFSE e LILE em consonância com as informações isotópicas Sm/Nd (rocha total) e U/Pb (SHRIMP e LA-ICP-MS em zircão) sugerem que as principais fontes dos metassedimentos são, principalmente, rochas neoproterozoicas

relacionadas a arcos magmáticos (unidades relacionadas ao Arco Magmático de Goiás). Os dados litoquímicos em congruência com a composição mineralógica e com o contexto geológico permitem concluir que os corpos intrusivos são derivados da fusão dos metassedimentos que constituem o Grupo Araxá e, portanto, podem ser classificados como ortogneisses do tipo-S. É importante salientar que a idade desses corpos graníticos e a sua relação com as outras ocorrências de corpos graníticos em Goiás ainda não é conhecida, necessitando de estudos cartográficos de detalhe, isotópicos (Sm/Nd e U/Pb) e geoquímicos para entender a origem e evolução desses corpos graníticos na Faixa Brasília.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (Processos nº 08/50723-0 e 05/59203-1) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processo nº 304535/2011-7) pelo suporte financeiro concedido para a realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- Baêta Junior J.D.A., Moreton L.C., Souza J.O. 1999. Programa de Levantamentos Básicos do Brasil. Sancrelândia, Folha SE.22-X-A-II, Morro Agudo de Goiás, Folha SE.22-Z-C-II, Goiás, Folha SD.22-Z-C-V, Escala 1:100.000. Brasília, CPRM.
- Barbosa O. 1955. Guia das Excursões. In: 9º Congresso Brasileiro de Geologia, São Paulo, Noticiário 3, p. 3-5.
- Barbosa O., Baptista M.B., Dyer R.C., Braun O.P.G., Fratin H., Meneguesso G. 1970. *Projeto Goiânia, Relatório preliminar*. Rio de Janeiro, DNPM/PROSPEC, 75 p. (inédito).
- Brod J.A., Leonardos O.H., Meneses P.R., Almeida R., Araújo R.N.J., Blanco S.B., Cardoso F.B.F., Carvalho Jr. O.A., Junqueira F.F., Riehl Jr. W., Souza J.C.F., Tallarico F.H.T., Thomsem F.P.R., Albuquerque

- M.A.C., Berbet M.L.C., Cerqueira M.R.S., Chagas M.A., Dias R.R., Lima C.V., Nakamura E.T., Porto S.G., Romão P.A., Santos P.C.V. 1991. Tectono-estratigrafia da Faixa Brasília na região do Alto Paranaíba. In: 3º Simpósio de Geologia do Centro-Oeste, Cuiabá, Sociedade Brasileira de Geologia, p. 155-168.
- De La Roche H., Leterrier J., Grandclaude P., Marchal M. 1980. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1-R2 – diagram and major-element analyses – ITS relationships with current nomenclature. *Chemical Geology*, **48**:43-55.
- Drake Jr. A.A. 1980. The Serra de Caldas windows, Goiás. In: Tectonic studies in the Brazilian Shield. U. S. Geological Survey, Professional Paper, 1999A, B, p. 1-11.
- Fuck R.A. 1990. Dobramentos Neoproterozóicos da margem Ocidental do Cráton do São Francisco: revisão. In: 36º Congresso Brasileiro de Geologia, Natal. *Boletim Resumos*, Sociedade Brasileira de Geologia, p. 288-289.
- Fuck R.A. & Marini O.J. 1981. O Grupo Araxá e unidades homotaxiais. In: 1º Simpósio sobre o Craton do São Francisco, Salvador, Sociedade Brasileira de Geologia, Publ. Esp., Núcleo Bahia, p. 118-130.
- Irvine T.N. & Baragar W.R.A. 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **8**(5):523-548.
- Klein P.B.W. 2008. *Geoquímica de rocha total, geocronologia de U - Pb e geologia isotópica de Sm - Nd das rochas ortognaissicas e unidades litológicas associadas da região de Ipameri - Catalão (Goiás)*. PhD Thesis, Universidade de Brasília, Brasília, 154 p.
- Lacerda Filho J. V. 1994. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. *Folha Caraíba, SE.22-X-B-VI*. Goiânia: CPRM, DNPM, 149 p.
- Lacerda Filho J.V. & Oliveira C.C. 1995. Geologia da região centro-sul de Goiás. *Boletim de Geociências do Centro-Oeste*, **18**(1/2):3-19.
- Lacerda Filho J. V., Rezende A., Silva, A. 1999. *Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal*. Goiânia: CPRM, METAGO S.A., UnB, 2ª edição. 184 p.
- Maniar P.D. & Picolli P.M. 1989. Tectonic discriminant of granitoids. *Geological Society of American Bulletin*, **101**:635-643.
- Moreira M.L.O., Moreton L.C., Araújo V.A., Lacerda Filho J.V., Costa H.F. 2008. Geologia do Estado de Goiás e Distrito Federal. Escala 1:500.000. Goiânia: CPRM/SIC - FUNMINERAL, 143 p.
- Moreton L.C. 1994. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. *Folha SE.22-X-B-IV* - Goiânia. Escala 1:100.000. Goiânia: CPRM/DNPM. 132 p.
- Navarro G.R.B. & Zanardo, A. 2005. Petrografia e geoquímica das rochas metaltramáficas da região de Mairipotaba – Cromínia e Pontalina – Goiás. *Revista Brasileira de Geociências*, **35**(4):483-492.
- Navarro G.R.B., Moraes R., Zanardo A., Simões L.S.A., Conceição F.T. 2009. Trajetória P-T e condições do metamorfismo usadas como ferramenta para compartimentação tectônica da Faixa Brasília em Goiás. *Revista Brasileira de Geociências*, **39**(3):544-559.
- Navarro G.R.B., Zanardo A., Conceição F.T. 2013. O Grupo Araxá na Região Sul-Sudoeste do Estado de Goiás. *Revista Geologia-USP, Série Científica*, **13**(2):5-28.
- Navarro G.R.B., Zanardo A., Conceição F.T., Moraes R., Simões L.S.A. 2011. Química Mineral e Estimativas de Pressão e Temperatura em Rochas Metassedimentares do Grupo Araxá na Região de Morrinhos, Sul do Estado de Goiás. *Revista Geologia-USP, Série Científica*, **11**(2):2-20.
- O'Connor J.T. 1965. A classification for quartz-rich igneous rocks based on feldspar ratios. *US Geological Survey Professional Paper*, **B525**:79-84.
- Oliveira, C.C. 1994. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. *Folha SE.22-X-B-V* – Leopoldo de Bulhões. Escala 1:100.000. Goiânia: CPRM/DNPM. 151 p.
- Patiño Douce A.E. 1999. What do experiments tell us about the relative contributions of crust and mantle to the origins of granite magmas? In: Castro, A., Fernandez, C., Vigneresse, J.L. (eds.) *Understanding granites: integrating new and classical techniques*. London, Geological Society, p. 55-75.
- Pearce J.A., Harris N.B.W., Tindle A.G. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, **25**(4):956-985.
- Pimentel M.M., Dardenne M.A., Fuck R.A., Viana M.G., Junges S.L., Seer, H.J., Fischel, D.P. 2001. Nd isotopes and the provenance of sediments of the Neoproterozoic Brasília Belt, central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **14**(6):571-585.
- Pimentel M.M., Fuck R.A., Botelho N.F. 1999. Granites and the geodynamic history of the Neoproterozoic Brasília Belt, Central Brazil: a review. *Lithos*, **46**(3):463-483.
- Piuzana D., Pimentel M.M., Fuck R.A., Armstrong R. 2003. SHRIMP U-Pb and Sm-Nd data for the Araxá Group and associated magmatic rocks: constraints for the age of sedimentation and geodynamic context of the Southern Brasília Belt, Central Brazil. *Precambrian Research*, **125**:139-160.
- Resende M., Pimentel M.M., Francisquini N., Barbosa P.A.R., Boas P.F.V., Lima T.M., Filho W.R. 1999. Descrição das Unidades Litoestratigráficas. In: Lacerda Filho, J. V., Resende, A., Silva, A. (coord.) *Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal*. Goiânia, CPRM, METAGO S.A., UnB. p. 31-78.
- Richard L.R. 1995. *Mineralogical and Petrological Data Processing System*. MINPET for Windows. Version 2.02. Copyright 1988-1995.
- Seer H.J., Brod J.A., Fuck R.A., Pimentel M.M., Boaventura G.R., Dardenne M.A. 2001. Grupo Araxá em sua área tipo: um fragmento de crosta oceânica neoproterozóica na Faixa de Dobramentos Brasília. *Revista Brasileira de Geociências*, **31**(3):385-396.
- Strieder A.J., Nilson A.A. 1992. Melange ofiolítica nos metassedimentos Araxá de Abadiânia (GO) e implicações tectônicas regionais. *Revista Brasileira de Geociências*, **22**(2):204-215.
- Tassinari C.C.G. 1988. Comentários sobre a geocronologia das Folhas 1:100.000 do Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, Projeto Sudeste de Goiás, CPRM/DNPM. (Relatório não publicado).
- Taylor S.R. & MacLennan S.M. 1985. *The continental crust: its composition and evolution*. Blackwell, Oxford, 312 p.
- Valeriano M.C., Dardenne M.A., Fonseca M.A., Simões L.S.A., Seer H.J. 2004. A evolução tectônica da Faixa Brasília. In: Mantesso-Neto, V., Bartorelli, A., Carneiro, C. Dal Ré, Brito-Neves, B. B. de (org.) *Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo, Ed. Beca, p. 575-592.