

# CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA, PETROGRÁFICA E GEOQUÍMICA DO MACIÇO SARARÉ NA PARTE SUDOESTE DO CRÁTON AMAZÔNICO

Larissa Marques Barbosa de ARAÚJO-RUIZ <sup>1</sup>, Antonio Misson GODOY <sup>2</sup>,  
Amarildo Salina RUIZ <sup>3</sup>, Maria Zélia Aguiar de SOUSA <sup>4</sup>

(1) Pós-Graduanda em Geociências, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Campus de Rio Claro. Avenida 24-A, 1515 – Bela Vista. CEP 13506-900. Rio Claro, SP. Endereço eletrônico: lmar@rc.unesp.br. (2) Departamento de Petrologia e Metalogenia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Campus de Rio Claro. Avenida 24-A, 1515 – Bela Vista. CEP 13506-900. Rio Claro, SP. Endereço eletrônico: mgodoy@rc.unesp.br. (3) Departamento de Geologia, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Mato Grosso. Avenida Fernando Correa, s/n – Coxipó. CEP 78060-900. Cuiabá, MT. Endereço eletrônico: asruiz@rc.unesp.br. (4) Departamento de Recursos Minerais, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Mato Grosso. Avenida Fernando Correa, s/n – Coxipó. CEP 78060-900. Cuiabá, MT. Endereço Eletrônico: mzaguiar@terra.com.br.

## Introdução

Aspectos Geológicos da Área

Caracterização das Rochas Encaixantes

Caracterização Faciológica do Maciço Sararé

Arcabouço Estrutural

Caracterização Litogeoquímica

Considerações Finais

Agradecimentos

Referências Bibliográficas

**RESUMO** – O Maciço Sararé ocorre no sudoeste de Mato Grosso, intrusivo no Domínio Jauru, e encontra-se controlado por *trend* tectônico NW-SE ligado a tectônica regional transcorrente e, tardiamente, por feições tectônicas rúpteis NE-SW. É constituído por três fácies petrográficas principais denominadas biotita-monzogranito, muscovita-monzogranito e monzogranito, que apresentam contatos transicionais. São rochas leucocráticas, de cor vermelha a rosada, isotrópicas e equi/inequi-granulares a localmente porfiríticas. Os dados geoquímicos as classificam como rochas do tipo S, peraluminosas, alto K, quimicamente restritas e evoluídas em relação a SiO<sub>2</sub> alcançando teores em torno de 75%. Os valores de REE apresentam-se dispostos em três curvas assimétricas, evidenciando fácies distintas e mostrando uma redução destes valores e das anomalias de Eu para a fase final. O maciço representa intrusões diferenciadas, geradas a partir da fusão de material da crosta superior em ambiente de colisão continental no final do evento Aguapeí-Sunsás.

**Palavras-chave:** Maciço Sararé, petrografia, geoquímica, Cráton Amazônico.

**ABSTRACT** – A.M. Godoy, L.M.B. de Araújo-Ruiz, A.S. Ruiz, M.Z.A. de Sousa – *Geological, petrographic and geochemical characterization of the Sararé Massif in the Southwest of the Amazonian Craton.* The Sararé Massif is an intrusion into in the Jauru Domain, located in the southwest of Mato Grosso. The regional NW-SE transcurrent structures controlled the elongated shape, and late brittle deformation showing NE-SW fractures and faults affected the massif. The intrusion is constituted by three major petrographic facies (biotite-monzogranite, muscovite-monzogranite and hololeucocratic monzogranite), with transitional contacts. These rocks present monzogranitic composition, all of them are red-colored, leucocratic, isotropic, equi to inequi-granular, and locally porphyritic, with medium grain size. They are S-type rocks, peraluminous, with high-K, and chemically restricted in relation to SiO<sub>2</sub> (about 75% wt). The study of REE indicates three asymmetrical and similar distribution patterns, pointing to three distinctive facies, but with different values and reduction of REE for the final phase with depletion of Eu. The massif represents differentiated intrusion of the melting material from the upper crust in continental collision environment, related to the end of the Sunsás-Aguapeí Event.

**Keywords:** Sararé Massif, petrography, geochemistry, Amazonian Craton.

## INTRODUÇÃO

A porção sudoeste do Cráton Amazônico, exposta entre a cidade de Pontes e Lacerda e o limite estadual RO-MT, até recentemente contava apenas com cartografia geológica de reconhecimento na escala 1:1.000.000 (Figueiredo et al., 1974; Barros et al., 1982). Recentemente, diversas iniciativas de mapeamento geológico em escala de semidetalhe têm reduzido

a lacuna de informações neste setor (por exemplo, Menezes et al., 1993; Araújo-Ruiz, 2000, 2003; Ruiz et al., 2003a, b).

Araújo-Ruiz (2003) em mapeamento na escala 1:100.000 da Folha Rio Pindaituba (SD.21-Y-A-V) (Figura 1), enfatiza a ocorrência de um corpo granítico, isotrópico, denominado Maciço Sararé, alojado

em um conjunto de rochas supracrustais (Complexo Vulcano-Sedimentar Pontes e Lacerda), ortoderivadas

(Complexo Metamórfico Alto Guaporé) e granitóides deformados (Maciços Sapé e Anhangüera).

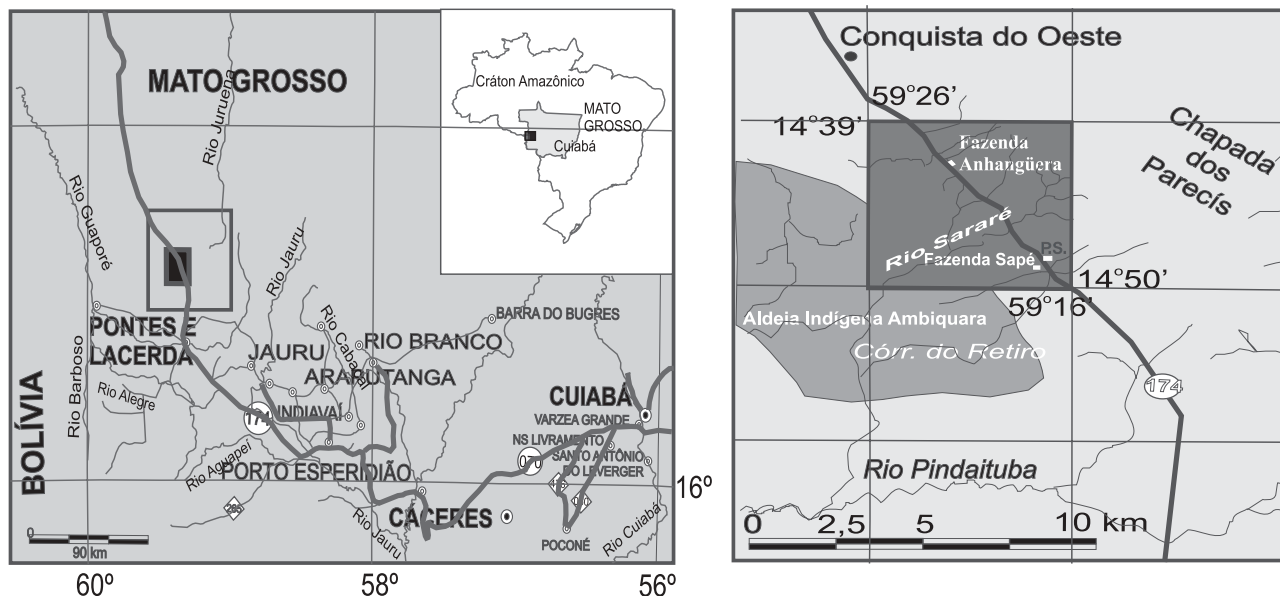


FIGURA 1. Mapa de localização e de vias de acesso à área estudada.

Este artigo apresenta, integra e discute os dados obtidos a partir do mapeamento geológico realizado na escala 1:100.000, envolvendo caracterizações faciológica, petrográfica e geoquímica do Maciço Sararé (Araújo-Ruiz, 2003), contribuindo para o conhecimento desta unidade representante do magmatismo tardi-a pós-tectônico vinculado ao Evento Sunsás-Aguapeí (1,25 a 1,0 Ga), no sudoeste do Cráton Amazônico.

De acordo com Tassinari & Macambira (1999), o Cráton Amazônico exibe compartimentação tectônico-geocronológica, individualizada em quatro províncias proterozóicas, uma delas denominada de Sunsás-Aguapeí (1,25–1,0 Ga), pertinente a este trabalho.

Saes et al. (1994), Saes & Fragoso César (1996), Saes (1999), Geraldés (2000) e Geraldés et al. (2001) contribuíram com diferentes propostas de compartimentação em terrenos tectono-estratigráficos. De acordo com Saes (1999), são reconhecidos os seguintes terrenos: Paraguá (TP), Rio Alegre (TRA), Santa Helena (TSH) e Jauru (TJ) e, segundo esta proposta,

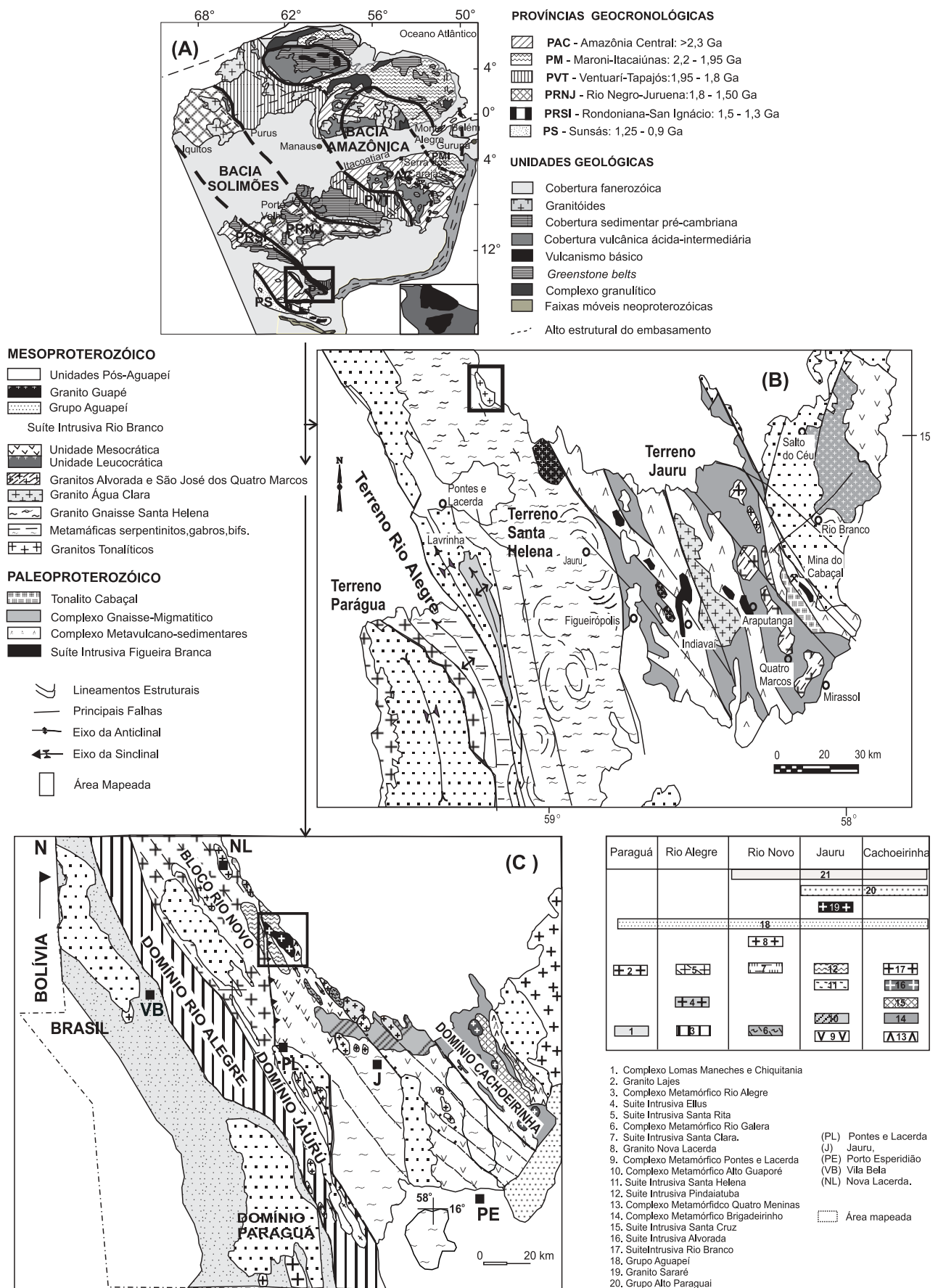
a área objeto de estudo, em particular o Maciço Sararé, situa-se nos domínios do Terreno Santa Helena. No entanto, segundo a compartimentação em blocos litotectônicos de Ruiz (2003), o Maciço Sararé e suas encaixantes pertencem ao Bloco Jauru (Figura 2).

Na porção meridional do Estado de Rondônia, Scandolaro et al. (1999) descrevem a Suíte Ígnea Costa Marques, intrusiva em rochas metamórficas mesoproterozóicas da Sequência Nova Brasilândia e que representa extenso magmatismo granítico também de idades entre 0,9 a 0,95 Ga. Rizzotto (1999, 2001) descreve a Suíte Granítica Rio Pardo como manifestação de um magmatismo bimodal, constituída por gabros, basaltos e granitos epizonais do tipo A, com idades próximas a 1,0 Ga. e hospedada em metamorfitos do Terreno Nova Brasilândia. De acordo com esse autor, os granitos tardi a pós-cinemáticos de Mato Grosso seriam correlatos aos *younger granites* de Rondônia e, como tal, marcariam o evento de cratonização da porção sudoeste do Cráton Amazônico.

## ASPECTOS GEOLÓGICOS DA ÁREA

O arcabouço geológico caracteriza-se, portanto, por grandes compartimentos geotectônicos, diferenciados por características litoestratigráficas e tectônicas, delimitados e controlados por grandes zonas de cisalhamentos antigas que apresentam reativações

tardias de idade neoproterozóica, superpondo novos eventos deformacionais e metamórficos nas rochas ao longo destas faixas orogênicas. O Maciço Sararé relaciona-se a estas zonas de discontinuidades crustais profundas de caráter regional e direção NW-SE, e



**FIGURA 2.** (A) Divisão em Províncias Geocronológicas proposta por Tassinari & Macambira (1999).  
(B) Divisão em terrenos de Saes (1999). (C) Compartimentação em blocos litotectônicos do SW do Cráton Amazônico proposto por Ruiz (2003).

tardiamente é afetado por uma tectônica rúptil de direção NE-SW que define a geometria final do corpo e, às vezes, controlam os processos metassomáticos finais.

### CARACTERIZAÇÃO DAS ROCHAS ENCAIXANTES

De acordo com a descrição de Araújo-Ruiz (2003) e Araújo-Ruiz et al. (2001, 2003a), em relação ao arcabouço geológico das encaixantes do Maciço Sararé são definidos contatos intrusivos com rochas supracrustais polideformadas (representadas por biotita-gnaisses do Complexo Metamórfico Alto Guaporé, xistos e anfibolitos do Complexo Metavulcano-Sedimentar Pontes e Lacerda e biotita granodioritos do Maciço Sapé) e contatos tectônicos, sendo claramente controlado por uma foliação milonítica subvertical com os monzogranitos do Maciço Anhangüera e inclinada na Zona de Cisalhamento Anhangüera. A nordeste o maciço encontra-se recoberto pelos sedimentos do Grupo Parecís (Figura 3).

Na área pesquisada, o Complexo Metavulcano-Sedimentar Pontes e Lacerda é representado por uma assembléia de xistos e anfibolitos, que apresentam características petrográficas muito similares às descritas por Menezes et al. (1993). Foram distinguidos três tipos petrográficos principais: muscovita-biotita xisto, granada-muscovita-biotita xisto e, mais esporadicamente, ocorrências de hornblenda anfibolitos.

O Complexo Metamórfico Alto Guaporé é composto por ortognaisses, migmatitos e localmente anfibolitos. Os gnaisses exibem marcantes bandamentos composicionais (bandas máficas e félsicas), irregulares e descontínuos, que se tornam difusos em setores onde prevalecem os processos de migmatização. São petrograficamente caracterizados por biotita gnaisses bandados, cinza-claros com variações para tonalidades escuras, de granulação média a grossa e composição entre monzogranítica a granodiorítica. Os migmatitos são mais restritos, exibem composição similar à dos gnaisses e destacam-se pelas estruturas ptigmática e bandada. Os enclaves anfibolíticos, que às vezes constituem enxames, apresentam coloração verde-escura a cinza-escura, granulação fina a média, formato lenticular a ovalado e forte anisotropia.

O Maciço Sapé constitui um corpo intrusivo deformado e metamorfozado, de dimensão batolítica, orientado segundo a direção NNW, sendo composto por duas fácies petrográficas distintas: a mais antiga, dominada por rochas de coloração cinza-escura e composição granodiorítica, e a outra, mais jovem, composta por rochas de coloração cinza-clara de composição granodiorítica a monzogranítica.

O Maciço Anhangüera é um corpo intrusivo, alongado segundo a direção NNW, relativamente homogêneo, constituído por biotita monzogranito,

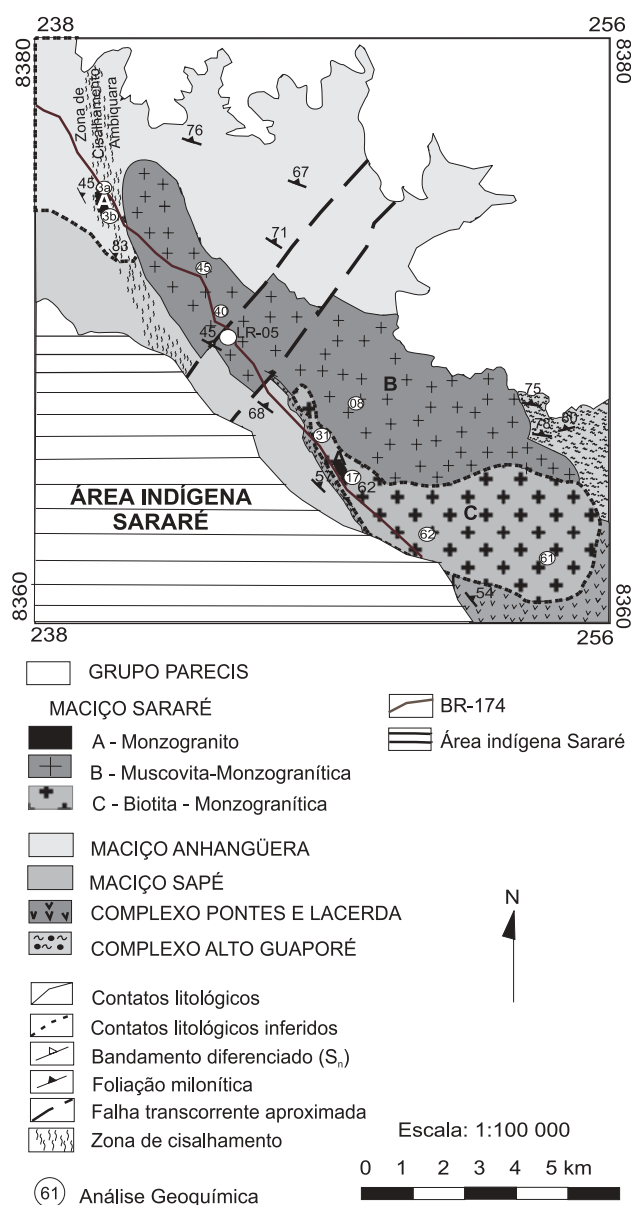


FIGURA 3. Mapa geológico do Maciço Sararé e de suas encaixantes (Araújo-Ruiz, 2003).

leucocrático, de granulação grossa, porfirítico, com coloração variando de rósea a cinza-rósea, exibindo forte anisotropia manifestada por uma foliação milonítica.

### CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA DO MACIÇO SARARÉ

O Maciço Sararé constitui um corpo granítico de forma elíptica, alongado segundo a direção NNW, que perfaz cerca de 80 km<sup>2</sup> de área de exposição. Em razão de sua estrutura isotrópica a fracamente foliada nas bordas, destaca-se na área de ocorrência em relevo constituído por suaves morros, do tipo meia laranja, com notáveis afloramentos sob a forma de lajedos e matacões isolados.

O mapeamento faciológico do maciço granítico permitiu a definição de três variedades petrográficas

identificadas no mapa geológico (Figura 3, Prancha 1): a Fácies Monzogranito, que constitui intrusões mais jovens, localizadas e circunscritas, tendo sua principal ocorrência, no extremo norte da área; a Fácies Muscovita-Monzogranito, a mais abundante na porção norte-central do corpo; e a Fácies Biotita-Monzogranito, mais antiga, que se encontra na porção sul do maciço.

A Fácies Monzogranito (A) aparece sob a forma de duas ocorrências isoladas como *plugs* graníticos, a primeira intrudida nas encaixantes no extremo norte da área e a segunda, mais restrita, apresenta-se em pequenos corpos intrusivos circunscritos, de menor expressão, constituindo diques aplíticos tardios nas demais fácies do maciço. Ambas são constituídas por rochas leucocráticas, índice M' entre 5 e 10%, de cor rósea a avermelhada, isotrópicas, ineqüi- a equigranulares, localmente porfirítica do tipo serial a microporfirítica a granofírica (Pranchas 1A e 1B). Estas ocorrências possuem mesma composição mineralógica caracterizada pela presença de quartzo, feldspato potássico e plagioclásio. A biotita é o principal máfico; apatita, zircão e minerais opacos são os acessórios; muscovita, sericita, clorita, carbonatos e argilo-minerais são os minerais de alteração. Quando apresentam diferenças, estas se refletem na textura e dimensões dos cristais; isto foi observado em porções bem localizadas e restritas.

Estas ocorrências possuem caráter ineqüigranular, granulação média, variando de 0,2 a 5,8 mm. Os cristais de feldspato potássico são anedrais e às vezes subedrais, com dimensões entre 0,2 e 3,5 mm. O plagioclásio possui tonalidades esbranquiçadas, formas subedrais de hábito tabular e dimensões entre 0,3 e 5,8 mm. O quartzo apresenta-se hialino, em grãos intersticiais, com dimensões de 0,2 a 4 mm. A biotita ocorre em cristais isolados ou associados a agregados poligranulares de opacos distribuídos caoticamente.

Localmente, as rochas dessa fácies apresentam variações, ocorrendo porções porfiríticas e heterogêneas quanto à distribuição e dimensões dos fenocristais de feldspato potássico e plagioclásio, que têm uma matriz quartzo-feldspática fina a média, variando de 0,1 a 1,5 mm. Os fenocristais de feldspato potássico de coloração avermelhada e alguns de plagioclásio ocorrem discretamente orientados, com dimensões na faixa de 2 a 5 mm. Os minerais máficos ocorrem de forma isolada em finas palhetas de biotita, com dimensões restritas ao intervalo de 0,1 a 1,0 mm, ou associada a agregados de opacos.

A Fácies Muscovita-Monzogranito (B) é a mais abundante distribuindo-se por toda porção norte-central do corpo na forma de matações, lajedos e suaves morros subarredondados do tipo meia laranja. São rochas leucocráticas, róseas, ineqüigranulares médias com

granulação variando de 4 mm a 1,3 cm, sendo o intervalo mais comum de 6 a 8 mm. É rica em muscovita, e o índice de coloração varia entre 1 e 8%. Em geral, caracteriza-se pela estrutura isotrópica, podendo localmente, mostrar uma fraca anisotropia dada pela fragmentação da rocha, evidenciada pela orientação subverticalizada e estiramento de cristais de quartzo e feldspatos (microclínio e/ou plagioclásio) (Pranchas 1C e 1D).

As rochas que representam esta fácies são constituídas essencialmente por microclínio (35-40%), quartzo (28-39%) e plagioclásio (23-31%), aparecendo ainda muscovita (1-8%), biotita (1-4%) e traços de zircão, apatita e opacos. Os minerais de alteração estão representados por clorita, muscovita, sericita, fluorita, epidoto, carbonato e argilo-minerais.

Distingue-se das outras fácies pela presença de dois tipos de muscovita, uma límpida, incolor e outra, pleocróica, incolor a levemente rosada, geralmente intersticial e associada aos minerais opacos e aos raros cristais de biotita. A muscovita representa a fase mineral mais abundante nesta fácies, exibindo-se com forma placóide. Quando intersticial, seu pleocroísmo varia de incolor a rosa e ocorre na forma de placa subédrica bem desenvolvida, com dimensões variando entre 0,5 a 3,0 mm. Seus contatos são retos com outros cristais e eventualmente mostram textura do tipo *kink-bands*. A outra forma de ocorrência da muscovita é mais freqüente, em placas mal formadas ou em fibras, não pleocróicas, provenientes da alteração do plagioclásio ou da biotita, dispendo-se ao longo da clivagem da biotita.

Em algumas amostras, detecta-se a presença de cristais anédricos de fluorita (0,5 a 2,5 mm), isotrópica e cor roxa. É marcante nesta fácies a presença de minerais de alteração, tais como, clorita, sericita, epidoto e fluorita. O epidoto, a sericita e a calcita são provenientes do processo de saussuritização, a sericita decorre da sericitização e a fluorita, clorita e muscovita provavelmente originaram-se numa fase de metasomatismo hidrotermal.

Os acessórios estão representados pelos minerais opacos mais freqüentes (ilmenita e magnetita) de até 3 mm de dimensão, apatita acicular, zircão e diminutos cristais de monazita.

A Fácies Biotita-Monzogranito (C) ocorre na porção sul do maciço e é representada por rochas isotrópicas de composição monzogranítica, ineqüigranulares, leucocráticas com índice M' variando entre 8 e 15%, de coloração avermelhada, macroscopicamente rica em ripas de biotita, apresentando quantidade de máficos superior àquela observada nas fácies norte e central.

Apresentam textura ineqüigranular xenomórfica, constituídas por microclínio (33-41%), plagioclásio (28-35%) e quartzo (30-31%), distribuídos homoge-

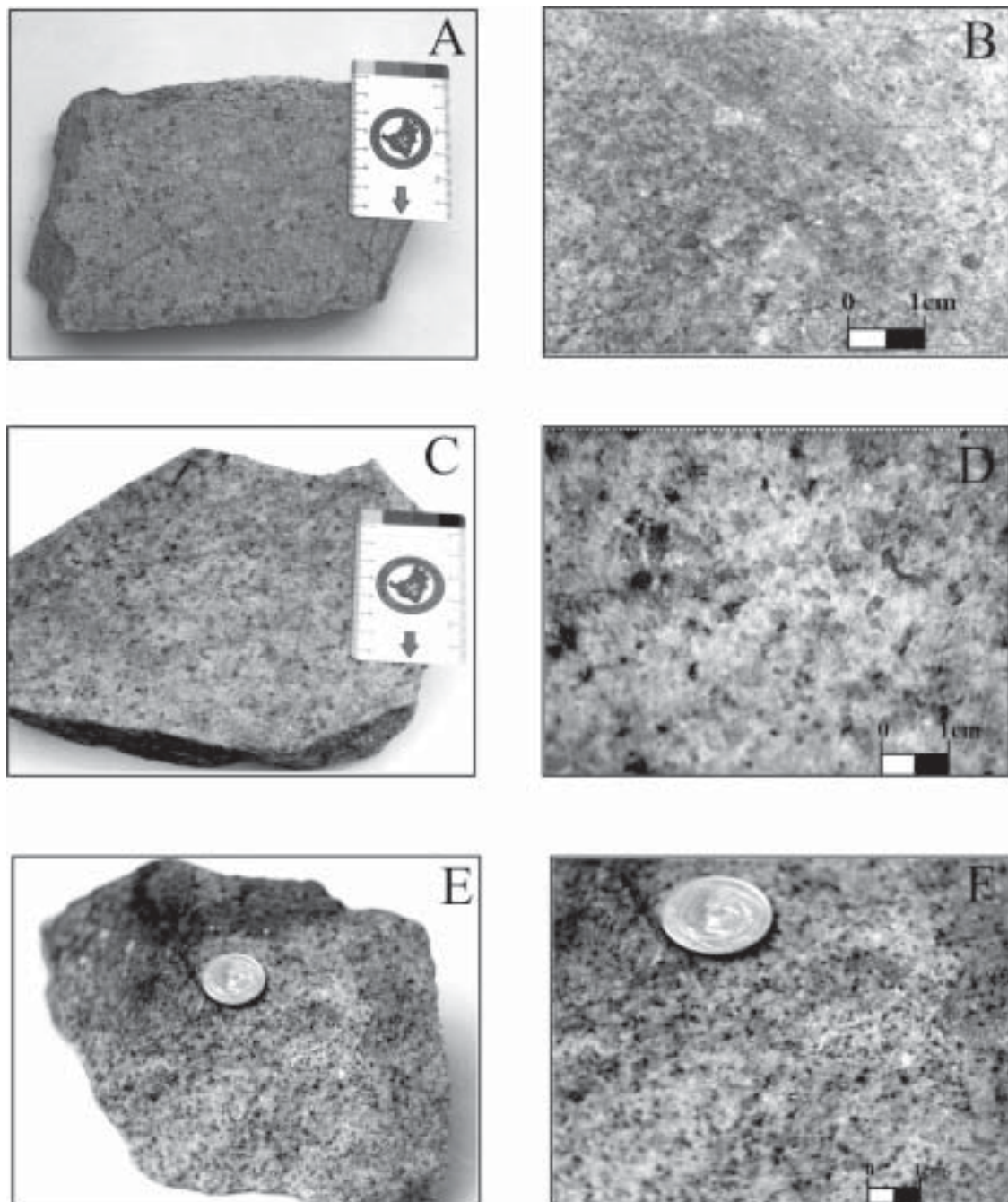
neamente. A biotita (3-10%) e a muscovita (3-6%) exibem contatos comumente retos. Os minerais de alteração comuns são a clorita e traços de zircão, apatita e opacos (2-4%) (Pranchas 1E e 1F).

Em geral seus minerais apresentam formas anédricas, com dimensões que variam de submilimétricas até 4 mm (média de 1 a 2 mm). Destacam-se fenocristais de microclínio de coloração rosa, que conferem uma maior variação de granulação à rocha. A biotita pode se destacar como agregados placóides ou ocorrer em cristais isolados, distribuídos aleatoria-

mente por toda a rocha. As plaquetas de muscovita, apesar de freqüentes, não são tão abundantes como na fácies anteriormente descrita.

#### ARCABOUÇO ESTRUTURAL

Os terrenos metamórficos de áreas cratônicas exibem uma natural complexidade estrutural que reflete a complexa histórica deformacional e metamórfica a que esses sítios crustais foram submetidos. No setor sudoeste do Cráton Amazônico, onde se aloja o Maciço



**PRANCHA 1.** Aspectos macroscópicos das Fácies Monzogranítica (A e B), Fácies Muscovita Monzogranítica (C e D) e Fácies Biotita Monzogranítica (E e F).

Sararé, incidiram pelo menos dois ciclos orogênicos (San Ignácio/Rondoniano e Sunsás/Aguapeí), responsáveis pela estruturação geral, seguida pelo processo de estabilização da plataforma que resultou na formação do Cráton Amazônico.

O contexto estrutural será apresentado através da identificação e interpretação das estruturas tectônicas superimpostas nas rochas encaixantes e no Maciço Sararé (Figura 3).

O arranjo estrutural das rochas encaixantes, do Complexo Metamórfico Alto Guaporé e Complexo Vulcano-sedimentar Pontes e Lacerda, é representado por um conjunto de elementos estruturais que retratam claramente a sobreposição de eventos metamórficos e deformacionais.

A foliação penetrativa  $S_1$  é definida pela orientação de minerais inequigranulares e pelo bandamento composicional nos gnaisses ortoderivados, granadamuscovita xistos e muscovita-quartzo xistos. As atitudes apresentam consideráveis variações, mas é possível identificar uma concentração com direção entre  $N30^\circ$  a  $60^\circ W$ , e mergulhos elevados a médios, variando entre  $70^\circ$  a  $40^\circ$  para SW e NE.

A foliação  $S_1$  é o elemento estrutural mais notável nos Complexos Pontes e Lacerda e Alto Guaporé, definindo seguramente um importante evento tectono-metamórfico que precede a colocação dos maciços gnáissicos mais jovens (Sapé e Anhangüera).

O bandamento  $S_1$  apresenta-se invariavelmente afetado por dobras apertadas, simétricas e assimétricas, com frequência exibindo um padrão desarmônico, e em zonas de flanco podem desenvolver superfícies de cisalhamento com alguns centímetros de largura, as quais são concordantes com a foliação penetrativa  $S_2$ , desenvolvidas plano-axialmente às dobras  $D_2$ .

A foliação  $S_2$  identificada nos Complexos Pontes e Lacerda e Alto Guaporé caracteriza-se como uma xistosidade ou clivagem de crenulação, que é paralela a subparalela ao bandamento diferenciado  $S_1$ , exceto nas zonas de charneiras  $D_2$  das dobras. Os valores médios de direção da foliação  $S_2$  estão entre  $N30^\circ$  a  $60^\circ W$ , com mergulhos elevados de  $60^\circ$  a  $90^\circ$ , ora para NE ora para SW. É comum o desenvolvimento de discretos feixes de cisalhamento dúctil paralelos à superfície de foliação  $S_2$ ; nestes casos é possível identificar uma lineação de estiramento  $L_2$  orientada

segundo o sentido do mergulho das superfícies de cisalhamento.

Nos maciços gnáissicos Sapé e Anhangüera, a anisotropia planar é classificada como xistosidade. Todavia, há zonas paralelas entre si, onde a intensidade da deformação, imprime uma feição tipicamente milonítica, marcada pelo surgimento de estruturas oclares (*augen gnaisses*). Estas feições de cisalhamento dúctil apresentam uma enorme variação textural, principalmente no Maciço Anhangüera, que exhibe desde protomilonitos até ultramilonitos em faixas de alguns metros de largura. Esta foliação penetrativa, aqui identificada como  $S_3$ , apresenta atitudes semelhantes a  $S_2$ . Ruiz et al. (2003) descrevem situação similar na região de Nova Lacerda, onde é possível identificar a relação de superimposição de  $S_2$  e  $S_3$ . A direção dominante da foliação  $S_3$  varia entre  $N20^\circ$  a  $50^\circ NW$  e os mergulhos elevados, de  $70^\circ$  a  $90^\circ$ , principalmente para NE.

As lineações de estiramento e mineral  $L_3$  associadas à foliação milonítica, exibem uma orientação constante, em particular nos domínios do Maciço Anhangüera. Essas lineações são definidas principalmente por biotitas e, mais raramente, por agregados quartzo-feldspáticos dispostos ao longo do plano de foliação milonítica e apresentando mergulhos altos, entre  $70^\circ$  e  $90^\circ$ , principalmente para o quadrante NE. Raramente observa-se lineações paralelas à direção da foliação.

O arranjo estrutural das rochas do Maciço Sararé é definido por um corpo elíptico que exhibe, em alguns setores marginais, o desenvolvimento de uma foliação penetrativa que acompanha a orientação das paredes da intrusão, estruturas interpretadas como efeito da colocação da intrusão, além de falhas e fraturas que seccionam e deslocam o plúton transversalmente a seu maior comprimento. A essas falhas, que apresentam direção entre  $N40^\circ$  e  $60^\circ W$  e mergulhos de  $80^\circ$  a  $90^\circ$  para NW e SE, associam-se cataclasitos e finos veios de quartzo.

Os limites ocidental e oriental do plúton Sararé exibem atitudes preferencialmente concordantes com a orientação do principal elemento estrutural dos maciços Sapé e Anhangüera, a foliação milonítica  $S_3$ . Esta situação não é observada na borda sul, onde o plúton apresenta feições tipicamente intrusivas como veios e diques aplíticos, que recortam discordantemente a foliação  $S_1$ .

## CARACTERIZAÇÃO LITOGEOQUÍMICA

As análises químicas das rochas do Maciço Sararé foram realizadas no LABOGEO-IGCE/UNESP-Rio Claro, utilizando-se fluorescência de Raios X, através da fusão em meio borato para a determinação elementos

maiores ( $SiO_2$ ,  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $MnO$ ,  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$  e  $P_2O_5$ ) e através da pastilha prensada para os elementos traços (Cu, Rb, Sr, Y, Zr, Nb e Ba). Para obtenção dos elementos de terras raras (La, Ce,

Nd, Sm, Eu, Gd, Dy, Er, Yb e Lu) foi usado a separação cromatográfica e leitura em espectrômetro de emissão em plasma (ICP-AES). A investigação geoquímica visa estabelecer a composição, o comportamento litogeoquímico e as possíveis correlações entre os diversos litotipos desta seqüência e a evolução petrogenética.

Na caracterização geoquímica foram selecionadas 9 amostras das variedades petrográficas deste corpo, para análises geoquímicas, envolvendo elementos maiores e traços e de terras raras (Tabela 1) e identificadas pelos símbolos: (A) Fácies Monzogranito (◆), (B) Fácies Muscovita Monzogranito (●), (C) e Fácies Biotita Monzogranito (■).

Os trabalhos específicos versando sobre a caracterização litogeoquímica e petrográfica deste maciço encontram-se parcialmente discutidos em Araújo-Ruiz (2003) e Araújo-Ruiz et al. (2003b, c). Os padrões de distribuição geoquímica identificados nas três fácies apresentam para a fase inicial um gradual enriquecimento em SiO<sub>2</sub> e Na<sub>2</sub>O e um decréscimo no

teor de K<sub>2</sub>O. De modo geral, o magmatismo inicial evidencia um caráter gradualmente mais sódico em relação à fase final, que tende a ser cada vez mais pobre em potássico (Figura 4).

As correlações dos elementos maiores, em relação à sílica, podem ser visualizados em diagramas de variação binários de Harker (1909) (Figuras 4A a 4H). As rochas apresentam valores muito elevados de sílica e quimicamente restritos, com concentração de teores ao redor de 75% de SiO<sub>2</sub>, estando a maioria das amostras distribuídas no intervalo restrito de 74% a 76% de SiO<sub>2</sub>, refletindo a natureza evoluída do maciço e caracterizando rochas graníticas extremamente ácidas e diferenciadas. A ausência de amostras que apresentem valores mais baixos de sílica dificulta as interpretações de correlações composicionais e genéticas das fases iniciais do processo de diferenciação magmática, mas observa-se, no geral, uma pequena correlação negativa entre sílica e os teores de TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, MgO e CaO (Figuras 4A a 4F).

**TABELA 1.** Composição geoquímica das rochas do Maciço Sararé.

Amostras	LR3B	LR 3A	LR 17	LR40	LR45	LR08	LR31	LR62	LR61
Símbolo	A	A	A	B	B	B	C	C	C
Fácies	◆	◆	◆	●	●	●	■	■	■
SiO <sub>2</sub>	74.89	75.11	75.75	74.88	74.46	74.74	75.10	74.93	75.50
TiO <sub>2</sub>	0.07	0.07	0.07	0.19	0.24	0.14	0.16	0.22	0.06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.16	13.92	13.75	13.82	12.96	14.13	13.40	13.26	13.88
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.83	0.85	0.73	1.21	2.01	1.26	1.48	1.88	0.92
MnO	0.01	0.01	0.01	0.02	0.06	0.04	0.02	0.05	0.01
MgO	0.06	0.06	0.03	0.18	0.31	0.17	0.18	0.28	0.07
CaO	0.63	0.05	0.59	0.40	0.77	0.25	0.59	0.78	0.18
Na <sub>2</sub> O	4.62	4.69	4.62	4.20	3.71	4.34	4.27	3.92	4.37
K <sub>2</sub> O	4.47	4.47	4.40	4.25	4.75	4.45	4.26	4.68	4.64
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02	0.02	0.02	0.04	0.06	0.04	0.05	0.05	0.02
LOI	0.25	0.28	0.40	0.83	0.67	0.44	0.72	0.53	0.36
Total	100.01	100.02	100.38	100.03	100.00	100.00	100.22	100.58	100.01
Cu	3	14	0	1	13	8	0	13	1
Rb	418	403	193	403	469	123	412	469	446
Sr	38	37	262	33	41	356	40	41	37
Y	29	23	9	82	33	79	45	33	44
Zr	50	59	120	107	94	211	130	94	148
Nb	16	24	11	29	25	11	27	25	26
Ba	73	67	874	73	65	1173	107	65	97
La	11	9,90	7,4	59,1	33,5	100	36,3	26	26,1
Ce	24.5	24.3	17.6	66.5	68.8	121	39.5	52.4	56.3
Nd	12.8	12.6	9.2	72.2	34.8	97.2	17.6	22.0	24.3
Sm	3.51	3.62	2.5	18.9	10.6	18.4	4.53	5.6	5.75
Eu	0.39	0.34	0.28	1.1	0.81	2.84	0.36	0.67	0.53
Gd	3.27	2.93	2.1	13.0	12.0	16.2	4.40	5.8	5.33
Dy	2.28	1.95	1.6	9.3	9.4	11.9	3.73	5.0	4.25
Er	1.47	1.13	0.98	4.8	3.6	6.39	2.24	2.7	2.44
Yb	1.40	1.30	1.2	4.2	3.1	4.90	1.97	2.5	2.29
Lu	0.21	0.20	0.20	0.56	0.58	0.63	0.25	0.39	0.32

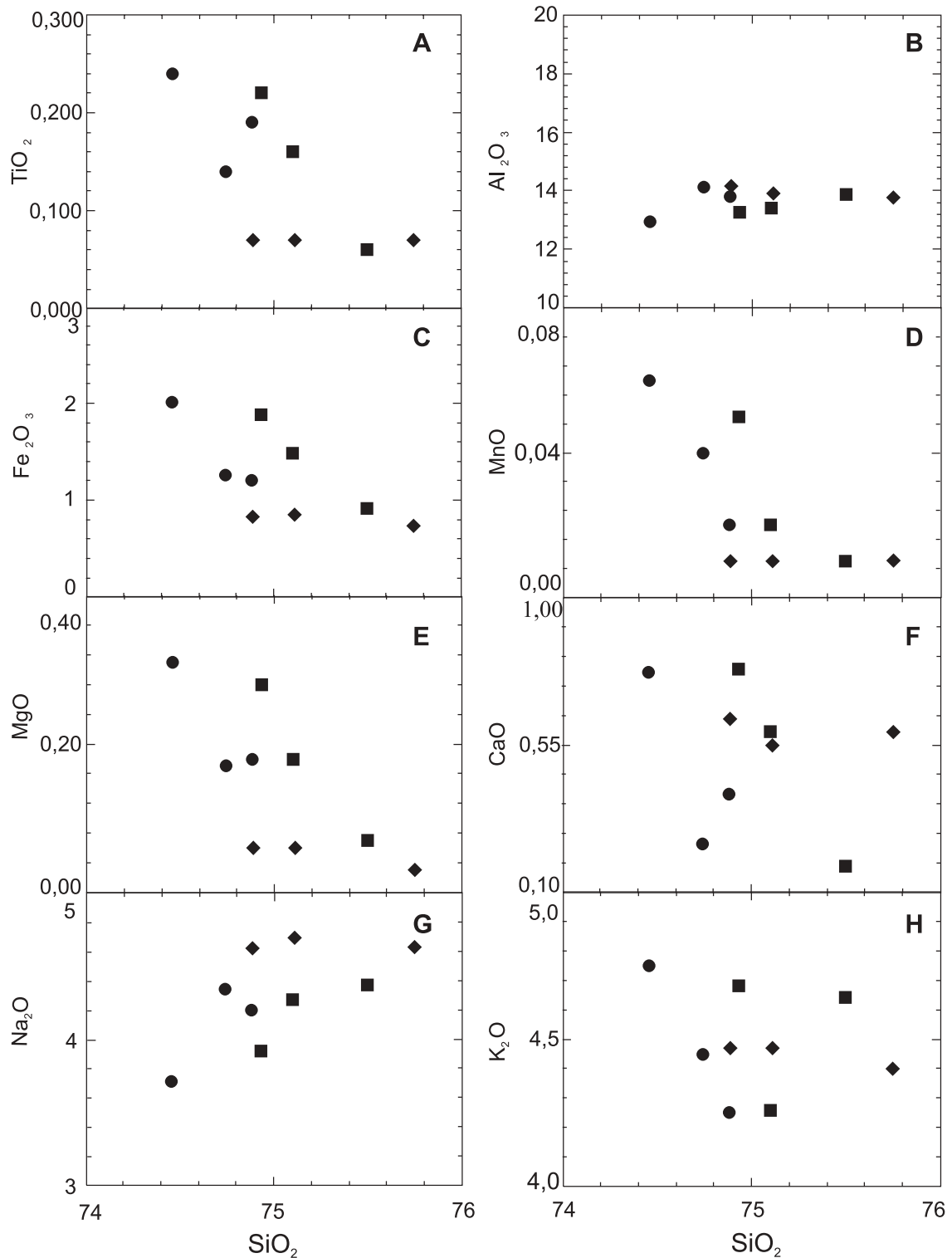


Em relação aos álcalis, observa-se fracas correlações positivas para o  $\text{Na}_2\text{O}$  (Figura 4G) e negativas para o  $\text{K}_2\text{O}$  (Figura 4H), ambos com valores variando de 4,0 a 5,0%.

O diagrama de classificação petrográfica que utiliza os parâmetros multicatiônicos Q *versus* P, de Debon et al. (1988) (Figura 5A) e nos diagramas

baseados nos teores em álcalis *versus*  $\text{SiO}_2$  de Le Maitre (1989) (Figura 5B), observa-se que os pontos representativos das rochas estudadas coincidem, predominantemente, com os domínios composicionais correspondentes a monzogranito.

O diagrama de Debon & Le Fort (1983) (Figura 5C), classifica as rochas estudadas como leucogranitos



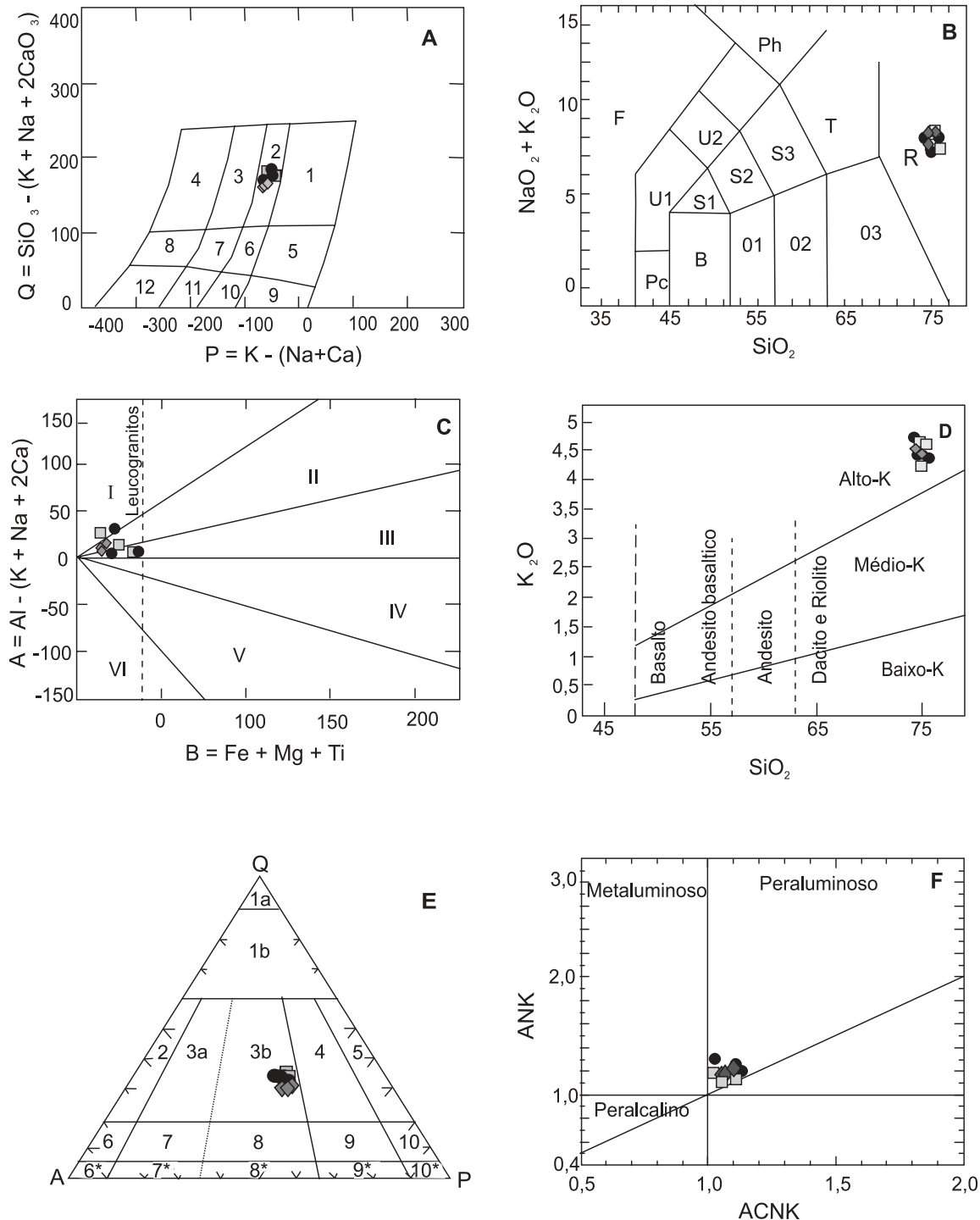
**FIGURA 4.** Diagramas binários Harker (1909) para elementos maiores das fácies do Maciço Sararé.

peraluminosos com duas micas, coincidentes com os campos I, II e III, que correspondem ao campo granito peraluminoso a duas micas.

O diagrama de classificação com relação ao teor em potássio de Taylor (1976) (Figura 5D), identifica as amostras como pertencentes à série de alto potássio. A distribuição dos litotipos no diagrama Lameyre &

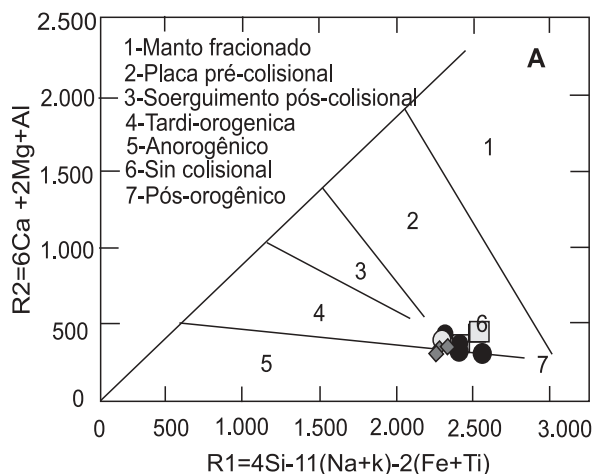
Bowden (1986) (Figura 5E) define como granitos crustais.

Quanto à saturação em alumínio e álcalis os dados foram lançados, no diagrama de Maniar & Piccoli (1989) (Figura 5F) os litotipos estudados evidenciam o caráter peraluminoso destas rochas, com um leve crescimento de saturação em alumina nas fácies mais evoluídas.

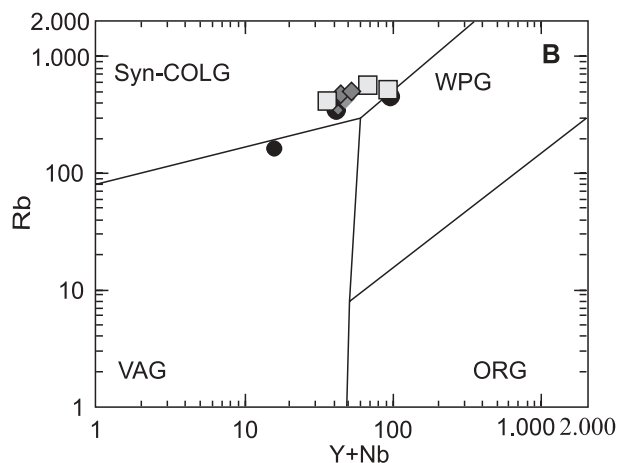


**FIGURA 5.** Diagramas de classificação. (A) Debon et al. (1988): 2 - monzogranito. (B) Le Maitre (1989): R - granito (C) Debon & Le Fort (1983): leucogranitos, distribuídos nos campos I, II e III (peraluminosos com duas micas). (D) Taylor (1976), (E) Lameyre & Bowden (1986). (F) Maniar & Piccoli (1989).

Quanto à classificação tectônica baseada no diagrama de Batchelor & Bowden (1985) (Figura 6A), as amostras estão dispostas no campo sincolisional tendendo a pós-colisional.



Nos diagramas de classificação tectônica proposta por Pearce et al. (1984) (Figura 6B), verifica-se que os litotipos concentram-se no campo de granitos sincolisionais.



**FIGURA 6.** Diagramas de classificação tectônica (A) Batchelor & Bowden (1985). (R1xR2). (B) Pearce et al. (1984): (Syn-COLG) - sincolisional, (VAG) - arco vulcânico, (WPG) - intraplaca e (ORG) - cadeia oceânica.

Os aranhogramas de elementos traços normalizados pela crosta superior de Weaver & Tarney (1984) apresentam os padrões de distribuição das fácies (Figuras 7 A1, B1 e C1) e a distribuição total na (Figura 7 D1), e pela crosta inferior de Taylor & McLennan (1985) apresentam os padrões de distribuição das fácies (Figuras 7 A2, B2 e C2) e a distribuição total. Na Figura 7 D2 observa-se um extremo empobrecimento em Sr e valores elevados de Rb, Ba, Ti e Y para todo o conjunto analisado. Os valores dos elementos traços, os pequenos valores de Ca, anteriormente ilustrados, além das razões de Ba/Rb baixas, evidenciam rochas altamente diferenciadas.

O padrão de REE é definido por um acentuado enriquecimento em elementos de terras raras leves (ETRL) e empobrecimento em elementos de terras raras pesados (ETRP), e anomalia negativa de Eu. Outras feições relevantes são a redução dos valores dos elementos de terras raras e das anomalias negativas de Eu para a fácies principal. No estudo dos REE normalizados pelo condrito (Boynnton, 1984), a distribuição por fácies (Figuras 7 A3, B3 e C3) e total (Figura 7 D3) indicam padrões de distribuição assimétricos e similares, mas com valores distintos de REE, apresentando valores totais de  $[La/Yb]_N = 8,04$ ,  $[Ce/Sm]_N = 1,86$ ,  $[Gd/Yb]_N = 2,04$ , e anomalias negativas de Eu e  $[Eu/Eu^* = 0,54]$ .

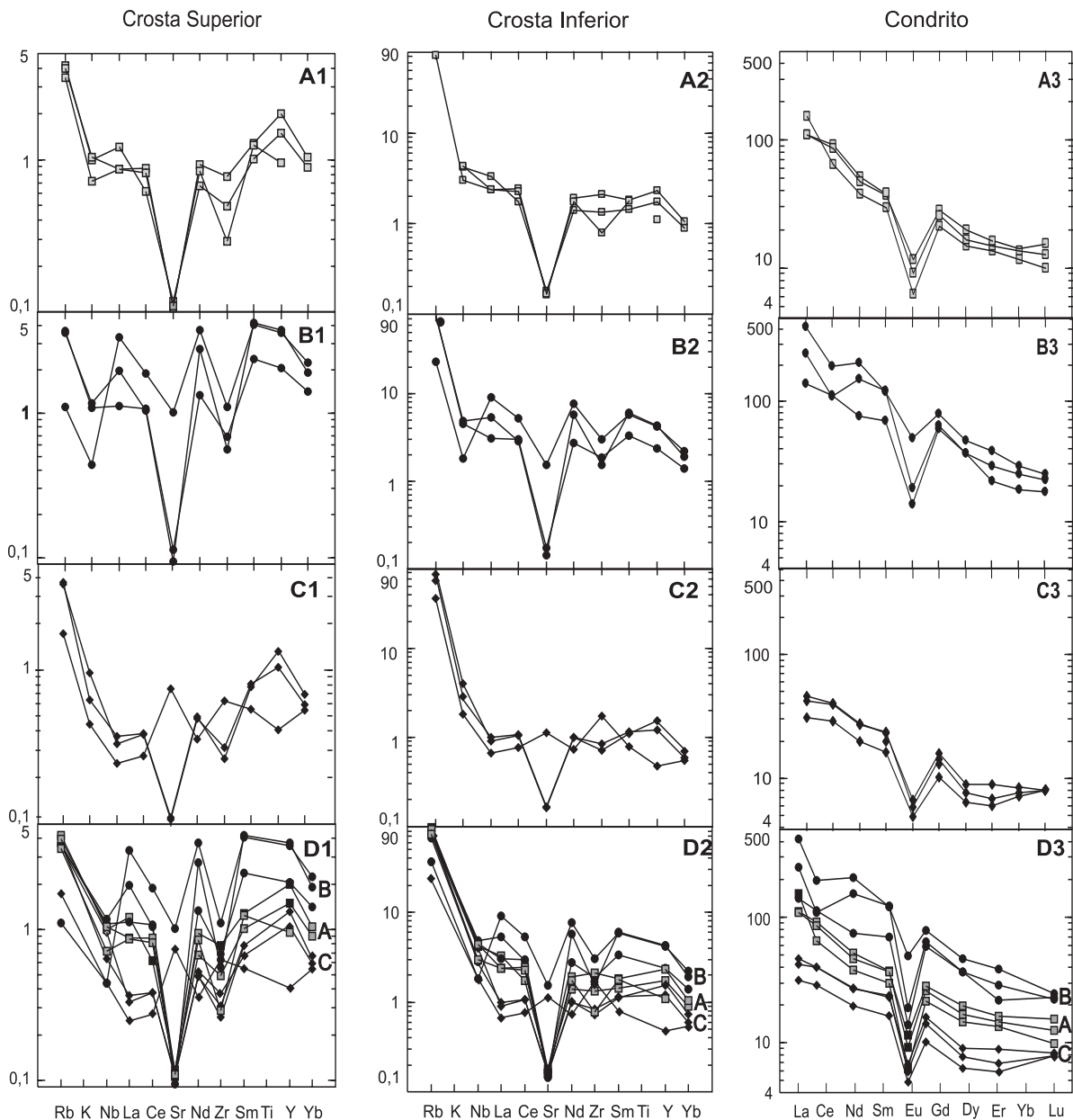
A fase inicial (C) (Figura 7 C3) é composta por

Biotita-Monzogranito que se apresenta enriquecido em REE, com valores de  $[La/Yb]_N = 4,8$ , anomalias negativas de Eu, com  $[Eu/Eu^* = 0,24]$  e padrão assimétrico com alta inclinação dos braços  $[Ce/Sm]_N = 1,66$  em relação a  $[Gd/Yb]_N = 1,70$ .

A fase principal (B) (Figura 7 B3) é constituída por Muscovita-Monzogranito, apresentando-se enriquecida em REE, com valores de  $[La/Yb]_N = 9,66$ , anomalias negativas mais acentuadas de Eu, com  $[Eu/Eu^* = 0,89]$  e inclinação mais acentuada dos braços  $[Ce/Sm]_N = 1,72$  em relação a  $[Gd/Yb]_N = 2,42$ .

A fase final tardia (A) (Figura 7 A3) é composta por Monzogranito, que apresenta um empobrecimento de REE, com valores de  $[La/Yb]_N = 9,04$ , anomalias negativas de Eu, com  $[Eu/Eu^* = 0,38]$ , padrão assimétrico com redução de  $[Ce/Sm]_N = 2,24$  em relação a  $[Gd/Yb]_N = 1,85$ .

O estudo dos elementos de terras raras indica três padrões de distribuição assimétricos com valores distintos de REE e de anomalias negativas de Eu. Estes valores aumentam para a fase intermediária mais diferenciada, o que sugere a intensificação do processo de fracionamento do magma a partir da fase inicial. Quanto à fase final tardia, com padrão empobrecido em REE em relação à fase intermediária, sugere-se a geração de magmas contemporâneos não cogenéticos de fontes crustais distintas ou uma possível participação de mistura e/ou contaminação com rochas empobrecidos em REE.



**FIGURA 7.** Aranhogramas normalizados pela Crosta Superior, diagramas (A1, B1, C1 e D1), pela Crosta Inferior (A2, B2, B2, D2) e pelo Condrito (Boynton, 1984) (A3, B3, C3 e D3).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Maciço Sararé, que ocorre no sudoeste de Mato Grosso, registra o evento magmático vinculado à evolução da Província Sunsás-Aguapeí do Cráton Amazônico durante o período Toniano (idades Ar-Ar entre 903 a 906 Ma de acordo com Araújo-Ruiz, 2003). É intrusivo em rochas metamórficas dos Complexos Pontes e Lacerda e Alto Guaporé, nos Maciços Sapé e Anhangüera, de idades Calymínia (aproximadamente 1.450 Ma).

O Maciço compreende um corpo de 80 km<sup>2</sup>, sendo constituído por três fácies petrográficas principais, que apresentam composição monzogranítica, isotrópica,

equi- a inequigranular e granulação predominantemente média.

O Maciço é caracterizado por três fácies, a mais jovem, denominada de Fácies Monzogranito, é constituída por intrusões localizadas e circunscritas e sua principal ocorrência, aflora no extremo norte da área. É constituída por rochas róseas, leucocráticas, isotrópicas, inequigranulares, de granulação fina a média a localmente porfirítica. Suas ocorrências são compostas basicamente por diferentes porcentagens de microclínio, quartzo, oligoclásio, biotita, muscovita, apatita, zircão, minerais opacos e por minerais de alteração,

como muscovita, sericita e clorita. A segunda, denominada Fácies Muscovita-Monzogranito, predomina na porção norte-central do corpo e é constituída por rochas róseas, leucocráticas, isotrópicas, inequigranulares de granulação média a grossa a localmente porfiróide, destacando a presença de dois tipos de muscovita e biotita. A mais antiga denominada de Fácies Biotita-Monzogranito, ocorre na porção sul do maciço, composta por rochas de cor vermelha, leucocráticas, isotrópicas, inequigranulares, de granulação fina a média.

A tectônica regional, com traços de direção NW-SE, controla e define a forma alongada do Maciço Sararé acompanhando o *trend* regional de suas encaixantes, e tardiamente uma tectônica rúptil, manifesta através de fraturas e falhas de direção NE-SW, define a geometria final do corpo.

Quanto aos aspectos litogeoquímicos as rochas que constituem o Maciço Sararé caracterizam padrões

de granitos crustais, peraluminosos, de alto K e quimicamente restritos em relação a SiO<sub>2</sub>, caracterizando rochas graníticas diferenciadas.

O estudo dos elementos terras raras indicam três padrões de distribuição assimétricos com valores distintos de REE e de anomalias negativas de Eu. Estes valores aumentam para a fase intermediária mais diferenciada, o que sugere a intensificação do processo de fracionamento do magma a partir da fase inicial. Quanto à fase final tardia, com padrão empobrecido em REE em relação à fase intermediária, sugere-se a geração de magmas contemporâneos não cogenéticos de fontes crustais distintas ou uma possível participação de mistura e/ou contaminação com rochas empobrecidos em REE.

As rochas que constituem o Maciço Sararé representam intrusões tardias geradas a partir da fusão de material da crosta superior em ambiente de colisão continental ao final do evento colisional Aguapeí-Sunsás.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve o apoio financeiro CNPq (Proc. 131225/2001-41), FAPESP (Proc. 2002/13079-0) e FAPEMAT (3.2.15.243/05).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAÚJO-RUIZ, L.M.B. de. **Caracterização petrográficas do Granito Sararé e de seu embasamento Posto Sapé – MT**. Cuiabá, 2000. 65 p. Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso. Trabalho de Conclusão de Curso.
2. ARAÚJO-RUIZ, L.M.B. de. **Caracterização petrológica, geoquímica e geocronológica do Maciço Sararé – Nova Lacerda – MT**. Rio Claro, 2003. 89 p. Dissertação (Mestrado em Geociências), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
3. ARAÚJO-RUIZ, L.M.B. de; GODOY, A.M.; SOUZA, M.Z.A.; RUIZ, A.S. Geologia da Porção Noroeste da Folha Rio Pindaituba – MT, SW do Cráton Amazônico. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO OESTE, 8, 2003, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Sociedade Brasileira de Geologia, 2003, p. 122-123. (a).
4. ARAÚJO-RUIZ, L.M.B. de; GODOY, A.M.; SOUZA, M.Z.A.; RUIZ, A.S. Aspectos geoquímicos do Maciço Sararé – SW do Cráton Amazônico. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO OESTE, 8, 2003, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Sociedade Brasileira de Geologia, 2003, p. 130-131. (b).
5. ARAÚJO-RUIZ, L.M.B. de; GODOY, A.M.; SOUZA, M.Z.A. de; RUIZ, A.S. Litogeoquímica de elementos de terras raras do Maciço Sararé, SW do Cráton Amazônico In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 9, 2003, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Geoquímica, 2003, p. 738-740. (c).
6. ARAÚJO-RUIZ, L.M.B. de; RUIZ, A.S.; SOUZA, M.Z.A.; GODOY, A.M. Caracterização petrográfica do Granito Sararé e de seu embasamento na Porção SW do Cráton Amazônico-MT. In: WORKSHOP - GEOLOGY OF THE SW AMAZONIAN CRÁTON. GEOLOGY OF THE SW AMAZONIAN CRÁTON: STATE OF THE ART, 1, 2001, São Paulo. **Extended Abstracts...** São Paulo, Brazil: Instituto de Geociências – USP, 2001, p. 159-162.
7. BARROS, A.M.; SILVA, R.H. da; CARDOSO, O.R.F.A.; FREIRE, F.A.; SOUZA JUNIOR, J.J. da; RIVETTI, M.; LUZ, D.S. da; PALMEIRA, R.C.; TASSINARI, C.C.G. Geologia. In: PROJETO RADAMBRASIL, **Levantamentos de Recursos Naturais**, Folha SD.21 Cuiabá. Rio de Janeiro, v. 26, p. 25-192, 1982.
8. BATCHELOR, R.A. & BOWDEN, P. Petrogenetic interpretation of granitic rock series using multicationic parameters. **Chemical Geology**, v. 48, p. 43-55, 1985.
9. BOYNTON, W.V. Cosmochemistry of the rare-earth elements: meteorite studies. In: HENDERSON, P. (Editor), **Rare-Earth Elements Geochemistry**. Amsterdam: Elsevier, 1984, p. 63-114.
10. DEBON, F. & LE FORT, P. A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. **Transactions of the Royal Society of Edinburgh Earth Science**, v. 73, p. 135-149, 1983.
11. DEBON, F.; LE FORT, P.; SABATÉ, P. Uma classificação química-mineralógica das rochas plutônicas comuns e suas associações, método e aplicações. **Geociências**, v. 18, n. 1, p. 122-133, 1988.
12. FIGUEIREDO, A.J.; RODRIGUES, A.P.; PIMENTEL, G.B.; REISCHL, J.L.; REZENDE FILHO, S.T.; RIBEIRO FILHO, W. **Projeto Alto Guaporé**. Goiânia: Convênio Departamento Nacional da Produção Mineral/Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Relatório Final, 1974, v. 4, 35 p.
13. GERALDES, M.C. **Geocronologia e geoquímica do plutonismo mesoproterozóico do SW do Estado de Mato Grosso (SW do Cráton Amazônico)**. São Paulo, 2000.

- 193 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
14. GERALDES, M.C.; VAN SCHMUS, W.R.; CONDIE, K.C.; BELL, S.; TEIXEIRA, W.; BABINSKI, M. Proterozoic geologic evolution of the SW part of the Amazonian Craton in Mato Grosso State, Brazil. **Precambrian Research**, p. 91-128, 2001.
  15. HARKER, A. **The natural history of igneous rocks**. London: Methuen, 1909, 384 p.
  16. LAMEYRE, J. & BOWDEN, P. Plutonic rock types series: discrimination of various granitoid series and related rocks. **Journal Volcanology and Geothermal Research**, v. 14, p. 169-186, 1986.
  17. LE MAITRE, R.W.A. **Classification of igneous rocks and glossary of terms: recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks**. Blackwell: Oxford, 1989, 193 p.
  18. MANIAR, P.D. & PICCOLI, P.M. Tectonic discrimination of granitoids. **Geological Society of America Bulletin**, v. 101, p. 635-643, 1989.
  19. MENEZES, R.G.; SILVA, P.C.S.; SILVA, L.C.; TAKAHASHI, A.T.; LOPES JUNIOR, I.; BEZERRA, J.R.I. **Folha SD.21-Y-C-II. Pontes e Lacerda**. Brasília: Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional da Produção Mineral, Projeto Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, Relatório Final, 1993, 126 p.
  20. PEARCE, J.A.; HARRIS, N.B.W.; TINDLE, A.G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. **Journal of Petrology**, v. 25, p. 956-983, 1984.
  21. RIZZOTTO, G.J. **Petrologia e ambiente tectônico do Grupo Nova Brasilândia – RO**. Porto Alegre, 1999. 136 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
  22. RIZZOTTO, G.J. Reavaliação do ciclo orogênico Sunsás/Aguapeí no sudoeste do Cráton Amazônico. In: WORKSHOP - GEOLOGY OF THE SW AMAZONIAN CRÁTON: STATE OF THE ART, 1, 2001, São Paulo. **Extended Abstracts...** São Paulo, Brazil: Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 2001, v. 1, p. 66-70.
  23. RUIZ, A.S. **Evolução geológica dos terrenos policíclicos no SW do Cráton Amazônico – Região da fronteira Brasil-Bolívia**. Rio Claro, 2003. 121 p. Exame de Qualificação – Instituto de Geociências, Universidade Estadual Paulista.
  24. RUIZ, A.S.; SIMÕES, L.S.A.; MATOS, J.B.; ARAÚJO-RUIZ, L.M.B. de. Cráton Amazônico: Uma breve revisão e considerações sobre o seu limite meridional. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 9, 2003, Búzios. **Anais...** Búzios: Sociedade Brasileira de Geologia, 2003, p. 86-89. (a).
  25. RUIZ, A.S.; ARAÚJO-RUIZ, L.M.B. de; GODOY, A.M.; SOUZA, M.Z.A.; GERALDES, M.C.; SIMÕES, L.S.A.; MATOS, J.B. Maciços Graníticos Tonianos (1.0-0.85 Ga) no SW do Cráton Amazônico: Bolívia Oriental e SW de Mato Grosso – BR. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO OESTE, 8, 2003, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Sociedade Brasileira de Geologia, 2003, p. 112-113. (b).
  26. SAES, G.S. **Evolução tectônica e paleogeográfica do Aulacógeno Aguapeí (1.2-1,0 Ga) e dos terrenos do seu embasamento na porção sul do Cráton Amazônico**. São Paulo, 1999. 135 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
  27. SAES, G.S. & FRAGOSO CÉSAR, A.R.S. Acresção de terrenos mesoproteróicos no SW da Amazônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, 1996, Salvador. **Boletim de Resumos Expandidos...** Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia, 1996, v. 1, p. 348.
  28. SAES, G.S.; LEITE, J.A.D.; WESKA, R.K. Geologia da Folha Jauru (SD-21-Y-C-III): Uma síntese dos conhecimentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 1994, v. 5, p. 2193-2204.
  29. SCANDOLARA, J.E.; AMORIN, J.L.; RIZZOTTO, G.J.; QUADROS, M.L.E.S.; BAHIA, R.B.C. Compartimentação tectono-estratigráfica pré-cambriana de Rondônia: subsídios para os modelos evolutivos. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 6, 1999, Manaus. **Resumos Expandidos...** Manaus: Sociedade Brasileira de Geologia, 1999, p. 282-285.
  30. TASSINARI, C.C.G. & MACAMBIRA, M.J.B. Geochronological provinces of the Amazonian Craton. **Episodes**, v. 38, p. 174-182, 1999.
  31. TAYLOR, W.P. Intrusion and differentiation of granitic magma at high level in the crust: the Puscao Pluton. Lima Province, Peru. **Journal of Petrology**, p. 82-133, 1976.
  32. TAYLOR, S.R. & MCLENNAN, S.M. **The continental crust: Its composition and evolution**. Oxford: Blackwell, 1985, p. 312.
  33. WEAVER, B. & TARNEY, J. Empirical approach to estimating the composition of the continental crust. **Nature**, v. 310, p. 575-578, 1984.