



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

Letícia Alexandre Redes

**GRANITO TAQUARAL: EVIDÊNCIAS DE UM ARCO MAGMÁTICO
OROSIRIANO NO SUL DO CRÁTON AMAZÔNICO NA REGIÃO DE
CORUMBÁ – MS**

Orientadora

Prof^ª. Dra. Maria Zélia Aguiar de Sousa

Co-orientador

Prof^º. Dr. Amarildo Salina Ruiz

CUIABÁ

2015



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

REITORIA

Reitora

Prof^ª. Dr^ª. Maria Lucia Cavalli Neder

Vice-Reitor

Prof^º. Dr. Francisco José Dutra Solto

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO

Pró-Reitora

Prof^ª. Dr^ª. Leny Caselli Anzai

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

Diretor

Prof^º. Dr. Martinho da Costa Araújo

DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS

Chefe

Prof^º. Dr. Ronaldo Pierosan

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

Coordenador

Prof^º. Dr. Paulo César Corrêa da Costa

Vice-Coordenador

Prof^ª. Dr^ª. Ana Cláudia Dantas da Costa

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Nº 56

**GRANITO TAQUARAL: EVIDÊNCIAS DE UM ARCO MAGMÁTICO
OROSIRIANO NO SUL DO CRÁTON AMAZÔNICO NA REGIÃO DE
CORUMBÁ – MS**

Letícia Alexandre Redes

Orientadora

Prof^ª. Dra. Maria Zélia Aguiar de Sousa

Co-orientador

Prof^º. Dr. Amarildo Salina Ruiz

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências do Instituto de Ciências Exatas e da Terra da Universidade Federal de Mato Grosso como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Geociências.

CUIABÁ

2015

iii

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

A382g Alexandre Redes, Leticia.

GRANITO TAQUARAL: EVIDÊNCIAS DE UM ARCO MAGMÁTICO
OROSIRIANO NO SUL DO CRÁTON AMAZÔNICO NA REGIÃO DE
CORUMBÁ – MS / Leticia Alexandre Redes. -- 2015
xv, 84 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Maria Zélia Aguiar de Sousa.

Co-orientador: Amarildo Salina Ruiz.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de
Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Cuiabá,
2015.

Inclui bibliografia.

1. Granito Taquaral. 2. Suíte Intrusiva Alumiador. 3. Terreno Rio Apa. 4. Sul do
Cráton Amazônico. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

**GRANITO TAQUARAL: EVIDÊNCIAS DE UM ARCO MAGMÁTICO
OROSIRIANO NO SUL DO CRÁTON AMAZÔNICO NA REGIÃO DE
CORUMBÁ – MS**

BANCA EXAMINADORA

Profª Drª. Maria Zélia Aguiar de Sousa
Orientadora (UFMT)

Profº Dr. Ronaldo Pierosan
Examinador Interno (UFMT)

Profº Dr. Cláudio Nery Lamarão
Examinador Externo

Dedicatória

Aos meus pais.

Agradecimentos

Obrigada Deus! Se eu cheguei até aqui, foi por que fui guiada por Ti. Agradeço a Deus, também por ter colocado pessoas especiais e inesquecíveis em minha vida durante o mestrado.

Agradeço imensamente a minha querida orientadora Maria Zélia Aguiar de Sousa por todo conhecimento, apoio, carinho, compreensão e sabedoria que foram concedidos a mim. Serei eternamente grata ao meu co-orientador Amarildo Salinas Ruiz por ter sempre me incentivado e me encorajado na vida acadêmica, proporcionando oportunidades de aprendizado e boas experiências tanto durante a graduação como durante o mestrado.

Obrigada Maria Elisa Fróes Batata, pelas inúmeras ajudas que foram de grande valia e por tamanha generosidade ao ceder materiais, artigos, dicas de site para estudo e por todo carinho com que me trata.

Meus agradecimentos também vão ao professor João Matos e a Gabrielle Lima por terem sido muito solícitos e por estarem sempre dispostos a me ajudar no que eu precisei.

Aos meus colegas do Programa de Pós-Graduação em Geociências obrigada pelas estimadas e intermináveis discussões sobre geologia, pela troca de experiências, bem como pela amizade e companheirismo de vocês.

Agradeço a minha família por me proporcionarem a base e apoio necessários para seguir em frente sempre. E pelo amor incondicional que só vocês são capazes de dispensar a mim.

Sou muito grata àqueles que contribuíram comigo e para o meu crescimento de alguma forma e de coração aberto. Obrigada a todos!

Manifesto gratidão a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), ao Programa de Pós-graduação em Geociências (PPGEC), ao Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (PROCAD - 096/2007), ao Programa de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ - 479779/2011-2), ao Instituto Nacional e Tecnologia de Geociências da Amazônia (GEOCIAM), ao Grupo de Pesquisa Evolução Crustal e Tectônica – Guaporé, pelo suporte financeiro ao desenvolvimento da pesquisa e a CAPES pela concessão de bolsa de mestrado.

Sumário

Agradecimentos	vii
Sumário	viii
Resumo	xiv
Abstract	xv
CAPÍTULO I	1
INTRODUÇÃO	1
I. 1. INTRODUÇÃO	1
I. 1.1. Apresentação do Tema	1
I. 1.2. Localização e vias de acesso	2
I. 1.3. Objetivos	3
I. 1.4. Estrutura da dissertação	4
I. 1.5. Materiais e Métodos de pesquisa	5
I. 1.5.1. Etapa Preliminar	5
I. 1.5.2. Etapa de Aquisição de Dados	5
I. 1.5.2.1. Trabalhos de Campo	5
I. 1.5.2.2. Trabalhos de Laboratório	6
<i>Análises Petrográficas</i>	6
<i>Análises Litogeoquímicas</i>	8
<i>Análise Geocronológica - Método U-Pb SHRIMP (zircão)</i>	8
<i>Análise Isotópica - Método Sm-Nd</i>	9
I. 2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	10
I. 2.1. Cráton Amazônico	10
I. 2.2. Terreno Rio Apa	11
I. 2.2.1. Suíte Intrusiva Alumiador	13
I. 2.3. Terreno San Pablo	16
I. 2.4. Grupo Jacadigo	17
I. 2.5. Grupo Corumbá	19
I. 2.6. Formação Pantanal	19
CAPÍTULO II	21
GEOLOGIA LOCAL E PETROGRAFIA	21
II. 1. Geologia do Granito Taquaral e seu entorno	21
II. 1.1. Granito Taquaral	23
II. 1.1.1. <i>Fácies Média a Grossa Cinza</i>	24
II. 1.1.2. <i>Fácies Grossa Rosa</i>	28
II. 1.1.3. <i>Fácies Fina Rosa</i>	29
II. 1.1.4. Enclaves	31
II. 1.2. Dique de Diabásio	34
II. 1.3. Formação Urucum	37
II. 1.4. Formação Bocaina	37
II. 1.5. Formação Tamengo	38
II. 1.6. Formação Pantanal	39
II. 1.7. Aluviões Atuais	39
CAPÍTULO III	40
ARTIGO SUBMETIDO AO <i>BRAZILIAN JOURNAL OF GEOLOGY</i>	40
RESUMO	40
ABSTRACT	40
III. 1. INTRODUÇÃO	41
III. 2. MATERIAIS E MÉTODOS	41
III. 3. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	42
III. 4. ASPECTOS DE CAMPO E PETROGRÁFICOS	45

III. 5. CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL	51
III. 6. CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA.....	54
III. 7. ANÁLISE GEOCRONOLÓGICA (U-Pb <i>SHRIMP</i>) E ISOTÓPICA (Sm-Nd) .	59
III. 7. 1. Análise U-Pb em zircão (<i>SHRIMP</i>)	60
III. 7. 2. Análise Isotópica (Sm-Nd)	61
III. 8. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES	61
<i>Agradecimentos</i>	63
Referências Bibliográficas	63
CAPÍTULO IV	68
CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES	68
Referências Bibliográficas	72

Lista de Ilustrações

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

Figura I. 1. Mapa de localização e vias de acesso da área de estudo.....	4
Figura I. 2. Mapa de localização dos afloramentos da área estudada.....	7
Figura I. 3. Compartimentação geocronológica e tectônica do Cráton Amazônico, considerando o Maciço rio Apa como seu extremo meridional (Ruiz 2005).....	11
Figura I. 4. Mapa tectônico do Sul/Sudoeste do Cráton Amazônico (Modificado de Ruiz <i>et al.</i> 2010)..	17

CAPÍTULO II – GEOLOGIA LOCAL E PETROGRAFIA

Figura II. 1. Coluna estratigráfica definida para a área mapeada.....	21
Figura II. 2. Mapa geológico do Granito Taquaral e seu entorno.....	22
Figura II. 3. Diagrama QAP para as rochas do Granito Taquaral (campos conforme Le Maitre <i>et al.</i> 2002). Apresentando a classificação proposta por Bowden <i>et al.</i> (1984), adaptada de Lameyre & Bowden (1982), para a série de rochas graníticas. (1) Série Toleítica de (baixo-K); (2) Série Cálcio-alcalina de (baixo-K); (3) Séries Subalcalinas (Toleíticas e Cálcio-alcalinas de médio a alto-K); (4) Série Shoshonítica; (5) Série Alcalina sódica; (6) Série Ultrapotássica; (7) Associações de granitos peraluminosos leucocráticos (Granitos Crustais).....	24
Figura II. 4. Aspectos macroscópicos da FMGC do Granito Taquaral.....	25
Figura II. 5. Fotomicrografias da FMGC do Granito Taquaral.....	27
Figura II. 6. Aspectos macroscópicos da FGR do Granito Taquaral.....	28
Figura II. 7. Fotomicrografias da FGR do Granito Taquaral.....	29
Figura II. 8. Aspectos macroscópicos da FFR do Granito Taquaral.....	30
Figura II. 9. Fotomicrografias da FFR do Granito Taquaral.....	31
Figura II. 10. Aspectos macroscópicos do xenólito anfibolítico do Granito Taquaral.....	31
Figura II. 11. Fotomicrografias do xenólito.....	32
Figura II. 12. Aspectos macroscópicos do EMF do Granito Taquaral.....	33
Figura II. 13. Fotomicrografias do EMF.....	34
Figura II. 14. Aspectos de campo e macroscópico dos diques de diabásio.....	35
Figura II. 15. Fotomicrografias dos diabásios.....	37
Figura II. 16. Aspectos de campo da Formação Bocaina.....	38
Figura II. 17. Aspecto macroscópico de rocha da Formação Tamengo, destaque para a estratificação plano-paralela.....	39

CAPÍTULO III- ARTIGO SUBMETIDO AO *BRAZILIAN JOURNAL OF GEOLOGY*...40

Figura III. 1. Compartimentação geocronológica e tectônica do Cráton Amazônico, considerando o Terreno Rio Apa como seu extremo meridional (Ruiz 2005).....	44
Figura III. 2. Mapa tectônico do Sul/Sudoeste do Cráton Amazônico (Modificado de Ruiz <i>et al.</i> 2010).....	45
Figura III. 3. Mapa geológico do Granito Taquaral e as coberturas Sedimentares Neoproterozoicas e Quaternárias.....	46
Figura III. 4. Diagrama QAP para as rochas do Granito Taquaral (campos conforme Le Maitre <i>et al.</i> 2002).....	47
Figura III. 5. Aspectos macroscópicos do Granito Taquaral.....	48
Figura III. 6. Fotomicrografias da FMGC.....	49
Figura III. 7. Fotomicrografias da FGR.....	49
Figura III. 8. Fotomicrografias da FFR.....	50
Figura III. 9. Aspectos de campo e macroscópicos dos diques de diabásio.....	51
Figura III. 10. Fotografias do Granito Taquaral ilustrando os produtos da deformação da F ₁	52
Figura III. 11. Estereograma de pólos e isofrequência para a foliação S ₁ do Granito Taquaral.....	52
Figura III. 12. Fotomicrografias da F ₁	53
Figura III. 13. Aspectos macroscópicos: (A) protocataclasito composto por fragmentos angulosos a arredondados, com dimensões entre 1 e 50 cm, de granito, calcário dolomítico e diabásio imersos em uma matriz de granulação média a grossa (B) faixa cataclástica com 10 cm de espessura formada por cristais angulosos a arredondados, milimétricos a centimétricos de quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio em uma matriz mais fina de cor cinza a rosada.....	53

Figura III. 14. Diagramas de variação de Harker para elementos maiores expressos em óxidos (% em peso) de rochas do Granito Taquaral.....	56
Figura III. 15. Distribuição dos pontos representativos das rochas do Granito Taquaral nos diagramas: (A) R1/R2 (La Roche 1980); (B) Q-P (Debon & Le Fort 1983) campos: to – tonalito, gd – granodiorito, ad- adamelito, gr – granito, sq – quartzo sienito, mzq – quartzo monzonito, mzdq – quartzo monzodiorito, dq – quartzo diorito, s – sienito, mz – monzonito, mzgo – monzogabro, go - gabro e (C) An-Ab-Or normativo (O'Connor 1965, modificado por Barker 1979).....	57
Figura III. 16. Distribuição dos pontos representativos das rochas do Granito Taquaral nos diagramas: (A) Na ₂ O+K ₂ O-CaO versus SiO ₂ (Frost <i>et al.</i> 2001); (B) K ₂ O versus SiO ₂ (Peccerillo & Taylor 1976); (C) FeO _{tot} /(FeO _{tot} +MgO) versus SiO ₂ (Frost <i>et al.</i> 2001) e (D) A/NK versus A/CNK (Maniar & Piccoli 1989).....	58
Figura III. 17. Distribuição dos pontos representativos das rochas do Granito Taquaral nos diagramas: (A) Rb versus Y+Nb (Pearce <i>et al.</i> 1984); (B) Hf-Rb/30-Ta*3 (Harris <i>et al.</i> 1986).....	58
Figura III. 18. Padrões de distribuição elementar das rochas do Granito Taquaral nos diagramas: (A) Elementos traço e K ₂ O normalizados pelos valores dos granitos de Cordilheira Meso-Oceânica de Pearce <i>et al.</i> (1984); (B) ETR normalizados pelo condrito C1 (Sun & Mac Donough 1989).....	59
Figura III. 19. Imagem de CL de cristais de zircão da amostra RM-07: (A) 2.1; (B) 3.1; (C) 4.1; (D) 5.1; (E) 6.1; (F) 7.1; (G) 9.1; (H) 10.1; (I) 11.1; (J) 12.1. A imagem ilustra também os locais de aplicação do feixe iônico do laser.....	60
Figura III. 20. Diagrama concórdia U-Pb (SHRIMP) da amostra RM-07, do Granito Taquaral mostrando a idade concórdia no intercepto superior em 1861 ± 5.3 Ma, interpretada como a idade de cristalização do corpo granítico.....	61

Lista de Tabelas

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

Tabela I.1. Compartimentação geotectônica do Terreno Rio Apa baseada nos dados de Lacerda Filho <i>et al.</i> 2006)	13
Tabela I.2. Síntese a partir da literatura sobre litologias e dados geocronológicos U-Pb (SHRIMP) em zircões, K-Ar e Ar-Ar em biotitas, Rb-Sr e Sm-Nd em rocha total de granitos da Suíte Intrusiva Alumiador.....	16

CAPÍTULO III- ARTIGO SUBMETIDO AO *BRAZILIAN JOURNAL OF GEOLOGY*

Tabela III. 1. Dados geocronológicos disponíveis para as rochas graníticas da Suíte Intrusiva Alumiador, obtidas pelos métodos U-Pb (SHRIMP) em zircão, Rb-Sr, Sm-Nd, Ar-Ar e K-Ar.....	43
Tabela III. 2. Resultados de análises químicas das rochas do Granito Taquaral. (Óxidos em % em peso, elementos menores e traços em ppm).....	55
Tabela III. 3. Resultados das análises U-Pb (SHRIMP) dos zircões da amostra RM-07.....	60
Tabela III. 4. Dados analíticos de Sm-Nd do Granito Taquaral.....	61

Lista de anexos

Anexo 1 Tabela com a relação dos afloramentos descritos.

Anexo 2. Resumo Petrografia.

Anexo 3 Tabela contagem modal.

Resumo

O Granito Taquaral possui dimensões batolíticas, localiza-se no sul do Cráton Amazônico, na região de Corumbá, extremo ocidente do estado de Mato Grosso do Sul, próximo ao limite Brasil-Bolívia, sendo parcialmente recoberto pelas rochas sedimentares das formações Urucum, Tamengo, Bocaina e Pantanal e pelas as Aluviões Atuais. Com base no estudo das rochas do Granito Taquaral a partir de granulação, cor e composição, juntamente com o mapeamento geológico de detalhe, foi realizada a identificação de três fácies petrográficas: Fácies Média a Grossa Cinza, Fácies Grossa Rosa e Fácies Fina Rosa. A primeira é, volumetricamente, dominante no corpo mapeado; caracteriza-se por rochas leucocráticas, de cor cinza, textura inequi a equigranular média a grossa, às vezes, mostra-se milonitizada e são classificadas como quartzo-monzodiorito, granodiorito e monzogranito. A segunda é constituída por rochas leucocráticas de cor rosa, inequigranulares, grossas, de composição quartzo-monzonito e monzogranito. Enquanto que a terceira é composta por rochas hololeucocráticas de cor rosa-claro, equi a inequigranulares classificadas como monzo a sienogranítica, de granulação fina e representadas por diques aplíticos. Localmente são encontrados dois tipos de enclaves de natureza e origens diferentes, um de composição máfica, corresponde a xenólito e outro, identificado como Enclave Microgranular Félsico. Na área de estudo são encontrados, também diques de diabásio sempre em contatos abruptos com o granito. Foram identificadas duas fases deformacionais, uma de natureza dúctil (F_1) e outra rúptil/rúptil-dúctil (F_2). Os dados geoquímicos indicam composição intermediária a ácida para essas rochas e sugerem sua colocação em ambiente de arco, representando um magmatismo cálcio-alcalino de médio a alto-K, metaluminoso a peraluminoso. Através do método geocronológico U-Pb (SHRIMP) em zircão se obteve idade de $1861 \pm 5,3$ Ma para sua cristalização. Análises Sm-Nd em rocha total fornecem valores de $\epsilon_{Nd(1,86 Ga)}$ de -1,48 e -1,28 e T_{DM} de 2,32 e 2,25 Ga apontando para uma provável fonte crustal riaciana. Os resultados obtidos apontam que o Granito Taquaral corresponde a um magmatismo desenvolvido no final do Orosiriano no Arco Magmático Amoguijá.

Palavras-Chave: Granito Taquaral, Geoquímica, Geocronologia U-Pb e Sm-Nd.

Abstract

The Taquaral Granite comprises an intrusion of batholithic dimensions, located in the south of the Amazon Craton in Corumbá region - far west of the state of Mato Grosso do Sul, near the border between Brazil and Bolivia -, partially covered by sedimentary rocks of the Urucum, Tamengo, Bocaina and Pantanal formations and the Alluvial Deposits. Based on grain size, color, and composition along with detailed geological mapping, three petrographic facies are attributed to the rocks of Taquaral Granite: Medium to Coarse-grained Grey Facies, Coarse-grained Pink Facies and Fine-grained Pink Facies. The first facies is volumetrically dominant in the mapped body; characterized by leucocratic rocks, grey, inequigranular to equigranular medium-to-coarse grained, sometimes displaying a mylonitized texture and are classified as quartz-monzodiorite, granodiorite and monzogranite. The second facies consists of pink leucocratic rocks, inequigranular, coarse-grained, of quartz monzonite and monzogranite composition. In turn, the third facies consists of light-pink hololeucocratic rocks, equigranular to inequigranular, classified as fine-grained aplite dykes of monzogranitic to syenogranitic composition. Two different types of enclaves are locally found: one corresponds to a mafic xenolith; another is identified as felsic microgranular enclave. In the study area, diabase dikes are also found, always in direct contact with the granite. Two deformation phases are identified, one of ductile behaviour (F_1) and another of brittle / ductile brittle behaviour (F_2). Geochemical data indicate intermediate to acid composition for these rocks and suggest an arc environment, representing a medium to high-K calc-alkaline magmatism, metaluminous to peraluminous. SHRIMP U-Pb zircon ages of 1861 ± 5.3 Ma are attributed to crystallization. Sm-Nd whole rock analyses provided negative $\epsilon_{Nd(1.86 Ga)}$ values (-1.48 and -1.28) and T_{DM} model ages from 2.32 to 2.25 Ga indicating a Rhyacian crustal source. The results indicate that Taquaral Granite is an evidence of a magmatism developed in the Amoguijá Magmatic Arc in late Orosirian.

Keywords: Taquaral Granite, Geochemistry, U-Pb and Sm-Nd Geochronology.

CAPÍTULO I INTRODUÇÃO

I. 1. INTRODUÇÃO

I. 1.1. Apresentação do Tema

O embasamento da região de Corumbá, objeto deste estudo, foi caracterizado principalmente em escala regional. Os primeiros estudos nessa área foram realizados por Avelino Ignácio de Oliveira e Pedro de Moura 1941 (*in* Oliveira & Leonardos 1943), onde descreveram a ocorrência de granito róseo a sul de Corumbá, cortado por diques de diorito. Oliveira & Leonardos (1943) identificaram o Granito Corumbá como embasamento do morro Urucum.

Almeida (1945) englobou rochas ígneas e metamórficas pré-cambrianas representadas pelo Granito Urucum, gnaisses, micaxistos e anfibólio xistos no Complexo Brasileiro. Corrêa *et. al* (1976) incluíram no Complexo Basal Cambriano (Inferior a Médio) as rochas gnáissicas, os gnaisses graníticos e granitos que afloram na região de Corumbá. Nogueira *et. al* (1978) diz o mesmo sendo coerente com a proposta de Corrêa *et. al* (1976). Schobbenhaus Filho & Oliva (1979) apresentaram um mapa geológico (1:1.000.000), em que as áreas cartografadas como Complexo Rio Apa e Complexo Xingu foram designadas ao Pré-Cambriano Indiferenciado. E que o embasamento destes complexos é constituído por gnaisses, gnaisses graníticos, biotita gnaisses e/ou hornblenda gnaisses, com diques de quartzo dioritos e quartzo gabros.

Araújo & Montalvão (1980), denominaram de Complexo Rio Apa, o Complexo Basal Brasileiro de Almeida (1965), englobando nele a Associação Metamórfica do Alto Tererê, ao contrário dos trabalhos de Corrêa *et. al* (1976) e Nogueira *et. al* (1978). Araújo e Montalvão (1980) correlacionaram as rochas do Complexo Rio Apa com as do Complexo Xingu de Silva *et. al* (1974) e verificaram que neste último há um número maior de tipos litológicos tonalíticos, trondjemíticos e granodioríticos, ao contrário do primeiro que demonstra intensa atividade potássica.

Araújo *et. al* (1982) propuseram o nome Complexo Rio Apa para o embasamento dos grupos Corumbá e Jacadigo na região de Corumbá, pois consideraram que o embasamento dessa região era composto por granitos, granodioritos, quartzo sienitos, gnaisses graníticos, gnaisses, xistos e diques de quartzo gabro, e que este apresentava semelhanças quanto a litologia, estratigrafia e dados geocronológicos com o embasamento do Complexo Rio Apa anteriormente proposto por Araújo e Montalvão (1980). Com base nisso admitiram que o Complexo Rio Apa não tinha ligação física com o embasamento norte (Complexo Xingu).

Godoi *et. al* (2001) apontam que as rochas gnáissicas constituem os tipos de rochas de maior expressão geográfica do Complexo Rio Apa. No qual predominam biotita gnaisses, moscovita biotita gnaisses, hornblenda-biotita gnaisses e gnaisses graníticos; Ocorrem ainda anfibolitos, leptinitos, metagranitos e, mais subordinadamente, trondhjemitos, tonalitos, granodioritos. Porém assumem que

na região da Folha Corumbá predominam metagranitos. Godoi *et. al* (2001) indicam que o Complexo Rio Apa é de idade arqueana, sendo correlacionável ao Complexo Xingu de Silva *et. al* (1974).

Enquanto que Lacerda Filho *et al.* (2006) consideraram que o Complexo Rio Apa engloba os granitos, granodioritos e tonalitos foliados, miloníticos a protomiloníticos, expostos em batólitos e plútons menores na região dos rios Perdido e Apa, nos municípios de Porto Murtinho e Caracol.

Redes *et. al.* (2013) indicaram que o embasamento da região de Corumbá é representado pelo Gnaisse Sant’ana, Granito Taquaral e Granito Coimbra, e recoberto pelas unidades neoproterozoicas, dos Grupos Corumbá, Jacadigo e formações quaternárias.

Ruiz (2005) e Cordani *et al.* (2010), resgatando a proposta de Almeida (1967) e Amaral (1974), posicionaram o Terreno Rio Apa como parte do Cráton Amazônico. O Terreno Rio Apa compreende um segmento crustal de evolução tectônica paleoproterozoica composto por uma associação de unidades litoestratigráficas que registram segmentos infra e supracrustais, mostrando-se pouco exposto. Aflora no Brasil, na fronteira com a Bolívia e com o Paraguai, e se estende a sul em território paraguaio.

Alguns autores, como Correia Filho *et al.* (1981), Araújo *et al.*(1982), Godoi *et al.* (2001), Nogueira *et al.*(em prep.), Souza *et al.* (em prep.) e Cordani *et al.* (2010), reconheceram um magmatismo de natureza ácida e idade orosiriana no Terreno Rio Apa como pertencente a Suíte Intrusiva Alumiador, enquanto Vargas-Mattos (2010) descreveu a existência de magmatismo ácido paleoproterozoico registrado por granitoides cálcio alcalinos de ambiente de arco magmático em território boliviano no Terreno San Pablo (Saes *et al.* 1992).

Este trabalho busca colaborar na compreensão da história magmática e deformacional do Granito Taquaral e, por consequência, do magmatismo orosiriano na porção sul do Cráton Amazônico. E também propõe sua individualização e desvinculação do Complexo Rio Apa com base em sua caracterização geológica e petrográfica; bem como, análises geoquímicas, geocronológicas U-Pb (SHRIMP) em zircão e isotópicas (Sm-Nd) que foram implementadas para definir a sua petrogênese, idade de colocação e o provável ambiente tectônico onde foi gerado.

I. 1.2. Localização e vias de acesso.

A área de estudo fica distante 430 km da capital Campo Grande – MS. Está inserida na porção noroeste do estado de Mato Grosso do Sul, abrangendo parte da Folha Corumbá (SE. 21-Y-D); e localizada entre os vértices definidos pelas coordenadas UTM, 422000/437000(E) e 7894700/7886000 (N). Mais precisamente, no assentamento Taquaral, em Corumbá, e também no município vizinho, Ladário.

Seu acesso foi feito partindo-se de Cuiabá (MT) pela rodovia BR-364 até a cidade de Rondonópolis, percorrendo-se 218 km, a partir daí tomou-se a BR-163 deslocando-se 492 km até a cidade de Campo Grande, onde através BR-262 se perfaz 427 km, até a cidade de Corumbá-MS. A

locomoção na área de estudo é feita pela BR-262 e MS-228 e também pelas estradas secundárias encascalhadas que interligam assentamentos, sedes e retiros dentro de fazendas (Fig. I. 1).

I. 1.3. Objetivos

Esta dissertação tem por finalidade contribuir para o entendimento do evento magmático granítico de idade orosiriana, que é um importante marco geológico na porção sul do Cráton Amazônico.

Para tanto se adotou uma abordagem multidisciplinar, que contou com mapeamento geológico, análises petrográficas, geoquímicas e geologia isotópica-geocronológica das rochas do Granito Taquaral.

A partir do mapeamento geológico na escala 1:50.000 da área almejou-se os seguintes objetivos específicos:

- Cartografia geológica do Granito Taquaral e seu entorno;
- Caracterização petrográfica das rochas do Granito Taquaral;
- Investigação da petrogênese das rochas plutônicas, com a utilização de dados litogeoquímicos (elementos maiores, traços e terras raras) e isotópicos (Sm-Nd), para estabelecer prováveis áreas fontes e modelos petrogenéticos que descrevam a natureza do episódio ígneo;
- Definição da idade de cristalização das rochas do Granito Taquaral pelo método (U-Pb SHRIMP) e possíveis eventos metamórficos e deformacionais que o afetaram;
- Correlação com possíveis eventos magmáticos de natureza similar no sul do Cráton Amazônico;
- Discutir o ambiente tectônico responsável pela formação do Granito Taquaral.

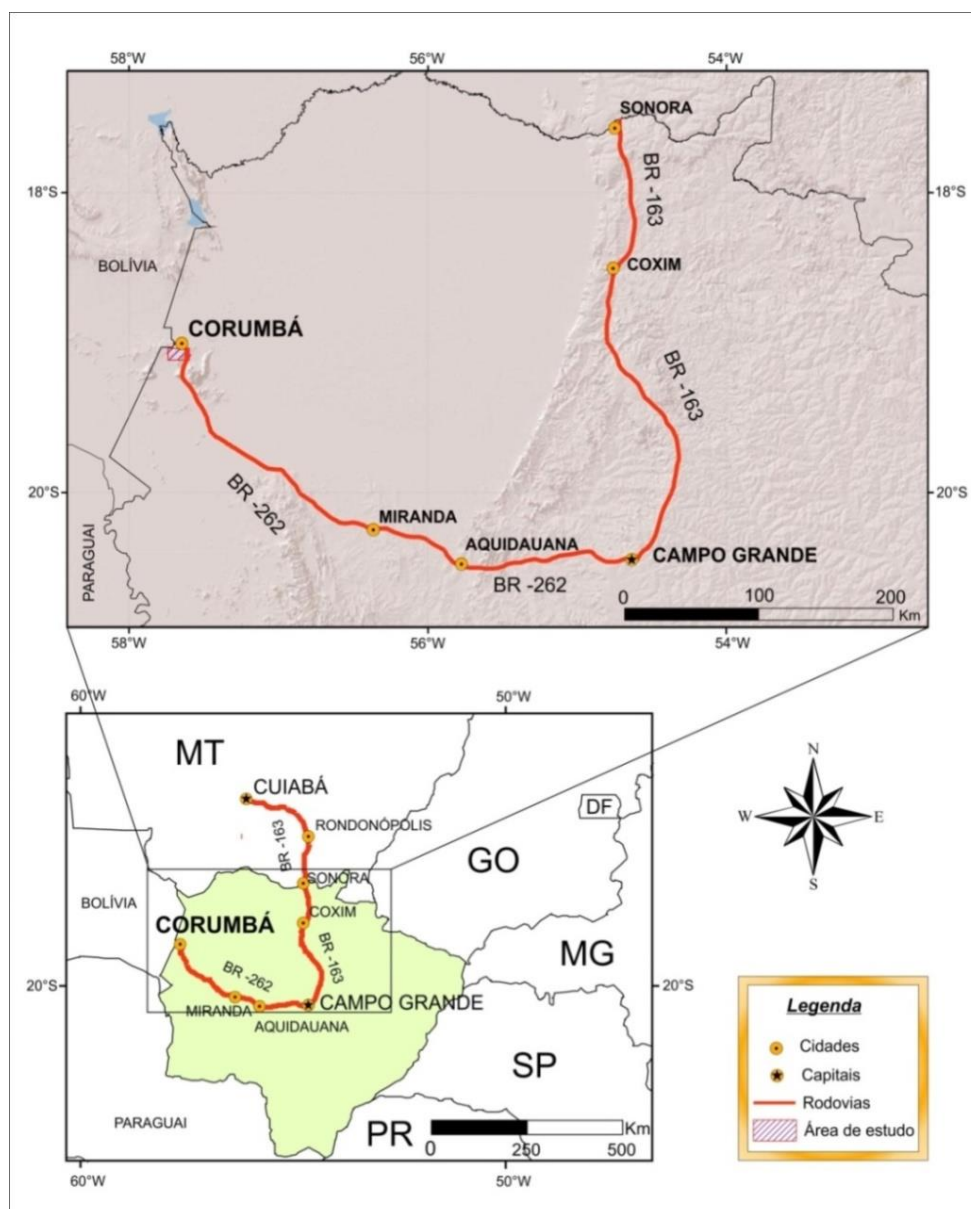


Figura I. 1. Mapa de localização e vias de acesso da área de estudo.

I. 1.4. Estrutura da dissertação

Esta dissertação está composta por três capítulos, em que o primeiro deles, além de abordar o tema estudado, destaca a relevância desta pesquisa para a região de Corumbá. Neste capítulo são elucidados os objetivos, a localização da área de estudo, bem como os materiais e métodos adotados na coleta de dados em campo e em laboratórios. Ainda no primeiro capítulo é exposto o contexto geológico regional do sul do Cráton Amazônico, uma das principais entidades geotectônicas pré-cambrianas, na qual a área de estudo encontra-se inserida.

No capítulo II é tratada a geologia local com os aspectos de campo das unidades aflorantes na área mapeada e a petrografia do Granito Taquaral e de seus enclaves, e também do dique de diabásio que o corta.

No capítulo III consta o artigo “Petrogênese e Geocronologia U-Pb e Sm-Nd do Granito Taquaral: Registro de um Arco Magmático Continental Orosiriano na região de Corumbá - MS” submetido ao *Brazilian Journal of Geology (BJG)*.

As considerações finais e sugestões encontram-se no capítulo IV, onde é apresentada uma proposta de evolução geológica das rochas graníticas e sugerido uma correlação entre o Granito Taquaral com outras ocorrências orogênicas do Sul e Sudoeste do Cráton Amazônico.

I. 1.5. Materiais e Métodos de pesquisa

Para a realização desse trabalho, foram adotados procedimentos usuais em mapeamento geológico e coleta de amostras para análises laboratoriais seguindo um cronograma constituído de quatro fases principais: etapa preliminar, etapa de aquisição de dados (em campo e em laboratório), etapa de tratamento e sistematização de dados e etapa de conclusão e divulgação dos resultados.

I. 1.5.1. Etapa Preliminar

Nesta etapa executou-se o levantamento bibliográfico disponível referente à região do extremo sul e sudoeste do Cráton Amazônico e também a fotointerpretação de imagens Geocover e satélite. Além de análise dos dados geológicos e petrográficos previamente obtidos do TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) de graduação em Geologia.

I. 1.5.2. Etapa de Aquisição de Dados

Esta etapa corresponde às atividades desenvolvidas para a obtenção de dados em campo através do mapeamento geológico, e em laboratório por meio de análises petrográficas, geoquímicas e geocronológicas.

I. 1.5.2.1. Trabalhos de Campo

Os trabalhos de campo foram realizados em duas etapas. A primeira se deu durante os dias 22 e 30 de julho de 2013 e a segunda entre os dias 18 e 29 de junho de 2014, quando foi realizada a descrição de sessenta e oito afloramentos (Tabela no Anexo I e Fig. I. 2), o reconhecimento das diferentes fácies litológicas, a coleta de dados estruturais e de amostras para os estudos geoquímicos, petrológicos e geocronológicos. Foram coletadas vinte e quatro amostras do Granito Taquaral, quatro de seus enclaves e oito do dique de diabásio que corta o granito, tendo sido estas identificadas e orientadas para estudos laboratoriais (macroscópicos e microscópicos).

O mapeamento geológico foi realizado na escala de semi-detalle 1:50.000, na região de Corumbá, para reconhecimento geológico e definição das litologias presentes. Nessa etapa, foi empregada análise estrutural e metamórfica com o intuito de se estabelecer um entendimento geológico-estrutural da área, enfatizando o Granito Taquaral.

I. 1.5.2.2. Trabalhos de Laboratório

Análises Petrográficas

As amostras coletadas nas etapas de campo foram descritas macroscopicamente considerando os aspectos texturais, estruturais e composicionais. A partir daí, foram confeccionadas trinta e seis seções delgadas no Laboratório de Laminação do Departamento de Recursos Minerais (DRM-UFMT).

A atividade de descrição das lâminas foi desenvolvida em microscópio óptico binocular da marca Olympus, modelo BX50, no Laboratório de Microscopia, no (DRM-UFMT), tendo como objetivos a caracterização petrográfica dos litotipos (composição mineralógica, feições texturais), bem como a confirmação da variação faciológica, além da análise e entendimento da deformação, com base nas características estruturais.

As fotomicrografias das seções delgadas foram obtidas com polarizadores cruzados e paralelos, usando uma câmera modelo *Infinity Capture* acoplada ao microscópio, disponibilizada também pelo DRM-UFMT.

Para contagem modal macroscópica, oito amostras de granulação média a grossa foram, previamente, submetidas à coloração seletiva dos feldspatos, segundo metodologia discutida por Hutchinson (1974), em que a rocha previamente desgastada é tratada com ácido fluorídrico (HF), e posteriormente tem sua face mergulhada na solução de hexa nítrico cobaltito de sódio ($\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$), que reage com os feldspatos dando a eles uma coloração diferenciada em que, o feldspato cálcico produz uma película branca, o alcalino uma superfície amarela e o quartzo permanece incolor.

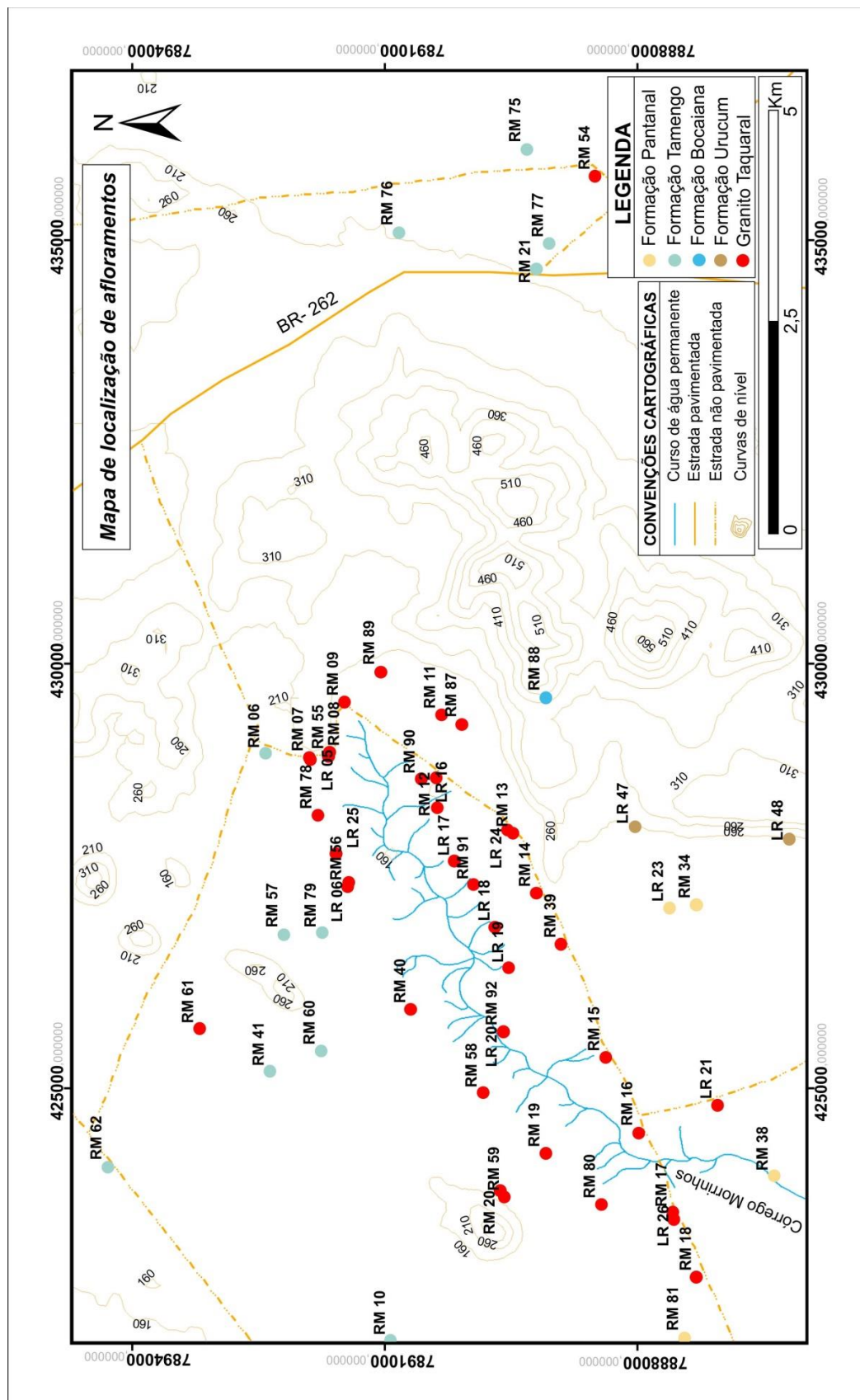


Figura I. 2. Mapa de localização dos afloramentos da área estudada.

Após realizar a técnica de coloração seletiva, foi gerada uma imagem digital através de um aparelho de escaneamento, e posteriormente em cada figura produzida foi aplicada uma malha digital milimetrada sob a figura e por fim realizada a contagem dos minerais (quartzo, feldspato alcalino, plagioclásio e máficos), em média 1000 pontos por amostra, que permitiu a classificação composicional das rochas do Granito Taquaral.

Enquanto em escala microscópica, a contagem modal foi realizada em três amostras de granulação fina com auxílio de um *charriot*. Os critérios adotados quanto à granulação (em mm) foram os sugeridos pela IUGS: muito fina ($0 \leq \phi < 0,1$); fina ($0,1 < \phi \leq 1,0$); média ($1,0 < \phi \leq 5,0$) e grossa ($5,0 < \phi \leq 20,0$).

Análises Litogeoquímicas

Para as análises geoquímicas foram estudados os resultados de 9 amostras mais representativas dessa unidade, considerando sua distribuição na área, diversidade mineralógica e de granulação. Com base nisso, escolheu-se 4 exemplares da Fácies Média a Grossa Cinza (FMGC), 3 da Fácies Grossa Rosa (FGR) e 2 da Fácies Fina Rosa (FFR). Essas foram lavadas para a remoção de impurezas e cortadas com serra diamantada para a retirada das camadas alteradas a fim de evitar a contaminação química. Posteriormente, elas foram britadas e pulverizadas em moinho oscilante no Laboratório Intermediário de Preparação de Amostras da Rede Geocronos do DRM-UFMT. Após quarteamento, separou-se cerca de 100 gramas de cada amostra para serem enviadas ao *Acme Analytical Laboratories (Acmelab)* - Vancouver/Canadá para análise de elementos maiores, menores (SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, FeO_{total}, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O e P₂O₅) e traços (Rb, Sr, Cr, Ni, Zr, Y, Ce, Ba, Be, Nb, Cu, Lu, Dy, Gd, Er, Yb, Y, La, Eu, Nd, Ce e Sm), através dos métodos ICP-ES (*Inductively Couple Plasma Emission Spectrometry*) e ICP-MS (*Inductively Couple Plasma Mass Spectrometry*).

O tratamento dos dados de química de rocha contou com a utilização dos *softwares Minpet e GCDkit 3.0*. A interpretação dos resultados das análises buscou a caracterização geoquímica, a natureza do magmatismo e sua ambiência tectônica.

Análise Geocronológica - Método U-Pb SHRIMP (zircão)

Na análise geocronológica empregou-se o método de datação U/Pb (*SHRIMP*) em zircões da amostra RM-07, que corresponde a um monzogranito da Fácies Média a Grossa Cinza (FMGC), com o intuito de estabelecer as idades de cristalização das rochas do Granito Taquaral. Inicialmente, a amostra de rocha bruta escolhida foi triturada em britador de mandíbula, moída em moinho de discos no Laboratório Intermediário de Preparação de amostras da Rede *Geochronos* – DRM/UFMT, em seguida peneirada nas frações 250, 210, 177, 125, 90, e 63 mm, usando-se o concentrado no intervalo de 125 mm. Foi utilizado também um ímã para que os minerais magnéticos fossem removidos. Depois disso, a amostra foi submetida a um processo de decantação dos minerais pesados, por meio de um

líquido denso (Bromofórmio 2,85 g/ cm³). O concentrado de minerais pesados foi depositado no separador magnético *Frantz*, onde acontece a dissociação da fração menos magnética. Do material resultante, foi separada manualmente, com o auxílio de lupa óptica binocular, 150 cristais de zircão, que foram enviados para o laboratório do Centro de Pesquisas Geocronológicas do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (CPGeo-IGC/USP). Nesse laboratório, foram obtidos em zircão os dados isotópicos U-Pb (SHRIMP) através de um feixe de O₂ com 30 μm de diâmetro. Stern (1998), Williams (1998) e Sato *et al.* (2008) detalham os procedimentos analíticos e calibração do aparelho. O equipamento *SHRIMP II (Sensitive High Resolution Ion Microprobe)* é um espectrômetro de massa de alta resolução que utiliza ionização por íons de oxigênio (negativo) acoplado a uma microsonda iônica, que permite efetuar análises isotópicas de U e Pb de zircão “*in situ*” e, portanto, a datação de zircão que apresente multifases de crescimento. No entanto, fez-se necessário um estudo prévio por microscopia eletrônica de varredura para a obtenção de imagens por catodoluminescência (CL) dos cristais de zircão.

As idades foram calculadas utilizando-se o programa ISOPLOT/EX de Ludwig (2001) e estão representados no diagrama de concórdia no Capítulo III referente ao Artigo submetido à *BJG*.

Análise Isotópica - Método Sm-Nd

As amostras RM-07 e RM-09, correspondendo a um monzogranito (FMGC) e a um sienogranito (FFR), respectivamente, foram analisadas no laboratório de Geologia Isotópica (Pará-Iso) da Universidade Federal do Pará, no qual o método Sm-Nd aplicado em rocha total, seguiu o procedimento analítico descrito por Oliveira *et al.* (2008) e Barreto *et al.* (2014). Primeiramente, em cerca de 100 mg de amostra pulverizada, foram adicionadas um traçador misto ¹⁴⁹Sm/¹⁵⁰Nd para a determinação dos teores de Sm e Nd por diluição isotópica. Em seguida, foram dissolvidas com HNO₃, HCl e HF em forno de micro-ondas, logo foi realizada a separação química por cromatografia em resinas de troca iônica (Biorad DOWEX AG50x8 e Ln Eichrom[®]) em duas etapas, a primeira, para separação do grupo dos ETRs dos elementos maiores, utilizando uma coluna de teflon e na segunda coluna, foi feita a separação de Sm e Nd dos ETRs. Após a coleta e secagem, as frações concentradas de Sm e de Nd foram solubilizadas com HNO₃. A análise é realizada em um espectrômetro de massa com fonte de plasma (ICP-MS) modelo *Thermo-Finnigan - Neptune*. As razões isotópicas medidas do Nd são corrigidas para o fracionamento de massa utilizando, como parâmetro de normalização, a razão ¹⁴⁶Nd/¹⁴⁴Nd=0,7219. A constante de decaimento usada foi o valor de 6,54 x 10⁻¹²/ano⁻¹ (Lugmair & Marti 1978). Os cálculos das idades-modelo foram feitos com base na curva de evolução do manto empobrecido de DePaolo (1981).

I. 2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

I. 2.1. Cráton Amazônico

O Cráton Amazônico representa uma das principais entidades geotectônicas pré-cambrianas da América do Sul, localizado na parte norte desse continente. É marcado em seu limite oriental pelos Cinturões Neoproterozoicos Paraguai a sudeste, e Araguaia a leste, tendo os limites norte, sul e oeste recobertos pelos sedimentos das Bacias Subandinas. Encontra-se dividido, pela Bacia do Amazonas, em dois escudos: o Escudo Brasil Central e o Escudo das Guianas.

As primeiras propostas a respeito da evolução desta área cratônica foram concebidas por autores como Amaral (1974), Issler (1977), Almeida (1978), Hasui *et al.* (1984) e Costa & Hasui (1997), pautadas nos conceitos da escola geossinclinal. Esses defendiam que a tectônica pré-cambriana do Cráton fosse caracterizada por processos de reativação de plataforma e formação de blocos continentais ou paleoplacas por meio de retrabalhamento de crosta continental no arqueano e paleoproterozoico e que durante o mesoproterozoico teriam ocorrido apenas processos de reativação e/ou retrabalhamento de rochas preexistentes.

Cordani *et al.* (1979), seguido por Tassinari (1981), Cordani & Brito Neves (1982), Teixeira *et al.* (1989), Tassinari (1996), Santos *et al.* (2000), Tassinari & Macambira (2004), entre outros, assumem a ideia que se fundamenta na Teoria da Tectônica Global ou de Placas, defendendo a ocorrência, durante o arqueano, paleo e mesoproterozoico, de uma sucessão de arcos magmáticos envolvendo a formação de material juvenil, além de processos subordinados de retrabalhamento crustal.

O Cráton Amazônico subdividido em províncias geocronológicas por Tassinari & Macambira (1999), Tassinari *et al.* (2000) e Tassinari & Macambira (2004) aborda sucessivas acreções de crostas juvenis em cinturões móveis proterozoicos (Províncias Maroni-Itacaíunas - 2.2 a 1.9 Ga, Ventuari-Tapajós 1.9 a 1.8 Ga, Rio Negro-Juruena 1.8 a 1.55 Ga, Rondoniano-San Ignácio 1.55 a 1.3 e Sunsás-Aguapeí 1.2 a 0.9 Ga), situados ao redor de um núcleo proto-cratônico arqueano (Província Amazônia Central - > 2,3 Ga).

A partir das subdivisões em províncias geocronológicas de Tassinari & Macambira (2004), Ruiz (2005) considera o Terreno Rio Apa como o extremo sul do Cráton Amazônico (Fig. I. 3).

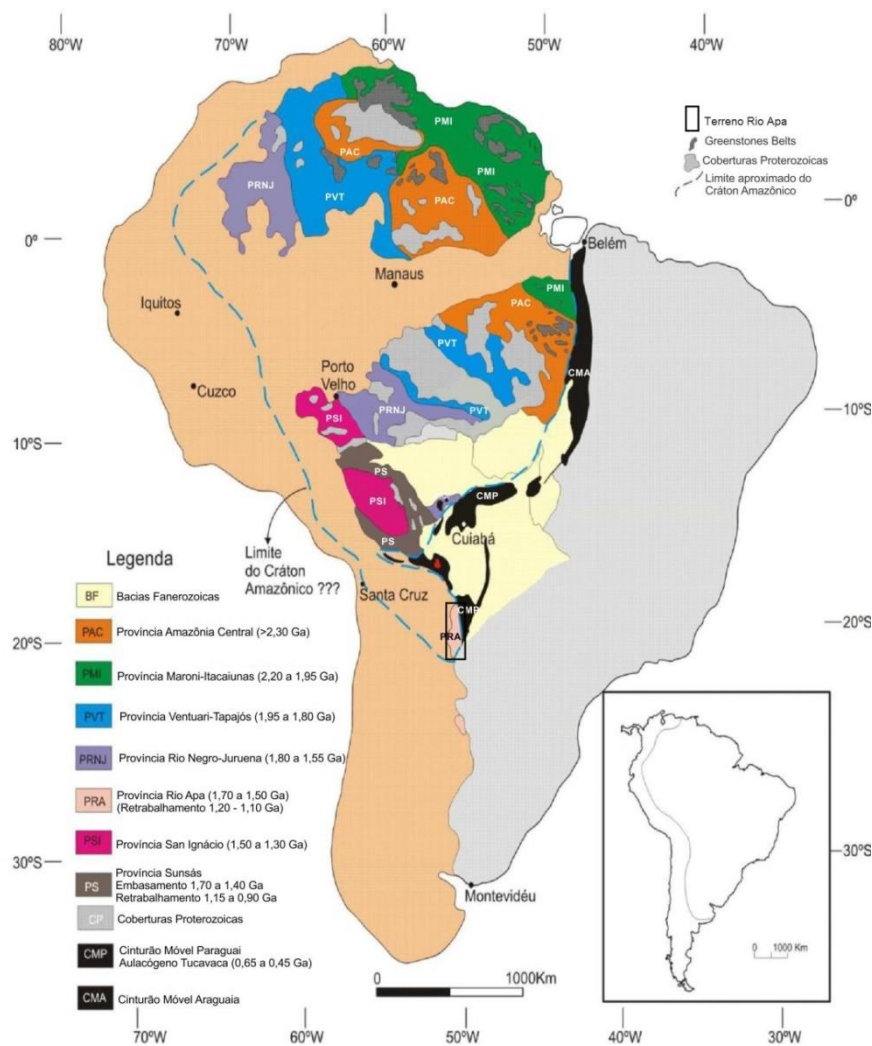


Figura I. 3. Compartimentação geocronológica e tectônica do Cráton Amazônico, considerando o Terreno Rio Apa como seu extremo meridional (Ruiz 2005).

I. 2. 2. Terreno Rio Apa

O Terreno Rio Apa está localizado na parte central da América do Sul, mais precisamente, na região sudoeste do estado de Mato Grosso Sul. Ele é constituído por um conjunto de unidades litoestratigráficas que registram segmentos infra e supracrustais cuja evolução tectônica prolonga-se do meso ao neoproterozoico e mostra-se pouco exposto, sendo coberto por extensas sequências sedimentares fanerozoicas. Aflora no Brasil, na fronteira com a Bolívia e com o Paraguai, e se estende a sul em território paraguaio.

Este fragmento é parte de um domínio cratônico da Faixa Paraguai composto por rochas do paleo-mesoproterozoico de médio grau metamórfico, intrudido por rochas graníticas, e são cobertas pelos depósitos carbonáticos neoproterozoicos dos Grupos Corumbá e Itapocumi (Almeida, 1965 e 1967; Alvarenga *et al.* 2000; Boggiani & Alvarenga 2004). Segundo Godoi *et al.* (2001) é composto, essencialmente, pelas rochas do Complexo Rio Apa, Associação Metamórfica do Alto Tererê e Suíte

Plutono-Vulcânica Ácida do Grupo Amoguijá. Rochas sedimentares fanerozoicas das bacias do Paraná (Formações Furnas, Botucatu e Serra Geral) e do Pantanal recobrem, discordantemente, os embasamentos pré-cambrianos.

Existem duas propostas para a contextualização geotectônica do Terreno Rio Apa, na primeira delas autores como Barros *et al.* (1982), Del'Arco *et al.* (1982), Litherland *et al.* (1986), Alvarenga & Saes (1992), Brito Neves *et al.* (1995), Trompette *et al.* (1998), Tassinari e Macambira (1999 e 2004), Santos *et al.* (2000 e 2008) e Delgado *et al.* (2003) e Kroner & Cordani (2003), propõem que esta província/terreno seja um fragmento crustal alóctone, separado pela Faixa Tucavaca, de idade neoproterozoica e que ele foi anexado ao Cráton Amazônico durante a aglutinação do Gondwana. A segunda retoma a proposição de Almeida (1967) e Amaral (1974), em que Ruiz (2005), posteriormente, Cordani *et al.* (2010) sugerem que o fragmento cratônico Rio Apa seja um prolongamento do Cráton Amazônico e embasamento dos cinturões móveis neoproterozoicos. Estes autores basearam-se nas seguintes evidências para propor este prolongamento: (i) Grupo Cuiabá e as demais unidades do Cinturão Paraguai exibem continuidade física desde Nova Xavantina (MT) até a região da Serra da Bodoquena e Aquidauana (MS) e o Paraguai; (ii) a deformação na Faixa Tucavaca é caracterizada por uma fraca compressão, geradora de amplas ondulações, e discretos cavalgamentos e corresponde a um aulacógeno; (iii) há uma correlação estratigráfica entre as unidades da Faixa Tucavaca (Grupos Boqui, Tucavaca e Murciélago) com as da Faixa Paraguai, no Brasil, (Grupos Jacadigo e Alto Paraguai) e (iv) o Cráton Amazônico comportou-se como uma margem continental passiva, durante a deposição de parte da Faixa Paraguai.

Cordani *et al.* (2005) utilizam métodos radiométricos em biotitas para obter as idades Ar-Ar de 1.060 e 1.300Ma para indicar que os granitoides e sequências metavulcanossedimentares de arcos magmáticos acrescionários do segmento mais meridional do Cráton Amazônico, que estão metamorfizadas nas fácies xisto verde e anfibolito, com aumento do grau metamórfico para oeste, foram deformadas e retrometamorfizadas durante as orogenias Rondoniana-San Inácio (1,3 Ga) e Sunsas/Aguapeí (1,0-1,1 Ga). Cordani *et al.* (2010) apresentam dados Ar-Ar e K-Ar para as rochas vulcânicas da Serra da Bocaina e plutônicas da Suíte Alumiador que indicam novamente idade em torno de 1,3 Ga.

Baseados em dados litogeoquímicos e geocronológicos, Lacerda Filho *et al.* (2006) indicam que as rochas da Província Rio Apa foram geradas entre 1,95 e 1,75 Ga, e as subdividem em três compartimentos geotectônicos distintos, denominados: Remanescente da Crosta Oceânica (2,2 a 1,95 Ga.), Arco Magmático Rio Apa (1,95 a 1,87 Ga), Arco Magmático Amoguijá (1,87 a 1,75 Ga). Além das unidades descritas e empilhadas cronologicamente por estes autores, são reconhecidos o Magmatismo Máfico Continental (1,78 e 1,79 Ga) e Enxames de Diques Máficos Rio Perdido de idade $9,14 \pm 9$ Ma (Tabela I. 1).

Tabela I. 1. Compartimentação geotectônica do Terreno Rio Apa baseada nos dados de Lacerda Filho *et al.* (2006).

Compartimentação geotectônica	Unidades		Litologias
Remanescente de Crosta Oceânica	Grupo alto Tererê		Metapelitos aluminosos e anfibolitos derivados de rochas metavulcânicas básicas toleíticas, deformadas e metamorfizadas na fácies anfibolito com retrometamorfismo para a fácies xisto-verde.
Arco Magmático Rio Apa	Complexo Rio Apa		Rochas gnáissicas e graníticas, com diversos graus de deformação, constituído por biotita granitos, álcali granitos, monzonitos, muscovita-biotita gnaisses, hornblenda-biotita gnaisses e, subordinadamente, trondjemitos, tonalitos e granodioritos.
Arco Magmático Amoguijá	Supersuíte Amoguijá	Suíte Intrusiva Alumiador	biotita granitos, monzogranitos com autólitos de tonalito, micromonzogranitos, granodioritos, magnetita-biotita sienogranitos, sienogranitos e granófiros pouco deformados.
		Formação Serra da Bocaina	Riolitos porfiríticos e microporfiríticos, riolacitos e dacitos, com intercalações de rochas piroclásticas e brechas vulcânicas. Além das rochas vulcânicas, a unidade também contém corpos subvulcânicos, representados por microgranitos e micromonzonitos.
Magmatismo Máfico Continental	Gabro Morro do Triunfo		olivina gabros
	Suíte Gabro-anortosítica Serra da Alegria		Intrusão cumulática estratiforme, com anortositos, leucogabros, gabros e melagabros.
Enxames de Diques Máficos	Diques e <i>sills</i> máficos		gabros e diabásios

I. 2.2.1. Suíte Intrusiva Alumiador

As rochas plutônicas da Suíte Intrusiva Alumiador encontram-se agrupadas, assim como as rochas pertencentes à Suíte Vulcânica Serra da Bocaina, na Supersuíte Amoguijá, de acordo com (Godoi & Martins 1999). Mas muitos autores, com base em similaridades litológicas, litoestruturais e geotectônica descrevem essas duas unidades como cogenéticas (Hussak 1894 *in* Lisboa 1909, Oliveira & Moura 1944, Corrêa *et al.* 1976, Schobbenhaus & Soares 1979, Correia Filho *et al.* 1981, Olivatti & Correia Filho 1981, Godoi & Martins 1999, Godoi *et al.* 2001, Lacerda Filho *et al.* 2006, Silva *et al.* 2007, Godoy *et al.* 2006, 2009 e Cordani *et al.* 2010).

O termo Suíte Intrusiva Alumiador, de Correia Filho *et al.* (1981), será adotado para descrever esta unidade separadamente, uma vez que essa é a unidade principal desta dissertação por incluir o Granito Taquaral, objeto deste estudo.

Corrêa *et al.* (1976) consideraram que as rochas do Pré-Cambriano Inferior a Médio deveriam estar divididas em Complexo Basal e em Intrusivas e Extrusivas Ácidas compostas por rochas

graníticas e por vulcânicas ácidas, respectivamente. Nogueira *et al.* (1978) também adotam este termo, para agrupar três corpos graníticos ao longo da borda ocidental da Serra da Bodoquena. Correia Filho *et al.* (1981) utilizam o termo Associação Inferior para agrupar maciços intrusivos formados por granitos, granófiros, biotita microgranitos porfiríticos, aplitos e gnaisses graníticos. Olivatti & Correia Filho (1981) descreveram quartzo-pórfiros, rochas piroclásticas, granitos, granófiros e aplitos e propuseram o termo Complexo Amoguijá. Já Araújo *et al.* (1982) propuseram o termo Suíte Intrusiva Alumiador para o conjunto de rochas plutônicas graníticas a granodioríticas e, mais raramente, subvulcânicas metamorfozadas e deformadas. Godoi & Martins (1999) denominaram rochas graníticas, granófiros de Suíte Intrusiva Alumiador. Godoi *et al.* (2001) intitularam Suíte Intrusiva Alumiador microgranitos, granófiros, granitos, granodioritos e monzogranitos e os caracterizaram como contemporâneos ao evento magmático da Suíte Vulcânica Serra da Bocaina.

O termo Granito Alumiador foi utilizado por Lacerda Filho *et al.* (2006) para abranger biotita granitos, monzogranito com autólitos de tonalito, micromonzogranito, granodiorito, magnetita-biotita sienogranito, sienogranito granofírico. Essas rochas estão pouco deformadas e ocorrem em uma faixa com cerca de 150 km de comprimento e 15 km de largura que se estende desde o rio Apa, com pequenas interrupções, até pouco ao sul do rio Aquidabã. A faixa compreende as serras do Alumiador, São Miguel, São Paulo e Paraguai, bem como algumas ocorrências isoladas da borda ocidental da serra da Bodoquena e na região de Corumbá.

Silva *et al.* (2007) definem essas rochas graníticas como Unidade Alumiador, enquanto Godoy *et al.* (2006, 2007) caracterizaram o Batólito Alumiador como sieno a monzogranitos isotrópicos a fracamente anisotrópicos, leucocráticos, de cor cinza a rósea.

Cordani *et al.* (2010) adotam o termo Batólito Alumiador para englobar os sieno a monzogranitos de granulação média, que ocorrem como uma grande intrusão alongada mostrando lineamentos NNE observados ao longo da Serra do Alumiador que desviam para NW ao longo da Serra da Alegria.

De acordo com Manzano *et al.* (2012), a Suíte Intrusiva Alumiador apresenta quatro tipos petrográficos principais: monzo a sienogranitos leucocráticos, desde hololeucocráticos a, localmente, melanocráticos. As texturas mais frequentes observadas são as porfiríticas e inequigranulares grossas, mas termos aplíticos e pegmatoides.

Godoy *et al.* (2006, 2007) descrevem geoquimicamente, as rochas da Suíte Intrusiva Alumiador como cálcio-alcálicas, da série de alto potássio a shoshonítica, de caráter metaluminoso a peraluminoso, originadas em ambiente sin-colisional de arco magmático a pós-colisional intraplaca.

A sudoeste do batólito principal, os granitos São Francisco (na serra homônima), Piatã e Alumiador, na serra homônima (Cordani *et al.* 2010), Cerro Porã (Plens *et al.* 2013, na serra da Esperança), Aquidabã (Nogueira *et al.* 2013, na serra da Alegria) e o Serra Verde (Nogueira *et al.* 2013, Brandão *et al.* 2013, na serra homônima), foram inseridos na Suíte Intrusiva Alumiador. Datações U-Pb SHRIMP, em zircão, forneceram idades de 1867 Ma (Lacerda Filho *et al.* 2006), 1839 ± 33 Ma (Cordani *et al.* 2010), 1749 ± 45 Ma (Plens *et al.* 2013) e 1868 ± 5 (Brittes *et al.* em prep.) para as rochas da Suíte Intrusiva Alumiador.

Araújo *et al.* (1982) apresentaram para os litotipos plutônicos, isócronas Rb/Sr de referência, cujos resultados acusaram 1600 ± 40 Ma com razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de $0,707 \pm 0$. Cordani *et al.* (2010) reportam isócronas Rb/Sr de referência para as rochas do Granito Alumiador onde os resultados mostraram 1630 a 1740 Ma com razão inicial de 0,705, que junto ao restante dos dados obtidos na região, foram interpretados como representantes de um metamorfismo generalizado, de médio a alto grau, que produziu uma homogeneização isotópica de Sr elevada afetando todos os litotipos do Terreno Rio Apa.

Cordani *et al.* (2010) apresentaram dados K/Ar e $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ (*plateaus*) para biotita das rochas do Granito Alumiador com idades, respectivamente, de 1314 ± 19 e 1302 ± 3 Ma. Tais análises junto às das outras litologias realizadas na região do Terreno Rio Apa, sugerem que idades próximas a 1300 Ma estão associado a um evento de aquecimento forte e generalizado que afetou toda a região com temperaturas de pelo menos 350 a 400 °C, que são necessárias para a completa liberação de argônio da biotita e de alguns dos anfibólios.

Dados isotópicos Sm-Nd obtidos por Lacerda Filho *et al.* (2006) em rocha total, revelaram idade modelo (TDM) do Granito Alumiador de 2,17 com valor de $\epsilon\text{Nd}(T)$ levemente negativo (-0,68), sugestivo de pouco envolvimento de material crustal na sua gênese. Cordani *et al.* (2010) apresentaram idades isotópicas de rocha total Sm-Nd para a unidade plutônica que correspondem à idade modelo TDM de 2,49 Ga.

A tabela I.2 apresenta uma síntese de dados encontrados em Araújo *et al.* (1982), Lacerda-Filho *et al.* (2006), Cordani *et al.* (2010), Plens *et al.* (2013), Nogueira *et al.* (em prep.), Souza *et al.* (em prep.) e Brittes *et al.* (em prep.). Contém as litologias da Suíte Intrusiva Alumiador (granitos Alumiador, São Francisco, Aquidabã, Cerro Porã, Serra Verde e Piatã), bem como, alguns dos seus resultados de análises geocronológicas obtidos pelos métodos U-Pb (SHRIMP) em zircões, K-Ar e Ar-Ar em biotitas, Rb-Sr e Sm-Nd em rocha total.

Tabela I. 2. Síntese a partir da literatura sobre litologias e dados geocronológicos U-Pb (SHRIMP) em zircões, K-Ar e Ar-Ar em biotitas, Rb-Sr e Sm-Nd em rocha total de granitos da Suíte Intrusiva Alumiador.

Unidade	Granitos	Litologia	Referências	U-Pb (z)		Rb-Sr		Sm-Nd			Ar-Ar (Ma)	K-Ar (Ma)
				Idade (Ma)	Idade (Ma)	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	T _{DM} (Ga)	εNd (0)	εNd (T)			
Suíte Intrusiva Alumiador	Alumiador	biotita granitos, monzogranitos com autólitos de tonalito, micromonzogranitos, granodioritos, magnetita-biotita sienogranitos, sienogranitos granofíricos e granófiros.	Lacerda Filho <i>et al.</i> (2006)	1867				2,17	23,88	-0,68		
	Alumiador	sieno a monzogranitos isotrópicos, fino a médio incluindo também algumas variedades granofíricos.	Cordani <i>et al.</i> (2010)	1839 ± 33	1681 ± 47	0,7057		2,38 2,49		-2,86 -4,20	1302 ± 3 (b) 1295 ± 3 (b)	1314 ± 9 (b)
	Alumiador	sienogranitos inequigranulares médio a grosso	Brittes <i>et al.</i> (em preparação)	1798 ± 8								
	São Francisco	monzogranitos de granulação média e microgranitos porfirítico (riolito ou dacito porfirítico).	Campos 2011									
	São Francisco	monzogranitos, isotrópico a foliado, inequigranular médio a fino.	Souza <i>et al.</i> (em preparação)	1874 ± 5				0,74	-19,60	-3,71		
	Aquidabã	riolitos, dacitos, monzogranitos a granitos alcalinos. Granito Gráfico (Fácies 1), Subvulcânicas Dacítica a Riolítica (Fácies 2) e Microgranito (Fácies 3).	Nogueira <i>et al.</i> (em preparação)	1811 ± 7				2,26	-20,25	-1,50		
	Cerro Porã	sienogranitos médio a fino e monzogranitos porfiríticos.	Plens <i>et al.</i> (2013)	1749 ± 45								
	Serra Verde	monzogranito a sienogranito, médio a fino e porfirítico, isotrópico a foliado.	Brandão <i>et al.</i> 2013									
	Serra Verde		Brittes <i>et al.</i> (em preparação)	1868 ± 5								
	Piatã	granodioritos a monzogranitos porfiríticos de composição sienogranítica. Enclaves microgranulares de cor cinza-escuro e xenólitos do Gnaissse Porto Murtinho.	Campos 2011									

I. 2. 3. Terreno San Pablo

O Terreno San Pablo (Fig. I. 4) está localizado em território boliviano e foi denominado inicialmente como Bloco Cristal por Litherland & Klink (1982) e, posteriormente, como San Pablo por Saes *et al.* (1992). Conforme Saes (1999), a ausência de registros do Grupo Sunsás no interior do terreno, justificaria a sua individualização.

O Terreno San Pablo é limitado por uma descontinuidade tectônica representada pelo *San Diablo Front* (Litherland *et al.* 1986) ou *San Diablo Straightening Zone* (Pitfield *et al.* 1979, in Saes 1999). O *front* San Diablo é interpretado como uma zona de sutura entre o Cráton Paraguá e o Terreno San Pablo (Saes & Fragozo César 1996). Consiste em uma zona com mais de 5 km de largura marcada por intenso lineamento curvilíneo. De acordo com Litherland *et al.* (1986), na porção oeste e leste o *front* possui uma orientação ENE e WNW, com cinemática direcional sinistral, na porção central separa gnaisses paraderivados a sul, do Complexo Granulítico a norte (Terreno Paraguá).

Matos (2010) revela a existência de três suítes graníticas na Bolívia, que antecedem a orogenia San Ignacio: Granito Correrca (Bloco San Pablo), as suites Yarituses e a granodiorítica San Ramón

(Bloco Paraguá). Vargas-Mattos (2010) apresenta resultados Pb-Pb para o Granito Correreca, cujos valores variam entre 1920 a 1895 Ma, TDM de 2,8 a 2,9 Ga e valores $\epsilon Nd(t)$ -8,5 e -9,4, demonstrando a existência de magmatismo ácido paleoproterozoico no Terreno/Bloco San Pablo. Estes resultados reforçam a proposta inicial de Saes *et al.* (1992) da existência de um bloco crustal a sul do Terreno Paraguá, limitado pela Zona de Cisalhamento San Diablo. O Granito Correreca localiza-se na região de Rincón del Tigre e Santo Corazón. É um plúton que está sobreposto a norte por rochas sedimentares do Grupo Sunsás, a oeste pelo Grupo Boqui e a sul pelo Grupo Murciélagos. No leste, faz contato de falha com o Complexo Granitoide Santo Corazón.

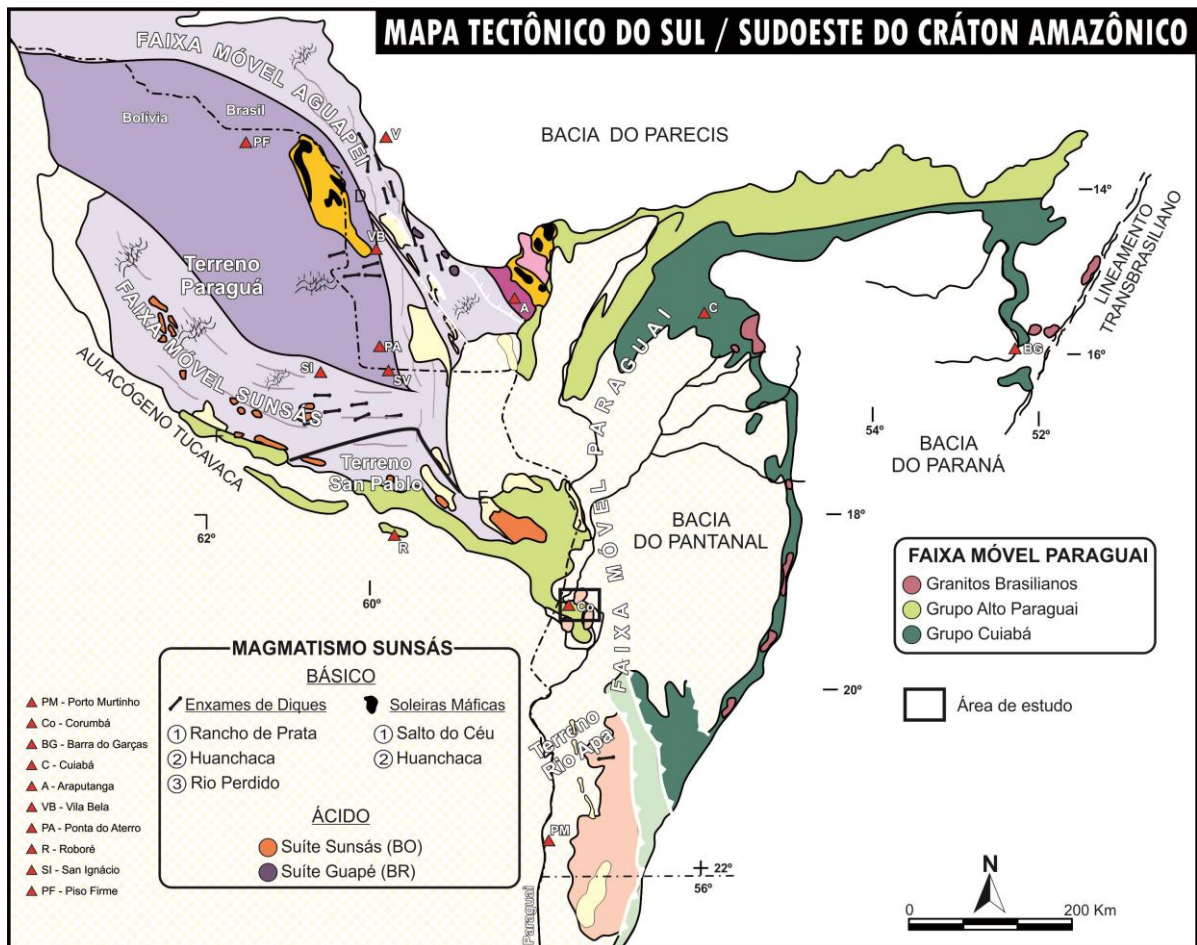


Figura I. 4. Mapa tectônico do Sul/Sudoeste do Cráton Amazônico (Modificado de Ruiz *et al.* 2010).

I. 2. 4. Grupo Jacadigo

O Grupo Jacadigo é constituído pelas formações Urucum e Santa Cruz. E de acordo com Trompette *et al.* (1998), Bizzi *et al.* (2003) e Walde & Hagemann (2007) encontra-se inserido no contexto geotectônico da Faixa de Dobramentos Paraguai. As primeiras informações sobre as rochas do Grupo Jacadigo devem-se a Fonseca (1880) que observou depósitos constituídos por óxidos de ferro e manganês capeando rochas ígneas em Urucum, próximo à cidade de Corumbá. Segundo Almeida (1945), o Grupo Jacadigo é constituído de rochas siliciclásticas, de granulometria grossa,

dominantes na sua parte inferior, contendo *BIF's* e corpos de minério de manganês na sua parte superior. Especialmente, seu depósito de minério de Fe e Mn.

De acordo com os estudos mais recentes realizados por Freitas (2010), através da distribuição espacial dos sistemas deposicionais e dos padrões de paleocorrentes foi possível perceber orientação WNW-ESE para a zona de falhas principais da Bacia Jacadigo. Essa interpretação implica na correlação do Grupo Jacadigo com a Faixa Chiquitos-Tucavaca e não com a Faixa Paraguai como proposto por Trompette *et al.* (1998), Bizzi *et al.* (2003) e Walde & Hagemann (2007). A distribuição das unidades neoproterozoicas no contexto geotectônico das faixas Chiquitos-Tucavaca e Paraguai corroborou o posicionamento adjacente da Bacia Jacadigo a uma junção tríplice, supostamente soerguida por plumas mantélicas. Toda a sucessão do Grupo Jacadigo, usualmente interpretada como produtos de processos sedimentares sob influência glacial, foi admitida como resposta da sedimentação à tectônica na Bacia Jacadigo, sem necessariamente associação com processos glaciais (Freitas 2010). Foram distinguidos elementos estruturais da tectônica deformadora daqueles relativos à tectônica formadora do Grupo Jacadigo e sugerida uma conformação braquianticlinal das rochas aflorantes na área urbana de Corumbá, no morro do Urucum e nas áreas adjacentes (Freitas 2010).

A Formação Urucum compreende os arcóseos de granulação média a conglomerática, a sequência de paraconglomerados, grauvacas, arenitos, siltitos e, localmente, calcários. Apresenta contatos transicionais com a Formação Santa Cruz, sendo recoberta pelos calcários do Grupo Corumbá e, de maneira discordante, por sedimentos quaternários; enquanto que contato com a Formação Bocaina (Grupo Corumbá) é caracterizado por falha (Godoi *et al.* 1999).

A Formação Santa Cruz é constituída por rochas sedimentares clásticas vermelhas que se sobrepõem aos arcóseos conglomeráticos do topo da Formação Urucum. A sequência, segundo Almeida (1945), começa com arenitos arcosianos de granulação fina a média, exibindo níveis de cimento jaspilítico ou hematítico alternados, com intercalações de camadas de jaspilito hematítico e hematita até surgir a primeira camada de óxido de manganês da morraria do Urucum. Subordinadamente ocorrem camadas lenticulares de arcóseo ferruginoso, siltito, arenito quartzoso, arenito conglomerático, jaspilito e jaspilito conglomerático. As camadas ou lentes de óxido de manganês (criptomelano) encontram-se intercaladas com arenito/arcóseo ferromanganesífero e/ou com lentes de hematita ou jaspilito hematítico, que variam em número de níveis, espessura, cor e tipo do minério. A Formação Santa Cruz é responsável pelas elevações que formam o Morro do Urucum, em função direta da alta resistência de seus litotipos aos processos erosivos. Apresenta contato gradacional com a Formação Urucum que lhe é sotoposta sendo, localmente, recoberta por sedimentos quaternários (Godoi *et al.* 1999).

I. 2. 5. Grupo Corumbá

Segundo Boggiani (1998), esta unidade ocorre na região central da América do Sul, com exposições no Planalto da Bodoquena e nos arredores da Formação Urucum, constituindo parte da Faixa de Dobramentos Paraguai e de cobertura cratônicas.

O Grupo Corumbá, com 700 m de espessura, foi depositado entre a glaciação de 600 Ma e o Cambriano. Do topo para a base, é constituído pelas formações Guaicurus (pelitos), Tamengo (calcários, margas, ritmitos calcário, folhelho, calcário oolítico, de idade ediacarana), Bocaina (calcários, dolomitos, rochas fosfáticas, brechas carbonáticas, silexites, calcários oolíticos), Cerradinho e Cadiueus (conglomerados, arcósios, arenitos arcoseanos, arenitos, folhelhos, calcários e dolomitos). Na Formação Tamengo são encontrados os fósseis metazoários *Cloudina* e *Corumbella*, enquanto que na Formação Bocaina há abundante registro estromatolítico associado a ocorrências de rochas fosfáticas.

O Grupo Corumbá, como um todo, possui registro estratigráfico típico das demais sucessões neoproterozoicas pós-glaciação Varanger, relacionado a *rifting* de supercontinente neoproterozoico, provavelmente o *Pannotia* (Boggiani & Alvarenga 2004).

O início da deposição das rochas deste grupo se desenvolveu em um ambiente periglacial (Formação Puga), transicionando para costeiro a marinho profundo (Formação Cerradinho), regredindo a marinho raso de águas quentes (Formação Bocaina), evoluindo para um ambiente de plataforma carbonática (Formação Tamengo) (Godoi *et al.* 1999). Os mesmos autores afirmam que o Grupo Corumbá é supostamente contemporâneo ao Grupo Jacadigo, sendo correlacionável também aos grupos Murciélagos, na Bolívia, e Itapocomi, no Paraguai.

I. 2. 6. Formação Pantanal

A Formação Pantanal é a unidade mais nova da região e inclui três unidades distintas. A mais antiga é representada por planície aluvial de natureza arenosa a conglomerática; a intermediária, de natureza argilosa, encontra-se sujeita a alagamentos sazonais; enquanto a unidade mais jovem, de composição areno argilosa, é restrita às calhas das principais drenagens da planície (Hasui *et al.* 2012).

Almeida (1965) identificou além dos sedimentos aluvionares do pantanal, depósitos de leques aluviais, de taludes e lateritos ferruginosos. Tais depósitos situam-se em áreas não inundáveis e originaram-se, sob condições climáticas distintas da atual, possivelmente no Quaternário Antigo. Os sedimentos repousam discordantemente sobre as rochas dos grupos Cuiabá e Jacadigo, das formações

Diamantino, Corumbá e Coimbra e do Complexo Rio Apa (Figueiredo & Olivatti 1974; Corrêa *et al.* 1976; Luz *et al.* 1980; Godoi *et al.* 1999).

Dados cronoestratigráficos não são disponíveis, de forma que não há informação precisa sobre o início de sedimentação na Bacia do Pantanal. À exceção das aluviões atuais, as areias quaternárias da planície do Pantanal têm sido referidas como Formação Pantanal (Oliveira & Leonardos 1943). Mas há também depósitos de outra natureza, que ocorrem especialmente nas adjacências de relevos proeminentes existentes nas bordas da depressão paraguaia. Merece destaque a Formação Xaraiés (Almeida 1945), que ocorre nos arredores de Corumbá e é constituída por depósitos de tufos calcários contendo restos de moluscos e impressões de plantas, ainda não datados.

CAPÍTULO II

GEOLOGIA LOCAL E PETROGRAFIA

II. 1. Geologia do Granito Taquaral e seu entorno

Este item contém os dados da investigação geológica realizada na região de Corumbá. O mapeamento geológico da área de estudo possibilitou, através de dados obtidos em campo e estudos petrográficos, caracterizar o Granito Taquaral e reconhecer algumas unidades anteriormente mapeadas como as formações Tamengo e Bocaina do Grupo Corumbá, a Formação Urucum do Grupo Jacadigo e a Formação Pantanal.

As unidades adjacentes ao Granito Taquaral são descritas neste capítulo de forma sucinta, por não se tratar do objeto principal desta pesquisa, enquanto que o Granito Taquaral é o enfoque tanto deste capítulo como do artigo científico submetido à *Brazilian Journal of Geology* correspondente ao Capítulo III desta dissertação.

As unidades mapeadas que ocorrem na área estão dispostas a seguir em ordem cronoestratigráfica, da base para o topo: Granito Taquaral, formações Urucum, Bocaina, Tamengo e Pantanal e Aluviões Atuais, conforme ilustrados na coluna estratigráfica (Fig. II. 1) e no mapa geológico (Fig. II 2).

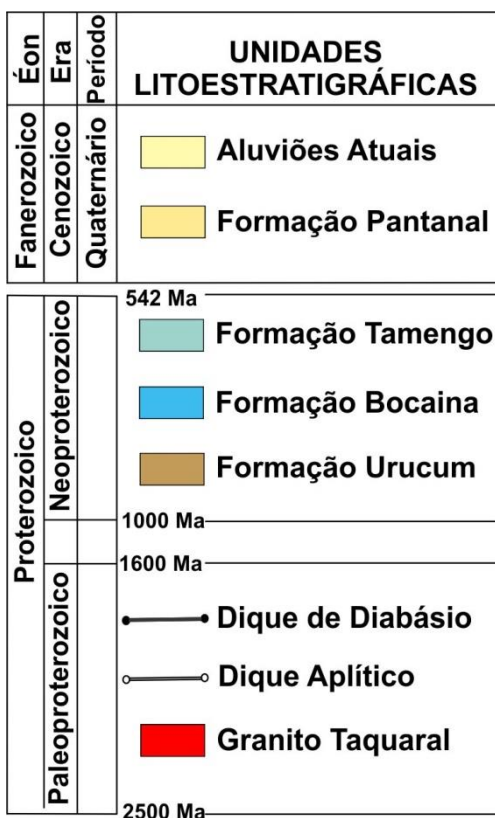


Figura II. 1. Coluna estratigráfica definida para a área mapeada.

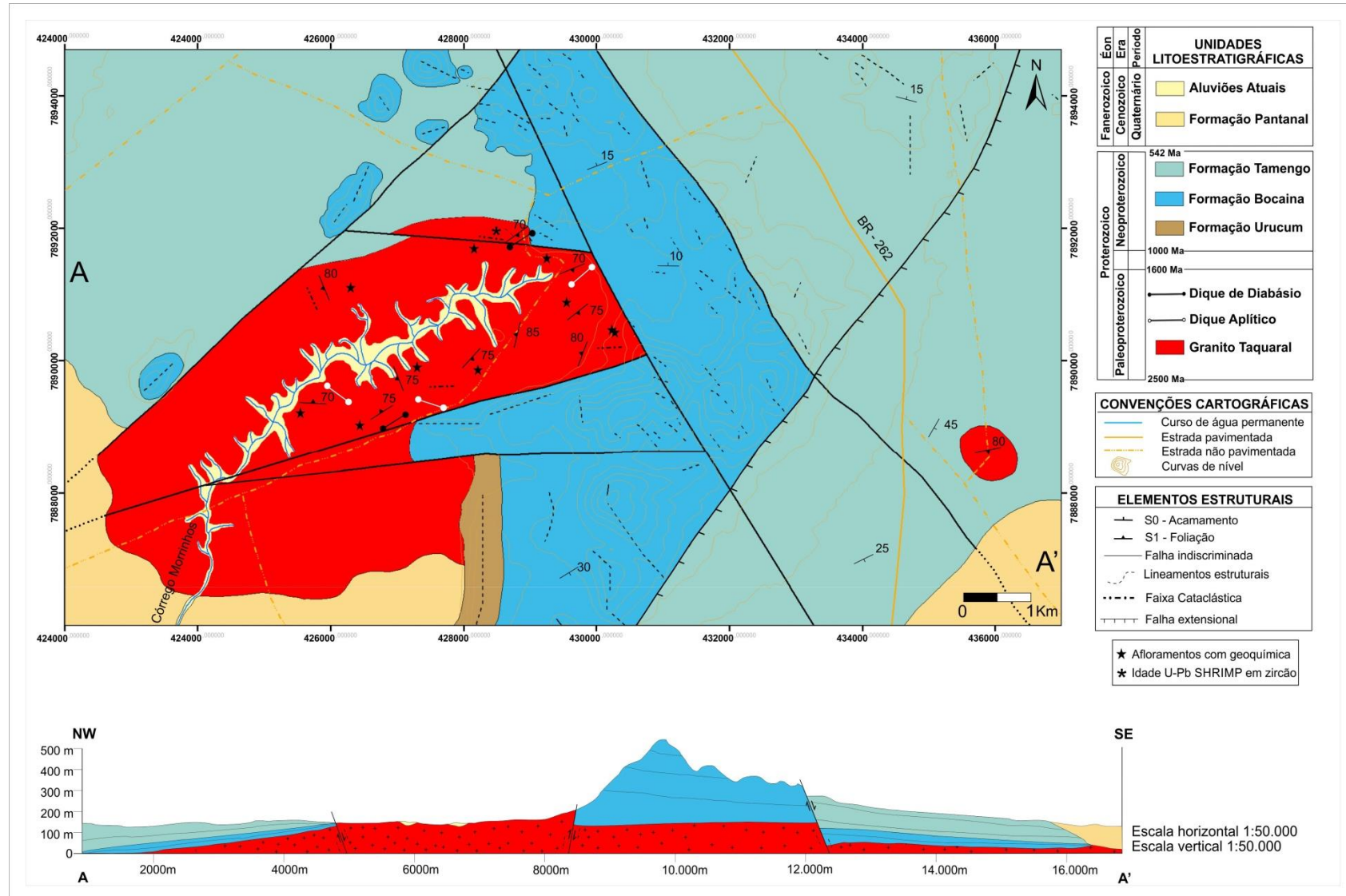


Figura II. 2. Mapa geológico do Granito Taquaral e seu entorno.

II. 1.1. Granito Taquaral

O Granito Taquaral possui dimensões batolíticas e apresenta-se maciço ou com foliação discreta e, por vezes, milonítico, cortado por faixas cataclásticas. Ocorre em lajedos, blocos e em açudes secos localizando-se em regiões arrasadas do município de Corumbá. Representa juntamente com o Gnaiss Sant'ana o embasamento das coberturas neoproterozoicas, faz contato de natureza tectônica, e em parte por discordância, com as formações Tamengo e Bocaina (Grupo Corumbá) encontrando-se parcialmente recoberto pela Formação Pantanal.

O mapeamento geológico realizado possibilitou identificar, através de dados de campo e estudos macro e microscópicos, três fácies petrográficas, bem como, dois tipos de enclaves de natureza e origens diferentes, um de composição máfica, correspondente a um xenólito e outro caracterizado como Enclave Microgranular Félsico. Além disso, caracterizou-se também um dique de diabásio que corta o Granito Taquaral (Anexo 2).

As três fácies petrográficas identificadas a partir de diferenças de granulação, cor e composição não se distinguem cartograficamente e foram denominadas: Fácies média a grossa cinza (FMGC), Fácies grossa rosa (FGR) e Fácies fina rosa (FFR). Dentre elas, a primeira tem a maior expressão areal e a terceira é encontrada como diques aplíticos. São caracteristicamente maciças ou apresentam foliação incipiente, contendo biotita e anfibólio como minerais máficos primários essenciais. Classificam-se, mineralogicamente, como hornblenda-biotita-granitoides e de acordo com o diagrama QAP (Streckeisen 1976; Fig. II. 3 e Anexo 3) como quartzo monzodioritos, granodioritos, quartzo-monzonitos, monzo e sienogranitos correspondendo aos granitos das séries subalcalinas cálcio-alcalinas de médio a alto-K, de acordo com a classificação proposta por Bowden *et al.* (1984), modificada de Lameyre & Bowden (1982).

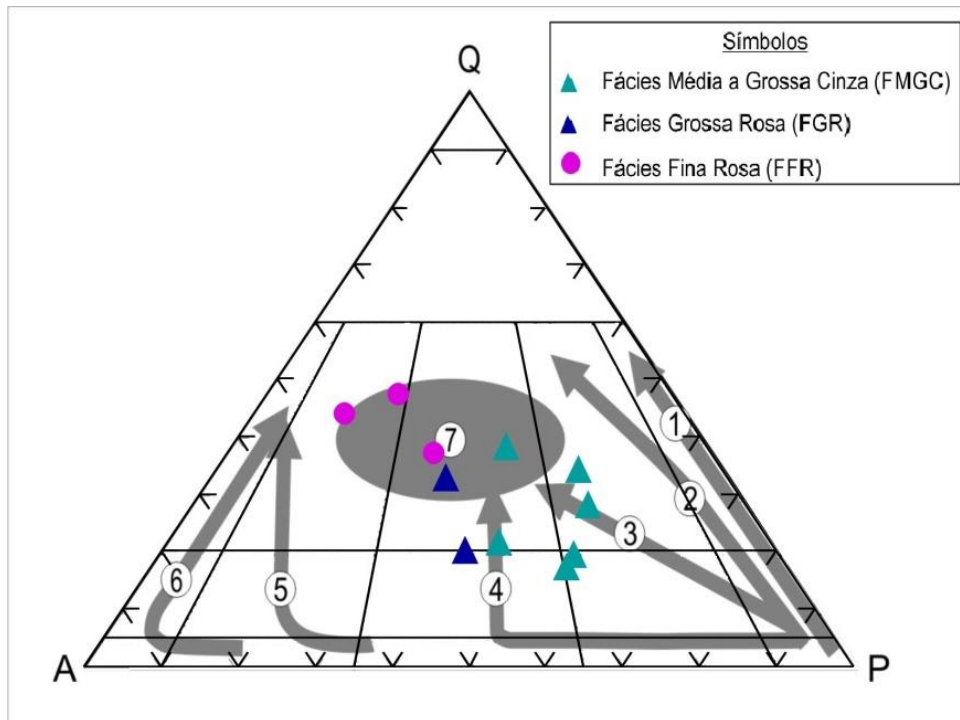


Figura II. 3. Diagrama QAP para as rochas do Granito Taquaral (campos conforme Le Maitre *et al.* 2002). Apresentando a classificação proposta por Bowden *et al.* (1984), adaptada de Lameyre & Bowden (1982), para a série de rochas graníticas. (1) Série Toleítica de (baixo-K); (2) Série Cálcio-alcálica de (baixo-K); (3) Séries Subalcalinas (Toleíticas e Cálcio-alcálicas de médio a alto-K); (4) Série Shoshonítica; (5) Série Alcalina sódica; (6) Série Ultrapotássica; (7) Associações de granitos peraluminosos leucocráticos (Granitos Crustais).

II. 1.1.1. Fácies Média a Grossa Cinza

A FMGC é, volumetricamente, dominante no corpo mapeado; caracterizando-se por rochas leucocráticas, de cor cinza, textura inequi a equigranular média a grossa (Fig. II. 4 A e B), classificadas como quartzo-monzodioritos, granodioritos e monzogranitos (Fig. II. 3) Nela se observam bolsões pegmatíticos com dimensões de até 4 m de espessura. As rochas desta fácies quando milonitizadas apresentam porfiroclastos de feldspato alcalino estirados e rotacionados imersos em uma matriz fina a média quartzo-feldspática, classificadas com base na porcentagem de porfiroclasto e matriz, segundo Sibson (1977), como protomilonito a milonito (Fig. II. 4 C).

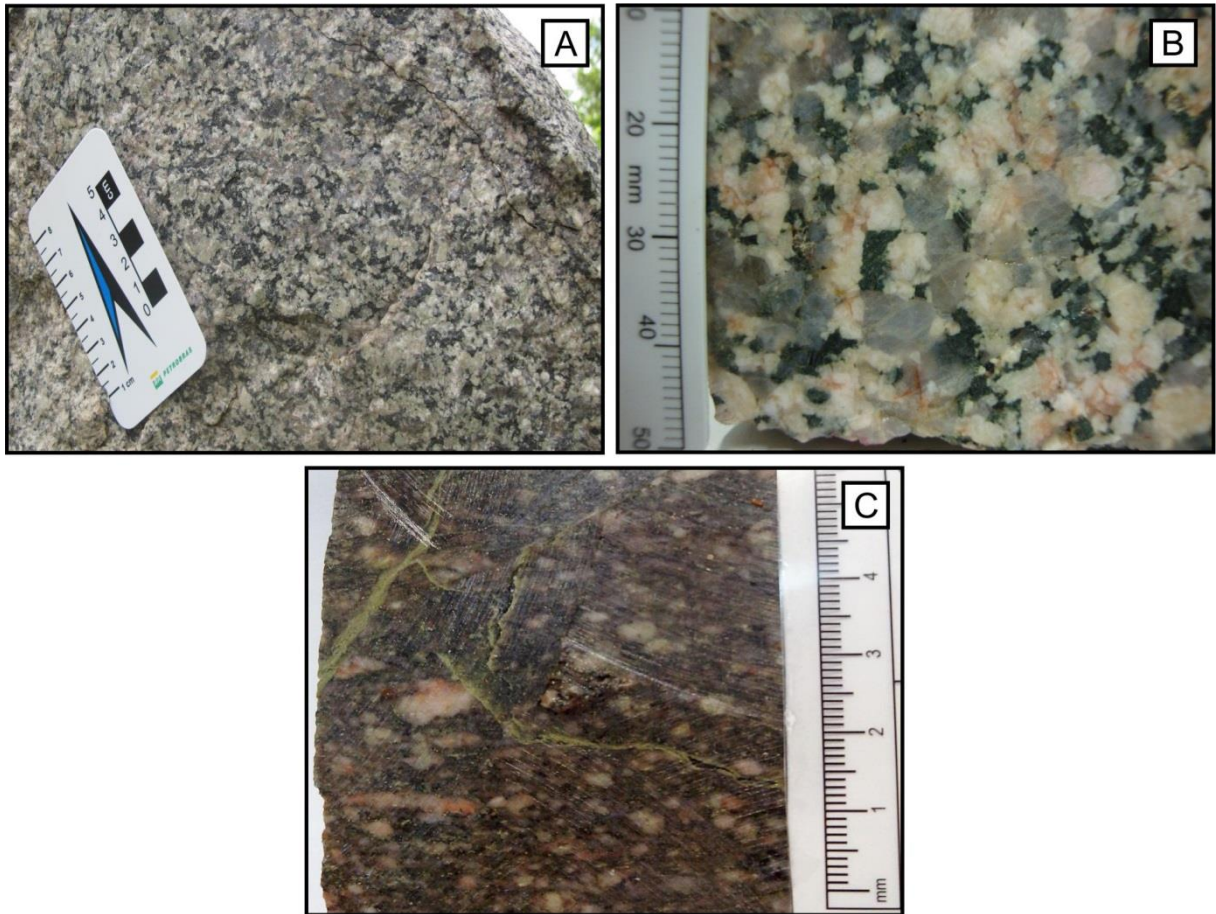


Figura II. 4. Aspectos macroscópicos da FMGC do Granito Taquaral: (A) granodiorito de granulação média e foliação discreta; (B) granodiorito inequigranular, médio a grosso de cor cinza e (C) milonito com porfiroclastos de feldspato alcalino rotacionados imersos em uma matriz fina.

Opticamente, as rochas da FMGC apresentam textura hipidiomórfica a xenomórfica, inequigranular média a grossa, composta por plagioclásio, quartzo, feldspato alcalino perítico e minerais máficos, identificados como, biotita, hornblenda, tendo titanita, apatita, allanita, opacos e zircão (Fig. II. 5 A e B) como minerais acessórios, e sericita, argilominerais, epidoto, clinzoisita, zoisita, calcita, muscovita e clorita como fases de alteração. Os litotipos milonitizados mostram textura porfiroclástica a granoblástica, com matriz que varia de muito fina a média apresentando orientação preferencial dos minerais félsicos e máficos e que por vezes desviam de sua orientação principal e se amoldam aos porfiroclastos de feldspato alcalino, caracterizando sombra de pressão. Esta fácies exibe-se intensamente alterada, sendo evidenciada pelo hidrotermalismo responsável pelos processos de sericitização, argilização e saussuritização dos feldspatos e cloritização da biotita e do anfibólio. Nota-se o predomínio de argilização que é mais intensa nos litotipos milonitizados.

O plagioclásio apresenta-se em grãos anédricos a subédricos, com geminações albita, periclina e combinada albita + Carlsbad. Por vezes, constitui fase hospede de perititas em cristais subédricos tabulares com marcante zonação normal (Fig. II. 5 C). Ocorre intensamente saussuritizado, sericitizado e argilizado, sendo substituído por sericita, argilominerais, calcita e epidoto. No milonito, exibe-se em pequenos grãos recristalizados na matriz.

O quartzo ocorre de modo intersticial, em grãos anédricos, comumente fraturados, com extinção ondulante e raramente recristalizado. Às vezes, constitui textura gráfica onde se dispõe com formas lobulares a vermiculares no feldspato alcalino. Nos milonitos, pode se apresentar com extinção ondulante e lamelas e bandas de deformação, em *ribbons*, com aspecto sigmoidal ou compondo mosaico policristalino com contatos de 120°, caracterizando recristalização dinâmica e deformação dúctil.

O feldspato alcalino está representado por poucos cristais de microclina, subédricos tabulares a anédricos, com geminação em grade (combinada albita + periclina). Ocorre também com intercrescimento de plagioclásio e quartzo com formas irregulares, caracterizando texturas, respectivamente, pertítica do tipo *drops* e gráfica (Fig. II. 5 E). Apresenta ainda inclusão de apatita e exibe-se turvo, devido à forte argilização. No milonito, ocorre como porfiroclastos rotacionados e com extinção ondulante, de hábito tabular (Fig. II. 5 D).

A biotita é o mineral máfico mais comum, ocorrendo em palhetas, parcial a totalmente cloritizadas, às vezes com lamelas deformadas em *kink band* (Fig. II. 5 F). Apresenta, comumente, inclusões de rutilo formando textura sagenítica.

O anfibólio, identificado como hornblenda, é raro e ocorre em grãos anédricos a subédricos prismáticos com pleocroísmo verde-escuro a verde-azulado exibindo, esporadicamente, textura *drop like quartz*. Por vezes forma agregados, mostra-se intercrescido com opacos e exibe-se cloritizado.

Os minerais opacos são muitos comuns nessa fácies e ocorrem como produtos de alteração dos minerais máficos ou como fases de cristalização primária, este último em grãos anédricos, frequentemente intercrescidos com biotita e anfibólio caracterizando textura simplectítica.

A titanita ocorre disseminada em todas as amostras, apresentando-se euédrica a subédrica com hábito romboédrico típico ou anédrica, com textura coronítica formada por minerais opacos (Fig. II. 5 B). A apatita exibe hábito acicular e geralmente está inclusa, indiscriminadamente, no plagioclásio, allanita e feldspato alcalino. A allanita exibe formas tabulares, com tamanhos de até 4 mm, cor marrom-amarelada, contendo inclusões de opacos e apatita. O zircão apresenta-se em pequenos cristais euédricos a subédricos bipiramidais, ou em minúsculos grãos dispersos na matriz ou inclusos em biotita.

Minerais do grupo do epidoto (zoisita e clinozoisita), resultantes de saussuritização, são observados em grãos anédricos associados ao plagioclásio ou disseminados, às vezes, agregados a calcita.

A muscovita é apenas de origem secundária constituindo palhetas provenientes da alteração de biotita ou de feldspato.

A sericita e os argilominerais ocorrem em minúsculas palhetas ou de forma criptocristalina concentrados no plagioclásio e microclina.

A clorita é proveniente da alteração da biotita e do anfibólio sendo encontrada em palhetas disseminadas e, por vezes, em agregados intersticiais.

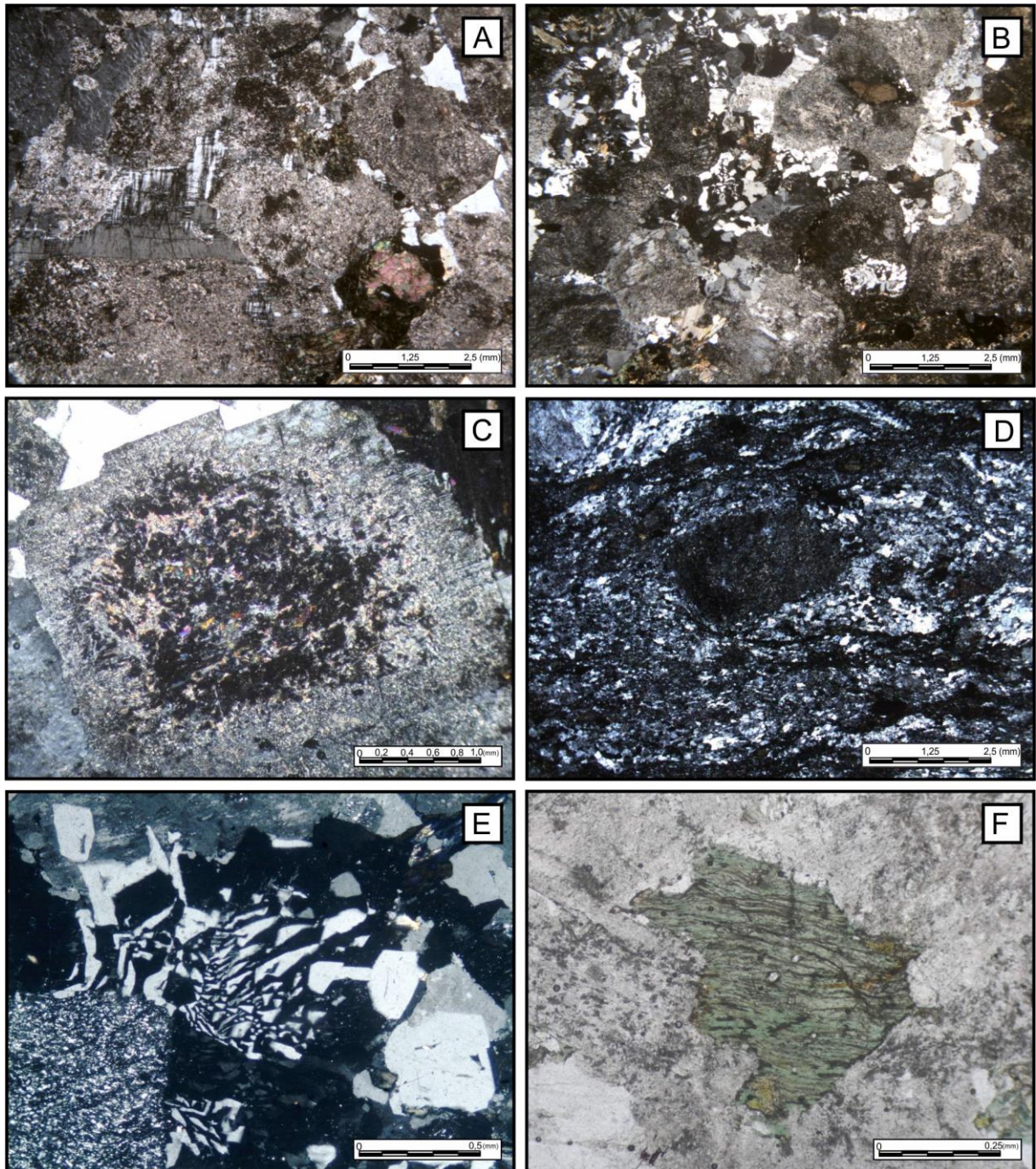


Figura II. 5. Fotomicrografias da FMGC do Granito Taquaral ilustrando: (A) textura equigranular grossa com grãos de plagioclásio intensamente alterado partes de feldspato alcalino gráfico mais preservado e agregado de biotita e titanita; (B) textura inequigranular grossa e gráfica, intersticial titanita com coroa de opaco; (C) plagioclásio intensamente saussuritizado no núcleo evidenciando zonação normal; (D) porfiroclasto de feldspato alcalino rotacionado, argilizado e saussuritizado; (E) quartzo e feldspato alcalino pertítico compondo textura micrográfica; (F) biotita cloritizada em *kink band*. Polarizadores paralelos em F e cruzados em A, B, C, D e E.

II. 1.1.2. *Fácies Grossa Rosa*

A FGR é composta por rochas leucocráticas de cor rosa inequigranulares grossas, classificadas como quartzo-monzonito e monzogranito (Fig. II. 3) distinguindo-se das outras fácies por apresentar cristais subédricos de feldspato alcalino de cor rosa-escuro-avermelhado de até 3 cm (Fig. II. 6 A). Às vezes encontra-se cortada por faixas cataclásticas centimétricas (Fig. II. 6 B).

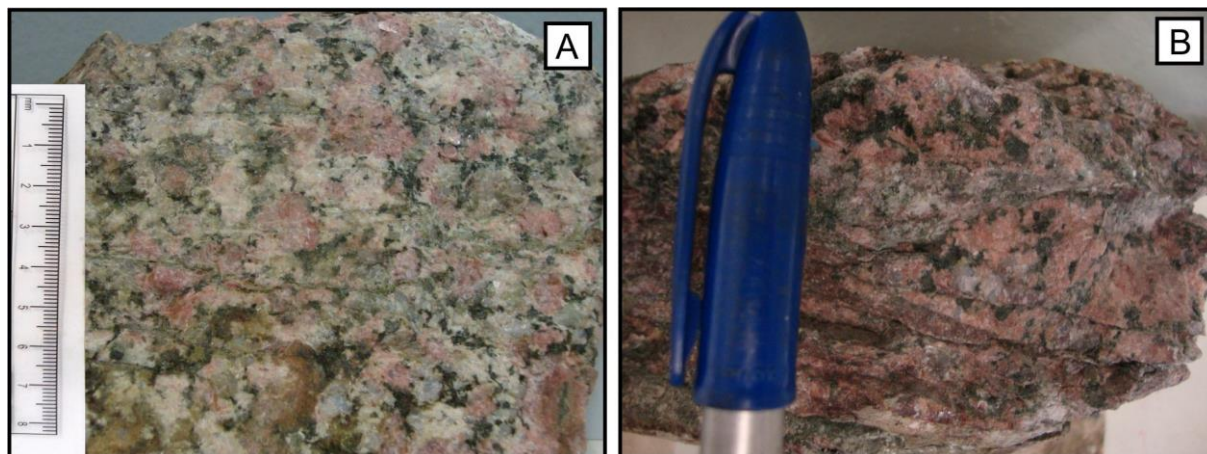


Figura II. 6. Aspectos macroscópicos da FGR do Granito Taquaral: (A) monzogranito foliado de granulação grossa e (B) rocha de cor rosa avermelhada, inequigranular com faixas cataclásticas.

Microscopicamente, as rochas da FGR exibem texturas hipidiomórfica a xenomórfica (Fig. II. 7 A, B e D), e localmente gráfica, inequigranular, predominantemente grossa, formada por feldspato alcalino, plagioclásio, quartzo, biotita e anfibólio, tendo como minerais acessórios, titanita, apatita zircão e opacos (Fig. II. 7 A) e como minerais de alteração sericita, argilominerais, epidoto/clinozoisita, clorita e muscovita.

O feldspato alcalino (microclina) exhibe-se em grãos anédricos, localmente, em agregados (Fig. II. 7 B), com geminação em grade (albita + periclina). Por vezes, é pertítico onde o plagioclásio, como hóspede, se dispõe em *stringer* e *drops* (Fig. II. 7 C).

O plagioclásio (oligoclásio) ocorre em cristais euédricos a subédricos, tabulares, às vezes dispostos imbricados ou em grãos anédricos. Exibe geminações polissintéticas do tipo albita, periclina e combinadas (albita + Carlsbad), (albita + periclina) e ainda (albita + periclina + Carlsbad). Algumas vezes, compõe fase hóspede de pertitas, disposto em *stringer* e *drops* zonados (Fig. II. 7 C). Apresenta-se intensamente sericitizado, argilizado e saussuritizado formando epidoto, clinozoisita, sericita e calcita (Fig. II. 7 D).

O quartzo mostra-se em grãos anédricos intersticiais, com extinção ondulante (Fig. II. 7 A e D).

A biotita ocorre em palhetas intersticiais e às vezes aglomeradas, com lamelas deformadas em *kink band*. Geralmente exhibe-se parcial a totalmente cloritizada e ainda substituída por muscovita.

O anfibólio, identificado como hornblenda, exibe-se subédrico prismático com pleocroísmo verde-escuro a marrom-escuro, parcialmente alterado para clorita.

Os minerais opacos possuem hábito esquelético formando textura simplectítica, comumente associados a titanita, clorita e anfibólio.

A paragénese acessória é composta por titanita, apatita, minerais opacos e zircão. A titanita é comumente encontrada em cristais subédricos, prismáticos às vezes associada aos minerais opacos. A apatita ocorre inclusa no quartzo e feldspatos, com hábito acicular.

Os minerais de alteração são representados por sericita, argilominerais, epidoto/clinozoisita, calcita, clorita e muscovita. A clorita produto de alteração da biotita e do anfibólio ocorre em palhetas dispersas, por vezes, formando agregados intersticiais.

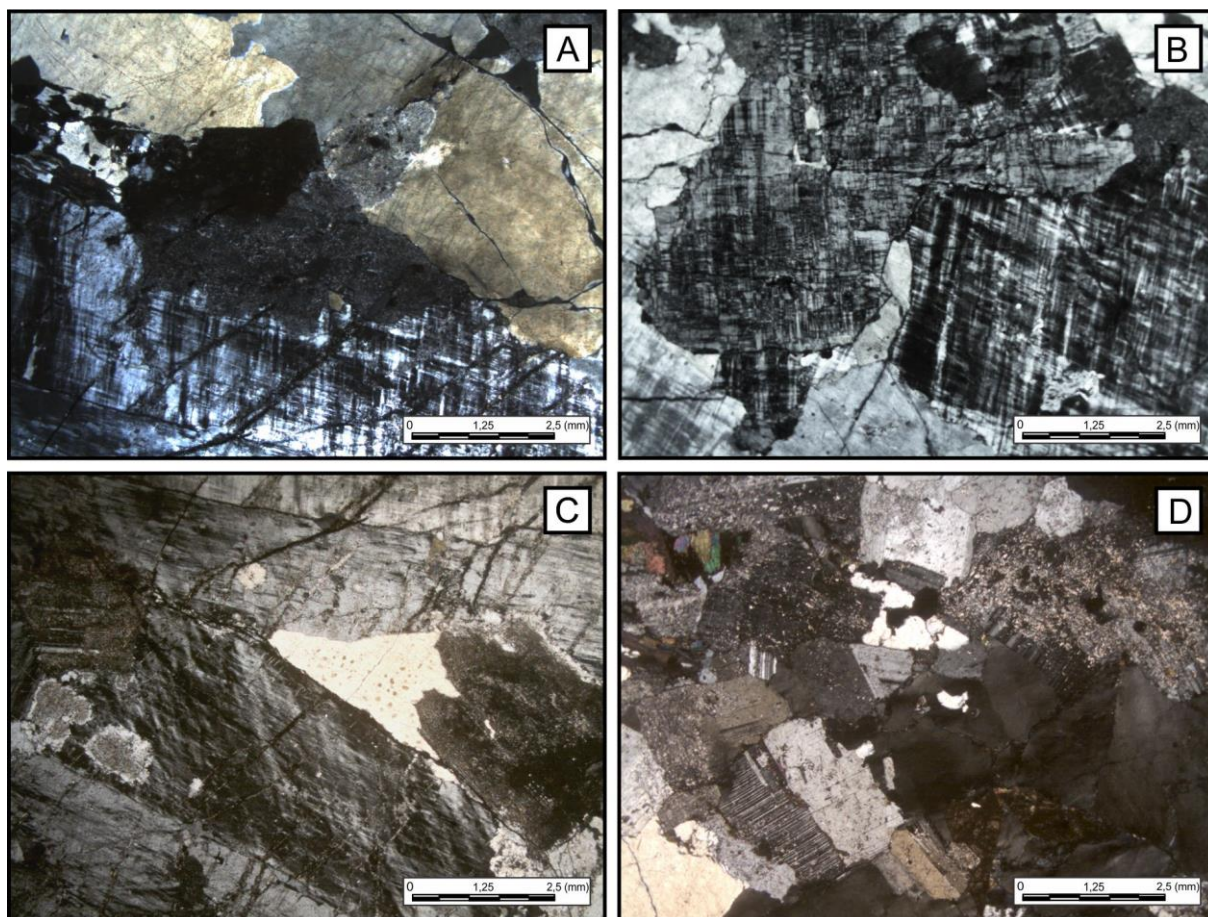


Figura II. 7. Fotomicrografias da FGR do Granito Taquaral ilustrando: (A) textura inequigranular xenomórfica grossa formada por microclina, quartzo com extinção ondulante plagioclásio alterado e biotita; (B) agregado de microclina anédrica; (C) feldspato alcalino pertítico com a fase sódica disposta em *stringer* e *drops* zonados; (D) textura hipidiomórfica com plagioclásio em cristais subédricos tabulares saussuritizados. Polarizadores cruzados.

II. 1.1.3. Fácies Fina Rosa

A FFR é constituída por rochas hololeucocráticas de cor rosa-claro, equi a inequigranulares de composição monzo a sienogranítica (Fig. II. 3). Apresenta,

predominantemente, granulação fina ocorrendo em diques aplíticos, com espessura de até 15 cm, cortando com contatos abruptos e reativos (Fig. II. 8 A e B) as fácies FMGC e FGR.

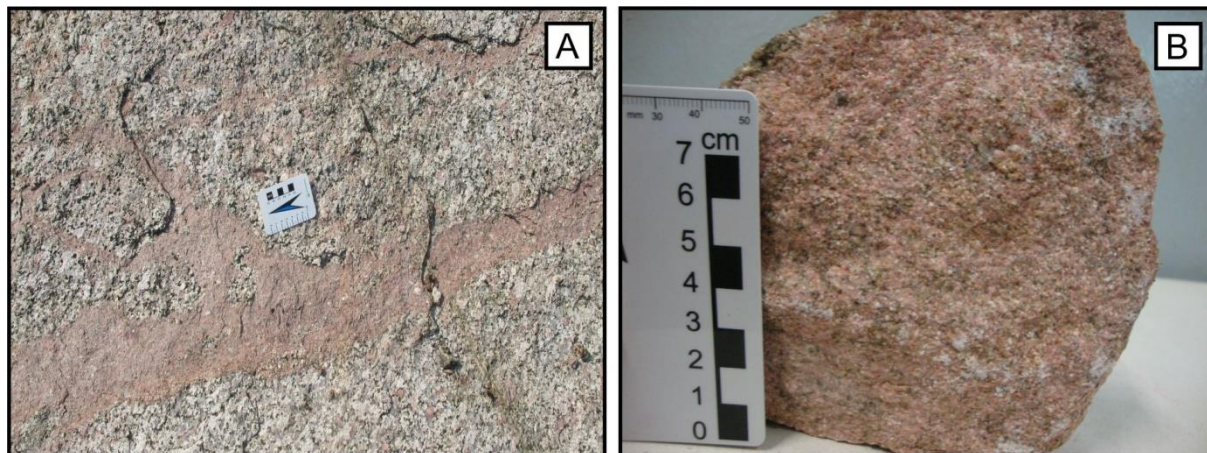


Figura II. 8. Aspectos macroscópicos da FFR do Granito Taquaral: (A) diques aplíticos de cor rosa com espessura de até 15 cm em contato abrupto e reativo, com inclusão de fragmentos angulosos do hospedeiro monzogranítico e (B) amostra de dique aplítico de granulação fina e composição sienogranítica.

Ao microscópio, as rochas da FFR são, predominantemente, equigranulares, xenomórficas, compostas por feldspato alcalino (microclina), quartzo, plagioclásio e menos de 5 % de minerais máficos (biotita, hornblenda, titanita, apatita e opacos; Fig. II 9 A). Apresentam alteração incipiente para sericita, argilominerais, clorita e epidoto.

O feldspato alcalino (microclina) apresenta-se subédrico a anédrico com geminação em grade (albita+ periclina) e, por vezes, Carlsbad, exibindo e intercrescimento peritítico do tipo *stringer* e *drops*, bem como, alteração para sericita e argilominerais.

O quartzo ocorre em grãos anédricos com extinção ondulante.

O plagioclásio, identificado como oligoclásio, exhibe-se subédrico a anédrico, com geminação albita ou combinada (albita + periclina) e, às vezes, zonação sugerida pela distribuição de alteração (Fig. II 9 B). Ocorre, parcialmente, saussuritizado com formação de epidoto granular e sericita.

A biotita ocorre intersticial e por vezes em agregados, mostra-se parcial a totalmente cloritizada e com dimensões de até 1 mm.

Os minerais acessórios estão representados pela titanita, apatita e opacos. A titanita ocorre euédrica a subédrica com hábito romboédrico. A apatita de hábito acicular encontra-se como inclusão no quartzo e feldspatos. Os minerais opacos são raros e ocorrem disseminados com hábito esqueletal, por vezes, associados à titanita.

As fases de alteração compreendem argilominerais, sericita, epidoto/clinozoisita e clorita. Os argilominerais são responsáveis pelo aspecto turvo nos feldspatos enquanto os minerais do grupo do epidoto são produtos de saussuritização, sendo observados em grãos anédricos dispersos pela rocha ou em vênulas (Fig. II 9 A e B).

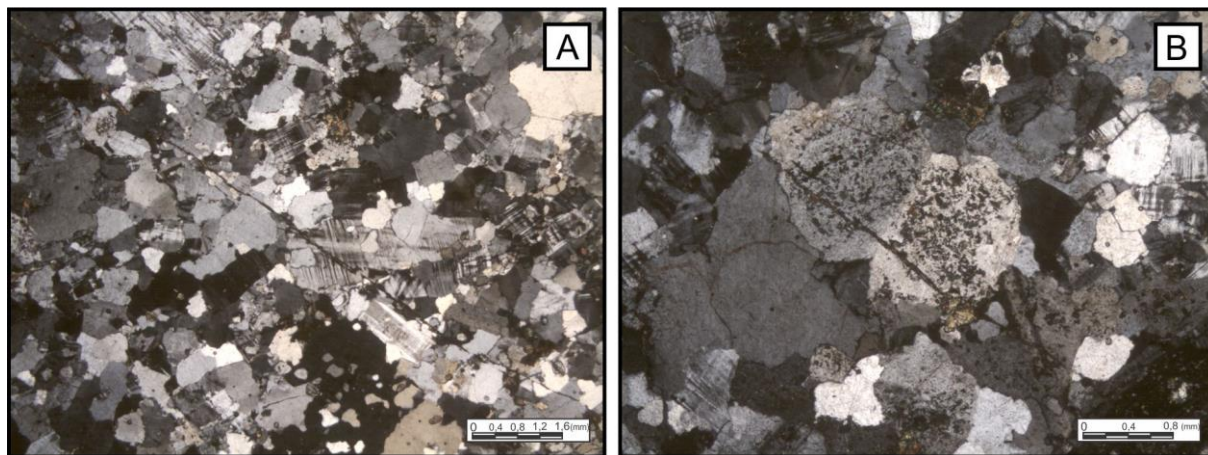


Figura II. 9. Fotomicrografias da FFR do Granito Taquaral ilustrando: (A) textura equigranular xenomórfica; (B) plagioclásio zonado e saussuritizado e vênulas de epidoto. Polarizadores cruzados.

II. 1.1.4. Enclaves

Dois tipos de enclaves de natureza e origens diferentes foram encontrados no Granito Taquaral. Um, de composição máfica, corresponde a xenólito e outro, identificado como enclave microgranular félsico (EMF), que representa um processo de mistura de magmas do tipo *mingling*. O xenólito encontra-se em quantidade subordinada, tem composição anfibolítica, sendo constituído de anfibólio, plagioclásio, quartzo, minerais opacos e titanita. O EMF de composição quartzo-diorítica possui plagioclásio, quartzo, biotita e anfibólio.

II. 1.1.4.1. Xenólitos

Os xenólitos são representados por rochas mesocráticas, de cor cinza-esverdeado, equi a inequigranulares de composição anfibolítica. Apresenta, predominantemente, granulação média ocorrendo em formas alongadas, ovaladas até arredondadas e dimensões centimétricas até métricas (Fig. II. 10).



Figura II. 10. Aspectos macroscópicos de xenólito anfibolítico do Granito Taquaral.

Microscopicamente, os anfibolitos exibem textura, preferencialmente, granonematoblástica, de granulação média a fina, formada por anfibólio, plagioclásio e quartzo, tendo como minerais acessórios, feldspato alcalino, opacos e titanita (Fig. II. 11). Os minerais de alteração correspondem a sericita, argilominerais, epidoto/clinozoisita, clorita.

O anfibólio (hornblenda) é o mineral mais abundante, exibindo-se anédrico a subédrico, prismático, com pleocroísmo verde-escuro a marrom-escuro, parcialmente alterado para clorita.

O plagioclásio (andesina) mostra-se subédrico a anédrico, com geminação albita e combinada (albita + periclina) e ocorre intensamente saussuritizado, sericitizado e argilizado.

O quartzo apresenta-se em grãos anédricos, com extinção ondulante, lamelas e bandas de deformação às vezes, em textura mirmequítica, dispondo-se em formas vermiculares.

O feldspato alcalino é raro e ocorre nos interstícios.

Os minerais opacos são escassos e ocorrem como produtos de alteração dos minerais máficos, às vezes exibem-se intercrescidos com anfibólio caracterizando textura simplectítica.

A titanita é comumente encontrada disseminada em todas as amostras, apresentando-se euédrica a subédrica com hábito romboédrico, ou anédrica associada aos minerais opacos.

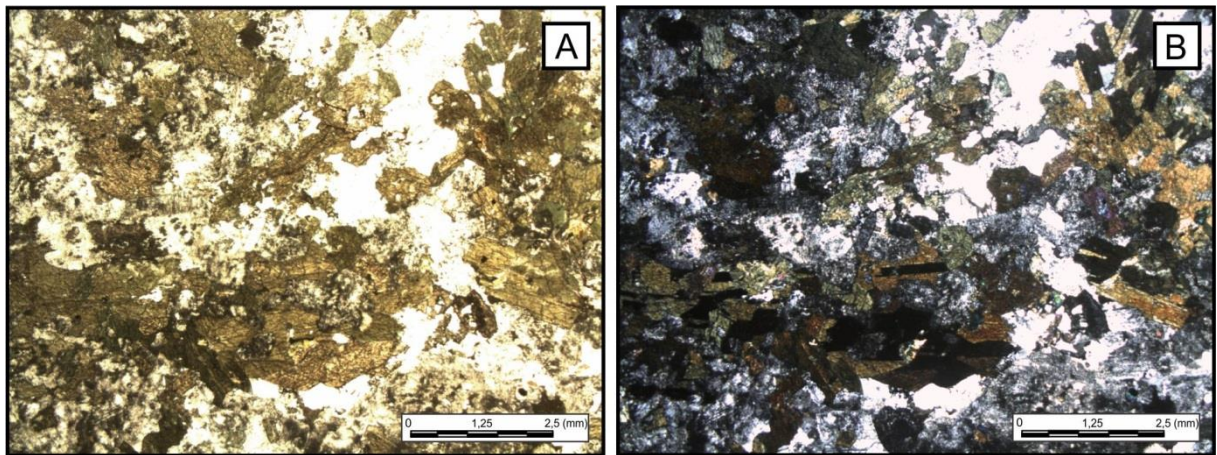


Figura II. 11. Fotomicrografias do xenólito ilustrando: (A) e (B) aspecto geral da textura granonematoblástica. Polarizadores paralelos em A e cruzados em B.

II. 1.1.4.2. Enclaves Microgranulares Félsicas (EMF)

Os EMF são compostos por rochas leucocráticas, de cor cinza-claro, inequigranulares médias e composição quartzo-diorítica. Apresenta formas arredondadas e dimensões centimétricas. Composto mineralogicamente por plagioclásio, quartzo, biotita e anfibólio. Por vezes exhibe feições de reações como contato reativo e engolfamento de cristais da hospedeira, principalmente de feldspato alcalino (Fig. II. 12 A e B).

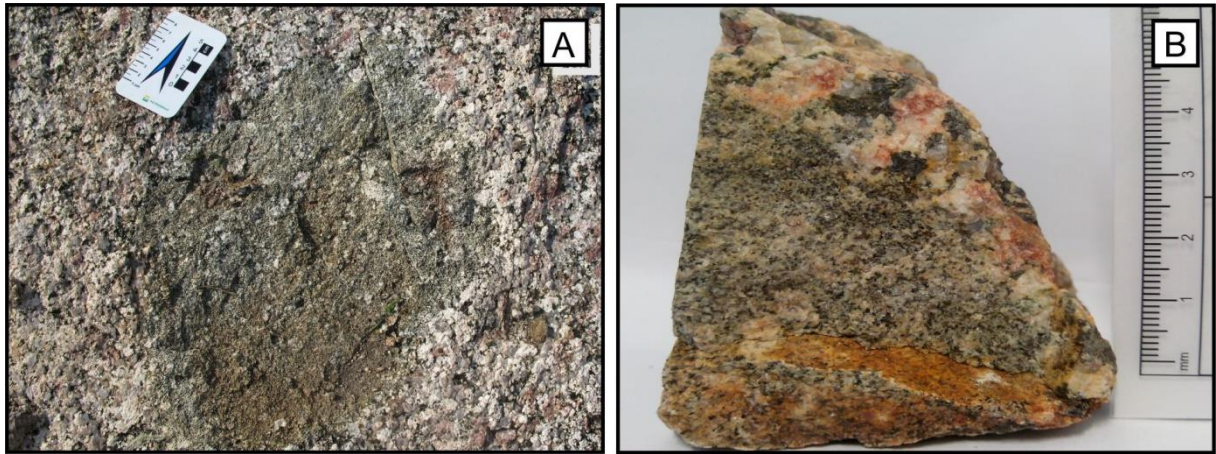


Figura II. 12. Aspectos macroscópicos do EMF do Granito Taquaral: (A) EMF em rocha monzogranítica inequigranular da FGR e (B) detalhe do EMF, evidenciando contato reativo e feições de engolfamento de cristais da hospedeira.

Ao microscópio, apresenta textura inequigranular xenomórfica média, constituída de plagioclásio, quartzo, biotita e anfibólio, tendo titanita, minerais opacos e apatita como fases acessórias e sericita, argilominerais, epidoto e clorita como alteração (Fig. II. 13 A).

O plagioclásio exibe-se em cristais subédricos a anédricos com geminações polissintéticas do tipo albita e albita + periclina, por vezes combinadas com Carlsbad. Apresenta-se intensamente saussuritizado, sericitizado e argilizado. Às vezes ocorre em aglomerados porfiríticos, no qual se trata de agrupamentos de cristais de plagioclásio, indicando processo de mistura de magmas.

O quartzo ocorre em grãos anédricos comumente com extinção ondulante, mostra contatos retos a angulosos e com bordas e golfos de corrosão (Fig. II. 13 A, B). Por vezes com inclusões poiquilíticas de biotita, hornblenda, apatita e minerais opacos, caracterizando feições típicas de mistura de magmas.

A biotita é comumente encontrada em palhetas marrom, com pleocroísmo marrom a bege, ora intersticial ora inclusa em cristas de quartzo. Também ocorre em aglomerados porfiríticos. E menos comumente ocorre em *kink band*. Geralmente tem como produto de alteração clorita e epidoto.

O anfibólio é o segundo máfico mais abundante, sendo identificado como hornblenda, disposto em grãos anédricos a subédricos de pleocroísmo verde-escuro a verde-claro. Às vezes mostra-se parcialmente cloritizado e incluso no quartzo.

As fases acessórias são representadas pela titanita, minerais opacos e apatita. A titanita exibe-se subédrica e como hábito romboédrico e ocorre dispersa em todas as amostras. Os minerais opacos são comuns e geralmente estão associados à titanita. A apatita pode ser encontrada principalmente inclusa no quartzo e no plagioclásio.

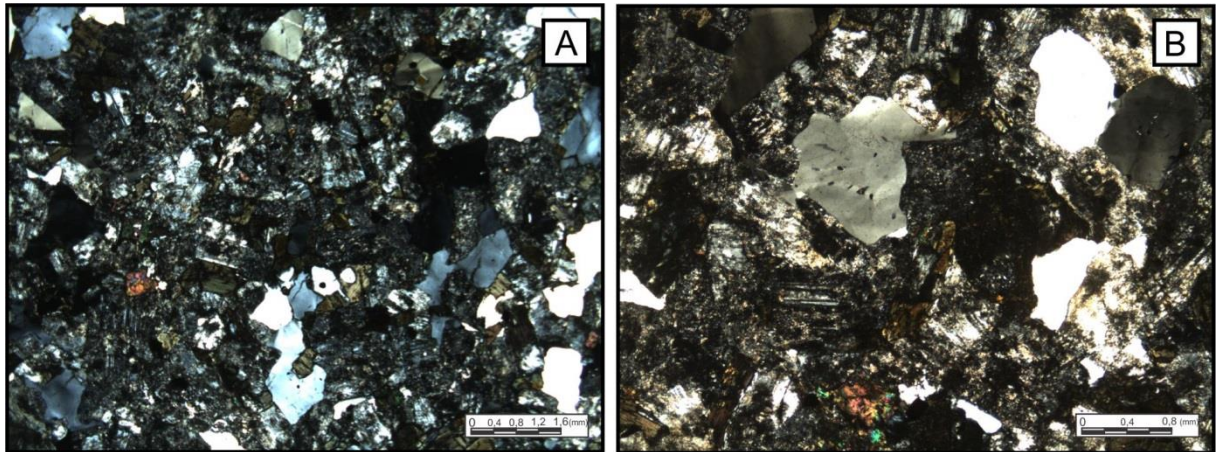


Figura II. 13. Fotomicrografias do EMF ilustrando: (A) aspecto geral com textura xenomórfica, inequigranular, plagioclásio intensamente argilizado a saussuritizado e quartzo de contato reto a anguloso e (B) detalhe da trama formada por quartzo com extinção ondulante, plagioclásio alterado e biotita intersticial. Polarizadores cruzados.

II. 1.2. Dique de Diabásio

Os diques, centimétricos a métricos, que cortam o Granito Taquaral apresentam contatos sempre abruptos com direção NE-SW (Fig. II. 14 A e B) e correspondem a rochas de composição gabróica que, em função da granulação e forma de ocorrência, foram classificadas como diabásios. Macroscopicamente, são litotipos maciços, inequigranulares muito finos a finos melanocráticos, de cor cinza-escuro a preta, constituídos por proporções variáveis de plagioclásio e minerais máficos (piroxênio, biotita e anfibólio; Fig. II. 14 C e D).

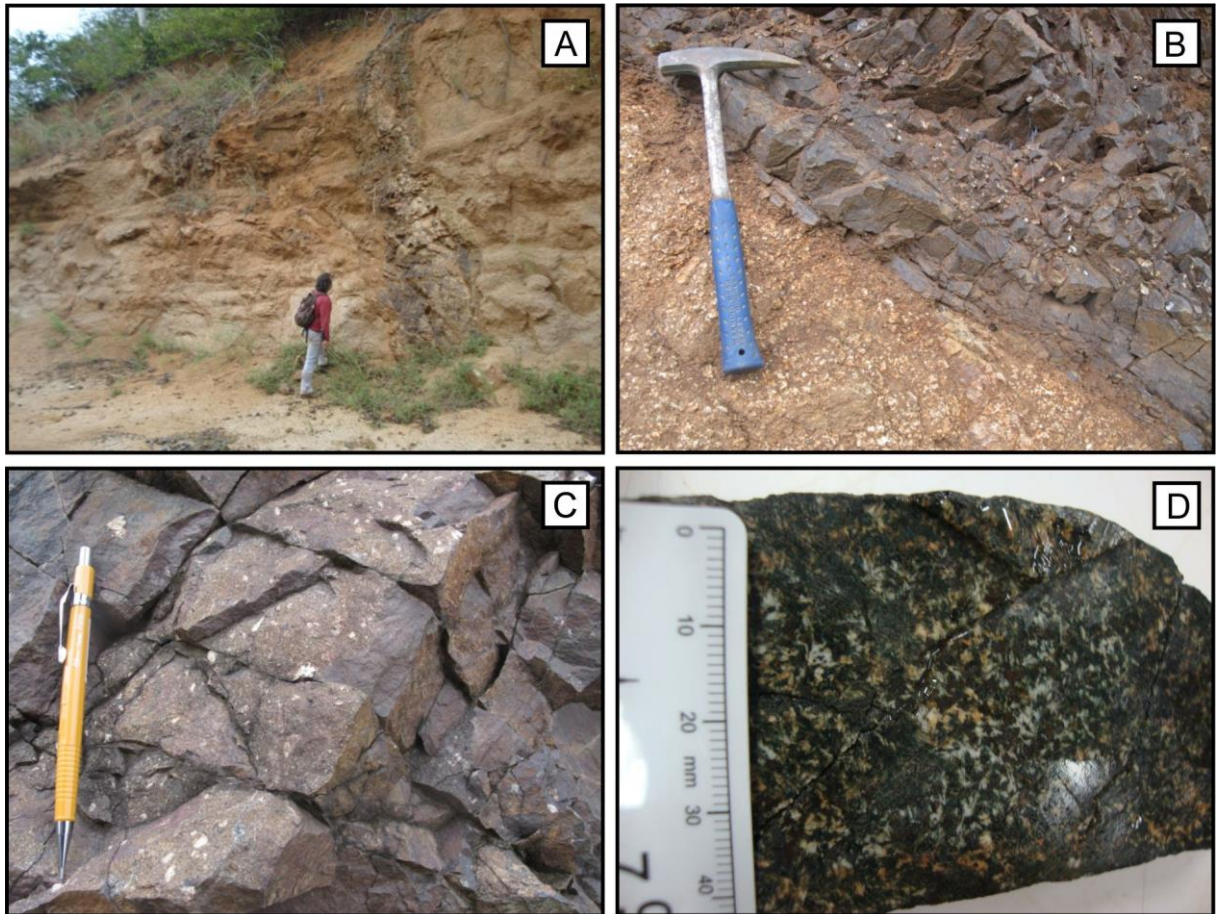


Figura II. 14. Aspectos de campo e macroscópico dos diques de diabásio ilustrando: (A) e (B) afloramentos com contatos abruptos com o Granito Taquaral; (C) afloramento com rochas de cor cinza-escuro e granulação muito fina e (D) textura subofítica fina formada por ripas de plagioclásio e grãos de minerais máficos.

Opticamente, são rochas holocristalinas, hipidiomórficas a xenomórficas, de textura predominantemente intergranular, e subofítica a ofítica, marcada pela trama de ripas de plagioclásio e cristais de minerais máficos (Fig. II. 15 A e B). Essas rochas compõem-se, essencialmente, por plagioclásio, piroxênio, biotita e anfibólio, tendo como fases acessórias apatita e opacos. Encontram-se intensamente alteradas, sendo identificadas evidências de processos de saussuritização, sericitização e argilização do plagioclásio, uralitização do piroxênio e cloritização da biotita. Como minerais de alteração foram identificados sericita, argilominerais, zoisita/clinozoisita, calcita, talco, clorita e actinolita.

O plagioclásio ocorre com hábito tabular, como ripas intersticiais ou inclusas em cristais de piroxênio. Exibe geminação polissintética do tipo albita ou periclina, por vezes combinadas, e menos frequente, macla Carlsbad. Apresentam evidências de intensos processos de alteração, tais como, argilização, sericitização, e mais intensamente, saussuritização com desenvolvimento de grande quantidade de epidoto/clinozoisita, sericita e calcita. Esses cristais de plagioclásio encontram-se fraturados e têm suas fraturas preenchidas por clorita fibrorradiada e talco, provenientes da alteração dos minerais máficos.

Os piroxênios, reconhecidos como augita e hyperstênio com discreto pleocroísmo em tons rosa a verde-claro, apresentam-se anédricos a subédricos com hábito prismático. Ocorrem comumente uralitizados nos traços de clivagens e fraturas, exibindo textura coronítica frequente, com bordas de reação formadas principalmente por anfibólio e biotita, mas também por clorita fibrorradiada e talco. Esta paragênese de alteração pode substituí-los parcialmente ou, algumas vezes pseudomorfizá-los, sendo constituída por óxido/hidróxido de Fe e anfibólio (actinolita), de maneira que a fase primária é encontrada apenas como relictos.

Os anfibólios estão representados pela actinolita e hornblenda. A actinolita ocorre como produtos de transformação da augita, formando textura coronítica com cor verde-clara e hábito principalmente fibroso. A hornblenda, disposta sob hábito esquelético com pleocroísmo marrom a amarelo, é substituída parcialmente por óxido/hidróxido de Fe (Fig. II. 15 C e D) biotita, clorita e talco.

Os minerais opacos ocorrem em quantidade expressiva, podendo representar fases de cristalização primária ou produtos de alteração dos minerais máficos. Nos litotipos de granulação fina são mais comuns e ocorrem, em grãos anédricos ou cristais cúbicos, disseminados por toda rocha ou com hábito esquelético intercrescidos com cristais de piroxênio e anfibólio caracterizando textura simplectítica. Exibem, por vezes, textura coronítica formada principalmente por biotita/clorita e titanita como evidência de neoformação destes últimos minerais.

A biotita pode representar fase primária acessória ocorrendo em grãos anédricos disseminados por toda a rocha ou mineral secundário oriunda da coroa de reação dos opacos. A apatita ocorre em minúsculos cristais aciculares inclusos principalmente no plagioclásio e piroxênio.

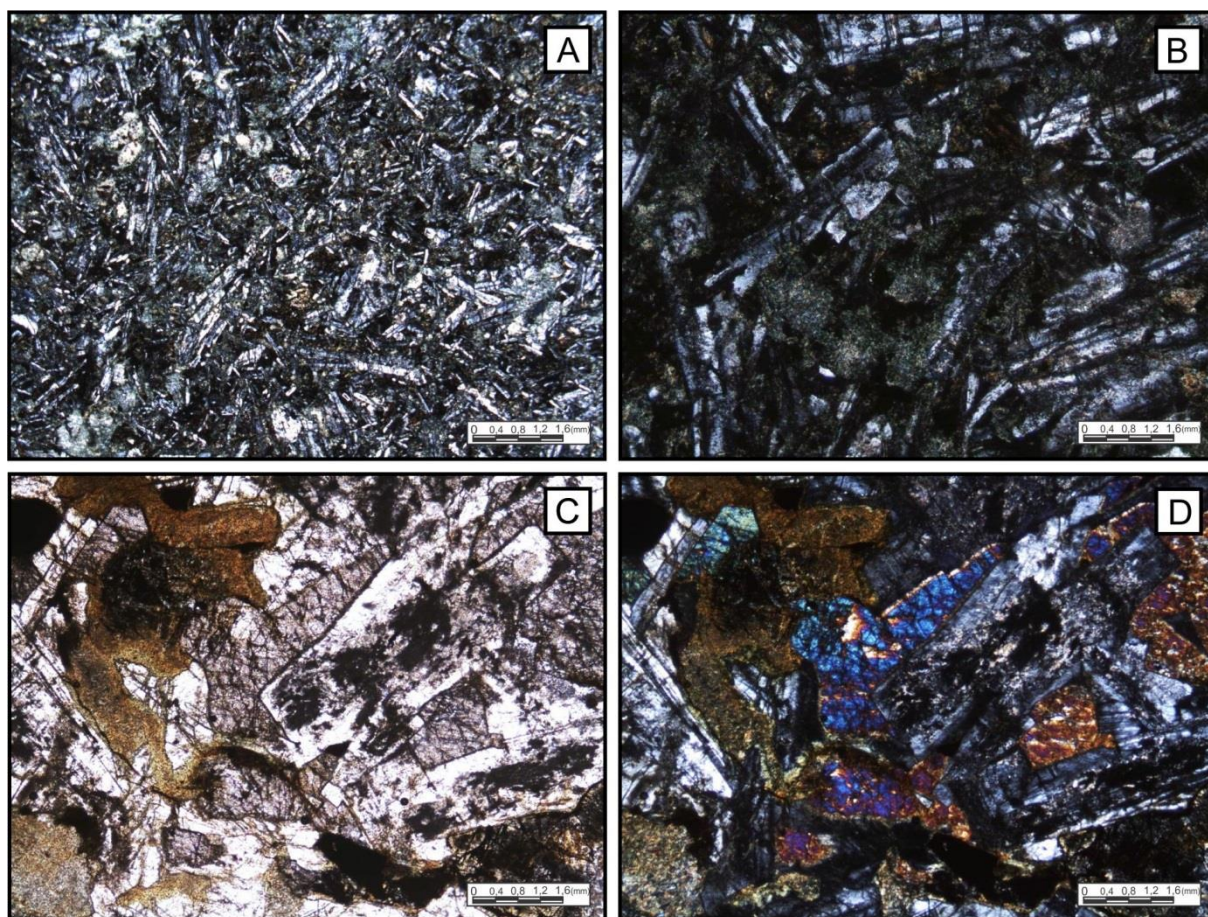


Figura II. 15. Fotomicrografias dos diabásios ilustrando: (A) aspecto geral de textura subofítica formada por cristais tabulares de plagioclásio e prismáticos de piroxênio uralitizados; (B) detalhe da trama entre cristais imbricados de plagioclásio e piroxênio intersticial uralitizado, configurando textura subofítica; (C) e (D) cristais de augita e hornblenda e de plagioclásio tabular substituído parcialmente por óxido/hidróxido de Fe. Polarizadores paralelos em C e cruzados em A, B e D.

II. 1.3. Formação Urucum

A Formação Urucum é composta, predominantemente, por uma sequência de sedimentos terrígenos. Os seus principais afloramentos ocorrem em cortes de estrada nas morrarias: Grande, Urucum, Jacadigo, Trombada dos Macacos, São Domingos e Rabichão. Os arenitos são arcósios, em geral cinza, exibindo também cor avermelhada de alteração, e ocorre em camadas intercaladas aos arcósios de granulação fina, estrutura maciça, constituída de quartzo e feldspato. Esses arenitos foram observados na porção sul da área. E no topo dessa formação ocorrem arcósios ferruginosos e manganésíferos.

II. 1. 4. Formação Bocaina

A Formação Bocaina é composta por calcários dolomíticos e, subordinadamente, calcíticos. Seus afloramentos ocorrem em morrotes (Fig. II. 16 A) que circundam a cidade de Corumbá e no limite com a Bolívia na parte noroeste da área, bem como, em lajedos, blocos e cortes de estrada.

As rochas dolomíticas estão, em geral, silicificadas e, localmente, brechadas (Fig. II. 16 B). Apresentam cor que varia de cinza-claro a escuro, aspecto maciço, granulação fina a média e estratificações plano-paralela e cruzada (tabular), com estruturas sigmoidais e marcas onduladas. Entre as estruturas sedimentares, ocorrem localmente estruturas estilolíticas (Fig. II. 16 C e D).

Esta formação recobre, discordantemente, as rochas do embasamento, faz contato transicional com a Formação Tamengo (superior); e ocorre separada da Formação Pantanal, por discordância.

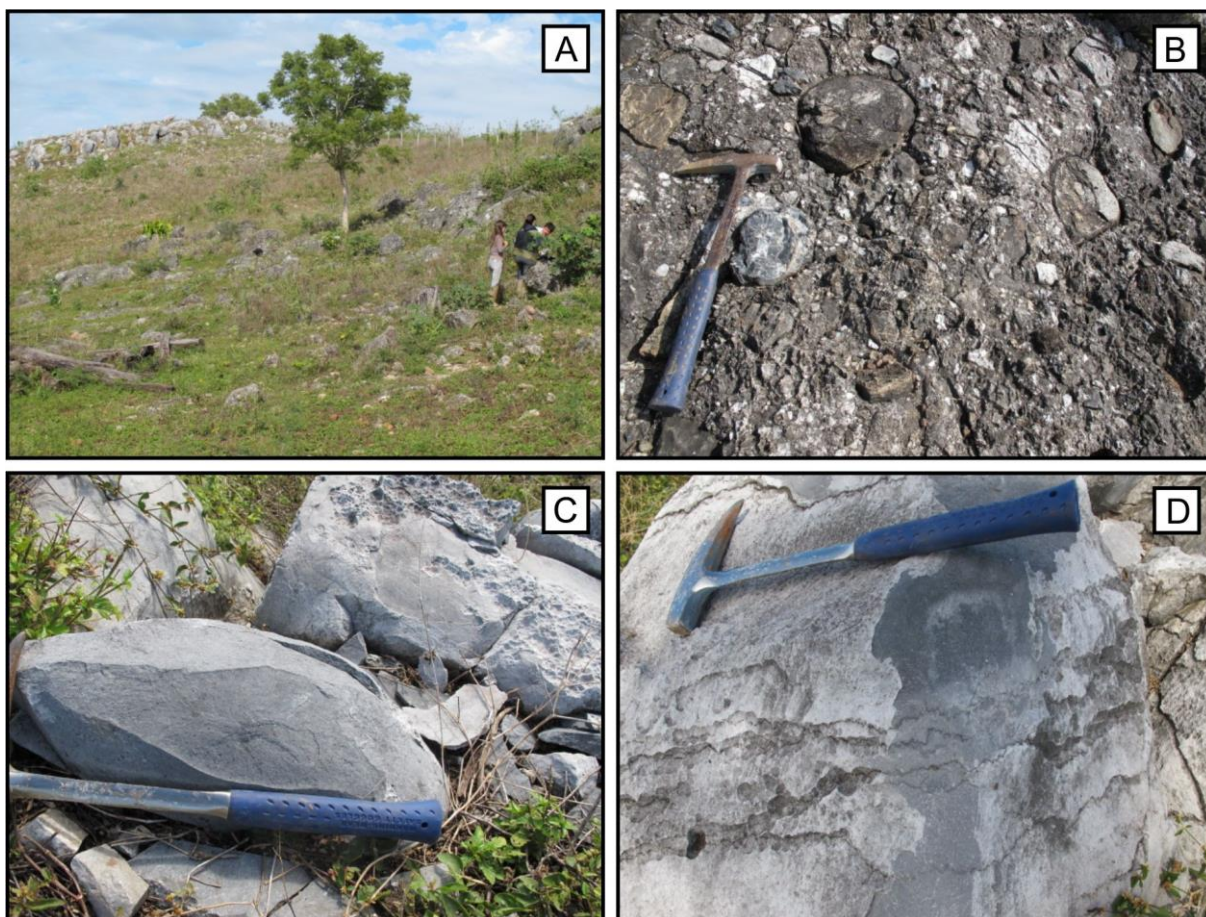


Figura II. 16. Aspectos de campo da Formação Bocaina ilustrando: (A) ocorrência em blocos; (B) aspecto de campo da porção rica em clastos com dimensões de até 15 cm; (C) rocha dolomítica maciça de cor cinza-claro e (D) estrutura estilolítica em rocha dolomítica.

II. 1. 5. Formação Tamengo

A Formação Tamengo constitui-se de uma sequência “carbonática-terrígena” encontrada em blocos e lajedos e representada, predominantemente, por calcários, bem como, folhelhos, siltitos e arenitos. São também identificadas, nesta formação, brechas carbonáticas de origem sedimentar e/ou tectônica. Os calcários calcíticos são de cor cinza-escuro e, quase sempre, finamente cristalinos, apresentando estruturas sedimentares do tipo estratificações plano-paralela e laminar (Fig. II. 17).

Esta unidade faz contato transicional com a Formação Bocaina e ocorre em não- conformidade sobre as rochas do embasamento cristalino, sendo parcialmente encoberta, em discordância, pela

Formação Pantanal. Seus contatos com as formações Urucum e Bocaina, bem como, com o Granito Taquaral são, localmente, tectônicos.



Figura II. 17. Aspecto macroscópico de rocha da Formação Tamengo, destaque para a estratificação plano-paralela.

II. 1. 6. Formação Pantanal

A Formação Pantanal está representada por sedimentos quaternários da Bacia do Pantanal e recobre as rochas da região de Corumbá, em toda porção arrasada ou de baixo relevo da área de estudo. Esta formação é constituída por sedimentos arenosos e siltico-argilosos, com pouco cascalho, variando de consolidados a semiconsolidados.

II. 1. 7. Aluviões Atuais

As Aluviões Atuais correspondem à unidade estratigráfica mais jovem da área estudada, localizando-se na sua parte central, sendo formado por sedimentos fluviais acumulados nas calhas e margens do rio Paraguai e ao longo das demais drenagens.

Quanto à granulometria, apresentam tamanhos variáveis, constituídos por cascalhos, areias, areia quartzosa, silte e argila, ocorrendo por vezes termos mais grossos.

CAPÍTULO III

ARTIGO SUBMETIDO AO *BRAZILIAN JOURNAL OF GEOLOGY*

PETROGÊNESE E GECRONOLOGIA U-Pb e Sm-Nd DO GRANITO TAQUARAL: REGISTRO DE UM ARCO MAGMÁTICO CONTINENTAL OROSIRIANO NA REGIÃO DE CORUMBÁ - MS

TÍTULO RESUMIDO: PETROGÊNESE E GEOCRONOLOGIA U-Pb E Sm-Nd DO GRANITO TAQUARAL

Letícia Alexandre Redes^{1,2}, Maria Zélia Aguiar de Sousa^{1,2,3}, Amarildo Salina Ruiz^{1,2,4}, Jean-Michel Lafon^{2,5}

(1) Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Ciências Exatas e da Terra – (ICET), Universidade Federal de Mato Grosso – (UFMT) – Avenida Fernando Corrêa, s/n, Bairro Coxipó. CEP: 78060-900. Cuiabá-MT, Brasil. E-mail: leticiaredes@hotmail.com

(2) Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Geociências da Amazônia (GEOCIAM)

(3) Departamento de Recursos Minerais, ICET, UFMT. E-mail: prof.mzaguiar@gmail.com

(4) Departamento de Geologia Geral, ICET, UFMT. E-mail: asruiz@gmail.com

(5) Laboratório de Geocronologia da UFPA (Para-Iso)

RESUMO

O Granito Taquaral situa-se no sul do Cráton Amazônico, na região de Corumbá, extremo ocidente do estado de Mato Grosso do Sul, próximo à fronteira Brasil-Bolívia. Apresenta dimensões batolíticas, sendo parcialmente recoberto pelas rochas sedimentares das formações Urucum, Tamengo, Bocaina e Pantanal e pelas Aluviões Atuais. Suas rochas são classificadas como quartzo monzodioritos, granodioritos, quartzo-monzonitos, monzo e sienogranitos e separadas em três fácies petrográficas. Dois tipos de enclaves de natureza e origens diferentes são encontrados, um de composição máfica correspondente a xenólito e outro identificado como enclave microgranular félsico. Observam-se duas fases deformacionais, uma de natureza dúctil (F_1) e outra rúptil/rúptil-dúctil (F_2). Os dados geoquímicos indicam composição intermediária a ácida para essas rochas e sugerem sua colocação em ambiente de arco, representando um magmatismo cálcio-alcálico de médio a alto-K, metaluminoso a peraluminoso. A datação radiométrica pelo método U-Pb (SHRIMP) em zircão deste granito aponta para uma idade de $1861 \pm 5,3$ Ma para sua cristalização. Análises Sm-Nd em rocha total fornecem valores de $\epsilon_{Nd(1,86 Ga)}$ de -1,48 e -1,28 e T_{DM} de 2,32 e 2,25 Ga indicando uma provável fonte crustal riaciana. Admite-se que o Granito Taquaral corresponde a um magmatismo desenvolvido no final do Orosiriano no Arco Magmático Amoguijá.

Palavras-Chave: Granito Taquaral, Geoquímica, Geocronologia U-Pb e Sm-Nd.

ABSTRACT: PETROGENESIS AND GEOCHRONOLOGY U-PB AND SM-ND OF THE TAQUARAL GRANITE: RECORD OF AN OROSIRIAN MAGMATIC ARC IN THE CORUMBÁ REGION

The Taquaral Granite is situated in the Southern of Amazonian Craton in the Corumbá region, southwestern of Mato Grosso do Sul state, near to Brazil-Bolívia border. Shows batholithic dimensions being partially recovered by sedimentary rocks of Urucum, Tamengo and Bocaina formations and Current Alluvial. Their rocks are classified as quartz monzodiorites, granodiorites, quartz monzonites, monzo and syenogranites, separated by three petrographyc facies. There is two types of enclaves of different sources occur. The one of mafic composition corresponding to xenoliths and other identified as felsic microgranular. Two deformation phases are identified, one of ductile behaviour (F_1) and another of brittle / ductile brittle behaviour (F_2). The geochemical data indicate intermediate to acid composition for this rocks and suggest his emplacement on magmatic arc environment, represented by calk-alkaline of medium to high potassium, metaluminous to peraluminous. The radiometric data by U-Pb (SHRIMP) in zircon of this granite points for the crystallization age of $1861 \pm 5,3$ Ma. The Sm-Nd analytical data in total rock provided values of $\epsilon_{Nd(1,86 Ga)}$ de -1,48 e -1,28 e T_{DM} de 2,32 e 2,25 Ga., indicating likely a Riaccian crustal source. It admits for the Taquaral Granite represents a magmatism developed on the final of Orosirian age in Amoguijá magmatic arc.

Keywords: Taquaral Granite, Geochemical, U-Pb and Sm-Nd. Geochronology

III. 1. INTRODUÇÃO

O embasamento das coberturas neoproterozoicas da região do município de Corumbá (região limítrofe Brasil-Bolívia) tem sido descrito como pertencente ao Complexo Rio Apa (Terreno Rio Apa), constituído por metagranitos, ortognaisses e anfibolitos subordinados (Godoi *et al.* 2001).

Diversos trabalhos têm revelado a ocorrência de magmatismo de idade orosiriana (1.9 a 1.8 Ga), em grande parte do sul Cráton Amazônico, sendo reconhecido no Terreno Rio Apa por Correia Filho *et al.* (1981), Araújo *et al.* (1982), Godoi *et al.* (2001), Lacerda Filho *et al.* (2006), Cordani *et al.* (2010), Brittes *et al.* (2013) e Plens *et al.* (2013); enquanto que no Terreno San Pablo, Vargas-Mattos (2010) descreve a ocorrência de granitoides cálcio alcalinos de ambiente de arcos magmáticos em território boliviano.

O propósito deste trabalho é contribuir para a compreensão da história magmática e deformacional do Granito Taquaral e, por consequência, do magmatismo orosiriano na porção sul do Cráton Amazônico. Para tanto, foi realizada sua caracterização geológica e petrográfica bem como, análises geoquímicas, geocronológicas U-Pb (SHRIMP) em zircão e isotópicas (Sm-Nd) foram empregadas para definir a sua petrogênese, idade de colocação e o provável ambiente tectônico onde foi gerado.

III. 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas duas etapas de campo com duração de sete e dez dias quando se descreveu sessenta e oito afloramentos dos quais apenas catorze correspondem ao Granito Taquaral. Buscou-se delimitar as diferentes fácies litológicas, coletar dados estruturais e amostras para os estudos geoquímicos, petrológicos e geocronológicos, sendo coletadas vinte e quatro amostras do Granito Taquaral, quatro de seus enclaves e oito do dique de diabásio. Esta amostragem limitada, principalmente da parte sul do corpo, reflete pela escassez de afloramentos do Granito Taquaral que está parcialmente recoberto pela Formação Pantanal e Aluviões Atuais.

Para as análises petrográficas, foram selecionadas amostras mais representativas do Granito Taquaral e confeccionadas trinta e seis seções delgadas, no Laboratório de Laminação do Departamento de Recursos Minerais (DRM-UFMT). Foram descritas amostras em escala macro e microscópica, visando caracterizar a composição mineralógica, feições texturais e estruturais. Para contagem modal macroscópica, oito amostras de granulação média a grossa foram, previamente, submetidas à coloração seletiva dos feldspatos, segundo metodologia discutida por Hutchinson (1974); enquanto a microscópica, foi realizada para três amostras de granulação fina com auxílio de um *charriot*. Os critérios adotados quanto à granulação (em mm) foram os sugeridos pela IUGS: muito fina ($\emptyset \leq 0,1$); fina ($0,1 < \emptyset \leq 1,0$); média ($1,0 < \emptyset \leq 5,0$) e grossa ($5,0 < \emptyset \leq 20,0$). A descrição das lâminas foi realizada com microscópio petrográfico binocular no Laboratório de Microscopia do DRM-UFMT.

No tratamento dos dados estruturais foi utilizado o *software Open Stereo* (Grohmann *et al.* 2011) e as rochas das zonas de cisalhamento foram classificadas segundo os critérios definidos em Sibson (1977).

O estudo geoquímico do Granito Taquaral foi efetuado em 9 amostras mais representativas dessa unidade, considerando sua distribuição espacial e diversidade mineralógica e de granulação. Selecionou-se 4 exemplares da Fácies Média a Grossa Cinza (FMGC), 3 da Fácies Grossa Rosa (FGR) e 2 da Fácies Fina Rosa (FFR) que foram britados e pulverizados no Laboratório Intermediário de Preparação de Amostras da Rede Geochronos do DRM-UFMT, e posteriormente enviados para um laboratório comercial (*Acme Analytical Laboratories – Acmelab; Vancouver/Canadá*) para análises de elementos maiores, menores e traços (Tabela 1), pelos métodos ICP-ES (*Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometry*) e ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*).

A separação dos cristais de zircão da amostra RM-07, utilizada na datação pelo método U/Pb (SHRIMP), foi feita no Laboratório Intermediário de Preparação de amostras para geocronologia da Rede Geochronos – DRM/UFMT, O procedimento incluiu separação granulométrica das frações 250, 210, 177, 125, 90, e 63 μ m, separação magnética e por densidade. Do material resultante, foi separada manualmente uma quantidade de 150 zircões da fração 125 μ m com o auxílio da lupa óptica binocular, dos quais foram selecionados os cristais a serem analisados. O estudo prévio por microscopia eletrônica de varredura para a obtenção de imagens por catodoluminescência (CL) e as análises geocronológicas U-Pb foram realizadas no Centro de Pesquisas Geocronológicas do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (CPGeo-IGC/USP). Os procedimentos analíticos de

datação U-Pb em zircão por *SHRIMP II* (*Sensitive High Resolution Ion Microprobe*) foram descritos detalhadamente por Stern (1998) e Williams (1998) e Sato *et al.* (2008). Os cálculos de idade foram efetuados com auxílio do programa ISOPLOT/EX (Ludwig 2001).

As análises Sm-Nd foram realizadas em duas amostras de rocha total (RM-07 e RM-09A) no Laboratório de Geologia Isotópica (Pará-Iso) da Universidade Federal do Pará, segundo o procedimento analítico descrito em Oliveira *et al.* (2008) e Barreto *et al.* (2014). Aproximadamente 100mg de amostra pulverizada, foram dissolvidos em bombas de teflon, com HNO₃, HCl e HF em forno de micro-ondas, após introdução de um traçador misto ¹⁴⁹Sm/¹⁵⁰Nd para a determinação dos teores de Sm e Nd por diluição isotópica. A separação química foi realizada por cromatografia em resina de troca iônica em duas etapas com resinas Biorad DOWEX AG50x8 e Ln Eichrom®. As análises isotópicas foram realizadas em um espectrômetro de massa com fonte de plasma (ICP-MS) *Thermo-Finnigan* modelo *Neptune*. As razões isotópicas medidas do Nd foram corrigidas para o fracionamento de massa utilizando como parâmetro de normalização a razão ¹⁴⁶Nd/¹⁴⁴Nd = 0,7219. A constante de decaimento usada foi o valor de 6,54 x 10⁻¹².ano⁻¹ (Lugmair & Marti 1978). Os cálculos das idades-modelo foram feitos com base na curva de evolução do manto empobrecido de DePaolo (1981).

III. 3. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

O Cráton Amazônico representa uma das principais entidades geotectônicas pré-cambrianas da América do Sul, localizado na parte norte desse continente. Encontra-se dividido, pela Bacia do Amazonas, em dois escudos: o Escudo Brasil Central e o Escudo das Guianas. Optou-se por utilizar neste trabalho a proposta de Ruiz (2005), que acrescenta a Província Rio Apa (1,8 a 1,3 Ga) à compartimentação sugerida por Tassinari & Macambira (2004) e atualizada em Cordani *et al.* (2009), na qual o Cráton Amazônico foi compartimentado em províncias geocronológicas que correspondem a sucessivas acreções de crostas juvenis em cinturões móveis proterozoicos (Províncias Maroni-Itacaúnas – 2,25 a 2,05 Ga, Ventuari-Tapajós - 1,98 a 1,81 Ga, Rio Negro-Juruena - 1,78 a 1,55 Ga, Rondoniano-San Ignácio - 1,55 a 1,30 Ga e Sunsás-Aguapeí - 1,26 a 0,95 Ga), situados ao redor de um núcleo proto-cratônico arqueano (Província Amazônia Central - > 2,6 Ga).

Há duas propostas de contextualização geotectônica do Terreno Rio Apa. A primeira propõe que este terreno é um fragmento crustal alóctone ao Cráton Amazônico, separado pela Faixa Tucavaca (Barros *et al.* 1982, Del'Arco *et al.* 1982, Litherland *et al.* 1986, Alvarenga e Saes 1992, Brito Neves *et al.* 1995, Trompette *et al.* 1998, Tassinari e Macambira 1999 e 2004, Santos *et al.* 2000 e 2008, Teixeira *et al.* 2010, Bettencourt *et al.* 2010). A segunda, de Ruiz *et al.* (2005), Lacerda Filho *et al.* (2006) e Cordani *et al.* (2010), retoma a proposição de Almeida (1967) e Amaral (1974), indicando que o Terreno Rio Apa seja um prolongamento do Cráton Amazônico e embasamento dos cinturões móveis neoproterozoicos. Neste trabalho, adota-se a segunda proposta, considerando-se o Terreno Rio Apa como a porção meridional do Cráton Amazônico (Fig. III. 1).

Baseado em dados geológicos e geocronológicos Lacerda Filho *et al.* (2006) indicam que as rochas da Província Rio Apa, foram geradas entre 1,95 e 1,75 Ga, e ainda a subdividiram em três compartimentos geotectônicos distintos assim denominados: Remanescente da Crosta Oceânica (2,2 a 1,95 Ga.), Arco Magmático Rio Apa (1,95 a 1,87 Ga) e Arco Magmático Amoguijá (1,87 a 1,75 Ga). Além das unidades descritas e empilhadas cronologicamente neste trabalho, estes autores, descrevem o Magmatismo Máfico Continental (1,79 e 1,78 Ga) e o Enxames de Diques Máficos Rio Perdido (914± 9 Ma).

O Arco Magmático Amoguijá é composto pela Suíte Intrusiva Alumiador e pelas Vulcânicas Serra da Bocaina. O termo Suíte Intrusiva Alumiador, de acordo com Lacerda Filho *et al.* (2006), Godoy *et al.* (2010) e Manzano *et al.* (2012), corresponde a um batólito alongado segundo a direção N-S de composição sieno a monzogranítica, constituído por rochas leucocráticas de cor variando de cinza a rosa, isotrópicas a anisotrópicas. Plens *et al.* (2013), Brittes *et al.* (em prep.) e Nogueira *et al.* (em prep.) agruparam as diversas intrusões graníticas constituintes do Arco Magmático Amoguijá como participantes da Suíte Intrusiva Alumiador.

Lacerda Filho *et al.* (2006) obtiveram em amostra de monzogranito porfirítico uma idade de cristalização de 1867 Ma, pelo método U-Pb SHRIMP em zircão e dados isotópicos Sm-Nd que forneceram idade modelo T_{DM} de 2,17 Ga e ε_{Nd} em torno de -0,68, apontando para um arco juvenil de margem continental com pouca contaminação crustal. Cordani *et al.* (2010) apresentam dados Ar-Ar e

K-Ar para as rochas vulcânicas da Serra da Bocaina e plutônicas da Suíte Alumiador que indicaram idade em torno de 1300 Ma. Esses autores apresentaram também idade U-Pb em zircão de 1839 ± 33 Ma e idades modelo Nd T_{DM} de 2,54-2,49 Ga para essas rochas. A tabela III.1 sumariza os dados geocronológicos disponíveis para as rochas da Suíte Intrusiva Alumiador.

Tabela III. 1. Dados geocronológicos disponíveis para as rochas graníticas da Suíte Intrusiva Alumiador, obtidas pelos métodos U-Pb (SHRIMP) em zircão, Rb-Sr, Sm-Nd, Ar-Ar e K-Ar.

Unidade Litoestratigráfica	Referência	U-Pb	Rb-Sr		Sm-Nd		Ar-Ar	K-Ar
		Idade (Ma)	Idade (Ma)	$(Sr^{87}/Sr^{86})_t$	T_{DM} (Ga)	$\epsilon Nd(t)$	Idade (Ma)	Idade (Ma)
Suíte Intrusiva Alumiador	Araújo <i>et al.</i> (1982)		1600 \pm 40	0,707				
	Cordani <i>et al.</i> (2005)						1060 1300	
	Lacerda Filho <i>et al.</i> (2006)	1867			2,17	-0,68		
	Cordani <i>et al.</i> (2010)	1839 \pm 33	1674 \pm 17		2,38 2,49	-2,86 - 4,20	1302 \pm 3 1296 \pm 2	1314 \pm 9

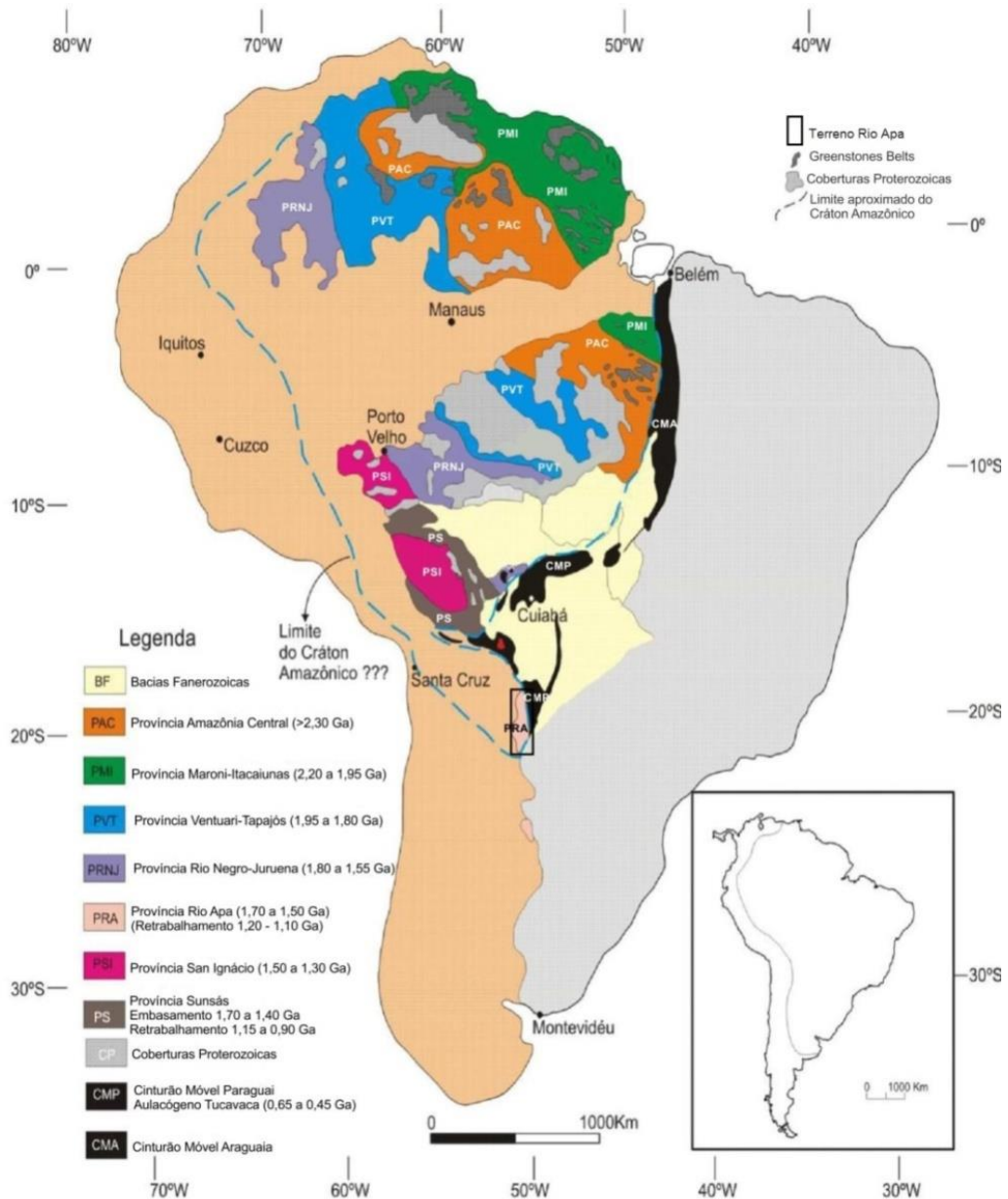


Figura III. 1. Compartimentação geocronológica e tectônica do Cráton Amazônico, considerando o Maciço rio Apa como seu extremo meridional (Ruiz 2005).

O Terreno San Pablo (Fig. III. 2) está localizado em território Boliviano e foi denominado inicialmente como Bloco Cristal por Litherland & Klink (1982) e posteriormente como San Pablo por Saes *et al.* (1992), Saes & Fragozo Cesar (1994 e 1996) e Saes (1999). Conforme Saes (1999) a ausência de registros do Grupo Sunsás no interior do terreno, justificaria a sua individualização. O Terreno San Pablo é limitado por descontinuidade tectônica representada pelo *San Diablo Front* (Litherland *et al.* 1986) ou *San Diablo Straightening Zone* (Pitfield *et al.* 1979, in Saes 1999).

Para o Granito Correraca, Vargas-Mattos (2010) apresenta resultados Pb-Pb em zircão, cujos valores variam entre 1920 a 1895 Ma, e Sm-Nd com T_{DM} de 2,8 a 2,9 Ga e $\epsilon Nd(t)$ de -8,5 e -9,4, demonstrando a existência de magmatismo ácido paleoproterozoico no Terreno San Pablo. Estes resultados reforçam a proposta inicial de Saes *et al.* (1992) da existência de um bloco crustal a sul do Terreno Paraguá, limitado pela Zona de Cisalhamento San Diablo. O Granito Correraca localiza-se na região de Rincón del Tigre e Santo Corazón. É um plúton que está sobreposto ao norte por rochas sedimentares do Grupo Sunsás, a oeste pelo Grupo Boqui e ao sul pelo Grupo Murciélagu. No leste, faz contato de falha com o Complexo Granitoide Santo Corazón.

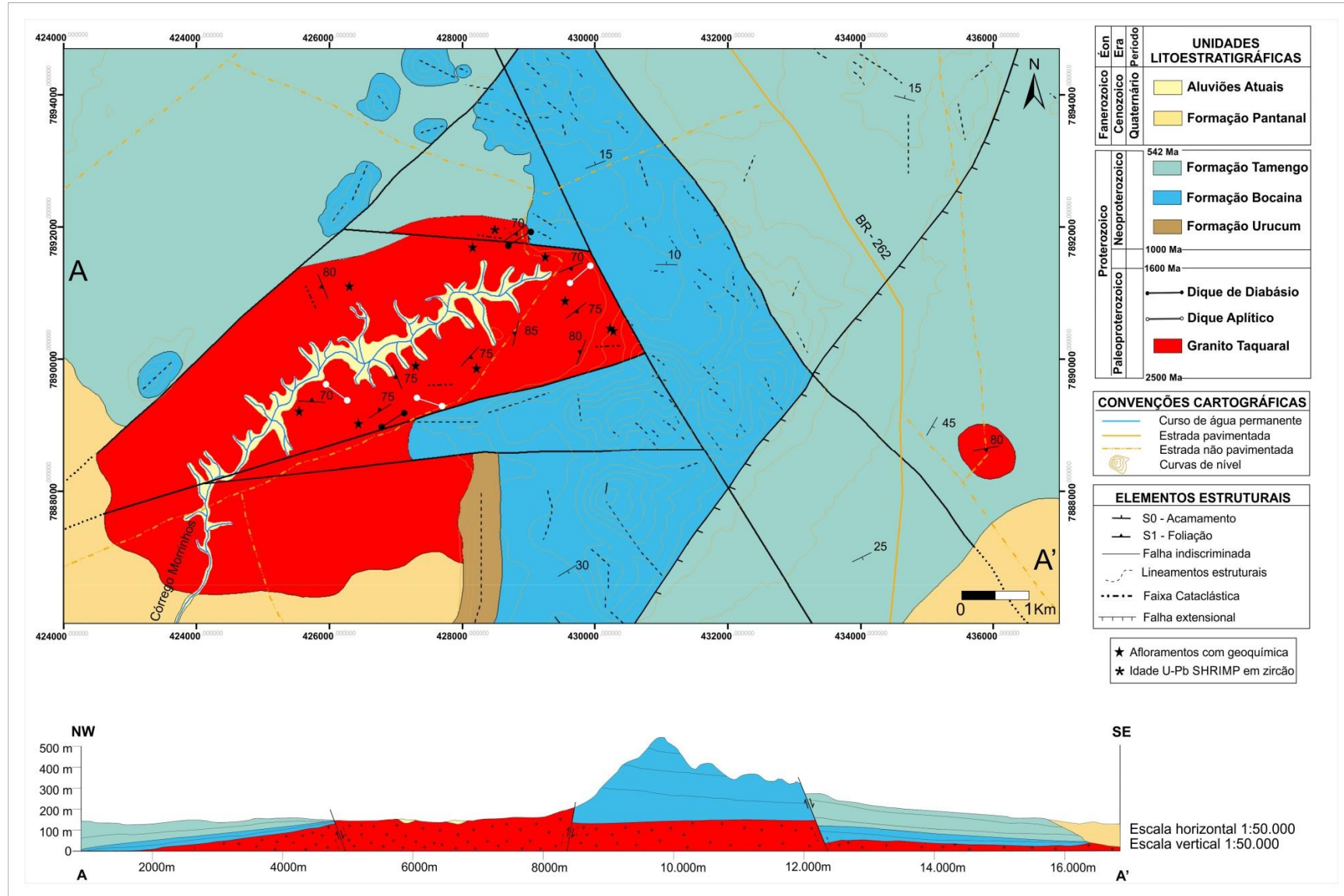


Figura III. 3. Mapa geológico do Granito Taquaral e as coberturas Sedimentares Neoproterozoicas e Quaternárias

A FFR é constituída por rochas hololeucocráticas de cor rosa-claro, equi a inequigranulares de composição monzo a sienogranítica (Fig. III. 4). Apresenta, predominantemente, granulação fina ocorrendo em diques aplíticos, com espessura de até 15 cm, cortando a FMGC e a FGR em contatos abruptos e reativos (Fig. III. 5 E e F).

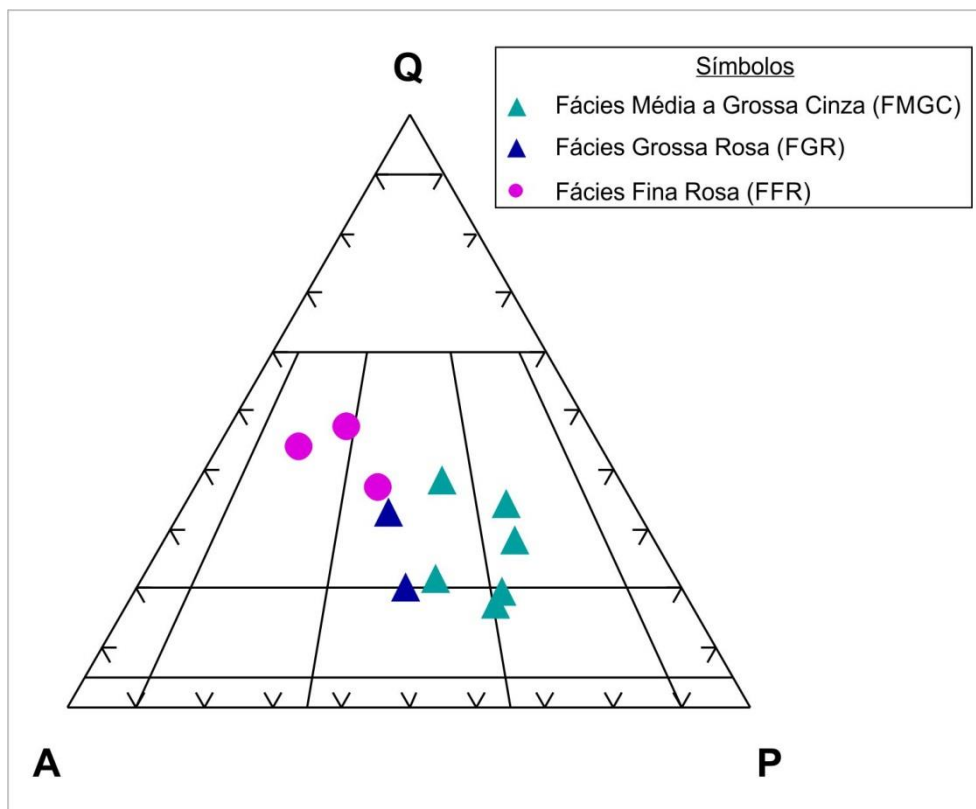


Figura III. 4. Diagrama QAP para as rochas do Granito Taquaral (campos conforme Le Maitre *et al.* 2002).

Opticamente as rochas da FMGC apresentam texturas hipidiomórfica a xenomórfica, inequigranular e localmente gráfica, constituída essencialmente, por plagioclásio, quartzo, feldspato alcalino peritéticos e minerais máficos, identificados como, biotita, hornblenda e opacos com uma paragênese acessória representada por titanita, apatita, allanita, opacos e zircão (Fig. III. 6). Os litotipos milonitizados mostram textura porfiroclástica a granoblástica, com matriz que varia de muito fina a média e orientação preferencial dos minerais félsicos e máficos e que por vezes desviam de sua orientação principal e se amoldam aos porfiroclastos de feldspato alcalino, caracterizando sombra de pressão. Esta fácies exhibe-se intensamente alterada, sendo evidenciada pelo hidrotermalismo responsável pelos processos de sericitização, argilização e saussuritização dos feldspatos e cloritização da biotita e do anfibólio.

Microscopicamente, as rochas da FGR exibem texturas hipidiomórfica a xenomórfica, e raramente gráfica, primordialmente formada por feldspato alcalino (microclina peritético), plagioclásio, quartzo, biotita e anfibólio (hornblenda), tendo como minerais acessórios, titanita, apatita, zircão e opacos (Fig. III. 7). Mostra-se intensamente alterada, com feldspatos turvos argilizados, sericitizados ou saussuritizados, bem como biotita e anfibólio cloritizados.

Ao microscópio, as rochas da FFR são predominantemente equigranulares xenomórficas compostas por feldspato alcalino (microclina), quartzo, plagioclásio e menos de 5 % de minerais máficos (biotita, hornblenda, titanita, apatita e opacos; Fig. III. 8 A e B). Apresentam alteração incipiente para sericita, argilominerais, clorita e minerais do grupo do epidoto que podem ocorrer em vênulas.

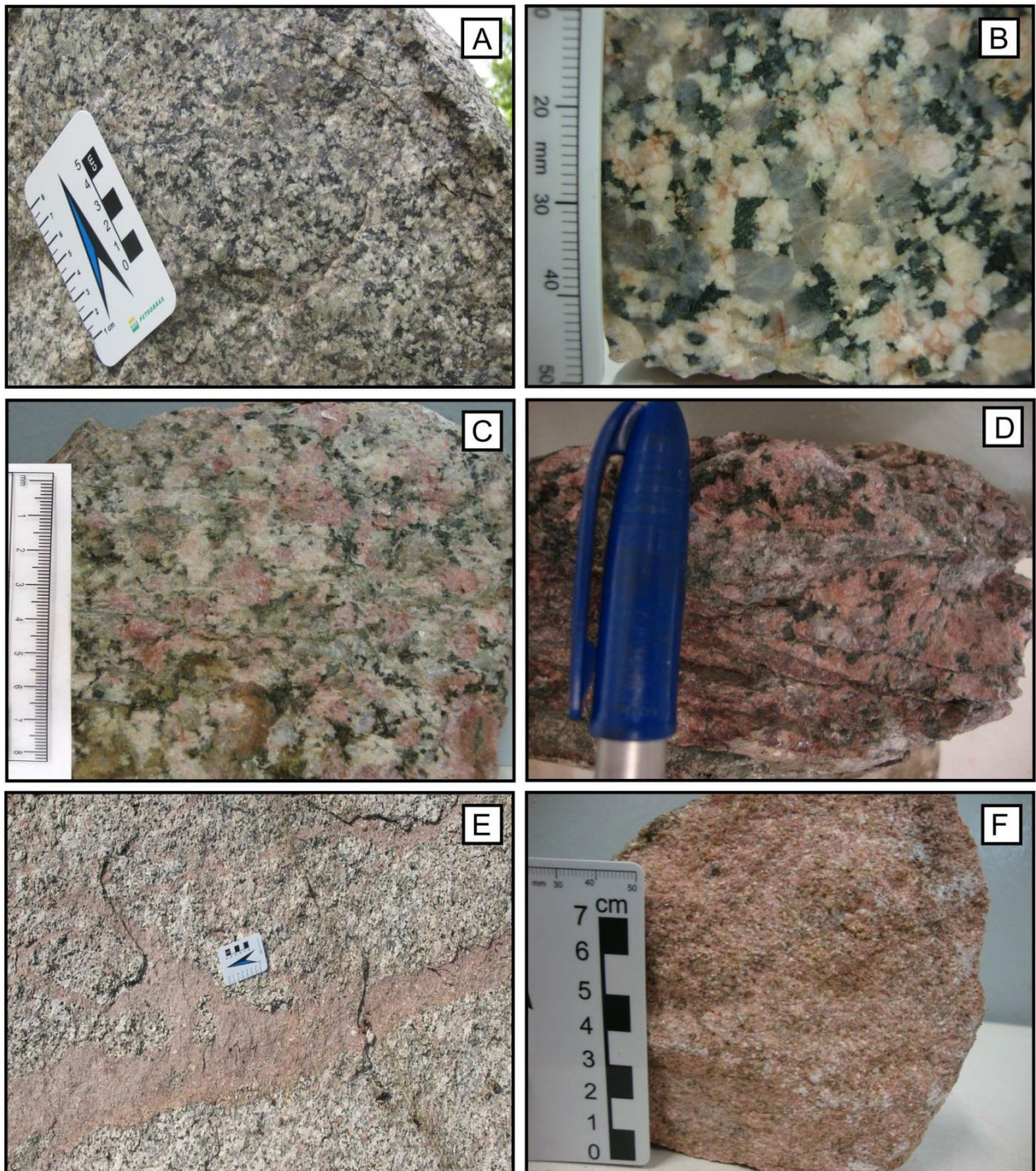


Figura III. 5. Aspectos macroscópicos do Granito Taquaral: (A) granodiorito de granulação média e foliação discreta da FMGC; (B) granodiorito inequigranular, médio a grosso de cor cinza da FMGC; (C) monzogranito foliado de granulação grossa da FGR; (D) rocha da FGR de cor rosa avermelhada, inequigranular com faixas cataclásticas; (E) diques aplíticos de cor rosa com espessura de até 15 cm em contato abrupto e reativo com monzogranito e com inclusão de fragmentos angulosos do hospedeiro monzogranítico; (F) aplito de granulação fina e composição sienogranítica da FFR.

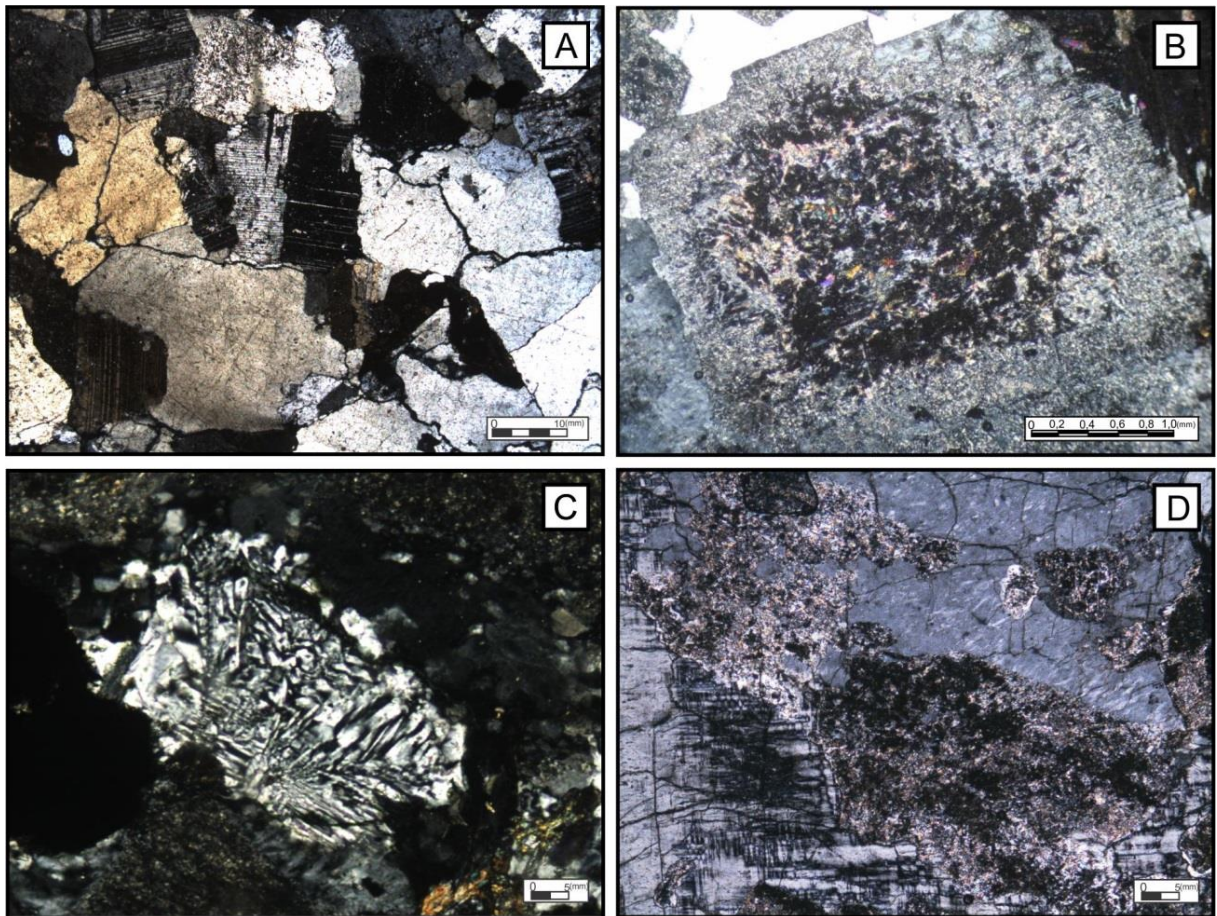


Figura III. 6. Fotomicrografias da FMGC ilustrando: (A) textura equigranular grossa; (B) plagioclásio intensamente saussuritizado no núcleo evidenciando zonação normal, com epidoto e calcita como principais produtos de alteração; (C) quartzo e feldspato alcalino compondo textura micrográfica; (D) feldspato alcalino pertítico em contato com plagioclásio saussuritizado. Polarizadores cruzados.

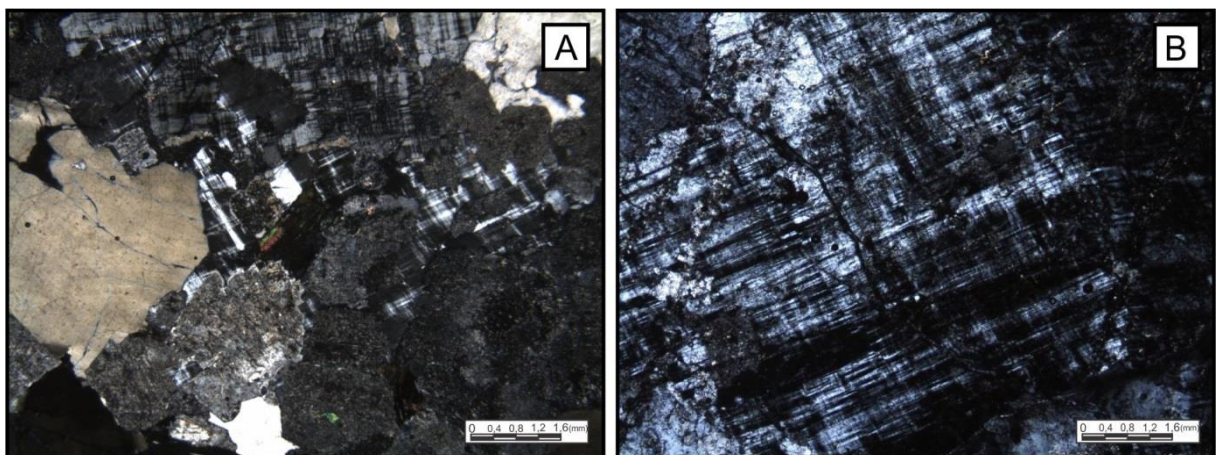


Figura III. 7. Fotomicrografias da FGR ilustrando: (A) textura equigranular grossa; (B) cristal de microclina com dimensão de 8mm. Polarizadores cruzados.

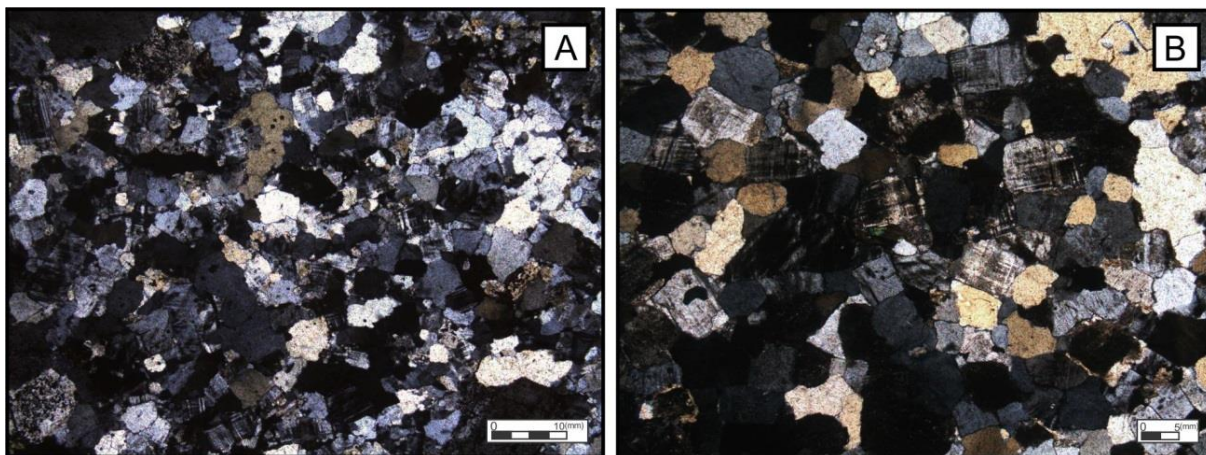


Figura III. 8. Fotomicrografias da FFR: (A) aspecto geral com textura predominantemente equigranular xenomórfica e plagioclásio saussuritizado; (B) detalhe da textura xenomórfica, composta por grãos de quartzo, microclina e plagioclásio saussuritizado. Polarizadores cruzados.

Dois tipos de enclaves de natureza e origens diferentes foram encontrados no Granito Taquaral. Um, de composição máfica, corresponde a xenólito e outro, identificado como enclave microgranular félsico (EMF) que representa um processo de mistura de magmas do tipo *mingling* (mistura heterogênea). O xenólito encontra-se em quantidade subordinada, tem composição anfibolítica, formas alongadas, ovaladas até arredondadas e dimensões centimétricas até métricas, sendo constituído de anfibólio, plagioclásio, minerais opacos e titanita. O EMF exibe-se com formas arredondadas e dimensões centimétricas composto por plagioclásio, quartzo, feldspatos alcalinos e biotita. Feições típicas de mistura de magmas foram obeservadas em escalas macro e microscópicas no EMF como: contato reativo com a hospedeira, engolfamento de xenocristais, quartzo com bordas e golfos de corrosão, quartzo poiquilítico englobando cristais de biotita, hornblenda, apatita e minerais opacos e glomeropórfiros de plagioclásio e biotita.

Os diques, centimétricos a métricos, que cortam o Granito Taquaral apresentam contatos sempre abruptos (Fig. III. 9 A e B) e correspondem a rochas de composição gabroica que, em função da granulação e forma de ocorrência, foram classificadas como diabásios. Macroscopicamente, são litotipos maciços, inequigranulares muito finos a finos, melanocráticos, de cor cinza-escuro a preta, constituídos por proporções variáveis de plagioclásio e minerais máficos (piroxênio, biotita e anfibólio; Fig. III. 9 C e D).



Figura III. 9. Aspectos de campo e macroscópicos dos diques de diabásio ilustrando: (A) e (B) afloramentos com contatos abruptos com o Granito Taquaral; (C) afloramento com rochas de cor cinza-escuro e granulação muito fina; (D) textura subofítica fina formada por ripas de plagioclásio e grãos de minerais máficos.

III. 5. CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL

Com o propósito de compreender a evolução estrutural e a cinemática da deformação que afetaram o Granito Taquaral foi realizada a análise estrutural em dezenas de estações distribuídas em toda a área mapeada (Fig.III. 3).

A análise descritiva das estruturas tectônicas em campo, associada a interpretação das imagens de satélite e a descrição das rochas em escala microscópica, permitiram a identificação de duas fases de deformação, aqui denominadas F_1 e F_2 .

Para a análise estrutural adotou-se o conceito de fases de deformação segundo as concepções de Jardim de Sá & Hackspacher (1980) enquanto a descrição e denominações das estruturas tectônicas como foliações e lineações, seguiu-se a proposição de Passchier & Trouw (2005).

O Granito Taquaral não exhibe uma intensa deformação penetrativa e as rochas são normalmente isotrópicas a levemente foliadas. Em zonas de alta deformação dúctil desenvolve-se a foliação milonítica típica e, em vários afloramentos, são observados cataclasitos em zonas de falhas que também afetam a cobertura sedimentar dos Grupos Corumbá e Jacadigo.

A primeira fase de deformação (F_1) é responsável pelo desenvolvimento de foliação penetrativa (S_1) tênue, e heterogênea em intensidade e orientação. (Fig. III. 10A). É notável o desenvolvimento de faixas miloníticas com formação de protomilonitos a milonitos indicando feixes de alta deformação dúctil associados à fase F_1 . A foliação milonítica é paralela à foliação penetrativa regional (S_1), ambas orientadas preferencialmente segundo a direção N20-30E, com mergulhos elevados, entre 75° e 85° principalmente para NW.

Os porfiroclastos de feldspato alcalino mostram-se rotacionados, imersos em uma matriz fina a média, definindo uma textura do tipo *augen*. A matriz possui orientação preferencial dos minerais félsicos e máficos, os quais se amoldam aos porfiroclastos (Fig. III. 10 B).

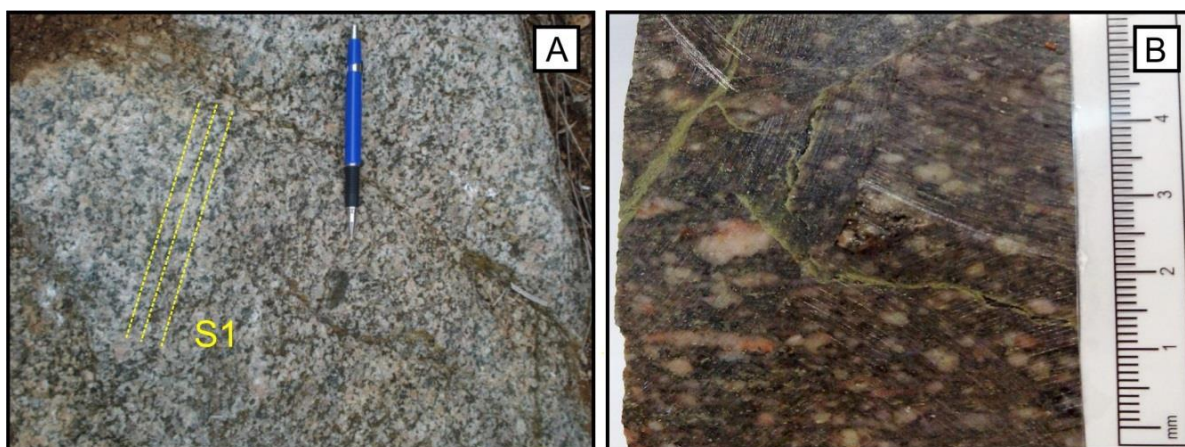


Figura III. 10. Fotografias do Granito Taquaral ilustrando os produtos da deformação da F_1 : (A) foliação S_1 em monzogranito com orientação preferencial dos minerais máficos; (B) milonito com porfiroclastos de feldspato alcalino rotacionados imersos em uma matriz fina.

As medidas da foliação S_1 têm suas atitudes com pequenas variações ilustradas no estereograma da Figura III. 11. As observações de campo atestam que a orientação preferencial da foliação S_1 , exibe máxima concentração em N10-20 E /80 a 90 NW.

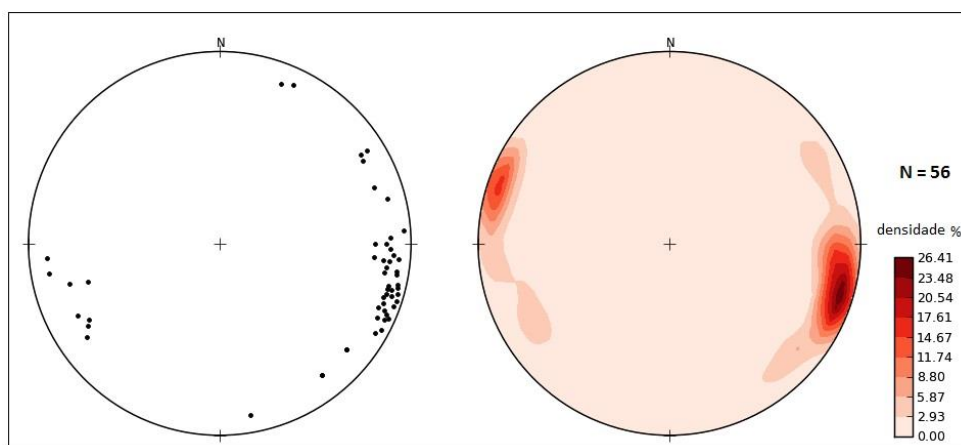


Figura III. 11. Estereograma de pólos e isofrequência para a foliação S_1 do Granito Taquaral, máximas concentrações em 287/82.

Ao microscópio observam-se feições típicas de deformação dúctil como quartzo em *ribbon*, grãos recristalizados de feldspatos e quartzo (Fig. III. 12 A), biotita em *kink band*, lamelas de deformação de plagioclásio, e porfiroclastos rotacionados (Fig. III. 12 B).

A segunda fase de deformação (F_2), é de natureza rúptil, é mais jovem e posterior a deposição das coberturas sedimentares dos Grupos Jacadigo e Corumbá. Esta fase, responsável pela formação de zonas de falhas e de rochas cataclásticas, como cataclastos, protocataclastos e raramente ultracataclastos.

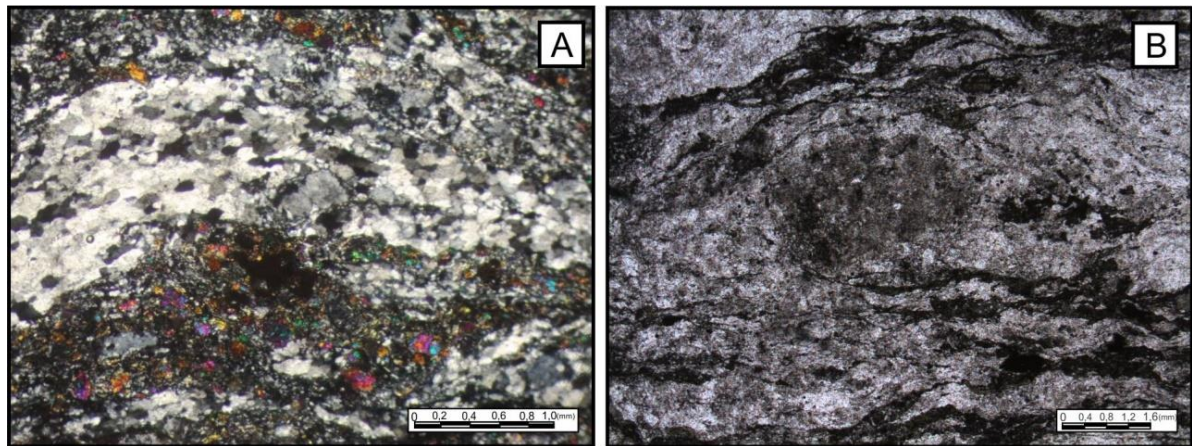


Figura III. 12. Fotomicrografias da F_1 ilustrando: (A) nível com aspecto sigmoidal formados por subgrãos de quartzo e feldspatos recrystalizados; (B) porfiroclasto de feldspato alcalino rotacionado, argilizado e saussuritizado. Polarizadores cruzados em A e paralelos em B.

Foram identificados dois sistemas de falhas regionais: as falhas com direção N50 a 20 W e as falhas com direção EW, ambas exibem mergulhos elevados, próximos a 90°. No entanto não foi possível definir a ordem cronológica da formação destas estruturas. É notável tanto no embasamento granítico, como nas coberturas sedimentares o desenvolvimento de faixas largas de rochas cataclásticas. Os cataclasitos no Granito Taquaral e no Grupo Corumbá, são produtos do regime rúptil da F_2 , que resulta em um conjunto de falhas que afetaram a porção central e noroeste da área. As rochas de falhas são classificadas como protocataclasitos compostos por fragmentos angulosos a arredondados com dimensões variando entre 1-50 cm, de granito, calcário dolomítico e diabásio imersos em uma matriz de granulação média a grossa de composição granítica e cimentada por carbonato. Em geral, os contatos entre os clastos e a matriz são nítidos (Fig. III. 13 A). As faixas cataclásticas ocorrem cortando aleatoriamente o Granito Taquaral, com espessuras de até 10 cm. Compostas por grãos angulosos a arredondados com dimensões desde milimétricas até cerca de 1-2 cm de quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio, dispersos em uma matriz mais fina de cor cinza a rosada. Paralelas às faixas cataclásticas ocorre a percolação de soluções hidrotermais resultando em processos de silicificação, epidotização, cloritização e sericitização (Fig. III. 13 B).

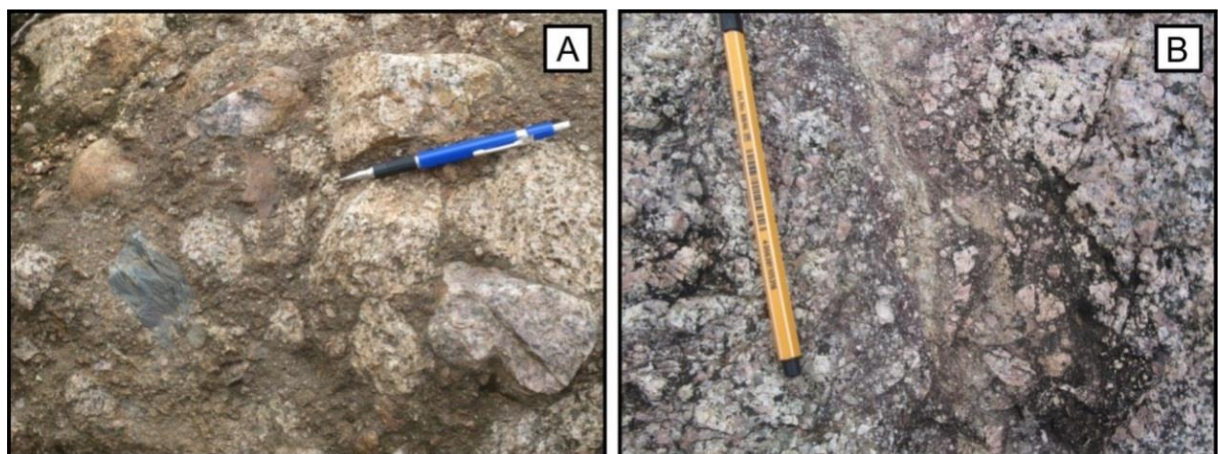


Figura III.13. Aspectos macroscópicos: (A) protocataclasito composto por fragmentos angulosos a arredondados, com dimensões entre 1 e 50 cm, de granito, calcário dolomítico e diabásio imersos em uma matriz de granulação média a grossa (B) faixa cataclástica com 10 cm de espessura formada por cristais angulosos a arredondados, milimétricos a centimétricos de quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio em uma matriz mais fina de cor cinza a rosada.

III. 6. CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA

O tratamento geoquímico do Granito Taquaral revela que suas rochas apresentam uma ampla variação composicional indo de intermediárias a ácidas, com teores de sílica entre 60,34 e 75,76%; com valores entre 60,34 e 61,55% para as amostras da FMGC, 65,47 a 68,64% para as da FGR e 75,19 a 75,76 para as FFR. Os diagramas de Harker (Fig. III. 14) indicaram correlações lineares negativas entre SiO_2 e TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO e P_2O_5 que devem refletir o empobrecimento em plagioclásio e em minerais máficos primários, tais como, biotita, titanita, ilmenita/magnetita/hematita e apatita durante a diferenciação magmática.

Tabela III. 2. Resultados de análises químicas das rochas do Granito Taquaral. (Óxidos em % em peso, elementos menores e traços em ppm).

Amostras	RM78	RM12	RM92	RM78A	RM11	RM90	RM40	RM09 A	RM92 A
Fácies	FMGC▲	FMGC▲	FMGC▲	FMGC▲	FGR▲	FGR▲	FGR▲	FFR●	FFR●
SiO ₂	60,34	61,03	61,36	61,55	65,47	66,75	68,64	75,19	75,76
TiO ₂	0,91	0,89	0,95	0,79	0,63	0,60	0,56	0,23	0,16
Al ₂ O ₃	16,17	16,17	15,85	15,92	16,13	14,57	14,99	12,22	12,01
Fe ₂ O ₃	7,66	7,01	7,26	6,81	4,48	4,94	4,14	1,45	1,70
MnO	0,11	0,12	0,13	0,10	0,08	0,08	0,05	0,02	0,03
MgO	2,41	2,15	2,38	2,21	1,69	1,37	1,68	0,10	0,39
CaO	4,81	5,11	4,65	4,83	2,81	2,84	1,76	1,21	1,00
Na ₂ O ₃	3,18	3,08	3,44	3,29	3,60	2,94	3,41	1,81	1,58
K ₂ O	2,09	2,37	2,02	2,25	2,94	4,02	2,75	7,05	6,48
P ₂ O ₅	0,32	0,28	0,31	0,29	0,23	0,21	0,18	0,04	0,04
LOI	1,80	1,50	1,40	1,70	1,60	1,30	1,60	0,40	0,50
Total	99,74	99,76	99,77	99,75	99,65	99,66	99,75	99,75	99,63
Ba	807	769	450	712	1840	1857	1332	1458	2715
Be	0,00	2,00	2,00	0,00	3,00	2,00	1,00	0,00	1,00
Co	17,80	15,10	15,90	16,00	7,90	10,10	7,50	1,30	2,80
Cs	1,20	1,40	1,90	1,00	1,10	0,90	1,80	1,10	0,80
Ga	18,50	18,40	19,70	17,70	17,40	15,50	15,20	8,30	8,50
Hf	9,10	6,40	9,50	8,00	5,80	6,20	6,40	5,00	1,40
Nb	8,50	8,50	7,50	6,10	8,00	6,20	8,30	9,80	2,10
Rb	61,30	75,60	76,30	62,50	85,70	99,00	101,10	135,90	97,00
Sr	466,50	414,20	413,30	451,10	423,20	388,90	321,70	246,80	411,50
Ta	0,60	0,60	0,60	0,30	0,60	0,40	0,40	1,10	0,10
Th	5,10	7,30	8,70	6,00	6,90	13,80	9,60	20,80	10,30
U	0,80	1,10	3,40	1,20	1,20	1,60	1,30	1,50	0,60
W	0,70	0,5	0,50	0,90	0,50	0,60	0,50	0,50	0,50
Zr	315,30	269,20	347,80	278,60	208,00	241,10	241,40	165,20	41,80
Y	26,10	29,50	30,00	17,20	27,30	21,40	22,30	33,10	6,90
Pb	5,30	4,70	5,60	5,00	3,40	6,20	3,50	2,50	6,90
La	34,50	37,30	45,90	40,80	43,20	69,50	38,00	78,30	57,90
Ce	77,10	79,10	101,40	78,50	88,20	130,50	78,10	157,90	101,10
Pr	9,30	10,39	12,81	8,71	10,94	14,15	9,66	16,89	9,77
Nd	33,30	42,20	53,80	33,50	46,80	46,00	38,30	61,10	33,00
Sm	5,67	8,65	9,23	4,71	7,94	7,69	6,71	9,87	3,91
Eu	1,36	1,98	2,30	1,56	2,03	1,68	1,69	1,16	0,71
Gd	4,58	7,78	8,07	3,98	6,67	6,12	5,50	7,83	2,97
Tb	0,77	1,09	1,09	0,53	0,88	0,84	0,80	1,17	0,30
Dy	4,41	5,90	5,91	2,62	5,27	4,14	4,43	6,56	1,35
Ho	0,87	1,13	1,04	0,55	1,04	0,86	0,85	1,30	0,31
Er	2,92	2,92	3,35	1,72	2,99	2,25	2,32	3,64	0,66
Tm	0,36	0,45	0,54	0,26	0,37	0,31	0,37	0,50	0,14
Yb	2,66	2,86	3,57	1,59	2,51	1,89	2,19	3,17	0,83
Lu	0,44	0,39	0,46	0,27	0,35	0,29	0,35	0,42	0,11
Eu/Eu*	0,82	0,74	0,81	1,10	0,85	0,75	0,85	0,40	0,64
(La/Yb)n	8,76	8,81	8,69	17,34	11,63	24,85	11,73	16,69	47,14
(La/Sm)n	3,74	2,65	3,06	5,33	3,35	5,56	3,48	4,88	9,11
(Gd/Yb)n	1,37	2,16	1,73	1,99	2,11	2,28	2,00	1,96	2,85

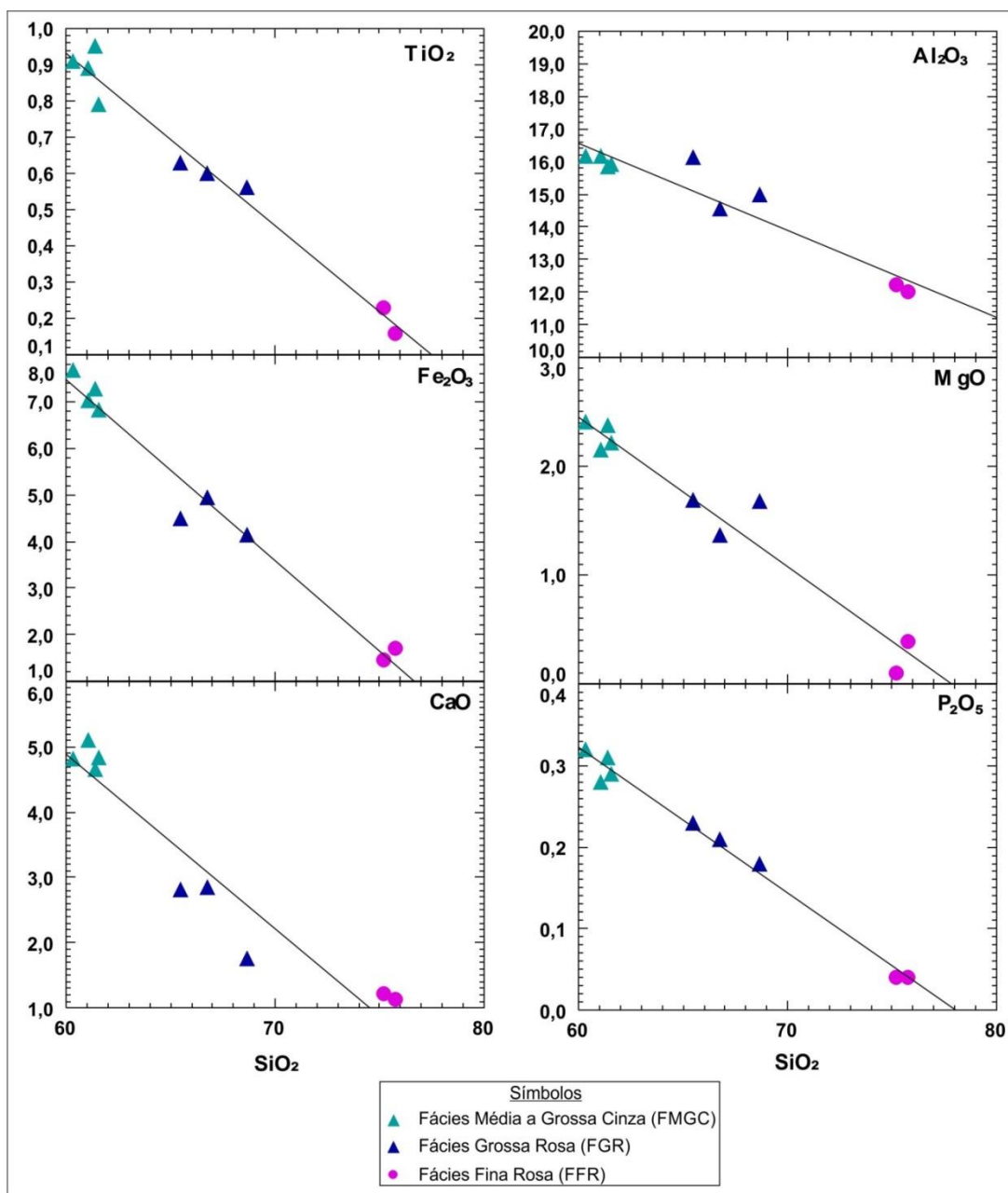


Figura III. 14. Diagramas de variação de Harker para elementos maiores expressos em óxidos (% em peso) de rochas do Granito Taquaral.

As rochas do Granito Taquaral são classificadas, geoquimicamente, como tonalitos, granodioritos e sienogranitos no diagrama R1-R2, proposto por La Roche (1980; Fig. III. 15 A); e, de forma semelhante, localizam-se nos campos do quartzo monzonitos, granitos e granodiorito no diagrama Q-P (Debon & Le Fort 1983; Fig. III. 15 B). À exceção de uma amostra que se desloca para o campo do quartzo-monzonitos, essa composição granodiorítica e granítica é corroborada quando se utilizam os dados normativos com esquema classificativo baseado na composição dos feldspatos, no diagrama Ab-An-Or que é aplicável à rochas com quartzo normativo superior a 10%, proposto por O'Connor (1965) e modificado por Barker (1979; Fig. III.15 C).

O diagrama $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}$ versus SiO_2 de Frost *et al.* (2001; Fig. III. 16 A), indica que o magmatismo que originou o Granito Taquaral caracteriza-se como sub-alcálico do tipo cálcio-alcálico com enriquecimento em álcalis dos termos mais evoluídos. Ainda investigando a geoquímica dessas rochas, observa-se no diagrama K_2O versus SiO_2 Peccerillo & Taylor 1976; Fig. III. 16 B) que elas são de médio a alto potássio; que têm assinatura principalmente magnésiana ilustrada no gráfico

$FeO_V/(FeO_t+MgO)$ versus SiO_2 (Fig. III. 16 C) proposto por Frost *et al.* (2001) para classificar granitoides; bem como a maioria classifica-se como metaluminosa com termos monzograníticos da FMGC coincidindo com o domínio peraluminoso a partir dos índices de Shand, utilizados no diagrama A/CNK versus A/NK de Maniar & Piccoli (1989; Fig. III. 16 D).

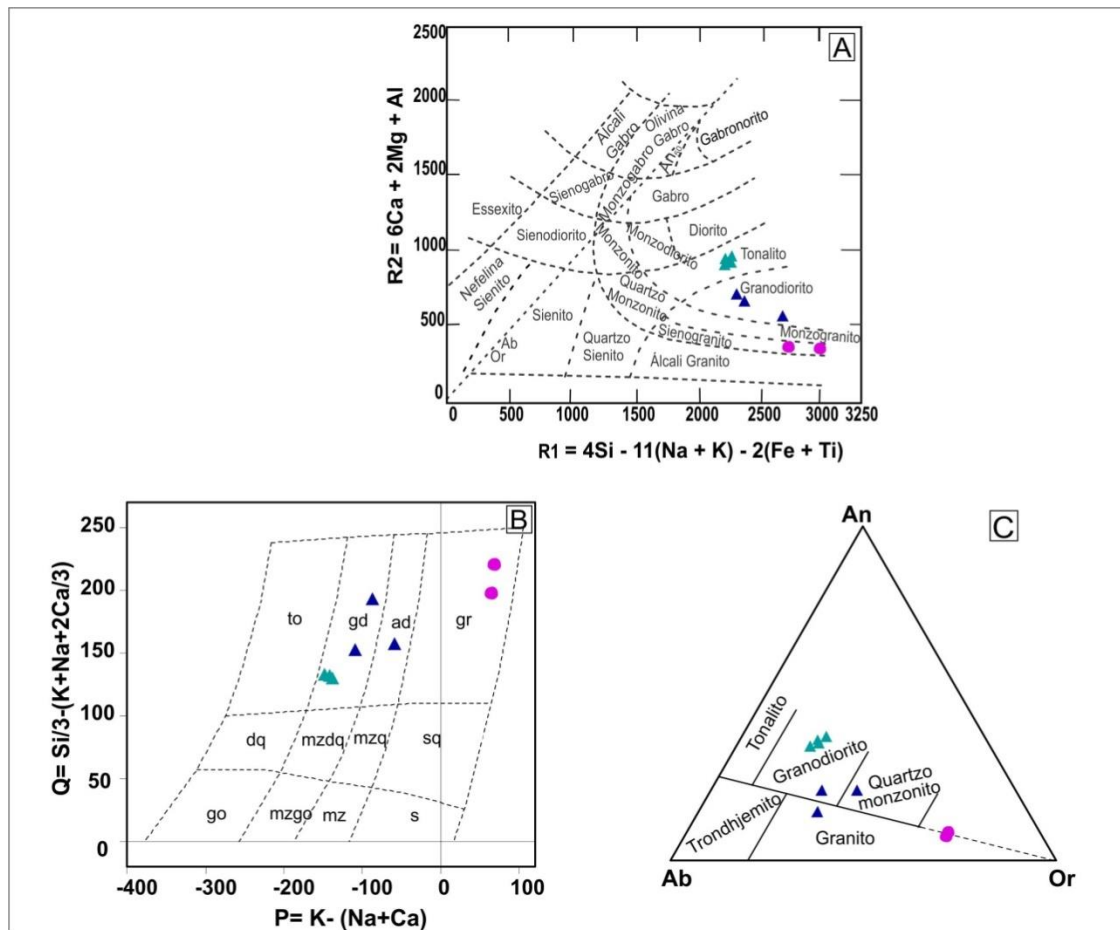


Figura III. 15. Distribuição dos pontos representativos das rochas do Granito Taquaral nos diagramas: (A) R1/R2 (La Roche 1980); (B) Q-P (Debon & Le Fort 1983) campos: to – tonalito, gd – granodiorito, ad- adamelito, gr – granito, sq – quartzo sienito, mzdq – quartzo monzodiorito, dq – quartzo diorito, s – sienito, mz – monzonito, mzgo – monzogabro, go - gabro e (C) An-Ab-Or normativo (O'Connor 1965, modificado por Barker 1979). Símbolos como na Figura 14.

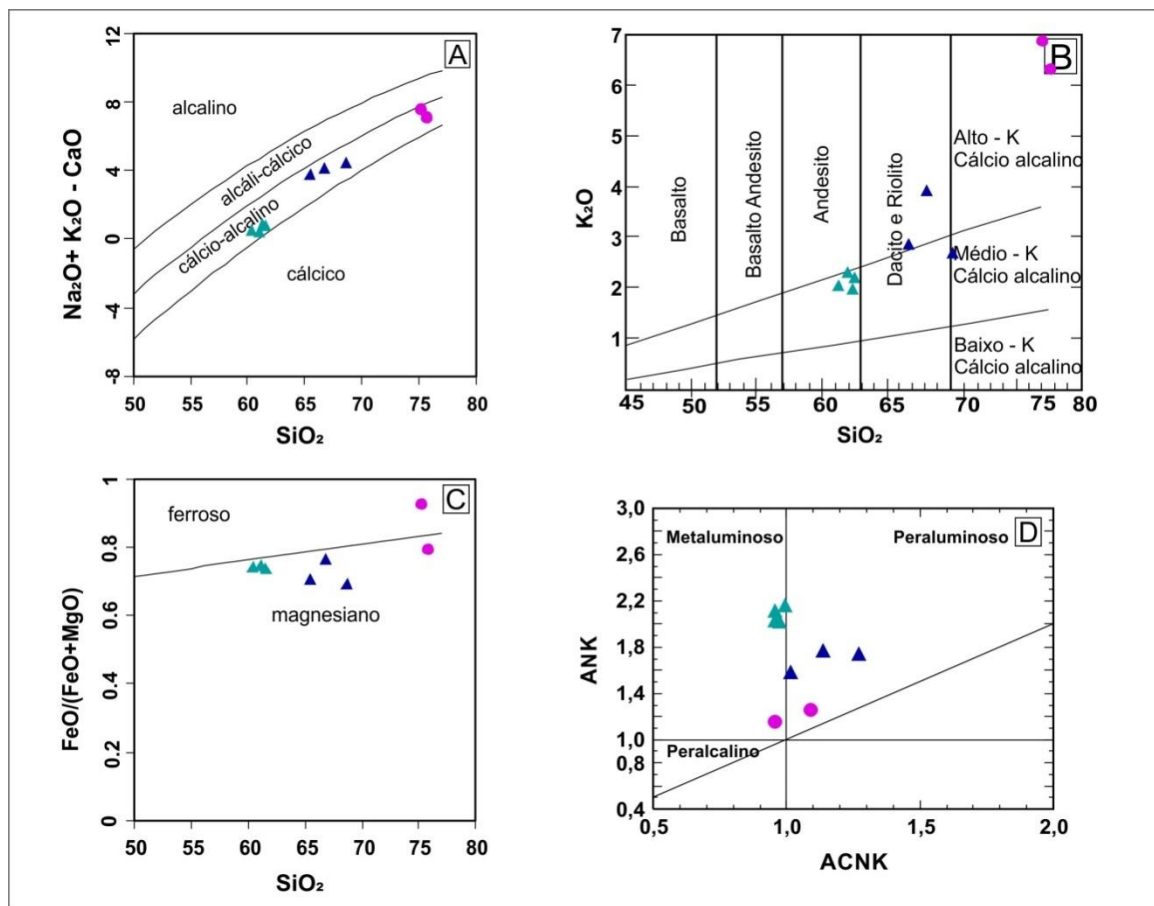


Figura III. 16. Distribuição dos pontos representativos das rochas do Granito Taquaral nos diagramas: (A) $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{CaO}$ versus SiO_2 (Frost *et al.* 2001); (B) K_2O versus SiO_2 (Peccerillo & Taylor 1976); (C) $\text{FeO}_{\text{tot}}/(\text{FeO}_{\text{tot}} + \text{MgO})$ versus SiO_2 (Frost *et al.* 2001) e (D) ANK versus ACNK (Maniar & Piccoli 1989). Símbolos como na Figura 14.

A distribuição dos pontos representativos das rochas do Granito Taquaral coincidente com os domínios de Arco Magmático nos diagramas Rb versus Y+Nb (Fig. III. 17 A) e Hf–Rb–Ta (Fig. III. 17 B) propostos, respectivamente, por Pearce *et al.* (1984) e Harris *et al.* (1986) sugere este ambiente geotectônico para sua colocação.

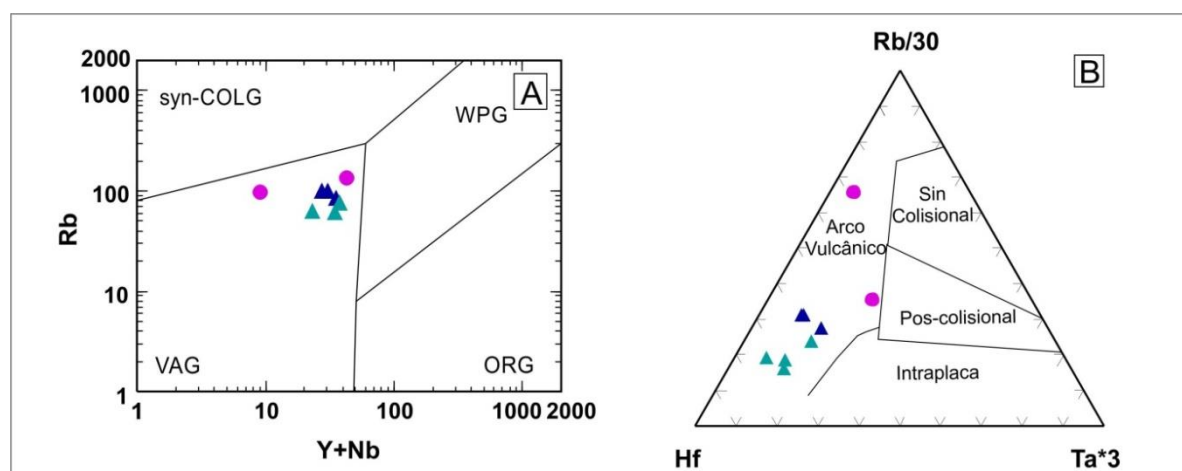


Figura III. 17. Distribuição dos pontos representativos das rochas do Granito Taquaral nos diagramas: (A) Rb versus Y+Nb (Pearce *et al.* 1984); (B) Hf–Rb/30–Ta*3 (Harris *et al.* 1986). Símbolos como na Figura 14.

O padrão de elementos traços associados aos dados de K_2O das rochas estudadas, normalizados pelos valores de granitos de Cordilheira Meso-Oceânica de Pearce *et al.* (1984; Fig. III. 18 A), mostra um enriquecimento dos elementos litófilos de raios iônicos grandes (LILE) em relação aos de alto potencial iônico (HFSE) com anomalias negativas de Nb e Ta, comportamento típico de contribuição crustal (Hugh 1993).

Os teores dos Elementos Terras Raras (ETR) das rochas do Granito Taquaral, quando normalizados pelos valores condritos C1 de Sun & Mac Donough (1989; Fig. III. 18 B), mostram configuração semelhante ao das séries cálcio-alcálicas, com um geral empobrecimento de ETR Pesados em relação aos ETR Leves e disposição sub-horizontalizada dos primeiros e alto fracionamento dos ETR Leves. Para as rochas da FMGC observa-se um padrão mais homogêneo com as razões La/Yb variando principalmente entre 8,76 e 17,34 nas amostras da FGR percebem-se variações para a razão La/Yb entre 11,63 e 28,85; enquanto as duas amostras da FFR apresentam razões La/Yb distintas (16,69 e 47,14).

Entre os ETR Leves nota-se um fracionamento interno alto, expresso pela razão $(La/Sm)_N$, cujos valores variam de 2,65 a 9,11. Em relação ao fracionamento interno dos ETRP, os valores são moderados com razões $(Gd/Yb)_N$, que variam 1,37 e 2,85.

A razão Eu/Eu^* varia entre 0,40 e 1,10, as rochas da FMGC apresentam razão Eu/Eu^* entre 0,74 e 1,10, enquanto que as da FGR 0,75 e 0,85 e as da FFR 0,40 a 0,64. As amostras da FGR apresenta uma maior anomalia negativa de Eu, mas o mesmo traçado da maioria das amostras, e a FFR um deslocamento vertical, em decorrência de menores teores dos ETR pesados indicando o seu alto grau de diferenciação.

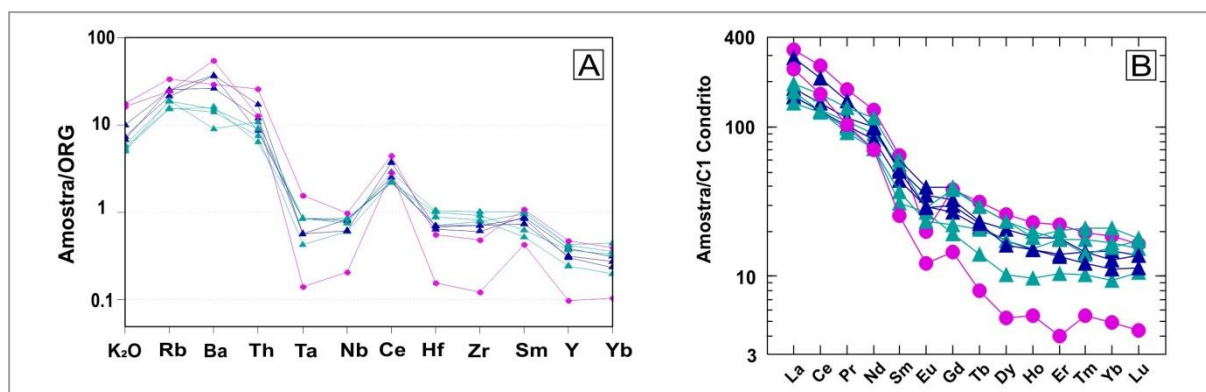


Figura III. 18. Padrões de distribuição elementar das rochas do Granito Taquaral nos diagramas: (A) Elementos traço e K_2O normalizados pelos valores dos granitos de Cordilheira Meso-Oceânica de Pearce *et al.* (1984); (B) ETR normalizados pelo condrito C1 (Sun & Mac Donough 1989). Símbolos como na Figura 14.

III. 7. ANÁLISE GEOCRONOLÓGICA (U-Pb *SHRIMP*) E ISOTÓPICA (Sm-Nd)

Com o intuito de conhecer a idade de cristalização e características da fonte do magma gerador do Granito Taquaral, duas amostras foram coletadas no assentamento Taquaral, na parte nordeste do corpo mapeado. A amostra RM-07 (Coordenadas UTM 428893/7891896) foi preparada para a geocronologia U-Pb (*SHRIMP*) em zircão e análise isotópica Sm-Nd em rocha total e a amostra RM-09A (Coordenadas UTM 429547/7891481) para análise isotópica Sm-Nd em rocha total. A amostra RM07 corresponde à Fácies Média a Grossa Cinza (FMGC). Possui textura hipidiomórfica a xenomórfica, e localmente gráfica, sendo constituída essencialmente, por plagioclásio, quartzo, feldspatos alcalinos perfiticos e minerais máficos, como biotita e anfibólio e tendo uma paragênese acessória representada por titanita, apatita, allanita, zircão e minerais opacos. A amostra RM-09A pertence à Fácies Fina Rosa (FFR) e apresenta textura predominantemente equigranular, xenomórfica composta por feldspato alcalino (microclina), quartzo, plagioclásio, biotita e anfibólio, tendo titanita, apatita e opacos como minerais acessórios.

III. 7. 1. Análise U-Pb em zircão (SHRIMP)

Dos, aproximadamente, 150 grãos de zircão da amostra RM-07 selecionados manualmente, foram escolhidos 10 (dez) para análise U-Pb. A maioria dos cristais selecionados formam prismas curtos e alguns são alongados com dimensões entre 80 e 225 μm , nos quais a relação comprimento *versus* largura é de 3/1. Uma minoria de grãos apresenta essa relação em 1/1. Às vezes fraturados ou quebrados, os cristais são todos rosados, variando de transparentes a opacos.

Imagens de catodoluminescência (CL), utilizadas para selecionar os cristais a serem analisados e para delinear a área mais adequada à aplicação do feixe iônico do laser, mostraram que os cristais exibem bandas de zoneamento claras e escuras relativamente regulares que foram interpretadas como variações dos teores químicos de U (Sato *et al.* 2008) indicando crescimento ígneo. O cristal 12.1 apresenta duas fases de crescimento, destacando-se borda de sobrecrecimento (Fig. III. 19 J).

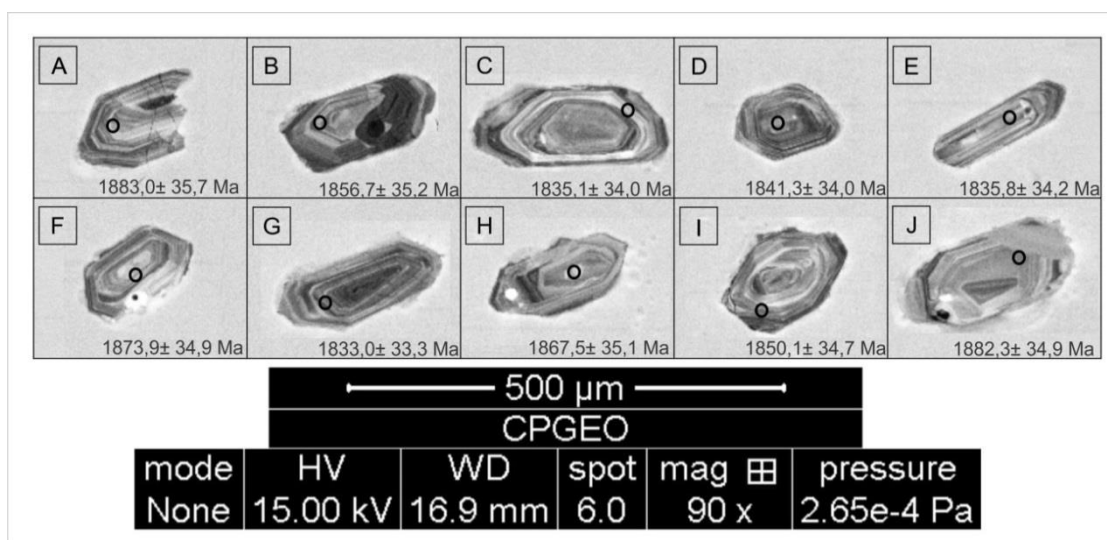


Figura III. 19. Imagem de CL de cristais de zircão da amostra RM-07: (A) 2.1; (B) 3.1; (C) 4.1; (D) 5.1; (E) 6.1; (F) 7.1; (G) 9.1; (H) 10.1; (I) 11.1; (J) 12.1. A imagem ilustra também os locais de aplicação do feixe iônico do laser.

Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela III. 3. No diagrama concórdia (Fig. III. 20), os dez zircões analisados localizaram encima da curva concórdia e forneceram uma idade concordante de 1861 ± 5.3 Ma (1σ). Tendo em vista as características magmáticas dos zircões analisados a idade de 1861 ± 5.3 Ma é interpretada como idade de cristalização do corpo granítico Taquaral.

Tabela III. 3. Resultados das análises U-Pb (SHRIMP) dos zircões da amostra RM-07.

Sigla do grão	U (ppm)	Th (ppm)	$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}_c$ %	$^{206}\text{Pb}^*$ (ppm)	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	\pm %	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	\pm %	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	\pm %	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ Idade (Ma)	$\pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ Idade (Ma)	$\pm 1\sigma$	% disc.	Err. Corr.
2.1	104	92	0,91	0,12	30,4	5,32	2,5	0,3392	2,2	0,1137	1,3	1883,0	35,7	1859,4	23,6	-1	0,858
3.1	138	117	0,88	0,07	39,5	5,24	2,4	0,3338	2,2	0,1139	1,0	1856,7	35,2	1862,3	18,5	0	0,905
4.1	184	153	0,86	0,25	52,2	5,13	2,4	0,3293	2,1	0,1129	1,1	1835,1	34,0	1846,1	20,7	1	0,881
5.1	181	179	1,03	-0,06	51,2	5,31	2,3	0,3306	2,1	0,1165	0,8	1841,3	34,0	1903,0	15,0	3	0,930
6.1	148	180	1,26	0,09	41,8	5,15	2,4	0,3295	2,1	0,1135	1,0	1835,8	34,2	1855,4	17,8	1	0,909
7.1	146	138	0,98	0,00	42,4	5,39	2,3	0,3374	2,1	0,1159	0,9	1873,9	34,9	1893,4	16,9	1	0,916
9.1	398	386	1,00	0,14	112,6	5,11	2,2	0,3289	2,1	0,1126	0,6	1833,0	33,3	1842,5	11,5	1	0,957
10.1	125	114	0,94	0,06	36,2	5,43	2,5	0,3360	2,2	0,1171	1,2	1867,5	35,1	1912,6	20,9	2	0,881
11.1	134	76	0,59	0,07	38,3	5,19	2,4	0,3324	2,2	0,1131	1,0	1850,1	34,7	1850,3	18,7	0	0,902
12.1	155	189	1,25	0,00	45,3	5,26	2,3	0,3391	2,1	0,1124	0,9	1882,3	34,9	1838,7	16,4	-2	0,921

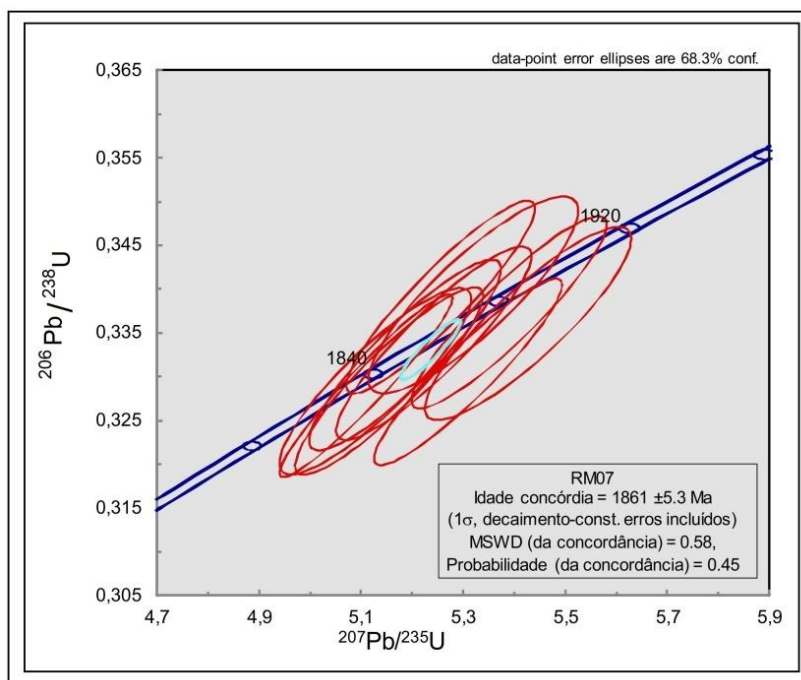


Figura III. 20. Diagrama concórdia U-Pb (SHRIMP) da amostra RM-07, do Granito Taquaral mostrando a idade concórdia no intercepto superior em 1861 ± 5.3 Ma, interpretada como a idade de cristalização do corpo granítico.

III. 7. 2. Análise Isotópica (Sm-Nd)

Os resultados das análises Sm-Nd em rocha total para as amostras RM-07 e RM-09A do Granito Taquaral, indicam idades modelo T_{DM} de 2,32 e 2,25 Ga, e valores fortemente negativos de $\epsilon_{Nd(0)}$ de -20,05 e -22,98, respectivamente (Tabela III. 4). Os ϵ_{Nd} , recalculados para uma idade de cristalização de 1861 ± 5.3 Ma, obtidos pelo método U-Pb (SHRIMP) apresentam valores de -1,48 para a amostra RM-07 e -1,28 para a RM-09A. O valor negativo de $\epsilon_{Nd(1,86Ga)}$ e as idades modelo T_{DM} de 2,32 e 2,25 Ga, apontam para uma fonte crustal paleoproterozoica para ambas as fácies do Granito Taquaral, envolvendo processos de fusão parcial de uma crosta continental riaciana.

Tabela III. 4. Dados analíticos de Sm-Nd do Granito Taquaral.

Amostra	Sm	Nd	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	2 σ	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	2 σ	f (Sm/Nd)*	$T_{(DM)}$	$\epsilon_{Nd(1,86Ga)}$
RM07 (FMGC)	7,48	37,98	0,11904	0,00022	0,511610	0,000008	-0,395	2,32	-1,48
RM09A (FFR)	13,35	76,16	0,10598	0,00022	0,511460	0,000004	-0,461	2,25	-1,28

III. 8. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Godoi *et al.* (2001) cartografaram o embasamento das coberturas sedimentares neoproterozoicas, na área estudada, como exposições gnaisses, anfíbolitos, leptinitos, metagranitos e, mais subordinadamente, trondhjemitos, tonalitos, granodioritos e as englobaram no Complexo Rio Apa de idade arqueana, assim como fez Lacerda Filho *et al.* (2006) para os granitos, granodioritos e tonalitos foliados, milonitos a protomilonitos. No entanto, os dados de campo e laboratoriais aqui obtidos permitiu individualizar e cartografar como embasamento da região de Corumbá, um batólito de composição granítica fracamente foliado, denominado neste trabalho como Granito Taquaral.

O estudo do Granito Taquaral permitiu a identificação de três fácies petrográficas: Fácies Média a Grossa Cinza, Fácies Grossa Rosa e Fácies Fina Rosa; bem como de dois tipos de enclaves de natureza e origem diferentes, um interpretado como xenólito de composição anfíbolítica e outro como enclave microgranular félsico (EMF) de composição quartzo diorítica, interpretado como um processo de mistura de magmas do tipo *mingling* (mistura heterogênea), com base em feições de escalas macroscópicas como contato reativo com a rocha hospedeira e engolfamento de xenocristais, e em escala microscópica de acordo com a classificação de Hibbard (1991): quartzo com bordas e golfos de

corrosão, quartzo poiquilítico, glomeropórfiros de plagioclásio e biotita. Fenner (1926) e Hibbard (1991) sugerem que esse tipo de mistura de magma é um processo de diferenciação magmática de suma importância em suítes de rochas magmáticas, pois são o resultado da interação de fundidos de diferentes composições, temperaturas, densidades, viscosidades e estado de cristalização, que geram rochas híbridas de composições intermediárias. A variedade faciológica e a presença de enclaves indicam que a evolução da intrusão é complexa envolvendo a assimilação de encaixantes crustais e a ocorrência de diversos pulsos magmáticos de composição intermediária a ácida.

Diques de diabásio, em contatos abruptos, intrudem o Granito Taquaral durante regime extensional, no entanto a falta de dados geocronológicos não permitiu associá-los ao evento ígneo gerador do desta unidade ou a um episódio posterior de extensão crustal.

Identificou-se duas fases deformacionais, uma de natureza dúctil (F_1) e outra rúptil (F_2). A fase de deformação F_1 gerou foliações penetrativas e zonas de cisalhamentos orientadas segundo a direção NNE com mergulhos elevados, entre 80° e 90° , para NW. O padrão estrutural exibido pelo Granito Taquaral não é comparável ao das rochas da Suíte Intrusiva Alumiador, do Terreno Rio Apa, que mostram foliações com mergulhos baixos, normalmente inferiores a 40° para SE. Dados estruturais do Granito Correrca, mesmo que escassos, mostram foliação tênue (Vargas-Mattos 2010) similar à descrita no Granito Taquaral, todavia não há informações sobre orientação da mesma, o que dificulta a correlação estrutural. Em termos cinemáticos, a fase F_1 é responsável por um discreto encurtamento crustal, resultante de um esforço compressivo de NWW para SEE que provocou vergência tectônica para leste a sudeste. A segunda fase (F_2) afetou tanto as rochas graníticas do embasamento quanto as rochas da cobertura sedimentar representada pelos grupos Corumbá e Jacadigo, resultando em um conjunto de falhas com formação de cataclasitos, no Grupo Corumbá e Granito Taquaral.

As fases F_1 e F_2 descrevem estágios deformacionais que indicam dois níveis crustais distintos. A primeira fase em níveis crustais compatíveis com as condições descritas na fácies xisto verde e a segunda com feições de nível crustal raso, possivelmente relacionada à evolução da Faixa Paraguai e Aulacógeno Tucavaca, ou, à implantação da Bacia do Pantanal.

As rochas do Granito Taquaral correspondem a hornblenda-biotita-granitoides classificados, ao estudo petrográfico, como quartzo-monzodioritos, quartzo-mozonitos, granodioritos e monzo a sienogranitos. Apresentam composição intermediária a ácida, sendo caracterizadas, geoquimicamente, como granodioritos, monzogranitos e granitos, geradas em ambiente de arco magmático a partir de um magmatismo cálcio-alcálico de médio a alto-K, metaluminoso a peraluminoso de natureza magnésiana.

Os dados geocronológicos e isotópicos do Granito Taquaral indicam idade de cristalização de 1861 ± 5 Ma (U-Pb SHRIMP), $\epsilon_{Nd(1,86Ga)}$ de -1,48 a -1,28, e idade modelo T_{DM} de 2,32 e 2,25 Ga que aponta a participação de uma fonte crustal na origem do magma, possivelmente envolvendo processos de fusão parcial de uma crosta continental.

No momento, descarta-se a possibilidade do Granito Taquaral pertencer ao mesmo evento magmático gerador do Granito Correrca (Terreno San Pablo), uma vez que este último apresenta idades mais antigas, entre 1925 a 1894 Ma, e idades T_{DM} arqueanas, entre 2,8 a 2,9 Ga, diferindo das idades modelos riacianas do Granito Taquaral. Da mesma forma os valores de $\epsilon_{Nd(t)}$ de -8,5 e -9,4, do Granito Correrca, destoam dos valores apresentados pelo granito aqui estudado.

Sugere-se que as rochas do Granito Taquaral são correlacionáveis às da Suíte Intrusiva Alumiador, do Terreno Rio Apa, uma vez que há semelhanças petrográficas, composicionais e de idade de cristalização com os granitos Alumiador (Cordani *et al.* 2010), São Francisco (Souza *et al.* em prep.), Aquidabã (Nogueira *et al.* em prep.), tendo também valores de $\epsilon_{Nd(t)}$ comparáveis aos desta suíte. Em relação às idades modelos T_{DM} , há uma coincidência parcial, porque as rochas da Suíte Intrusiva Alumiador exibem idades tanto riacianas quanto arqueanas.

Em termos de ambiente tectônico, os dados apresentados mostram que o Granito Taquaral é uma intrusão ácida relacionada a um ambiente convergente de placas, do tipo arco magmático continental, gerada por um magmatismo com interação de fontes crustais importantes. Considerando a correlação desta intrusão com os plútons e batólitos da Suíte Intrusiva Alumiador, admite-se que o Arco Magmático Amoguijá (Lacerda Filho *et al.* 2006) de idade orosiriana, se prolonga até a região de Corumbá (MS), na fronteira entre Brasil e Bolívia.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES (PROCAD 096/2007), CNPq (479779/2011-2), Grupo de Pesquisa Evolução Crustal e Tectônica – Guaporé e ao GEOCIAM (Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia de Geociências da Amazônia) pelo suporte financeiro ao desenvolvimento da pesquisa. A primeira autora agradece a CAPES pela concessão de bolsa de mestrado e ao Programa de Pós-graduação em Geociências pelo apoio a realização dos estudos de mestrado.

Referências Bibliográficas

Almeida F.F.M. 1967. *Origem e evolução da plataforma brasileira*. Rio de Janeiro, Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, Boletim 241, p 1-36.

Alvarenga C.J.S. e Saes G. S. 1992. Estratigrafia e Sedimentologia do Proterozoico Médio e Superior da região Sudeste do Cráton Amazônico. *Revista Brasileira de Geociências*. **22**:493-499.

Amaral G. 1974. Geologia Pré Cambriana da Região Amazônica. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 212 p.

Araújo H.J.T., Santos Neto A., Trindade C.H., Pinto J.C.A., Montalvão R.M.G., Dourado T.D.C.; Palmeira R.C.B., Tassinari C.C.G. 1982. *Folha SF. 21 – Campo Grande*. Rio De Janeiro, Ministério das Minas e Energia-Secretaria Geral, Projeto RADAMBRASIL – Geologia, **28**: 23-124.

Barker O. B., 1979. A contribution to the geology of the Soutpansberg Group, Waterberg Supergroup, northern Transvaal. M. Sc. Thesis, Witwatersrand Univ., Johannesburg, p. 116

Barreto, C.J.S., Lafon, J.M., Rosa-Costa, L.T., Lima, E.F. 2014. Palaeoproterozoic (~1.89 Ga) felsic volcanism of the Iricoumé Group, Guyana Shield, South America: geochemical and Sm-Nd isotopic constraints on sources and tectonic environment. *International Geology Review*. **56**: 1332-1356.

Barrett T.J. & Maclean W.H. 1999. Volcanic sequences, lithochemistry, and hydrothermal alteration in some bimodal volcanic-associated massive sulfide system. In: Volcanic-associated massive sulfide system: Processes and examples in modern and ancient settings. C.T. and M.D. Hannington (eds.). *Reviews in Economic Geology*, **8**: 101-131.

Barros A.M., Silva R.H. da, Cardoso O.R.F.A., Freire F.A., Souza Jr. J.J., Rivetti M., Luz, D.S., Palmeira R.C., Tassinari C.C.G., 1982. *Folha SD. 21, Cuiabá*. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia, Projeto RADAMBRASIL - Geologia, **26**: 25-192.

Bettencourt J. S., Leite Jr W. B., Ruiz A. S., Matos R., Payolla B. L., Tosdal R. M. 2010. The Rondonian-San Ignácio Province in the SW Amazonian Craton: an overview. *Journal of South American Earth Sciences*, **29**: 28-46.

Brites A. F. N., Sousa M. Z. A. M., Ruiz A. S., Batata E. F., Lafon J.M., Plens D. P. 2013. Geologia, petrologia e geocronologia (Pb-Pb) da Formação Serra da Bocaina: evidências de um Arco Magmático Orosiriano no Terreno Rio Apa, sul do Cráton Amazônico. *Brazilian Journal of Geology*, **43**(1): 48-69.

Brito Neves B.B., Sá J.M., Nilson A.A. e Botelho N.F. 1995. A Trafogênese Estateriana nos Blocos Paleoproterozoicos da América do Sul e processos subsequentes. *Genomos*. **3**: 1-21.

Cordani, U.G.; Teixeira, W.; D'Agrella, M.S.; Trindade, R.I. 2009. The position of the Amazonian Craton in supercontinents. *Gondwana Research*. **15**: 396-407.

Cordani U.G., Teixeira W., Tassinari, C.C.G., Ruiz A.S. 2010. The Rio Apa Craton in Mato Grosso do Sul (Brazil) and Northern Paraguay: geochronological evolution, correlations and tectonic implications for Rodinia and Gondwana. *American Journal of Science*. **310**: 1-43.

Correia Filho F.C.L, Martins E.G., Araújo E.S. 1981. *Projeto Rio Apa: Relatório da área I*. Goiânia: CPRM, Convênio CODESUL/CPRM, v. 2.

Debon F. e Le Fort P. (1983): A chemical mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. *Trans. R. Soc. Edinburgh: Earth Science*, **73**: 135-149.

Del'Arco J.O., Silva R.H., Tarapanoff I., Freire F.A., Pereira L.G.M., Souza S.L., Luz J.S., Palmeira R.C.B., Tassinari, C.C.G. 1982. Geologia. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia, Projeto RADAMBRASIL, Folha SE.21. Corumbá e Parte da Folha SE 20. Geologia, **27**: 25-160.

Delgado I.M., Souza J.D., Silva L.C., Silveira Filho N.C., Santos R.A., Pedreira A.J., Guimarães, J.T., Angelim L.A.A., Vasconcelos, A.M., Gomes, I.P., Lacerda Filho J.V., Valeste C.R., Perrota M.M., Heineck C.A. 2003. Geotectônica do Escudo Atlântico. In: Luiz Augusto Bizzi; Carlos Shobbenhaus; Roberta Mary Viddoti; João Henrique Gonçalves. (Org.). Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. Brasília, Editora Universidade de Brasília, p. 227-334.

De Paolo D. J. 1981. Trace elemento and isptopic effects of combined wallrock assimilation and fractional crystallization. *Earth and planetary Science letters*, **53**: 189-202.

Fenner C.N. 1926. Magmatic problems of the Aleutians. Transactions. *American Geophysical Union* 7.

Frost B. R., Barnes C. G. Collins W. J., Arculus R. J., Elis D. J. e Frost C. D. 2001. A Geochemical Classification for Granitic Rocks, *Journal of Petrology*, **42**: 2033 – 2048.

Godoi H.O., Martins E.G.; Mello J.C.R. 2001. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB: folha SE.21-Y-D - Corumbá; Folha SF.21-V-B- Aldeia Tomázia; Folha SF.21-V-D - Porto Murtinho: escala 1:250 000. Brasília, CPRM, 88p.

Godoy A.M., Manzano J.C., Araújo L.M.B., Silva J.A. 2010. Suíte Vulcânica Serra da Bocaina, Grupo Amoguijá - Maciço Rio Apa – MS. *São Paulo, UNESP, Geociências*, **29**:571-587.

Grohmann C.H., Campanha, G.A.C., Soares Junior, A.V. 2011. OpenStereo: um programa livre e multiplataforma para análise de dados estruturais. In: Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 13, Atas, p. 26-28.

Harris N.B.W., Pearce J.A. e Tindle A.G. 1986. *Geochemical characteristics of collision-zone magmatism*. In: *Special Publications of Geological Society, London*, **19**: 67-81.

Hibbard M. J. 1991. Textural anatomy of twelve magma-mixed granitoid systems. Enclaves and granite petrology. *Elsevier, Amsterdam*. p: 431-444.

Hugh R. 1993. Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation. *Longman Geochemistry Series*.

Hutchinson C.S. 1974. Laboratory handbook of petrographic techniques. New York, *John Wiley & Sons*. 527p.

Irvine I. N. & Baragar, W. R. A. 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanics rocks. *Canadian Journal Earth Science*, **8**: 523-548.

Jardim de Sá E. F., Hackspacher P.C. 1980. Reconhecimento estrutural na borda noroeste do Cráton do São Francisco. *In: XXXI Congresso Brasileiro de Geologia*, 5, Brasil. *Atas*, p. 2719-2731

Lacerda Filho J.W., Brito R.S.C., Silva M.G., Oliveira C.C. De, Moreton L.C., Martins E.G., Lopes R.C., Lima T.M., Larizzatti J.H., Valente C.R. 2006. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso do Sul. Programa integração, atualização e difusão de dados de geologia do Brasil. Convênio CPRM/SICME - MS, MME, 10 – 28p.

La Roche (de) H. 1980. Granites chemistry through multicationic diagrams. *Sciences de la Terre, Série Informatique Géologique*, **13**:65-88

Le Bas M. J., Le Maitre, R. W., Streckeisen, A.; & Zanettin, B. A. 1986. Chemical classification of volcanic rocks based on total alkali-silica diagram. *Journal of Petrology*. **27**: 745-750.

Le Maitre R.W. 2002. *Igneous rocks: a classification and glossary of terms: recommendations of the international union of geological sciences subcommission on the systematics of igneous rocks*. Cambridge, Cambridge University Press, 236 p.

Litherland & Klinck B. A. 1982. Introducing the terms: "Paraguá Cráton" and "Pensamiento Granitoid Complex" for use in sheet reports. Rep. East. Bolivia Miner. Expl. Proj., Santa Cruz, ML/37 (Unpublished).

Litherland M., Annells R.N., Appleton J.D., Berrangé J.P., Bloomfield K., Burton C.C.J., Darbyshire D.P.F., Fletcher C.J.N., Hawkins M.P., Klinck B.A., Lanos A., Mithcell W.I., O Connor E.A., Pitfield P.E.J., Power G. E Webb B.C. 1986. The Geology and Mineral Resources of the Bolivian Precambrian Shield. *British Geological Survey. Overseas Memoir 9*. London, Her Majesty's Stationery Office. 140 p.

Ludwig K.R. 2001. Isoplot/Ex. rev., 2.49. A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronological Center. 45 p. (Special Publication 1A)

Lugmair, G. W, Marti, K. (1978). Lunar initial $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$: differential evolution of the lunar crust and mantle. *Earth and Planetary Science Letters*, **39**: 349-357.

Maniar P. D. e Piccoli P. M. 1989. Tectonic discrimination of granitoids. *Geological Society American Bulletin*. **101**:635-643.

Manzano J. C., Godoy A. M., Araújo L. M. B., Godoy L. P. 2012. Suíte Plutônica Alumiador, Grupo Amonguijá, Maciço Rio Apa – MS. São Paulo, UNESP, Geociências. **31**(3): 351-370.

O'Connor, J. T. 1965. A classification for quartz-rich igneous rocks based on feldspar ratios. *US Geological Survey*, 525B, 79–84.

Oliveira E.C.; Lafon J.M.; Gioia S.M.C.L.; Pimentel M.M. 2008. Datação Sm-Nd em rocha total e granada do metamorfismo granulítico da região de Tartarugal Grande, Amapá Central. *Revista Brasileira de Geociências*, **38** (1): 114-127.

Passchier C.W. & Trouw R.A.J. 2005. *Microtectonics*, 2nd ed., Germany, Springer-Verlag, 366 p.

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): 956-983.

Pearce J.A. 1996. *Sources and settings of granitic rocks. Episodes*, **19**: 120-125.

Plens D. P., Ruiz A. S., Sousa M. Z. A. M., Batata E. F., Lafon J.M. Brittes A.F.N. 2013. Batólito Cerro Porã: granito tipo-A pós-orogênico do arco magmático Amoguijá – Terreno Rio Apa – sul do Cráton Amazônico. *Brazilian Journal of Geology*, **43** (3): 515-534.

Ruiz A. S. 2005. Evolução geológica do sudoeste do Cráton Amazônico região limítrofe Brasil-Bolívia – Mato Grosso. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 14-245p.

Ruiz A.S., Simões L.S.A., Almeida H. L.de, Godoy A. M., Manzano J.F. 2005. Análise estrutural do batólito Santa Helena: implicações sobre a evolução tectônica do SW do Cráton Amazônico durante as Orogenias San-Ignácio-Rondoniano e Sunsás-Aguapeí. *In: X Simpósio de Estudos Tectônicos, Curitiba, Anais*, p. 411 – 414.

Sá, E.F.J. & Hackspacher, P.C. 1982. Revisão sobre análise estrutural, parte 1 - conceituação básica e métodos. *Ciências da Terra*, **5**: 24-36.

Saes G. S., Leite J. A. D. e Alvarenga C. J. S., 1992. Evolução tectono-sedimentar do Grupo Aguapeí, Proterozoico Médio na porção meridional do Cráton Amazônico: Mato Grosso e Oriente Boliviano. *Rev. Bras. Geoc*, **23**: 31–37.

Saes G.S. e Fragoso César A. R. S. 1994. The Aguapeí basin (Southwest Amazonia): A Grenville age aulacogen of the Sunsas orogeny. *In SBG, 38º Congresso Brasileiro de Geologia. Atas 1*, 207-209.

Saes G.S. e Fragoso César A. R. S. 1996. Acresção de terrenos mesoproterozoicos no SW da Amazônia. *In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 39, Atas*, p.348.

Saes G. S. 1999. Evolução Tectônica e Paleogeográfica do Aulacógeno Aguapeí (1.2-1.0 Ga) e dos Terrenos do seu Embasamento na Porção sul do Cráton Amazônico. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 135p.

Santos G., Ruiz A. S., Sousa M. Z. A., Batata M. E. F., Cabrera R. F., Redes L. A., Brandão V. S. 2013. Geologia preliminar do Granito Coimbra, Terreno Rio Apa, Região de Corumbá – MS. *In: XIV Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, CD-ROM*.

Santos J. O. S., Hartmann L. A.; Gaudette H. E. , Groves D. I. , Mcnaughton N. J. , Fletcher I. R. 2000. A new understanding of the Amazon Craton Provinces based on integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd Geochronology, *Gondwana Research*, **3**:453-488.

Santos J. O. S.; Rizzotto G.J. ; Potter P.E. ; McNaughton N.J. ; Matos R.S. ; Hartmann L.A. ; Chemale Jr., F. ; Quadros M.E.S. 2008. Age and autochthonous evolution of the Sunsás Orogen in West Amazon Craton based on mapping and U Pb geochronology. *Precambrian Research*, **165**: 120-152.

Sato k., Basei M. A. S., Siga O. J., 2008. Novas técnicas aplicadas ao método U-Pb no CPGeo - IGc/USP: avanços na digestão química, espectrometria de massa (TIMS) e exemplos de aplicação integrada com SHRIMP. *In: Geol. USP Série Científica*, **8**: 77-99.

Sibson R. H. 1977. Fault rocks and fault mechanisms. *Journal of the Geological Society*, **3**: 191-213.

Stern R. A. 1998. High-resolution sims determination of radiogenic trace-isotopic ratios in minerals. Mineralogical association of Canada. *Short Course Series*, **27**: 241-268.

Streckeisen A. L. 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Review*, **12**: 1-33.

Redes L. A. 2015. Granito Taquaral: Evidências de um Arco Magmático Orosiriano no Sul do Cráton Amazônico na Região de Corumbá – MS

Sun S.S. e MacDonough W.F. 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and process. In: Saunders A.D. e Norry M.J. (eds.), *Magmatism in the ocean basins*, Special Publication 42. *Geological Society London*, **1**: 1313–345.

Tassinari C.C.G. e Macambira, M.J.B. 1999. Geochronological provinces of the Amazonian Craton. *Episodes*, **38**:174-182.

Tassinari C.G.C., Macambira M.J.B. 2004. A Evolução Tectônica do Cráton Amazônico. In: Neto-Mantesso V., Bartorelli A, Carneiro C. D. R., Brito-Neves, B.B. (eds). *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, p: 471-486.

Teixeira W., Geraldés M. C., Matos R., Ruiz A.S., Saes G., Vargas Mattos G. 2010. A review of the tectonic evolution of the Sunsás belt. SW Amazonian Craton. *Journal of South American Earth Sciences*, **29**: 47-60.

Trompette R., Alvarenga C. J. S., Walde D. Geological evolution of the Neoproterozoic Corumbá graben system (Brazil). 1998. Depositional context of the stratified Fe and Mn ores of the Jacadigo Group. *Journal of South American Earth Sciences*, **11**: 587-597.

Vargas-Mattos G.L. 2010. Caracterização geocronológica e geoquímica dos granitos proterozoicos: implicação para a evolução crustal da borda SW do Cráton Amazônico na Bolívia. Tese de Doutorado, Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 164 p.

Williams I. 1998. U-Th-Pb geochronology by ion microprobe, In: McKibben M.A., Shanks III W.C., Ridley W.I., (eds), *Applications of microanalytical techniques to understanding mineralizing processes*. *Reviews in Economic Geology*, **7**: 1-35.

CAPÍTULO IV

CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Esta dissertação de mestrado tenta contribuir com a ampliação do conhecimento da Suíte Intrusiva Alumiador, pertencente ao Terreno Rio Apa, a partir do estudo petrográfico, geoquímico, geocronológico e isotópico de um de seus corpos - o Granito Taquaral.

Godoi *et al.* (2001) cartografaram o embasamento das coberturas sedimentares neoproterozoicas, na área estudada, como exposições gnaisses, anfibolitos, leptinitos, metagranitos e, mais subordinadamente, trondhjemitos, tonalitos, granodioritos e as englobaram no Complexo Rio Apa de idade arqueana, assim como fez Lacerda Filho *et al.* (2006) para os granitos, granodioritos e tonalitos foliados, milonitos a protomilonitos. Diferentemente, os dados aqui obtidos demonstram que esta área compreende um batólito fracamente foliado formado por hornblenda-biotita-granitoides, que podem ser separados em três fácies petrográficas: Fácies Média a Grossa Cinza (FMGC), Fácies Grossa Rosa (FGR) e Fácies Fina Rosa (FFR). A FMGC caracteriza-se por rochas leucocráticas, de cor cinza, textura inequi a equigranular média a grossa com intercrescimento gráfico. A FGR é composta por rochas leucocráticas de cor rosa inequigranulares grossas, apresenta texturas hipidiomórfica a xenomórfica, e localmente gráfica. A FFR é constituída por rochas hololeucocráticas de cor rosa-claro, equi a inequigranulares de composição monzo a sienogranítica de granulação fina e é representada por diques aplíticos.

Os pontos que representam as determinações modais dessas rochas distribuem-se, no diagrama de classificação modal QAP de Streckeisen (1976), segundo os campos dos quartzo-monzodioritos, quartzo-monzonitos, granodioritos e monzo a sienogranitos correspondendo aos granitos das séries subalcalinas cálcio-alcalinas de médio a alto-K da classificação proposta por Bowden *et al.* (1984), modificada de Lameyre & Bowden (1982).

De acordo com os feldspatos alcalinos, essas rochas podem ser classificadas como granitoides *subsolvus* (Tuttle & Bowen 1958) que são caracterizadas por apresentar tanto feldspato potássico pertítico quanto uma fase sódica separada (albita a oligoclásio).

Dois tipos de enclaves foram reconhecidos no Granito Taquaral, um representando restitos da encaixante (xenólito), de composição anfibolítica; e outro identificado como enclave microgranular félsico (EMF) de composição quartzo diorítica, interpretado como mistura de magmas do tipo *mingling* (mistura heterogênea), com base em feições macroscópicas e microscópicas. Macroscopicamente os xenocristais de feldspato alcalino no EMF, podem ser arredondados antes da mistura mecânica e apresentar pouca ou nenhuma modificação morfológica devido ao reaquecimento.

Essa variação morfológica é provavelmente uma questão de tempo e contraste térmico (Nieves *et al.* 2014). Microscopicamente, também foram observadas algumas feições típicas de processos de mistura de magmas propostas por Hibbard (1991), tais como: 1) quartzo com bordas e golfos de corrosão; 2) quartzo poiquilítico, resultante da cristalização tardia da mistura por reaquecimento ocasionado pela interação com outro magma, onde os poucos núcleos de quartzo disponíveis para o crescimento englobam um conjunto anterior de cristais relativamente pequenos, como, biotita, hornblenda, apatita e minerais opacos; 3) glomeropórfiros de plagioclásio e biotita, formados, provavelmente, em um fundido em estado semilíquido, onde há um aumento da temperatura ocasionado por um *input* térmico que produz mobilidade e agrupamento dos cristais de biotita e de plagioclásio. Todas essas feições são características de mistura de magmas que é o resultado da interação de fundidos de diferentes composições, temperaturas, densidades, viscosidades e estado de cristalização, gerando rochas híbridas de composições intermediárias (Hibbard 1991).

A presença destes enclaves e a variação faciológica identificada sugerem que a evolução do magmatismo que formou o Granito Taquaral é complexa envolvendo a assimilação de encaixantes crustais, ocorrência de pulsos magmáticos de composição intermediária até ácida, e magma *mingling*.

Diques de diabásio, em contatos abruptos, intrudem o Granito Taquaral durante regime extensional, no entanto a falta de dados geocronológicos não permitiu associá-los ao evento ígneo gerador desta unidade ou a um episódio posterior de extensão crustal.

Duas fases deformacionais foram identificadas neste estudo, uma de natureza dúctil (F_1) e outra rúptil (F_2). A fase de deformação F_1 gerou foliações penetrativas e zonas de cisalhamentos orientadas segundo a direção NNE com mergulhos elevados, entre 80° e 90° , para NW. O padrão estrutural exibido pelo Granito Taquaral não corresponde ao das rochas da Suíte Intrusiva Alumiador, do Terreno Rio Apa, que mostram foliações com mergulhos baixos, normalmente inferiores a 40° para SE. Dados estruturais do Granito Correrca, mesmo que escassos, mostram foliação tênue (Vargas-Mattos 2010) similar à descrita no Granito Taquaral, todavia não há informações sobre orientação do Correrca, o que dificulta a correlação estrutural com o granito aqui estudado. Em termos cinemáticos, a fase F_1 é responsável por um discreto encurtamento crustal, resultante de um esforço compressivo de NWW para SEE que provocou vergência tectônica para leste a sudeste. A segunda fase (F_2) afetou tanto as rochas graníticas do embasamento quanto as rochas da cobertura sedimentar representada pelos grupos Corumbá e Jacadigo, resultando em um conjunto de falhas com formação de cataclastos, no Grupo Corumbá e Granito Taquaral.

As fases F_1 e F_2 descrevem estágios deformacionais que indicam dois níveis crustais distintos. A primeira fase em níveis crustais compatíveis com as condições da fácies xisto verde e a segunda com feições de nível crustal raso, possivelmente relacionada à evolução da Faixa Paraguai e

Aulacógeno Tucavaca, ou, à implantação da Bacia do Pantanal. Termocronologia e geocronômetros que permitam discriminar eventos de baixa temperatura, como os traços de fissão, poderiam ser aplicados no estudo destes movimentos crustais mais jovens. Assim como, em um futuro breve, poder-se-ia empregar análises geocronológicas, pelo método Ar-Ar, buscando a idade da provável orogenia que afetou o embasamento da região de Corumbá.

Os dados geoquímicos obtidos caracterizam as rochas estudadas como de composição intermediária a ácida, classificadas como granodioritos, monzogranitos e granitos, geradas a partir de um magmatismo cálcio-alcálico de médio a alto-K, metaluminoso a peraluminoso de natureza magnésiana. O padrão de elementos traços apresenta um enriquecimento dos elementos litófilos de raios iônicos grandes (LILE) em relação aos de alto potencial iônico (HFSE) com anomalias negativas de Nb e Ta, comportamento típico de contribuição crustal. Enquanto que, os Elementos Terras Raras (ETR) mostram configuração semelhante ao das séries cálcio-alcálicas, com um geral fracionamento de ETR Pesados em relação aos ETR Leves e disposição sub-horizontalizada dos primeiros.

Os dados geocronológicos e isotópicos indicam idade de cristalização de 1861 ± 5 Ma (U-Pb SHRIMP) para o Granito Taquaral com $\epsilon_{Nd(1,86Ga)}$ de -1,48 a -1,28, e idade modelo T_{DM} de 2,32 e 2,25 Ga que aponta para participação de uma fonte crustal na origem do magma, possivelmente envolvendo processos de fusão parcial de uma crosta continental.

No momento, descarta-se a possibilidade do Granito Taquaral pertencer ao mesmo evento magmático gerador do Granito Correrca (Terreno San Pablo), uma vez que este último apresenta idades mais antigas, entre 1925 a 1894 Ma, e idades T_{DM} arqueanas, entre 2,8 a 2,9 Ga, diferindo das idades modelos riácianas do Granito Taquaral. Da mesma forma, os valores de $\epsilon_{Nd(t)}$ de -8,5 e -9,4, do Granito Correrca, destoam dos valores apresentados pelo granito aqui estudado.

Sugere-se que as rochas do Granito Taquaral pertençam à Suíte Intrusiva Alumiador, do Terreno Rio Apa, uma vez que há semelhanças petrográficas, composicionais e de idade de cristalização com os granitos Alumiador (Cordani *et al.* 2010), São Francisco (Souza *et al.* em prep.), Aquidabã (Nogueira *et al.* em prep.), tendo também valores de $\epsilon_{Nd(t)}$ comparáveis aos desta suíte. Em relação às idades modelos T_{DM} , há uma coincidência parcial, porque as rochas da Suíte Intrusiva Alumiador exibem idades tanto riácianas quanto arqueanas.

Em termos de ambiente tectônico, os dados apresentados mostram que o Granito Taquaral é uma intrusão relacionada com um ambiente convergente de placas, do tipo arco magmático continental, gerada por um magmatismo com interação de fontes crustais importantes. Considerando a correlação desta intrusão com os plútons e batólitos da Suíte Intrusiva Alumiador, conclui-se que o

Arco Magmático Amoguijá (Lacerda Filho *et al.* 2006) de idade orosiriana, se prolonga até a região de Corumbá (MS), na fronteira entre Brasil e Bolívia.

Sugere-se aos futuros trabalhos a serem desenvolvidos na região de Corumbá que se realize a caracterização do Gnaisse Sant'ana visando uma comparação petrológica entre os granitos Taquaral e Coimbra. Bem como a aplicação do método Ar-Ar na definição da idade do metamorfismo regional que afetou os Granitos da região. Outra contribuição importante seria estender os estudos para o Terreno San Pablo na Bolívia, a fim de se verificar a possibilidade dos terrenos Rio Apa e San Pablo serem apenas um fragmento crustal.

Referências Bibliográficas

- Almeida F.F.M. 1945. Geologia do sudoeste mato-grossense. Boletim da Divisão e Geologia e Mineralogia, Departamento Nacional de Produção Mineral, DNPM, 116: 1-118.
- Almeida F.F.M. 1965. Geologia da Serra da Bodoquena (Mato Grosso). Boletim DNPM, Divisão de Geologia e Mineralogia, v. 219, p. 1-137.
- Almeida F.F.M. 1967. Origem e evolução da plataforma brasileira. Rio de Janeiro, Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, p 36. (Boletim 241).
- Almeida F.F.M. 1978. Tectonic map of south america 1:5.000.000. Explanatory note, Brasília DNPM/DGMW/UNESCO, 23p.
- Alvarenga C.J.S. e Saes G. S. 1992. Estratigrafia e Sedimentologia do Proterozoico Médio e Superior da região Sudeste do Cráton Amazônico. *Revista Brasileira de Geociências*. (22): 493-499.
- Alvarenga C.J.S., Moura C.A.V., Gorayeb P.S., Abreu F.A.M. 2000. Paraguai and Araguaia belts. In: Cordani U.G., Milani E.J., Thomaz Filho A., Campos D.A. (ed.) *Tectonic evolution of South America*. p.: 183-193.
- Amaral G. 1974. Geologia Pré Cambriana da Região Amazônica. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 212 p.
- Araújo H.J.T. & Montalvão P.E.N. 1980. Geologia da *Folha SF.21* e parte das *Folhas SF.21-V-D e SF.21-X-C*, sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul: operação 578/80 - DIGEO. Goiânia: Projeto RadamBrasil, Relatório Interno, 15 p.
- Araújo H.J.T., Santos Neto A., Trindade C.H., Pinto J.C.A., Montalvão R.M.G., Dourado T.D.C.; Palmeira R.C.B., Tassinari C.C.G. 1982. *Folha SF. 21 – Campo Grande*. Rio De Janeiro, Ministério das Minas e Energia-Secretaria Geral, Projeto RADAMBRASIL – Geologia, (28): 23-124.
- Barreto C.J.S., Lafon J.M., Rosa-Costa L.T., Lima E.F. 2014. Palaeoproterozoic (~1.89 Ga) felsic volcanism of the Iricoumé Group, Guyana Shield, South America: geochemical and Sm-Nd isotopic constraints on sources and tectonic environment. *International Geology Review*, (56): 1332-1356.
- Barros A.M., Silva R.H. da, Cardoso O.R.F.A., Freire F.A., Souza Jr. J.J., Rivetti M., Luz, D.S., Palmeira R.C., Tassinari C.C.G., 1982. *Folha SD. 21, Cuiabá*. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia, Projeto RADAMBRASIL - Geologia, (26): 25-192.
- Bizzi L.A.; Schobbenhaus C; Vidotti, R.M.; Gonçalves J.H. 2003. Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil. Texto, mapas e SIG. CPRM-Serviço Geológico do Brasil, Brasília. 692p.
- Boggiani P. C.; Alvarenga C.J.S. 2004. Faixa Paraguai In: Mantesso-Neto, V., Bartorelli, A., Carneiro, C. D. R., Brito-Neves, B. (eds) *Geologia do Continente Sul-Americano*. São Paulo,SP: BECA, (1): 113-118.
- Boggiani P. C. 1998. Análise Estratigráfica da Bacia Corumbá (Neoproterozoico) - Mato Grosso do Sul. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Tese Doutorado, 181p.
- Bowden P., Batchelor R.A., Chappell B.W., Didier J., Lameyre J. 1984. Petrological, geochemical and source criteria for the classification of granitic rocks: a discussion. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, (35): 1-11.
- Brandão V.S. ; Sousa, M. Z. A. ; Ruiz A.S. ; Nogueira S. F. ; Cabrera R. F. ; Batata M. E. F. ; Sousa E. M. D. 2013. Aspectos Geológicos e Petrográficos do Granito Serra Verde Suíte Intrusiva Alumiador Terreno Rio Apa Sul do Cráton Amazônico. In: 13º Simpósio de Geologia da Amazônia.
- Brittes A. F. N. & Plens D. P. 2010. Caracterização Geológica da Serra da Bocaina, com Ênfase na Formação Serra da Bocaina – Terreno Rio Apa – Sul do Craton Amazônico – Porto Murtinho – MS. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, 20-50 p.
- Brittes A. F. N., Sousa M. Z. A., Ruiz A. S., Batata M. E. F., Plens D. P. 2011. Petrografia, Estrutural e Geoquímica da Formação Serra da Bocaina do Arco Magmático Amonguijá – Terreno Rio Apa (MS). In: 12º Simpósio de Geologia da Amazônia.

- Brittes A. F. N., Sousa M. Z. A. M., Ruiz A. S., Batata E. F., Lafon J.M., Plens D. P. 2013. Geologia, petrologia e geocronologia (Pb-Pb) da Formação Serra da Bocaina: evidências de um Arco Magmático Orosiriano no Terreno Rio Apa, sul do Cráton Amazônico. *Brazilian Journal of Geology*, 43(1): 48-69.
- Brito Neves B.B., Sá J.M., Nilson A.A. e Botelho N.F. 1995. A Tectogênese Estateriana nos Blocos Paleoproterozoicos da América do Sul e processos subsequentes. *Genomos*. (3): 1-21.
- Cordani U.G. & Brito Neves B.B.de, 1982. The geologic evolution of South América during the Archean and Early Proterozoic. *Rev. Bras. de Geoc.*, 12:78-88.
- Cordani U.G., Tassinari C.C.G., Teixeira W., Basei M.A.S., Kawasita K.1979. Evolução Tectônica da Amazônia com base nos dados geocronológicos. *In: Congresso Geológico Chileno, Chile. Atas*, (2): 137-48.
- Cordani, U. G; Tassinari, C. C. G.; Rolim, D. R. 2005. The basement of the Rio Apa Craton in Mato Grosso do Sul (Brazil) and northern Paraguay: a geochronological correlation with the tectonic provinces of the south-western Amazonian Craton. *In: Gondwana*, (12): 112.
- Cordani U.G., Teixeira W., Tassinari, C.C.G., Ruiz A.S. 2010. The Rio Apa Craton in Mato Grosso do Sul (Brazil) and Northern Paraguay: geochronological evolution, correlations and tectonic implications for Rodinia and Gondwana. *American Journal of Science*. (310): 1- 43.
- Corrêa J.A., Correia Filho F.C.L, Scislewski G., Cavallon L.A.; Cerqueira N.L.S., Nogueira V.L. 1976. *Projeto Bodoquena - Relatório Final*, MME/DNPM, Convênio DNPM/CPRM, Superintendência Regional de Goiânia.
- Correia Filho F.C.L Martins E.G. Araújo E.S. 1981. *Projeto Rio Apa: Relatório da área I*. Goiânia: CPRM, Convênio CODESUL/CPRM,v. 2.
- Costa J.B.S., & Hasui Y. 1997. Evolução geológica da Amazônia. *In: M.L.Costa, R.S.Angélica (eds). Contribuições à Geologia da Amazônia*. SBG, p.15-90.
- Del'Arco J.O., Silva R.H., Tarapanoff I., Freire F.A., Pereira L.G.M., Souza S.L., Luz J.S., Palmeira R.C.B., Tassinari, C.C.G. 1982. Geologia. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia, Projeto RadamBrasil, *Folha SE.21. Corumbá e Parte da Folha SE 20*. Geologia, (27): 25-160.
- Delgado I.M., Souza J.D., Silva L.C., Silveira Filho N.C., Santos R.A., Pedreira A.J., Guimarães, J.T., Angelim L.A.A., Vasconcelos, A.M., Gomes, I.P., Lacerda Filho J.V., Valeste C.R., Perrota M.M., Heineck C.A. 2003. Geotectônica do Escudo Atlântico. *In: Luiz Augusto Bizzi; Carlos Shobbenhaus; Roberta Mary Viddoti; João Henrique Gonçalves. (Org.). Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. Brasília, Editora Universidade de Brasília, p. 227-334.
- DePaolo D. J. 1981. Trace elemento and isptopic effects of combined wallrock assimilation and fractional crystallization. *Earth and planetary Science letters*, (53): 189-202.
- Figueiredo J.A. de A. & Olivatti O. Projeto Alto Guaporé; relatório final integrado. Goiânia, DNPM/CPRM. 1974. Contribuição à geologia da faixa orogênica Paraguai-Araguaia. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 29, Ouro Preto, 1976.
- Freitas B. T. 2010. Tectônica e Sedimentação do Grupo Jacadigo (Neoproterozóico, MS). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 144 p.
- Godoi H.O. & Martins E.G. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB: *Folha SF.21, Campo Grande*: escala 1:500.000. Brasília: CPRM, 1999.
- Godoi H.O.; Martins E.G.; Mello C.R.; Scislewski G. 1999. Geologia. MME/SG. Projeto Radam - Brasil. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. *Folhas Corumbá (SE. 21-Y-D), Aldeia Tomázia, (SF. 21-V-B) e Porto Murtinho (SF. 21-V-D)*, Mato Grosso do Sul, escala 1: 250.000.
- Godoi H.O., Martins E.G.; Mello J.C.R. 2001. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB: *folha SE.21-Y-D - Corumbá; Folha SF.21-V-B- Aldeia Tomázia; Folha SF.21-V-D - Porto Murtinho*: escala 1:250 000. Brasília, CPRM, 88p.
- Godoy A.M.; Ruiz A.S.; Manzano J.C.; Araújo Luiz L.M.B.; Montano L.F.; Sousa M.Z.A.; Batata M.E.F.; Silva M.V.V.; Baldim I.; Lima G.A. 2006. Aspectos petrográficos e litogeoquímicos da Suíte Intrusiva Alumizador, Maciço Rio Apa, sul do Cráton Amazônico - MS. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 43, 2006, Aracaju. Anais... Aracaju: Sociedade Brasileira de Geologia, p. 79.

- Godoy A.M.; Ruiz. A.S.; Manzano, J.C.; Araújo, L.M.B., Ruiz, A.S. 2007. Contexto geológico do magmatismo do Grupo Amoguijá, Suíte Intrusiva Alumiador e Vulcânica Serra da Bocaina, Maciço Rio Apa, sul do Cráton Amazônico – MS. In: Simpósio Nacional De Estudos Tectônicos, 11, 2007, Natal. Anais... Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, p. 277-279.
- Godoy A.M.; Manzano J.C.; Araújo L.M.B.; Silva J.A. 2009. Contexto Geológico e Estrutural do Maciço Rio Apa, sul do Cráton Amazônico - MS. *Geociências*, 28 (4) 485-499.
- Godoy A.M., Manzano J.C., Araújo L.M.B., Silva J.A. 2010. Suíte Vulcânica Serra da Bocaina, Grupo Amoguijá - Maciço Rio Apa – MS. *São Paulo, UNESP, Geociências*, (29): 571-587.
- Hasui Y.; Haralyi N.L.E.; Schobbenhaus C. 1984. Elementos geofísicos e geológicos da região amazônica: subsídios para o modelo geotectônico. In: *Simposium Amazônico*, 2, Manaus. Anais, DNPM, Manaus. (1): 129-148.
- Hasui Y., Carneiro C.D.R., Almeida F.F.M.de, Bartorelli A. 2012. *Geologia do Brasil*. São Paulo:Ed. Beca. 900p. (Livro).
- Hibbard M. J. 1991. Textural anatomy of twelve magma-mixed granitoid systems. Enclaves and granite petrology. *Elsevier*, Amsterdam. p: 431-444.
- Hutchinson C.S. 1974. *Laboratory handbook of petrographic techniques*. New York, John Wiley & Sons. 527p.
- Issler R. S. 1977. Esboço Geológico-tectônico do Cráton do Guaporé. *Rev. Bras. Geociências*, (7): 177-211.7.
- Kroner, A., and Cordani, U. G. 2003. African, southern Indian and South American cratons were not part of the Rodinia supercontinent: evidence from field relationships and geochronology. *Tectonophysics*, (375): 325–352.
- Lacerda Filho J.W., Brito R.S.C., Silva M.G., Oliveira C.C. De, Moreton L.C., Martins E.G., Lopes R.C., Lima T.M., Larizzatti J.H., Valente C.R. 2006. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso do Sul. Programa integração, atualização e difusão de dados de geologia do Brasil. Convênio CPRM/SICME - MS, MME, 10 – 28p.
- Lameyre, J. & Bowden, P. 1982. Plutonic rock types series: discrimination of various granitoid series and related rocks. *J. Volcan. Geoth. Res.*, (14): 169-186.
- Le Maitre R.W. 2002. Igneous rocks: a classification and glossary of terms: recommendations of the international union of geological sciences subcommission on the systematics of igneous rocks. *Cambridge, Cambridge University Press*, 236 p.
- Lisboa M.A.R. 1909. Oeste de São Paulo, sul de Mato Grosso, geologia, indústria mineral, clima, vegetação, solo agrícola, indústria pastoril, Rio de Janeiro, *Typ do Jornal do Commercio*, 172 p.
- Litherland & Klinck B. A. 1982. Introducing the terms: "Paraguá Cráton" and "Pensamiento Granitoid Complex" for use in sheet reports. Rep. East. Bolivia Miner. Expl. Proj., Santa Cruz, ML/37 (*Unpublished*).
- Litherland M., Annells R.N., Appleton J.D., Berrangé J.P., Bloomfield K., Burton C.C.J., Darbyshire D.P.F., Fletcher C.J.N., Hawkins M.P., Klinck B.A., Lanos A., Mithcell W.I., O Connor E.A., Pitfield P.E.J., Power G. E Webb B.C. 1986. The Geology and Mineral Resources of the Bolivian Precambrian Shield. *British Geological Survey. Overseas Memoir 9*. London, Her Majesty's Stationery Office. 140 p.
- Ludwig K.R. 2001. Isoplot/Ex. rev., 2.49. A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronological Center. 45 p. (Special Publication 1A).
- Lugmair G. W, Marti, K. 1978. Lunar initial $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$: differential evolution of the lunar crust and mantle. *Earth and Planetary Science Letters*, (39): 349-357.
- Luz J.S.; Oliveira A.M.; Souza J.O.; Motta J.F.M.; Tanno L.C.; Carmo L.S.; Souza N.B. 1980. Projeto Coxipó. Goiânia, DNPM/ CPRM, (1): 136 (Relatório Final).
- Medeiros E.M. & Sousa S.Q. 2008. Caracterização Geológica das Folhas SF-21-XC e SF-21-VD Província Rio Apa Extremo Sul do Cráton Amazônico Mato Grosso do Sul. Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Monografia de Conclusão de Curso, 30 – 52 p.
- Manzano J. C., Godoy A. M., Araújo L. M. B., Godoy L. P. 2012. Suíte Plutônica Alumiador, Grupo Amonguijá, Maciço Rio Apa – MS. *São Paulo, UNESP, Geociências*. 31(3): 351-370.
- Matos R. 2010. Geocronologia e Evolução Tectônica Paleo-Mesoproterozoica do Oriente Boliviano – Região Sudoeste do Cráton Amazônico, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado 23 – 240 p.

- Nieves A. I. A. Aspectos petrológicos de procesos de mezcla de magmas en el basamento Ígneo-Metamórfico del NOA. Contrafuertes del salar de Diablillos. Faculdade de Ciências Naturais, Universidade Nacional de Salta, Dissertação de Mestrado. 100 p.
- Nogueira V. L., Oliveira C. C., Figueiredo J. A., Corrêa Filho F. C. L., Scislewski N. G., Souza M. R., Moraes Filho J. C. R., Leite E.A., Souza N. B., Souza J. O., Cerqueira N. L. S., Vanderlei A. A., Takaschi A. T., Abreu Filho W., Rosito J., Olivatt I. O., Hausen J.E.P., Gonçalves G.N.D., Ramalho R., Pereira L.C.B. 1978. Projeto Bonito – Aquidauana: Relatório Final. Goiânia. Convênio: DNP/CPRM- DGM, v. 14.
- Nogueira S. F.; Sousa, M. Z. A. ; Ruiz A.S. ; Batata M. E. F.; Cabrera R. F.; Costa J. T. 2013. Granito Aquidabã - Suíte Intrusiva Alumizador - Sul do Cráton Amazônico Geologia, Petrografia e Geoquímica. *In: 13º Simpósio de Geologia da Amazônia.*
- Olivatt O. , Correia Filho F. C. L. 1981. Problemas estratigráficos do Pré- Cambriano no Mato Grosso do Sul. *In: Simpósio de Geologia do Centro-Oeste*, (1): 212- 224.
- Oliveira A. I.; Leonardos O. H. (Eds) 1943. Geologia do Brasil – *Série Didática, Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola*, (2): 813.
- Oliveira E.C.; Lafon J.M.; Gioia S.M.C.L.; Pimentel M.M. 2008. Datação Sm-Nd em rocha total e granada do metamorfismo granulítico da região de Tartarugal Grande, Amapá Central. *Revista Brasileira de Geociências*, 38 (1): 114-127.
- Oliveira A. J. & Moura P. 1944. Geologia da região de Corumbá e minérios de manganês e ferro de Urucum, Mato Grosso. Boletim da Divisão de Fomento da Produção Mineral, Rio de Janeiro, parte I, (62): 13-29 p.
- Plens D. P., Ruiz A. S., Sousa M. Z. A. M., Batata E. F., Lafon J.M. Brittes A.F.N. 2013. Batólito Cerro Porã: granito tipo-A pós-orogênico do arco magmático Amoguijá – Terreno Rio Apa – sul do Cráton Amazônico. *Brazilian Journal of Geology*, 43 (3): 515-534.
- Redes L. A., Sousa M.Z.A., Ruiz A. S., Lima G. A., Martins L. C.D. 2013. Geologia, Petrografia e Geoquímica do Granito Taquaral - Embasamento das Coberturas Neoproterozoicas do Aulacógeno Tucavaca na região de Corumbá-MS. *In: 13º SGA Simpósio Geologia da Amazônia.*
- Ruiz A. S. 2005. Evolução geológica do sudoeste do Cráton Amazônico região limítrofe Brasil-Bolívia – Mato Grosso. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 14-245p.
- Ruiz A.S., Simões L.S.A., Almeida H. L.de, Godoy A. M., Manzano J.F. 2005. Análise estrutural do batólito Santa Helena: implicações sobre a evolução tectônica do SW do Cráton Amazônico durante as Orogenias San-Ignácio-Rondoniano e Sunsás-Aguapeí. *In: X Simpósio de Estudos Tectônicos, Curitiba, Anais*, p. 411 – 414.
- Ruiz A.S.; Matos J. B.; Sousa M. Z. A.; Lima G. A.; Batata M. E. F. 2010. Mapeamento Geológico e Levantamento de Recursos Minerais da *Folha Santa Bárbara (SD.21-Y-C-V)*. Convênio CPRM-UFMT. Programa Geologia do Brasil, Relatório Etapa de Mobilização, 35p.
- Saes G. S., Leite J. A. D. e Alvarenga C. J. S. 1992. Evolução tectono-sedimentar do Grupo Aguapeí, Proterozoico Médio na porção meridional do Cráton Amazônico: Mato Grosso e Oriente Boliviano. *Revista. Brasileira. Geociências*, (23): 31–37.
- Saes G.S. e Fragoso César A. R. S. 1996. Acresção de terrenos mesoproterozoicos no SW da Amazônia. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, (39): 348.
- Saes G. S. 1999. Evolução Tectônica e Paleogeográfica do Aulacógeno Aguapeí (1.2-1.0 Ga) e dos Terrenos do seu Embasamento na Porção sul do Cráton Amazônico. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 135p.
- Santos J. O. S., Hartmann L. A.; Gaudette H. E. , Groves D. I. , Mcnaughton N. J. , Fletcher I. R. 2000. A new understanding of the Amazon Craton Provinces based on integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd Geochronology, *Gondwana Research*, (3):453-488.
- Santos J. O. S.; Rizzotto G.J. ; Potter P.E. ; McNaughton N.J. ; Matos R.S. ; Hartmann L.A. ; Chemale Jr., F. ; Quadros M.E.S. 2008. Age and autochthonous evolution of the Sunsás Orogen in West Amazon Craton based on mapping and U Pb geochronology. *Precambrian Research*, (165): 120-152.
- Sato k., Basei M. A. S., Siga O. J., 2008. Novas técnicas aplicadas ao método U-Pb no CPGeo - IGc/USP: avanços na digestão química, espectrometria de massa (TIMS) e exemplos de aplicação integrada com SHRIMP. *In: Geol. USP Série Científica*, (8): 77-99.

- Schobbenhaus Filho, C. & Oliva, LA. 1979. Folha SE.2J Corumbá. Brasília, DNPM. (Carta Geológica do Brasil ao milionésimo).
- Schobbenhaus Filho, C. & Soares M.E.S. 1979. *Folha Corumbá (SE. 21)*. Brasília: DNPM. (Carta geológica do Brasil ao milionésimo).
- Sibson R. H. 1977. Fault rocks and fault mechanisms. *Journal of the Geological Society*, (3): 191-213.
- Silva G.G.; Lima M.I.C.; Andrade A.R.F.; Issler R.S.; Guimarães G.; Leal J.W.L.; Araújo J.F.V.; Basei M.A.S.; Dall'agnol R.; Tedceira J.B.G.; Montalvão R.M.G. 1974. Geologia. In: Projeto RADAM. *Folha SB.22 Araguaia e parte da Folha SC.22. Tocantins*. Rio de Janeiro, MME/DNPM. p. 3-143. (Levantamento de Recursos Naturais 4).
- Silva E. L. 1998. Geologia da região da Serra da Alegria, extremo sul do cráton Amazônico, município de Porto Murtinho - MS. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 147 p.
- Silva M.G.; Brito, R.S.C.; Lacerda Filho J.V. 2007. Rochas graníticas do complexo Rio Apa e da Suíte Amoguijá, Mato Grosso do Sul: evidências de terrenos acrescionários paleoproterozóicos, na porção sudoeste do cráton Amazônico. In: Simpósio De Geologia Do Centro Oeste, Pirenópolis. Anais: SBG, 2007, CD-ROM.
- Stern R. A. 1998. High-resolution sims determination of radiogenic trace-isotopic ratios in minerals. Mineralogical association of Canada. *Short Course Series*, (27): 241-268.
- Streckeisen A. L. 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Review*, (12): 1-33.
- Tassinari C.C.G. e Macambira M.J.B. 1999. Geochronological provinces of the Amazonian Craton. *Episodes*, (38): 174-182.
- Tassinari C.C.G. 1981. Evolução Tectônica da Província Rio Negro-Juruena na Região Amazônica. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 99 p.
- Tassinari C.C.G. 1996. O mapa geocronológico do Cráton Amazônico no Brasil: revisão dos dados isotópicos. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de Livre-Docência, 139 p.
- Tassinari C.C.G., Bettencourt J.S., Geraldés M.C., Macambira M.J.B. & Lafon J.M. 2000. The Amazonian Craton. In: Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz-Filho, A. & Campos, D.A. (eds.). *Tectonic Evolution Of South America*, Rio de Janeiro, p.: 41- 95.
- Tassinari C.G.C., Macambira M.J.B. 2004. A Evolução Tectônica do Cráton Amazônico. In: Neto-Mantesso V., Bartorelli A, Carneiro C. D. R., Brito-Neves, B.B. (eds). *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, p: 471-486.
- Teixeira W., Tassinari C.C.G., Cordani U.G. & Kawashita K. 1989. A review of the geochronology of the Amazonian Craton: tectonic implications. *Precambrian Research*, (42): 213 – 227.
- Trompette R., Alvarenga C. J. S., Walde D. Geological evolution of the Neoproterozoic Corumbá graben system (Brazil). 1998. Depositional context of the stratified Fe and Mn ores of the Jacadigo Group. *Journal of South American Earth Sciences*, (11): 587-597.
- Tuttle O. F. & Bowen N.L. 1958. Origin of granite in the light of experimental studies in the system NaSi₃O₈-KAlSi₃O₈-SiO₂-H₂O. *Geol. Soc. Amer. Mem.*, (74) 153p.
- Vargas-Mattos G.L. 2010. Caracterização geocronológica e geoquímica dos granitos proterozoicos: implicação para a evolução crustal da borda SW do Cráton Amazônico na Bolívia. Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 164 p.
- Walde D.H. G. & Hagemann S.G. E. 2007. The Neoproterozoic Urucum/Mutún Fe and Mn deposits in W-Brazil/SE-Bolivia: assessment of ore deposit model. *Zentralblatt dt. Geologische Geowissenschaften*, 158 (1): 45-55.
- Williams I. 1998. U-Th-Pb geochronology by ion microprobe, In: McKibben M.A., Shanks III W.C., Ridley W.I., (eds), Applications of microanalytical techniques to understanding mineralizing processes. *Reviews in Economic Geology*, (7): 1-35.

Anexo 1

Tabela com a relação dos afloramentos descritos.

Pontos	Coord. X	Coord. Y	Litologias/afloramento	Unidade Litoestratigráficas
---------------	---------------------	---------------------	-------------------------------	--

LR 05	428870	7891889	açude seco, FMGC e FFR	Granito Taquaral
LR 06	427422	7891434	solo granítico e blocos rolados da FGR	Granito Taquaral
LR 16	428301	7890377	lajedo granítico, FGR e FFR	Granito Taquaral
LR 17	427669	7890174	solo granítico e blocos rolados	Granito Taquaral
LR 18	426893	7889697	afloramento rasteiro da FMGC	Granito Taquaral
LR 19	426411	7889532	afloramento rasteiro da FMGC	Granito Taquaral
LR 20	425658	7889601	afloramento rasteiro da FMGC	Granito Taquaral
LR 21	424796	7887060	afloramento rasteiro da FMGC	Granito Taquaral
LR 23	427119	7887629	afloramento rasteiro da FMGC	Granito Taquaral
LR 24	428045	7889552	afloramento rasteiro da FMGC	Granito Taquaral
LR 25	427760	7891583	afloramento rasteiro da FMGC	Granito Taquaral
LR 26	423443	7887569	afloramento rasteiro da FMGC	Granito Taquaral
LR 47	4279543	7887989	solo avermelhado e blocos rolado de BIF's	Formação Urucum
LR 48	4279355	7886221	solo avermelhado e blocos rolado de BIF's	Formação Urucum
RM 06	428948	7892421	solo granítico e blocos rolados	Granito Taquaral
RM 07	428893	7891896	açude seco, FMGC, FGR, Cataclasito e dique de diabásio	Granito Taquaral
RM 08	428956	7891663	lajedo granítico FMGC	Granito Taquaral
RM 09	429547	7891481	açude seco, FGR e FFR	Granito Taquaral
RM 10	422023	7890930	solo granítico e blocos rolados da FMGC	Granito Taquaral
RM 11	429402	7890330	lajedo granítico FGR e FFR	Granito Taquaral
RM 12	428657	7890394	lajedo granítico FMGC	Granito Taquaral
RM 13	428000	7889477	solo granítico e blocos rolados da FMGC	Granito Taquaral
RM 14	427295	7889211	açude seco, FMGC, FGR e dique de diabásio	Granito Taquaral
Pontos	Coord. X	Coord. Y	Litologias/afloramento	Unidade Litoestratigráficas

RM 15	425357	7888386	solo granítico e afloramento rasteiro da FMGC	Granito Taquaral
RM 16	424467	7887993	solo granítico e blocos rolados da FMGC	Granito Taquaral
RM 17	423532	7887593	afloramento rasteiro da FMGC	Granito Taquaral
RM 18	422758	7887305	afloramento rasteiro da FMGC	Granito Taquaral
RM 19	424219	7889092	afloramento rasteiro da FMGC	Granito Taquaral
RM 20	423780	7889631	afloramento rasteiro da FMGC	Granito Taquaral
RM 21	434669	7889207	afloramento rasteiro da FMGC	Granito Taquaral
RM 22	435824	7887708	afloramento rasteiro da FMGC	Granito Taquaral
RM 34	427156	7887311	solo amarelado	Formação Pantanal
RM 38	423961	7886391	solo granítico e blocos rolados	Granito Taquaral
RM 39	426690	7888912	solo granítico e blocos rolados	Granito Taquaral
RM 40	425922	7890691	açude seco, FGR e cataclasito	Granito Taquaral
RM 41	425192	7892371	Lajedo de calcário dolomítico	Formação Bocaina
RM 54	435753	7888505	afloramento rasteiro da FMGC	Granito Taquaral
RM 55	428913	7891667	afloramento rasteiro da FMGC	Granito Taquaral
RM 56	427367	7891444	afloramento rasteiro da FMGC	Granito Taquaral
RM 57	426808	7892200	lajedo/blocos de calcário	Formação Bocaina
RM 58	424941	7889837	afloramento rasteiro da FGR	Granito Taquaral
RM 59	423705	7889580	afloramento rasteiro de calcário	Formação Bocaina
RM 60	425427	7891763	lajedo de calcário dolomítico	Formação Bocaina
RM 61	425700	7893205	lajedo/blocos de calcário	Formação Bocaina
RM 62	424066	7894286	lajedo/blocos de calcário	Formação Bocaina
RM 75	436080	7889321	afloramento de calcário em açude	Formação Bocaina
Pontos	Coord. X	Coord. Y	Litologias/afloramento	Unidade Litoestratigráficas

RM 76	435098	7890837	afloramento rasteiro de calcário	Formação Bocaina
RM 77	434960	7889056	afloramento rasteiro de calcário	Formação Bocaina
RM 78	428212	7891802	solo granítico e blocos da FMGC	Granito Taquaral
RM 79	426833	7891748	calcário (contato c/ o Gr. Taquaral)	Formação Bocaina
RM 80	423617	7888439	solo granítico e blocos rolados da FMGC	Granito Taquaral
RM 81	422050	7887449	solo amarelado	Formação Pantanal
RM 87	429293	7890088	lajedo pequeno da FMGC	Granito Taquaral
RM 88	429604	7889090	blocos rolados de calcário	Formação Tamengo
RM 89	429908	7891050	Blocos, lajedo e açude da FMGC e FFR	Granito Taquaral
RM 90	428643	7890576	lajedo da FGR	Granito Taquaral
RM 91	427398	7889944	solo granítico e blocos da FGR	Granito Taquaral
RM 92	425658	7889601	blocos, lajedo e açude da FMGC e FFR	Granito Taquaral

Anexo 2
Resumo Petrografia

Litologia	Texturas	Granulação	Cor	Composição	Mineralogia essencial	Mineralogia acessória	Minerais de alteração
Fácies Média a Grossa Cinza (FMGC)	inequigranular a equigranular	média a grossa	cinza	quartzo-monzodioritos, granodioritos e monzogranitos	plagioclásio, quartzo, feldspato alcalino, biotita e hornblenda	titanita, apatita, allanita, opacos e zircão	sericita, argilominerais, epidoto, clinozoisita, zoisita, calcita, muscovita e clorita
Fácies Grossa Rosa (FGR)	inequigranular	grossa	rosa	quartzo-monzonitos e monzogranitos	feldspato alcalino, plagioclásio, quartzo, biotita e hornblenda	titanita, apatita zircão e opacos	sericita, argilominerais, epidoto/clinozoisita, clorita e muscovita
Fácies Fina Rosa (FFR)	inequigranular	finas	rosa-claro	monzogranitos e sienogranitos	feldspato alcalino, quartzo, plagioclásio, biotita e hornblenda	titanita, apatita e opacos	sericita, argilominerais, clorita e epidoto
Xenólito	equigranular a inequigranular	média	cinza-esverdeado	anfíbolitos	anfíbólio, plagioclásio e quartzo	feldspato alcalino, opacos e titanita	sericita, argilominerais, epidoto/clinozoisita e clorita
Enclave Microgranular Félsico (EMF)	inequigranular	média	cinza-claro	quartzo-dioritos	plagioclásio, quartzo, biotita e anfíbólio	titanita, minerais opacos e apatita	sericita, argilominerais, epidoto e clorita
Dique de diabásio	inequigranular	muitos finos a finos	cinza-escuro a preto	diabásios	plagioclásio, piroxênio, biotita e anfíbólio	apatita e opacos	sericita, argilominerais, zoisita/clinozoisita, calcita, talco, clorita e actinolita

Anexo 3
Tabela contagem modal

Fácies	amostras	quartzo	fedspato alcalino	plagioclásio	minerais máficos	Q	A	P	composição
Fácies Média a Grossa Cinza (FMGC) ▲	RM-78 A	15,8	21,6	43,5	19,1	19,5	26,7	53,8	quartzo-monzodiorito
	RM-89	14,1	23,5	44,1	18,3	17,4	28,7	53,9	quartzo-monzodiorito
	RM-78	27,6	20,0	50,6	1,8	28,1	20,4	51,5	granodiorito
	RM-09	29,5	16,0	40,3	14,2	34,4	18,6	47,0	monzogranito
	RM-07	34,0	23,5	32,0	10,5	38,2	26,0	35,8	monzogranito
	RM-12	18,3	29,8	36,6	15,3	21,6	35,1	43,3	monzogranito
Fácies Grossa Rosa (FGR) ▲	RM-90	18,0	35,4	36,1	10,5	20,1	40,4	39,5	quartzo-monzonito
	RM-11	31,1	34,6	28,9	5,4	32,9	36,5	30,6	monzogranito
Fácies Fina Rosa (FFR) ●	RM-09 A	47,8	30,1	19,6	2,5	49,0	30,9	20,1	monzogranito
	RM-89 A	36,5	35,2	26,5	1,8	37,2	35,8	27,0	sienogranito
	RM-92 A	42,7	42,9	11,8	2,6	43,9	44,0	12,1	sienogranito