



**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**

Shayenne Fontes Nogueira

**PETROLOGIA, GEOCRONOLOGIA (U-Pb *SHRIMP*) E GEOLOGIA
ISOTÓPICA (Sm-Nd) DO GRANITO AQUIDABÃ-ARCO MAGMÁTICO
AMOGUIJÁ-TERRENO RIO APA-SUL DO CRÁTON AMAZÔNICO.**

Orientadora

Prof^ª. Dr^ª. Maria Zélia Aguiar de Sousa

Co-orientador

Prof^º. Dr. Amarildo Salina Ruiz

**Cuiabá-MT
2015**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO - UFMT

Reitora

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

Vice-Reitor

Prof. Dr. Francisco José Dutra Solto

Pró-Reitora de Pós-Graduação

Prof^ª. Dr^ª. Leny Caselli Anzai

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA - ICET

Diretor

Prof. Dr. Edinaldo de Castro e Silva

DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS - DRM

Chefe

Prof. Dr. Paulo César Corrêa da Costa

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

Coordenador

Prof. Dr. Amarildo Salina Ruiz

Vice-Coordenadora

Prof^ª. Dr^ª. Maria Zélia Aguiar de Sousa

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Nº 63

**PETROLOGIA, GEOCRONOLOGIA (U-Pb *SHRIMP*) E GEOLOGIA
ISOTÓPICA (Sm-Nd) DO GRANITO AQUIDABÃ-ARCO MAGMÁTICO
AMOGUIJÁ-TERRENO RIO APA-SUL DO CRÁTON AMAZÔNICO.**

Shayenne Fontes Nogueira

Orientadora

Prof^ª. Dr^ª. Maria Zélia Aguiar de Sousa

Co-Orientador

Prof. 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-MT
2015**

**PETROLOGIA, GEOCRONOLOGIA (U-Pb *SHRIMP*) E GEOLOGIA
ISOTÓPICA (Sm-Nd) DO GRANITO AQUIDABÃ, ARCO MAGMÁTICO
AMOGUIJÁ-TERRENO RIO APA-SUL DO CRÁTON AMAZÔNICO-MS**

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Maria Zélia Aguiar de Sousa
Orientadora (UFMT)

Prof^a. Dr. Paulo César Correa da Costa
Examinador Interno (UFMT)

Dr. Cláudio Nery Lamarão
Examinador Externo

Universidade Federal de Mato Grosso – www.ufmt.br

Instituto de Ciências Exatas e da Terra – www.ufmt.br

Curso de Graduação em Geologia – cursodegeologia@ufmt.br

Departamento de Recursos Minerais – www.ufmt.br

Programa de Pós-Graduação em Geociências – ppgec@ufmt.br

Campus Cuiabá – Avenida Fernando Corrêa, s/nº - Coxipó.

78.060-900 – Cuiabá, Mato Grosso.

Fone: (65) 3615-8000

Os direitos de tradução e reprodução são reservados.

Depósito Legal na Biblioteca Nacional

Edição 1ª

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

F683p Fontes Nogueira, Shayenne.
PETROLOGIA, GEOCRONOLOGIA (U-Pb SHRIMP) E
GEOLOGIA ISOTÓPICA (Sm-Nd) DO GRANITO AQUIDABÃ-
ARCO MAGMÁTICO AMOGUIJÁ-TERRENO RIO APA-SUL
DO CRÁTON AMAZÔNICO. / Shayenne Fontes Nogueira. -- 2015
xvi, 103 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 Aquidabã. 2. Terreno Rio Apa. 3. Arco Magmático

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.

Dedicatória
*Essa minha vitória eu dedico ao meu irmão, Dylan. Que ele encontre o caminho para as suas
próprias vitórias.*

“Do, or do not. There is no try...” Yoda

Agradecimentos

Agradeço a Deus, pelas oportunidades da minha vida, conselhos e apoio nas horas mais difíceis.

Agradeço por você ser meu pai, Judson Nogueira da Silva, melhor pessoa não existiria, um amor que não tem medida, minhas melhores conversas, meus melhores momentos e meu maior ídolo, espero sempre poder superar suas expectativas. Agradeço à minha mãe, Jeane Kátia S. Fontes, pelo amor e trabalho que dedicou a nós, pelos exemplos de luta e força pra seguir o caminho. E aos meus irmãos, que são meu céu em vida, amores que não tem limites.

Agradeço ao meu namorado, Roosevelt L. Lote, que esteve presente desde o início dessa jornada, me dando todo o apoio, tantas vírgulas na nossa história, tantas coisas que ainda estão por vir. Te amo meu querido, e todo amor que eu posso oferecer ainda é pouco, pela quantidade de ensinamentos que temos todos os dias.

À família postiça que formamos na bagunça que é a vida, meus colegas de república Brunno Bollella e Ana Paula Bianchi. E ao meu quarteto fantástico Dudi, Kiba e Lson, por longos anos de amizade.

Aos meus colegas do Programa de Pós-Graduação em Geociências obrigada pela companhia durante esses 7 anos juntos, risadas, geologia, e nossos chás das 16:00, que ficarão na minha memória sempre.

Agradeço imensamente meus queridos professores orientadores, que me fizeram crescer e ser o que sou hoje como geóloga. Agradeço à Amarildo Salina Ruiz pela paciência, ajuda e apoio em todos esses anos; À Ms^a. Maria Elisa Froés Batata por todas as vezes que me mostrou o caminho, mesmo que árduo para um bom trabalho. E novamente, gostaria de dedicar um parágrafo especial na minha vida à Prof^a Dra. Maria Zélia de Aguiar de Souza, minha querida orientadora durante esses 7 longos anos dentro da UFMT, todos os agradecimentos do mundo são poucos pra demonstrar tudo que a senhora representa e sempre vai representar na minha vida, sei que em muitas vezes eu falhei, mas se ergui a cabeça e assumi e melhorei, foi pra sempre ser um orgulho pra minha eterna Orientadora.

Agradeço 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.

À todos, que de alguma forma puderam me ajudar. Meu imenso muito obrigada!!!!

Sumário

AGRADECIMENTOS	vii
SUMÁRIO	viii
ÍNDICE DE FIGURAS DA DISSERTAÇÃO	xi
ÍNDICE DE FIGURAS DO ARTIGO SUBMETIDO AO PERIÓDICO BIENAL CONTRIBUIÇÕES À GEOLOGIA DA AMAZÔNIA/2015.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS DO ARTIGO SUBMETIDO À REVISTA GEOLOGIA USP-SÉRIE CIENTÍFICA.....	xii
ÍNDICE DE TABELAS DA DISSERTAÇÃO E ARTIGOS.....	xiii
LISTA DE ANEXOS.....	xiv
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi

CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA	17
1.1.2 LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO.....	17
1.1.3 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS.....	18
1.1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	19
1.1.5 MATERIAIS E MÉTODOS DE PESQUISA.....	19
1.1.5.1. ETAPA PRELIMINAR.....	20
1.1.5.2. ETAPA DE AQUISIÇÃO DE DADOS.....	20
Trabalhos de campo.....	20
Trabalhos de laboratório.....	20
Análises petrográficas	20
Análises Litogeoquímicas.....	22
Análise Geocronológica Método U-Pb SHRIMP (zircão)	22
Análise Isotópica - Método Sm-Nd.....	23
1.1.5.3 ETAPA DE TRATAMENTO E SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS.....	23
1.1.5.4 ETAPA DE ELABORAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	24
1.2 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL.....	24
1.2.1 CRÁTON AMAZÔNICO.....	24
1.2.1.2 TERRENO RIO APA.....	26
Bloco Ocidental.....	27
Gnaiss Porto Murinho e Morraria.....	27
Gabro Anortosito Serra da Alegria.....	28
Supersuíte Amogujá.....	29
<u>Suíte Intrusiva Alumiador</u>	35
<u>Suíte Vulcânica Serra da Bocaina</u>	35
Grupo Campanário.....	36
Suíte Intrusiva Morro Do Triunfo.....	36
Formação Pantanal.....	36

CAPÍTULO 2- GEOLOGIA LOCAL

2.1 GEOLOGIA DA REGIÃO DA SERRA DA ALEGRIA.....	38
2.1.1 GABRO ANORTOSITO SERRA DA ALEGRIA.....	38
2.1.2 GRANITO AQUIDABÃ.....	40
2.1.2.1 GRANITO GRÁFICO	40
2.1.2.2 SUBVULCÂNICA DACÍTICA-RIOLÍTICA.....	41
2.1.2.3 MICROGRANITO.....	42
2.1.3 GRUPO CAMPANÁRIO.....	43
2.1.4 FORMAÇÃO PANTANAL.....	44
2.1.5 ALUVIÕES RECENTES.....	44
2.2 TEXTURA GRANOFÍRICA-GRANITO AQUIDABÃ.....	45
2.2.1 CRESCIMENTO MINERAL E NUCLEAÇÃO.....	45
2.2.1.1 TEXTURA GRANOFÍRICA.....	46
2.2.2 TEXTURAS GRANOFÍRICAS NO GRANITO AQUIDABÃ.....	48
2.3 ASPECTOS ESTRUTURAIS.....	49
2.4 ANÁLISES GEOCRONOLÓGICA (U-Pb <i>SHRIMP</i>) E ISOTÓPICA (Sm-Nd).....	50

CAPÍTULO 3- ARTIGO SUBMETIDO AO PERIÓDICO BIENAL CONTRIBUIÇÕES À GEOLOGIA DA AMAZÔNIA/2015

Resumo.....	51
Abstract.....	51
INTRODUÇÃO.....	52
MATERIAIS E MÉTODOS.....	53
CONTEXTO GEOLÓGICO E TECTÔNICO.....	53
RESULTADOS.....	55
Aspectos de campo.....	58
Aspectos petrográficos.....	58
<i>Fácies Granito Gráfico (fácies 1)</i>	59
<i>Fácies Subvulcânicas Dacítica-Riolítica (fácies 2)</i>	59
<i>Fácies Microgranito (fácies 3)</i>	59
Geoquímica.....	67
CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
<i>Agradecimentos</i>	68
Referências.....	68

CAPÍTULO 4- CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO.....	93
---------------------------------------	----

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
---------------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS DA DISSERTAÇÃO

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

Figura 01- Mapa de localização e vias de acesso à área de estudo.....	18
Figura 02- Mapa de localização dos afloramentos da área estudada.....	21
Figura 03- Compartimentação geocronológica e tectônica do Cráton Amazônico, considerando o Terreno Rio Apa como seu extremo meridional (Ruiz 2005).....	26

CAPÍTULO II – GEOLOGIA LOCAL

Figura 04- Mapa geológico do TRA com a distinção dos blocos tectônicos (compilação partir de Lacerda Filho <i>et al.</i> 2006, Cordani <i>et al.</i> 2010, Ruiz <i>et al.</i> 2010, Brittes <i>et al.</i> 2012, Plens <i>et al.</i> 2013, entre outros). Extraído de Cabrera <i>et al.</i> 2015.....	33
Figura 05- Coluna estratigráfica esquemática para a área mapeada.....	38
Figura 06- Mapa geológico/faciológico da região da Serra da Alegria.....	39
Figura 07- Aspectos de campo do Gabro Anortosito Serra da Alegria, ilustrando: (A) forma de ocorrência de afloramento em blocos e matacões, (B) e (C) foto ilustrativa de aspectos macroscópicos: Cor cinza e textura inequigranular de granulação média, ripas de plagioclásio e piroxênio, na segunda figura mostrando uma variação faciológica do gabro: rocha inequigranular à porfírica.....	40
Figura 08- Aspectos de campo da fácies Granito Gráfico ilustrando: (A) e (B) forma de ocorrência de afloramento em lajedos; (C) rocha equigranular média de cor rosa; (D) rocha inequigranular média de cor rosa, com diminuição na quantidade de máficos; (E) rocha inequigranular média de cor cinza.....	41
Figura 09- Aspectos de campo da fácies Subvulcânica Dacítica-Riolítica, ilustrando: (A) forma de ocorrência de afloramento; (B) riolito com esferulitos de granulação média; (C) riolito com esferulitos de granulação grossa; (D) rocha dacítica, exibindo fenocristais de plagioclásio e quartzo.....	42
Figura 10- Aspectos de campo e macroscópico da fácies Microgranito ilustrando: (A) Forma de ocorrência; (B) rocha da fácies, exibindo cor cinza claro e granulação fina.....	43
Figura 11- Aspectos de campo das rochas do Grupo Campanário, ilustrando: (A) afloramentos nas margens de estrada, (B) conglomerado, (C) e (D) metarenitos do grupo, na segunda ilustrando dobra de uma das fases de deformação que afetam o grupo.....	44
Figura 12- Aspectos de campo da forma de ocorrência da Formação Pantanal, sendo encontrada nas áreas de vale e porções arrasadas.....	44
Figura 13- Curva da taxa de nucleação e de crescimento de um dado mineral a partir de um líquido de composição simples em função do sub-resfriamento (extraído de Wernick 2004).....	45
Figura 14- Relação entre sub-resfriamento e hábito de cristais de plagioclásio (Lofgren, 1974).....	46
Figura 15- Diferentes tipos de texturas granofíricas (Smith 1974).	47
Figura 16- Diferentes texturas granofíricas no Granito Aquidabã: (A) textura do tipo plumosa e cuneiforme; (B) textura do tipo esferulítica; (C) textura do tipo franja radial e (D) texturas do tipo vermicular e franja radial. Polarizadores cruzados.	48
Figura 17- - Fotografias do Granito Aquidabã, ilustrando: (A) padrão de juntas conjugadas; (B) microzonas de cisalhamento na fácies microgranito; (C) cristal porfírico de feldspato potássico rotacionado em zona de cisalhamento.	49
Figura 18- Diagrama de rosetas dos dados das juntas conjugadas do Granito Aquidabã.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS DO ARTIGO SUBMETIDO AO PERIÓDICO BIENAL CONTRIBUIÇÕES À GEOLOGIA DA AMAZÔNIA/2015

Figura 1- Mapa de localização e vias de acesso à área de estudo.....	52
Figura 2- Mapa geológico-tectônico do Terreno Rio Apa, destacando a área de estudo (Cordani <i>et al.</i> 2010).	55
Figura 3- Mapa Geológico/Faciológico da região da Serra da Alegria e Granito Aquidabã.....	56
Figura 4- Figuras ilustrando: (A) visão panorâmica da Serra da Alegria; (B) afloramento do GA em pequenos lajedos; (C) granito da fácies 1 de cor rosa, textura granular hipidiomórfica de granulação média; (D) granito da fácies 1 de cor cinza, textura inequigranular xenomórfica média; (E) dacito pórfiro da fácies 2 com fenocristais de plagioclásio e quartzo em matriz felsítica cinza; (F) riolito esferulítico da fácies 2; (G) microgranito da fácies 3.....	57
Figura 5- Fotomicrografias das rochas do GA ilustrando: (A) intercrescimento gráfico característico da fácies Microgranito; (B) plagioclásio saussuritizado, intercrescimento granofírico e mineral opaco com coroa de titanita em rocha da fácies Microgranito; (C) detalhe de agregado de máficos (clorita, biotita e anfibólio) da fácies 1; (D) microfenoctais de plagioclásio em matriz felsítica fina, em dacito da fácies 2; (E) detalhe de fenocristal de plagioclásio com lamelas de geminação albita truncadas e encurvadas indicando deformação rúptil/dúctil em dacito da fácies 2; (F) aspecto geral de esferulitos que caracterizam o riolito pórfiro esferulítico da fácies 2; (G) detalhe de esferulito contornando cristal de feldspato alcalino em riolito da fácies 2; (H) textura inequigranular e cristal geminado tabular de plagioclásio de rocha da fácies 3. Polarizadores paralelos em C e cruzados em todas as outras.....	60
Figura 6- Diagramas classificatórios para as rochas do GA: (A) total de álcalis <i>versus</i> sílica (Le Bas <i>et al.</i> 1986) com limite entre domínio alcalino/subalcalino de Irvine & Baragar (1971); (B) Zr/TiO ₂ <i>versus</i> Nb/Y (Winchester e Floyd 1977); (C) R ₁ xR ₂ (La Roche 1980); (D) Q-P (Debon & Lefort 1988)	63
Figura 7- Distribuição dos pontos representativos das rochas do Granito Aquidabã nos diagramas: (A) Na ₂ O+K ₂ O-CaO <i>versus</i> SiO ₂ de Frost <i>et al.</i> (2001); (B) (Al ₂ O ₃ +CaO)+ (Na ₂ O+K ₂ O)/ (Al ₂ O ₃ +CaO)-(Na ₂ O+K ₂ O) <i>versus</i> SiO ₂ proposto por Whright (1969); (C) K ₂ O <i>versus</i> SiO ₂ (Peccerilo & Taylor 1976); (D) FeOt/(FeOt+MgO) <i>versus</i> SiO ₂ (Frost <i>et al.</i> 2001); (E) ANK/ACNK (Maniar & Piccoli 1989).....	64
Figura 8- Distribuição dos pontos representativos das rochas do GA nos diagramas propostos por Whalen <i>et al.</i> (1987): Zr+Nb+Ce+Y <i>versus</i> (Na ₂ O+K ₂ O)/CaO (A) e FeOt/MgO (B); 10.000*Ga/Al <i>versus</i> Ce (C) e Zr (D).....	65
Figura 9- Distribuição dos pontos analisados das rochas do GA nos diagramas: (A) Rb/Nb <i>versus</i> Y/Nb e (B) Y-Nb-3*Ga (Eby 1992); (C) Hf-Rb/30-Ta*3 (Harris <i>et al.</i> 1986); (C) Rb <i>versus</i> Y+Nb (Pearce <i>et al.</i> 1996)	66
Figura 10- Padrões de distribuição do GA nos diagramas: (A) Elementos Traço e K ₂ O, normalizados pelos valores dos granitos de Cordilheira Meso-Oceânica (Pearce <i>et al.</i> 1984); (B) ETR normalizados pelos valores condríticos de Nakamura (1977)	67

ÍNDICE DE TABELAS DA DISSERTAÇÃO E ARTIGOS

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Tabela 01. Síntese a partir da literatura sobre litologias e dados geocronológicos U -Pb (<i>SHRIMP</i>) em zircões, K-Ar e Ar-Ar em biotitas, Rb-Sr e Sm-Nd em rocha total de granitos da Suíte Intrusiva Alumiador.....	34
--	----

CAPÍTULO 2– GEOLOGIA LOCAL

Tabela 02. Síntese dos resultados U/Pb (<i>SHRIMP</i>) em zircões da amostra RS-20B.	54
Tabela 03. Dados analíticos de Sm-Nd do GA.....	61

CAPÍTULO 3- ARTIGO SUBMETIDO SUBMETIDO AO PERIÓDICO BIENAL CONTRIBUIÇÕES À GEOLOGIA DA AMAZÔNIA/2015

Tabela 1. Síntese dos dados geocronológicos disponíveis para as rochas graníticas da Suíte Intrusiva Alumiador, obtidas pelos métodos U-Pb (<i>SRHIMP</i>), Pb-Pb em zircão, Rb-Sr, Ar-Ar, Sm-Nd e K-Ar.....	62
Tabela 2. <i>Composição química de elementos maiores e menores (em % em peso) e traços incluindo terras raras (ppm) de rochas do Granito Aquidabã. Óxidos maiores recalculados em base anidra.....</i>	75

Lista de anexos

Anexo 1. Tabela com a relação dos afloramentos descritos.

Resumo

O Terreno Rio Apa é marcado por uma história evolutiva complexa e ainda contém problemáticas a serem estudadas e compreendidas. Neste trabalho são apresentados os resultados obtidos a partir da caracterização petrológica do Granito Aquidabã que pertence à Suíte Intrusiva Alumiador inserida no Arco Magmático Amoguijá deste terreno. Em um contexto anterior, as rochas deste granito eram descritas como pertencentes ao Batólito Alumiador, porém, as mesmas apresentam características singulares que levaram à sua individualização. O Granito Aquidabã está representado por rochas plutônicas e efusivas, de natureza ácida. São classificadas como dacitos e riolitos, riolitos/riolitos alcalinos e adamelitos (monzogranitos)/granitos, subdivididos em três fácies petrográficas: Granito Gráfico (fácies 1), Subvulcânicas Dacítica-Riolítica (fácies 2), Microgranito (fácies 3). A primeira é, volumetricamente, dominante no corpo mapeado sustentando as partes mais elevadas, e disposta na porção central da Serra da Alegria; caracteriza-se por rochas maciças e de cor rosa a rosa-acinzentado, leucocráticas, equi- a inequigranulares média a fina. A fácies 2 é caracterizada pela ocorrência de litotipos que variam de dacitos a riolitos. Os dacitos apresentam-se marrom-acinzentado, com textura porfirítica, destacando fenocristais de plagioclásio e quartzo, por vezes com dimensões entre 1 e 7 mm apresentando, comumente, feições de corrosão magmática como golfos e embaiamentos, envoltos por uma matriz felsítica cinza. Os riolitos são rosa-acinzentado, maciços, afaníticos, com variedades porfiríticas, apresentando fenocristais de feldspato alcalino com tamanhos entre 1 e 5 mm envoltos por uma franja esferulítica de composição quartzo+K-feldspato. A fácies Microgranito (fácies 3) é a de menor representatividade, sendo encontrada nas bordas oeste e sudoeste do corpo granítico, caracterizada por rochas maciças cinza-claro, inequigranulares fina a muito fina. Os dados geoquímicos sugerem um magmatismo de composição compatível com a de granitoides tipo A gerados em ambiente de arco magmático, em período pós-tectônico. Através do método geocronológico U-Pb (*SHRIMP*) em zircão se obteve idade de $1811 \pm 6,8$ Ma para o Granito Aquidabã, com valores ϵ_{Nd} (1,81Ga) de -2,18; -4,37 e -1,50, e idade modelo TDM de 2,35, 2,57 e 2,26 Ga que apontam para participação de uma fonte crustal na origem do magma, possivelmente envolvendo processos de fusão parcial de uma crosta continental neoarqueana a paeloproterozoica na geração do granito. Os resultados obtidos apontam que o Granito Aquidabã corresponde a um magmatismo desenvolvido no final do Orosiriano no Arco Magmático Amoguijá.

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

Abstract

The Rio Apa Terrane is marked by a complex evolutionary history and still contain issues to be studied and understood. This paper presents the results obtained from the petrologic characterization of Aquidabã granite belonging to Intrusive Suite Alumiador inserted into the Magmatic Arc Amoguijá. In a previous context, this granite rocks were described as belonging to the Batholith Alumiador, however, they present unique characteristics that led to its individualization. The Aquidabã Granite is represented by plutonic and effusive rocks, acidic in nature. They are classified as dacites and rhyolites, rhyolites / alkaline rhyolites and adamelitos (monzogranites) / granite, divided in three petrographic facies: Graphic Granite (facies 1), Subvolcanic Dacitic-Riolítica (facies 2), Microgranito (facies 3). The first is volumetrically dominant in the body, arranged in the central portion of the Serra da Alegria; It characterized by massive rocks and pink, pink-gray, leucocratic, inequigranular thin. The facies 2 is characterized by the occurrence of rock types ranging from the dacites, dacites/riolitos. Have color grayish to brown, with phenocrysts of quartz and plagioclase, sometimes with dimensions between 1 and 7 mm, presenting features magmatic corrosion as gulfs and embayments, surrounded by a gray matrix felsítica. The rhyolites are pink-gray, massive, afaníticos with porphyritic varieties, with phenocrysts of alkali feldspar with sizes between 1 and 5 mm surrounded by a fringe spherulitic quartz K-feldspar + composition. The Microgranito facies (facies 3) is the smaller representation, found in the western and southwestern edges of the granite body, characterized by light gray massive rocks, thin inequigranular very thin. The geochemical data suggest a composite magmatism compatible with the granitic type A generated in magmatic arc environment in post-tectonic period. Through the method geochronological U-Pb (SHRIMP) was obtained zircon age ± 6.8 1811 Ma to Aquidabã Granite with ϵNd values (1,81Ga) of -2.18; -4.37 And -1.50, and TDM model age of 2.35, 2.57 and 2.26 Ga pointing to involvement of a crustal magma source in origin, possibly involving partial melting processes of continental crust neoarqueana the paeloproterozoica in granite generation. The results suggest that the Aquidabã Granite corresponds to a magmatism developed in the late Orosirian in Magmatic Arc Amoguijá.

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

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

1.1.1. APRESENTAÇÃO DO TEMA

O extremo sul do Cráton Amazônico, nas proximidades da divisa com o Paraguai, é caracterizado pela ocorrência de rochas pertencentes ao Terreno Rio Apa. Este terreno compreende um segmento crustal paleoproterozoico, 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.

Cordani *et al.* (2010) consideraram a distribuição de idades-modelo Sm-Nd onde sugeriram a divisão do Terreno Rio Apa em dois domínios distintos: Oriental e Ocidental. Neste contexto, encontra-se a Granito Aquidabã, inserido na Suíte Intrusiva Alumiador do Arco Magmático Amoguijá pertencente ao Bloco Ocidental do Terreno Rio Apa. Esta unidade foi individualizada do Batólito Alumiador por Nogueira *et al.* (2013) recebendo a denominação “Granito Aquidabã” e está localizada na Serra da Alegria, nas proximidades do município de Porto Murtinho-MS. Este trabalho compreende o mapeamento, na escala de 1:50.000, da Serra da Alegria e seu entorno e a caracterização petrográfica, estrutural, geoquímica, geocronológica (U-Pb *SHRIMP*) e isotópica Sm-Nd do Granito Aquidabã. Busca-se, portanto, que os dados gerados possam contribuir para o entendimento da história evolutiva do Arco Magmático Amoguijá.

1.1.2 LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

A área alvo desta pesquisa está inserida em duas folhas cartográficas, de maneira que sua porção norte encontra-se na Folha Aldeia Tomázia (SF.21-V-B-VI) e a sul na Folha Fazenda Santa Otilia (SF.21-V-D-III). Localiza-se a, aproximadamente, 130 km da cidade de Bonito (Fig. 01), na região sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul, distando 400 km da sua capital, Campo Grande. Seu acesso, a partir de Cuiabá (MT), se dá seguindo, aproximadamente, 230 km pela BR-364 até a cidade de Rondonópolis, onde se toma a BR-163 por 380 km até Campo Grande. Seguindo então pela BR-060 por 240 km até a cidade de Jardim. Por fim, pela MS-382, chega-se a Bonito. A Serra da Alegria está situada a 80 km da cidade de Bonito e seu acesso pode ser feito através de um trecho não pavimentado da MS-382 e estradas vicinais.

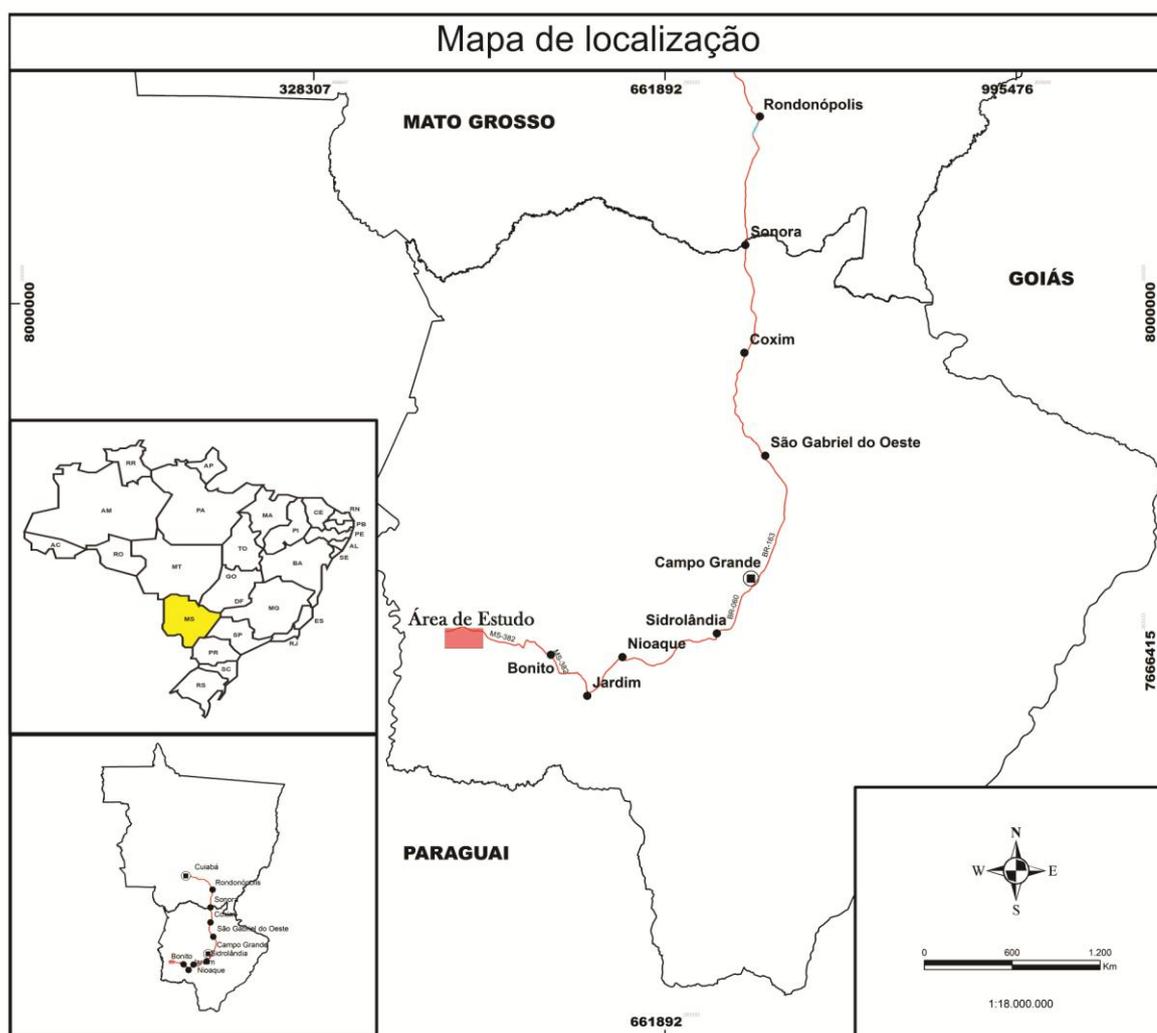


Figura 01- Mapa de localização e vias de acesso à área de estudo.

1.1.3 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

Essa pesquisa tem o propósito de contribuir para o entendimento do evento magmático granítico de idade orosiriana que ocorre no extremo sul do Cráton Amazônico, na região do Mato Grosso do Sul, através de mapeamento geológico sistemático (1:50.000) do Granito Aquidabã, localizado no município de Porto Murtinho-MS. Para tal propósito, será feita uma abordagem envolvendo a aplicação de análises petrográfica, estrutural, litogeoquímica, geocronológica e isotópica desta unidade.

A partir de mapeamento geológico sistemático, na escala 1:50.000, da área situada na região da Serra da Alegria, município de Porto Murtinho (MS), pretendeu-se alcançar os seguintes objetivos específicos:

- Cartografia geológica da região da Serra da Alegria - município de Porto Murtinho-MS.

- Definição das fácies petrográficas que compõe o Granito Aquidabã;
- Investigar sua petrogênese, a partir da utilização de dados litogeoquímicos (elementos maiores, traços e terras raras) e isotópicos (Sm-Nd);
- Definir, com o emprego dos métodos geocronológicos e análise estrutural mesoscópica e microscópica, a sequência temporal dos eventos magmáticos que formaram o Granito Aquidabã;
- Correlacionar o Granito Aquidabã com as unidades ígneas intrusivas descritas na Suíte Intrusiva Alumiador.

1.1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação é constituída por quatro capítulos. O primeiro trata da apresentação do tema estudado, enfatizando a relevância desta pesquisa ao enriquecer o banco de dados referente às rochas que compõem o Terreno Rio Apa. São elencados os objetivos, a localização da área de estudo, bem como os materiais e métodos utilizados para a coleta de dados em campo e laboratórios e confecção da dissertação. Este capítulo apresenta a área estudada como parte integrante do Terreno Rio Apa que está inserido em uma das principais entidades geotectônicas pré-cambrianas, o Cráton Amazônico.

O Capítulo 2 abrange a Geologia Local, com os aspectos de campo das unidades aflorantes na área mapeada.

O Capítulo 3 compreende o artigo “Geologia, Petrografia e Geoquímica do Granito Aquidabã– Arco Magmático Amoguijá –Terreno Rio Apa (MS)” submetido ao periódico bial Contribuições à Geologia da Amazônia e aceito com publicação prevista para 2015.

E finalizando, o Capítulo 4 corresponde às Considerações Finais e Conclusões e tem o intuito de discutir a evolução geológica e sugerir uma proposta de correlação entre o Granito Aquidabã e o magmatismo ácido do Arco Magmático Amoguijá.

1.1.5 MATERIAIS E MÉTODOS DE PESQUISA

Para o desenvolvimento deste trabalho e cumprimento dos objetivos anteriormente citados, foram adotados os procedimentos usuais em mapeamento geológico, coleta de amostras, análises laboratoriais e interpretação dos dados, divididos em quatro etapas, sendo de: preparação, aquisição de dados em campo e laboratório, tratamento e sistematização de dados, bem como elaboração e defesa da dissertação.

1.1.5.1. ETAPA PRELIMINAR

A princípio foi feito o levantamento e estudo do acervo bibliográfico disponível sobre o sul do Cráton Amazônico, tais como artigos científicos, teses, dissertações, monografias de conclusão de curso realizadas na área e em suas proximidades, bem como a interpretação de imagens de relevo digital (SRTM) da porção norte da Folha Aldeia Tomázia (SF.21-V-B-VI) e sul da Folha Fazenda Santa Otília (SF.21-V-D-III). Posteriormente, realizou-se o levantamento das amostras de mão, seções delgadas e pontos de afloramentos disponíveis, a fim de gerar um banco de dados. A elaboração do mapa base foi feita a partir da interpretação de imagens de satélite, com o auxílio dos *softwares ArcMap* (versão 10.0), *Corel Draw* (versão 16).

1.1.5.2. 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, geocronológicas e isotópicas.

Trabalhos de campo

Os trabalhos de campo foram realizados em duas etapas com duração de 10 dias cada, durante o Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, quando foi realizado o reconhecimento das unidades geológicas e estruturas presentes na área alvo, a partir do estudo de 68 afloramentos (Tabela no Anexo I), que foram plotados na figura XX. Nas duas etapas de campo, foram coletadas 43 amostras que foram identificadas e orientadas para estudos laboratoriais (macroscópicos e microscópicos). O mapeamento geológico da Serra da Alegria e seu entorno foi realizado, na escala de semi-detelhe 1:50.000, para reconhecimento geológico e definição das fácies do Granito Aquidabã.

Trabalhos de laboratório

Análises Petrográficas

As amostras coletadas foram descritas macroscopicamente considerando os aspectos texturais, estruturais e composicionais e cerca de 40 amostras foram selecionadas para a confecção de seções delgadas que foram feitas nos laboratórios de laminação da Universidade Estadual Paulista (UNESP) e do Departamento de Recursos Minerais da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). O trabalho de descrição das lâminas foi realizado em microscópio óptico binocular da marca Olympus, modelo BX50, no Laboratório de Microscopia do Departamento de Recursos Minerais da UFMT, tendo como objetivo a caracterização petrográfica dos litotipos, bem como análise e entendimento da deformação e cinemática. As

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

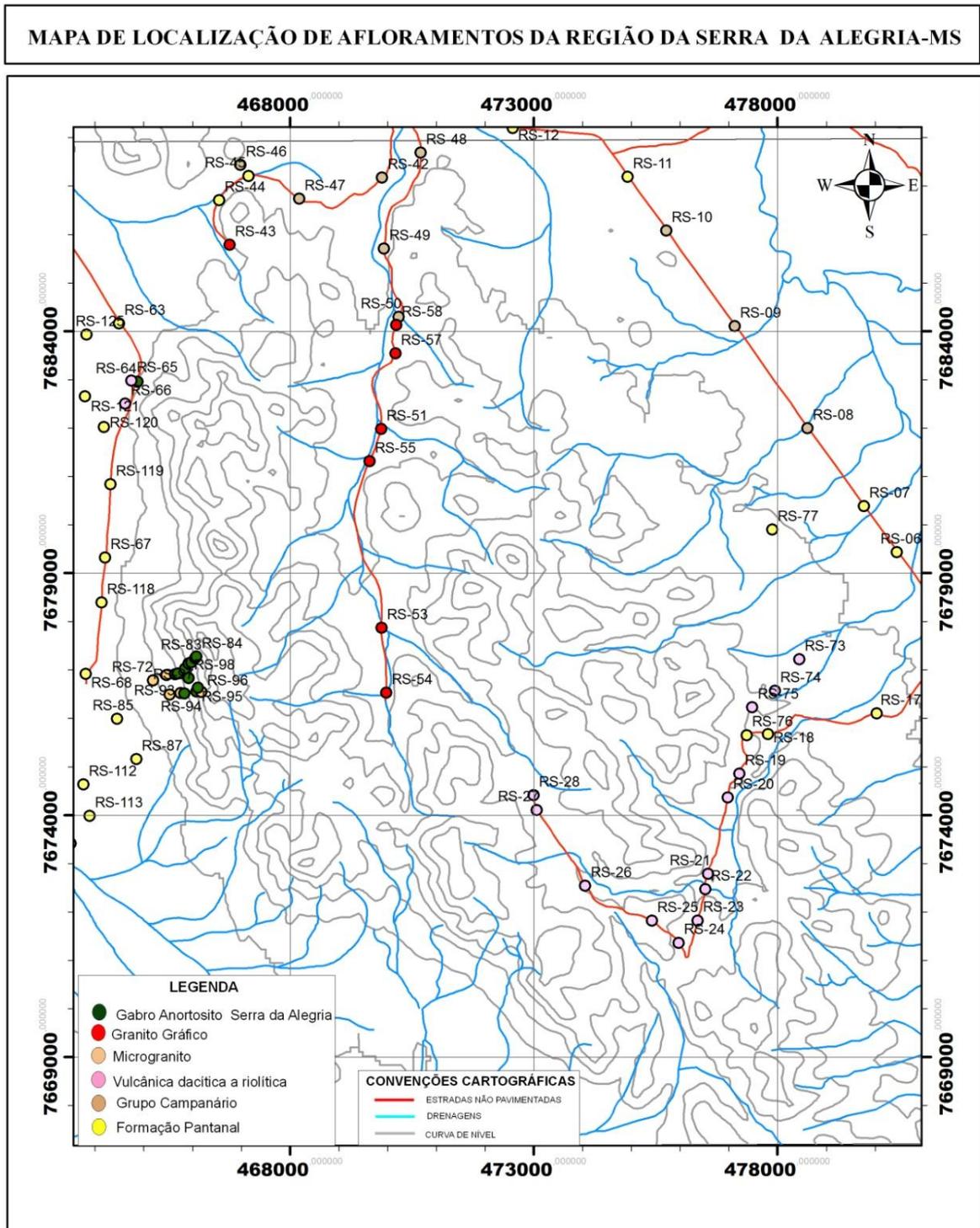


Figura 02- Mapa de localização dos afloramentos da área estudada

Análises Litogeoquímicas

Para o estudo geoquímico do Granito Aquidabã, foram analisadas 19 amostras, das quais, dez são da fácies 1 (Granito Gráfico), seis da fácies 2 (Subvulcânicas Dacítica-Riolítica) e três da fácies 3 (Microgranito) considerando-se sua distribuição na área, diversidade textural, mineralógica e de granulação de cada fácies. O tratamento inicial das amostras foi feito no Laboratório Intermediário de Preparação de Amostras da Rede Geocronos do Departamento de Recursos Minerais da Universidade Federal de Mato Grosso. 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. 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*). A interpretação dos resultados das análises buscou a caracterização geoquímica, a natureza do magmatismo e a ambiência tectônica das rochas estudadas.

Análise Geocronológica - Método U-Pb SHRIMP (zircão)

Para o estudo geocronológico U-Pb (SHRIMP) em zircão, foi selecionada a amostra RS-20B (476981/7674364) da fácies 2, que corresponde a uma rocha riolítica, coletada na Serra da Alegria nas proximidades da Fazenda Campo Limpo. Esta amostra foi tratada no Laboratório Intermediário de Preparação de amostras da Rede Geocronos - DRM/UFMT, utilizando-se os métodos usuais de britagem, moagem e peneiramento. O procedimento incluiu separação granulométrica das frações 250, 210, 177, 125, 90, e 63 µm, separação magnética e por densidade, resultando em um concentrado com zircão e, com o auxílio de lupa binocular, foram selecionados por catação manual cerca de 96 cristais deste mineral, que foram enviados para o laboratório do CPGeo-IGc/USP para estudo prévio por microscopia eletrônica de varredura, para a obtenção de imagens por catodoluminescência (CL), e posterior análise pelo método U-Pb (*SHRIMP*). Os dados isotópicos U-Pb (*SHRIMP*), em zircão, foram obtidos utilizando-se um feixe de O₂ com 30 µm de diâmetro. A metodologia e os detalhes sobre os procedimentos de análise e calibração do aparelho estão descritos em Stern (1998) e Williams (1998). A razão ²⁰⁶Pb/²³⁸U tem um componente de erro entre 1,5 a

2,0 % da calibração das medidas quando se usam os zircões padrões. O teor de U foi calibrado em relação a cristais de zircão padrão (SL13) com 238 ppm de U ($< \pm 10\%$), bem como a razão Pb/U foi calibrada em relação ao padrão multicristal AS57 de 1100 Ma (Paces & Miller 1993). Todos os erros levaram em consideração as flutuações não lineares nas taxas de contagem iônica, além daquelas esperadas pela contagem estatística (Stern 1998). As constantes de desintegração e a razão atual $^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$ utilizadas nos cálculos são aquelas fornecidas por Steiger & Jäger (1977). Os cálculos de idade foram efetuados com auxílio do programa ISOPLOT/EX (Ludwig 2001).

Método Sm-Nd

Para análise isotópica Sm-Nd, foram selecionadas três amostras de rochas: RS-23 (476364/7671822), RS-96B (466187/7676549), RS-20B (476981/7674364) correspondendo, respectivamente, as facies Granito Gráfico, Microgranito e Subvulcânica Dacítica-Riolítica da porção riolítica. Enviadas ao Laboratório de Geologia Isotópica (Pará-Iso) da Universidade Federal do Pará, para serem analisadas segundo procedimento descrito em Oliveira *et al.* (2008) e Barreto *et al.* (2014), onde aproximadamente 100 mg de cada amostra pulverizada, foi dissolvida em bombas de teflon, com HNO₃, HCl e HF em forno de micro-ondas, após introdução de um traçador misto $^{149}\text{Sm}/^{150}\text{Nd}$ 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 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ foram normalizadas pelos valores de $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0,7219$ para a correção da discriminação de massa. A constante de decaimento usada corresponde ao valor de $6,54 \times 10^{-12} \cdot \text{ano}^{-1}$ (Lugmair & Marti 1978). Os cálculos das idades-modelo foram feitos com base na curva de evolução do manto empobrecido de De Paolo (1981).

1.1.5.3 ETAPA DE TRATAMENTO E SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS

Nesta etapa, foram realizadas a integração, interpretação e comparação dos dados obtidos, possibilitando a caracterização petrogenética do Granito Aquidabã. Foram utilizados os seguintes *Softwares*:

- Microsoft Excel 2013 utilizado para elaboração de planilhas;
- Microsoft Word 2013 na elaboração da redação e formatação da dissertação;

- Coreldraw X6 utilizado para a confecção de mapas e tratamento de fotografias e fotomicrografias;
- Open Stereo empregado no tratamento de dados estruturais, possibilitando a confecção dos estereogramas;
- GCDkit 3.0 e MinPet 2.0 para elaboração dos diagramas geoquímicos;
- *Software* Isoplot na elaboração do diagrama geocronológico;
- ArcGIS (ArcMap, versão 10.0) na confecção do mapa de localização e vias de acesso, geológico e de pontos.

1.1.5.4 ETAPA DE ELABORAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A partir da interpretação dos dados obtidos, foi possível a confecção desta dissertação e a elaboração dos artigos científicos: “GEOLOGIA, PETROGRAFIA E GEOQUÍMICA DO GRANITO AQUIDABÃ– ARCO MAGMÁTICO AMOGUIJÁ –TERRENO RIO APA (MS)” submetido e aceito ao periódico bienal Contribuições à Geologia da Amazônia/2015 e “PETROGÊNESE, GEOCRONOLOGIA U-Pb *SHRIMP* E Sm-Nd DO GRANITO AQUIDABÃ, TERRENO RIO APA – EVIDÊNCIAS DE UM ARCO MAGMÁTICO OROSIRIANO NO SUL DO CRÁTON AMAZÔNICO.” submetido à Revista Geologia USP-Série Científica, pré-requisito necessário para obtenção do título de mestre no programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Mato Grosso (PPGEC – UFMT), apresentados nesta dissertação como capítulos 3 e 4.

1.2 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

1.2.1 CRÁTON AMAZÔNICO

O Cráton Amazônico ocupa grande parte da América do Sul e corresponde a uma das principais unidades geotectônicas pré-cambrianas. Limitado pelos cinturões neoproterozóicos Paraguai a sudeste, e a leste o Araguaia, estando os limites N, S e W, recobertos pelos sedimentos das Bacias Subandinas, sua área mede em totalidade aproximadamente 430.000km², e está dividido, pela Sinéclise do Amazonas, em dois escudos: o Escudo Brasil Central e o Escudo das Guianas.

Os primeiros trabalhos a respeito da evolução desta área cratônica foram concebidos por autores como Amaral (1974), Issler (1977), Almeida (1978), Hasui *et al.* (1984) e Costa & Hasui (1997), pautadas nos conceitos da escola geossinclinal, onde defendiam que a tectônica pré-cambriana do Cráton era 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.

Tassinari & Macambira (1999), Tassinari *et al.* (2000) e Tassinari & Macambira (2004), subdividem o Cráton Amazônico em províncias geocronológicas, abordando sucessivas acreções de crostas juvenis em cinturões móveis proterozoicos denominados: 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).

Ruiz (2005) a partir das subdivisões em províncias geocronológicas de Tassinari & Macambira (2004), considera o Terreno Rio Apa como o extremo sul do Cráton Amazônico (Fig. 03).

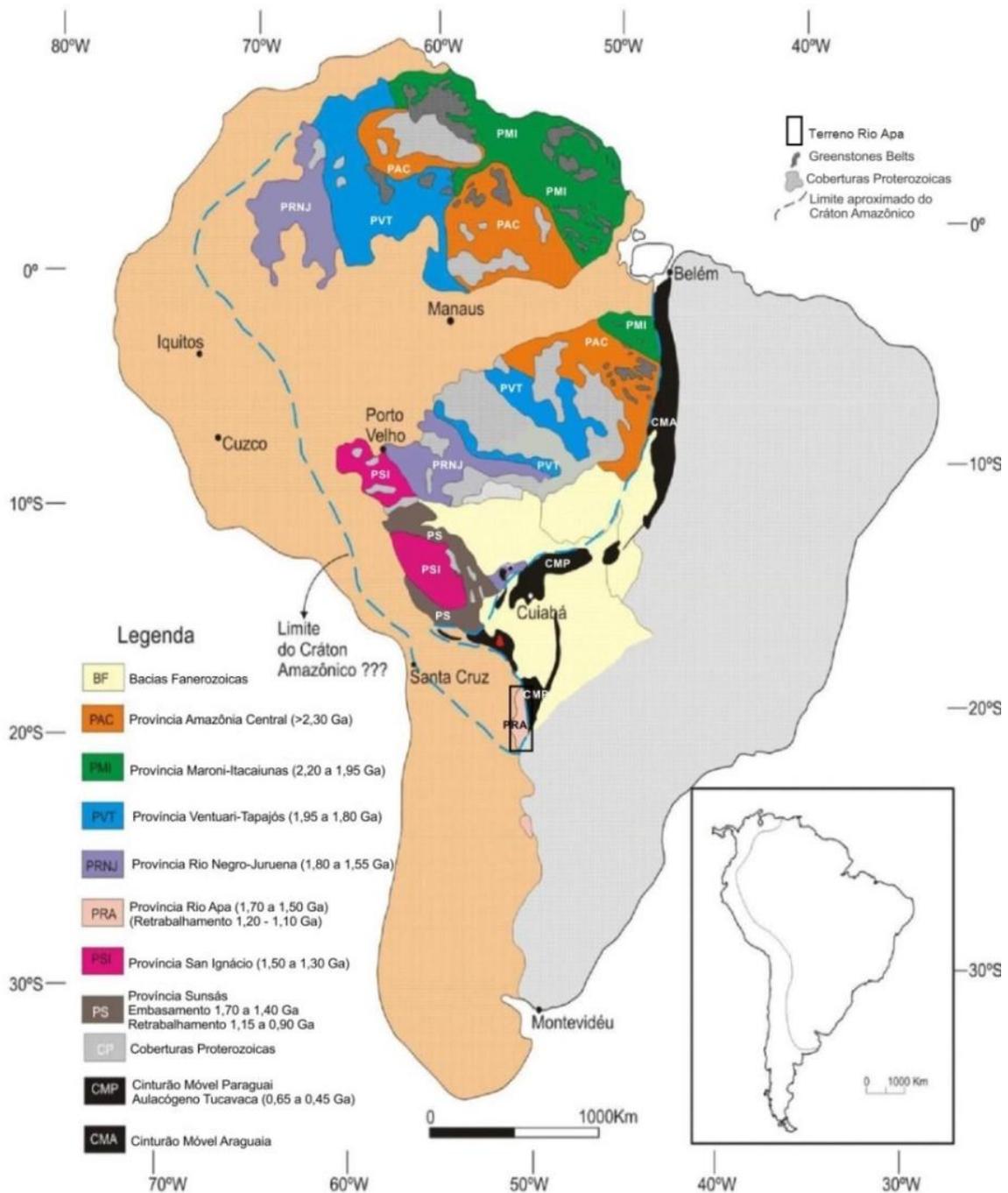


Figura 03 - Compartimentação geocronológica e tectônica do Cráton Amazônico, considerando o Terreno Rio Apa como seu extremo meridional (Ruiz 2005).

TERRENO RIO APA

O Terreno Rio Apa corresponde a um fragmento crustal participante do Cráton Amazônico que margeia a Faixa Paraguai em seu extremo sul (Ruiz *et al.* 2005; Lacerda Filho *et al.* 2006; Cordani *et al.* 2010; Brittes *et al.* 2013 e Plens *et al.* 2013).

Cordani *et al.* (2010), considerando a distribuição das idades-modelo Sm-Nd e os resultados U-Pb (*SHRIMP*) sugerem a divisão do Terreno Rio Apa em Domínios Oriental e Ocidental, separados por uma zona de sutura e com histórias de evolução crustal distintas.

Ressaltam ainda que em 1670 Ma houve uma re-homogeneização isotópica de Sr que afetou regionalmente o terreno, provavelmente relacionada a tectonismo dúctil, causando metamorfismo de médio a alto grau em algumas rochas; além disso, em 1300 Ma houve um evento metamórfico de baixo grau que aqueceu a região em temperaturas de 350-400°C (temperatura de bloqueio do sistema do argônio em micas) que afetou a região como um todo, de forma que os blocos já estivessem unidos.

Neste modelo de compartimentação o Bloco Ocidental, onde esta localizada a área de estudo, é representado pelo Gnaisse Porto Murinho e Morraria; Gabro-Anortosito Serra da Alegria (Silva 1998); Supersuíte Amoguijá (Godoi & Martins 1999) que engloba a Suíte Intrusiva Alumiador (Araújo *et al.* 1982) e Formação Serra da Bocaina (Brites 2012); Grupo Amolar (Lacerda Filho *et al.* 2006); Grupo San Luis (Wiens, 1986); Suíte Intrusiva Morro do Triunfo (Araujo *et al.* 1982).

Bloco Ocidental

Gnaisse Porto Murinho e Morraria

No bloco ocidental, a unidade mais antiga é representada pelos Gnaisses Porto Murinho e Morraria, representada por litotipos cinza a rosa, leucocráticos, inequigranulares média a fina. São essencialmente ortoderivados e encontram-se polideformados (Campos, 2011), ocorrendo em uma faixa preferencial norte-sul que se prolonga desde o Rio Apa (porção sul do Terreno) até o entorno da Serra da Alegria (região centro-norte). Cordani *et al.* (2010) individualizam as faixas de rochas gnáissicas a leste da cidade de Porto Murinho denominando-as de Gnaisse Porto Murinho com referência na diferença entre as paragêneses minerais, além de análises isotópicas de U-Pb e Rb-Sr. Campos (2011) descreve as rochas dessa unidade como gnaisses bandados, compostos por rochas leucocráticas cinza-esbranquiçado a rosado, textura inequigranular média a fina. São ortoderivadas e evidenciam efeitos de polideformação marcada pela presença de bandamentos expressivos, dobramentos e foliação penetrativa, proeminente, de direção SEE, relacionada a um evento deformacional posterior que deu origem ao bandamento gnáissico.

Gabro Anortosito Serra da Alegria

Pioneiramente descrito por Silva (1998), o gabro-anortosito Serra da Alegria ocorre intrusivo em rochas da Suíte Alumiador. Trata-se de corpo cumulático, constituído por anortositos, leucogabros, gabros e melagabros (Silva, 1998). Lacerda Filho *et al.* (2006) caracterizam a Suíte Intrusiva Serra da Alegria como um corpo máfico toleítico continental

representado litologicamente por anortositos, leucogabros e melagabros. Nogueira *et al.* 2013 descreve a ocorrência na Serra da Alegria de litotipos gabróicos desta unidade, que intrudem o Granito Aquidabã, pertencente à Suíte Intrusiva Alumiador.

As datações U-PB *SHRIMP* em zircão para as rochas da Suíte Serra da Alegria e em diabásios forneceram idade de cristalização 1,78 e 1,79 Ga, respectivamente. A idade modelo de Sm-Nd indicam valores (TDM) de 2,51Ga, com valores negativos de ϵNd (-2,89 a-4,32), portanto interpreta-se uma forte contaminação crustal na origem deste magma. A partir dessas idades, o mesmo autor propõe que esse magmatismo representa um evento regional distensivo de direção predominante NW-SE e EW.

Supersuíte Amoguijá

As primeiras tentativas de correlacionar uma série de rochas ácidas que ocorrem segundo um alinhamento preferencial norte-sul foi de Schobbenhaus Filho & Oliva (1979; in: Godoi & Martins 1999), onde eles agrupam granitos e rochas vulcânicas ácidas sob a denominação de Complexo Amoguijá, e sugerem a divisão em duas associações: uma superior, constituída pelas vulcânicas ácidas e outra inferior, compreendendo maciços graníticos. Araújo *et al.* (1982) sugerem o termo Suíte Intrusiva Alumiador para se referir aos corpos plutônicos representados por granitos, granodioritos e subvulcânicas. Godoi & Martins (1999) utilizam o termo Supersuíte Intrusiva Amoguijá para designar a essa assembléia de rochas, que seria composta pela Suíte Vulcânica Serra da Bocaina e Suíte Intrusiva Alumiador. Posteriormente Lacerda Filho *et al.* (2006), em uma tentativa de compartimentação do Terreno Rio Apa, inclui essas rochas como pertencentes ao Arco Magmático Amoguijá (1.87 – 1.75Ga), sendo composto pela Suíte Intrusiva Amoguijá, compreendendo o Granito Alumiador e as Vulcânicas Serra da Bocaina. Cordani *et al.* (2010) definiram como Suíte Intrusiva Alumiador as rochas graníticas e micrograníticas de composição sienoa a monzograníticas e Grupo Serra da Bocaina os riolitos, dacitos, rochas piroclásticas e as brechas vulcânicas.

Neste trabalho será utilizado a denominação Supersuíte Intrusiva Amoguijá, inserido por Godoi & Martins (1999), compreendendo as rochas plutônicas da Suíte Intrusiva Alumiador e pelas rochas da Suíte Vulcânica Serra da Bocaina, termo inicialmente utilizado por Lacerda Filho *et al.* (2006) e reintegrado por Brittes & Plens (2010), Brittes *et al.* (2010, 2011a, b e c), em concordância com autores em descrições posteriores que 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).

Suíte Intrusiva Alumiador

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 a ocorrência de biotita granitos, monzogranito com autólitos de tonalito, micromonzogranito, granodiorito, magnetita-biotita sienogranito, sienogranito granofírico. Essas rochas 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) descrevem essas rochas 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 sienos 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, englobando pequenos corpos adjacentes.

Manzano *et al.* (2012) descreve a Suíte “Plutônica” Alumiador, correspondendo a um batólito alongado de direção N–S, caracterizado por quatro segmentos principais delimitados por falhas de direção NW-SE, apresentando quatro tipos petrográficos principais: monzo a sienogranitos leucocráticos, desde hololeucocráticos a, localmente, melanocráticos. Estes autores descrevem as rochas como de composição cálcio-alcálica de alto potássio a shoshonítica e subalcalinas, constituindo granitos sin-colisionais de caráter metaluminoso a peraluminoso. 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.

Além do batólito principal disposto na direção N-S, a Suíte Intrusiva Alumiador é constituída por corpos graníticos menores adjacentes ao corpo principal, sendo eles os granitos Piatã, São Francisco, Cerro Porã, Carandá, Taquaral, Coimbra, Serra Verde e Aquidabã, este último, alvo desta pesquisa. Campos (2011) e Costa *et al.* (2014) caracterizam o Granito Piatã por rochas leucocráticas ou, mais raramente, hololeucocráticas, de cor cinza, anisotrópicas e foliação proeminente de direção ESE, de textura fanerítica fina a média, equi a inequigranulares porfiríticas ou pegmatíticas. Apresentando enclaves microgranulares de cor cinza-escuro e xenólitos do Gnaiss Porto Murinho, de composição granodiorítica a monzogranítica, tendo uma fácies constituída por litotipos porfiríticos de composição sienogranítica. Souza & Trivelli (2013) descrevem na serra de São Francisco duas unidades litológicas, sendo uma vulcânica diferenciada em duas fácies piroclásticas denominadas: Fácies Brecha Ignimbrítica e Ignimbrito Rico em Cristais; e a outra designada Granito São Francisco que é constituído por rochas leucocráticas, de cor rosa a vermelho, equi a inequigranulares, muito fina a média até porfirítica, anisotrópicas. Duas fácies petrográficas foram identificadas, ambas de composição monzogranítica sendo uma de granulação média e outra muito fina (microgranito), dominando, respectivamente, a parte mais elevada e central da Serra. Plens *et al.* (2013) descreve o Granito Cerro Porã como um batólito alongado segundo NNE, com aproximadamente 120 km² tendo a porção sul orientada com direção NS e a norte segundo N30E. Seus litotipos foram caracterizados com cores rosa a cinza e

composições de sienogranítica a monzogranítica. Geoquimicamente classificam-se como granitóides do tipo A da série alcalina potássica saturada em sílica.

O Granito Carandá (Brittes *et al.* 2013) ocupa as porções nordeste e sudeste da serra da Bocaina, fazendo contato tectônico com as rochas efusivas e piroclásticas da Formação Serra da Bocaina. É constituído por rochas classificadas como biotita sienogranitos, leucocráticas, de cor cinza esverdeado, tendo biotita como único máfico essencial primário.

O Granito Serra Verde (Brandão *et al.* 2013, Brittes *et al.* em prep.) é composto de rochas mesocráticas, de cor cinza-escuro, equi a inequigranulares médias a finas, com porções porfiríticas, em geral maciças, com algumas fácies orientadas. Composicionalmente, são classificadas como monzogranito a sienogranito, constituídos essencialmente por plagioclásio (apresentando uma coloração esverdeada devido a epidotização), quartzo, feldspatos alcalinos e biotita (muitas vezes cloritizada).

O Granito Taquaral é descrito por Redes *et al.* (2015) como quartzo monzodioritos, granodioritos, quartzo-monzonitos, monzo e sienogranitos e separadas em três fácies petrográfica, sendo encontrado dois tipos de enclaves de natureza e origens diferentes, um de composição máfica correspondente a xenólito e outro identificado como enclave microgranular félsico. Os dados geoquímicos indicam composição intermediária a ácida para as rochas deste granito, e sugerem sua colocação em ambiente de arco, representando um magmatismo cálcio-alcalino de médio a alto-K, metaluminoso a peraluminoso.

Nogueira *et al.* (2013) descrevem a ocorrência de litotipos plutônicos e subvulcânicos félsicos, representados, essencialmente por riolitos, dacitos, monzogranitos e granodioritos, compondo o Granito Aquidabã, uma intrusão rasa da Suíte Intrusiva Alumiador.

O Granito Coimbra, descrito na região de Corumbá-MS por Santos *et al.* (2013), é composto por litotipos que variam de tonalitos a sienogranitos, que se dividem texturalmente em duas fácies: Rosa média a grossa e Cinza média a grossa.

A Figura 04, extraída de Cabrera *et al.* 2015, representa uma compilação de dados de mapeamento, onde podemos identificar alguns dos corpos graníticos associados a Suíte Intrusiva Alumiador e a relação do Arco Magmático Amoguijá com a sutura entre os blocos tectônicos propostos por Cordani *et al.* 2010. 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 re-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 $\epsilon_{\text{Nd}}(\text{T})$ 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 T_{DM} de 2,49 Ga.

Resultados geocronológicos U-Pb *SHRIMP* em zircão, definem idades de 1867 Ma (Lacerda Filho *et al.* 2006), 1839 ± 33 Ma (Cordani *et al.* 2010), 1749 ± 45 Ma (Plens *et al.* 2013) e $1861 \pm 5,3$ Ma (Redes *et al.* 2015) para as rochas da Suíte Intrusiva Alumiador. Lacerda Filho *et al.* (2006) obtêm dados isotópicos pelo método Sm-Nd em rocha total, que revelaram idade modelo (TDM) da Suíte Intrusiva Alumiador de 2,17 Ga e de rochas vulcânicas de 2,26 Ga, apresentando valores de ϵ_{Nd} de -0,68 para rochas plutônicas e -2,0 para rochas vulcânicas. Cordani *et al.* (2010) apresentaram dados de Ar-Ar e K-Ar para as rochas da Formação Serra da Bocaina e Suíte Intrusiva Alumiador os quais indicaram idade em torno de 1,3 Ga. A tabela 01 apresenta uma síntese de dados obtidos através do mapeamento dos corpos graníticos associados a Suíte Intrusiva Alumiador, bem como, alguns dos seus resultados de análises geocronológicas obtidos pelos métodos U-Pb (*SHRIMP*) em zircões, K-Ar e ArAr em biotitas, Rb-Sr e Sm-Nd em rocha total.

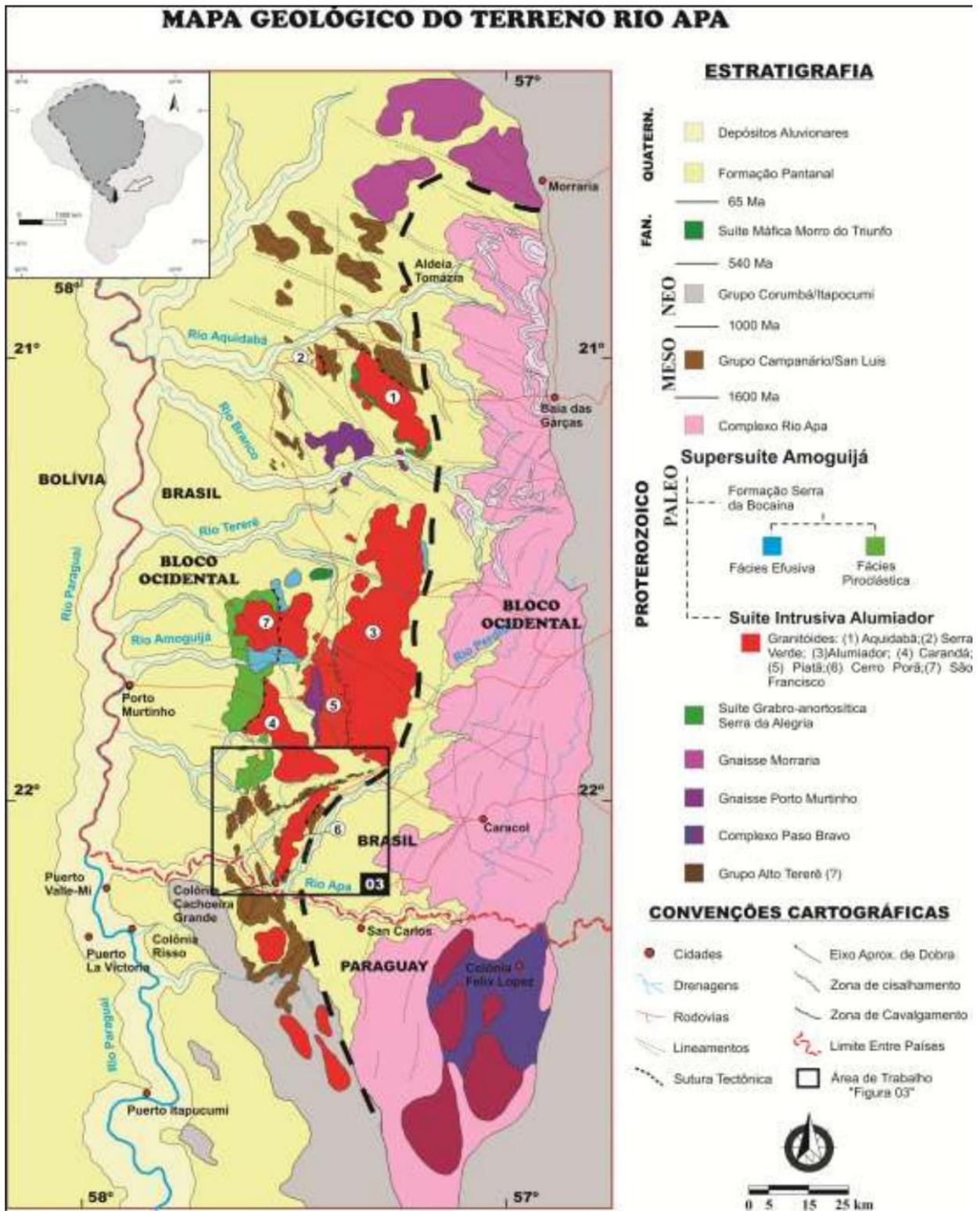


Figura 04- Mapa geológico do TRA com a distinção dos blocos tectônicos (compilação partir de Lacerda Filho *et al.* 2006, Cordani *et al.* 2010, Ruiz *et al.* 2010, Brittes *et al.* 2012, Plens *et al.* 2013, entre outros). Extraído de Cabrera *et al.* (2015).

Tabela. 01 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	Granito	Referência	Litologia	U-Pb zircão	Rb-Sr		Sm-Nd			Ar-Ar (Ma)	K-Ar (Ma)
				Idade (Ma)	Idade (Ma)	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	T _{DM} (Ga)	E _{Nd} (0)	E _{Nd} (T)		
SUÍTE INTRUSIVA ALUMIADOR	Alumiador	Lacerda Filho <i>et al.</i> (2006)	Biotita granitos, monzogranitos com autólitos de tonalito, micromonzogranitos, granodioritos magnetita-biotita sienogranito, sienogranitos granofíricos e granófiros.	1867			2,17	23,88	-0,68		
	Alumiador	Cordani <i>et al.</i> (2010)	Sieno a monzogranitos isotrópicos, fino a médio, incluindo variações granofíricas.	1839±33	1681±47	0,7057	2,38 2,49		-2,86 -4,20	1302±3 (b) 1295±3 (b)	1314±9 (b)
	Alumiador	Brittes <i>et al.</i> (em prep.)	sienogranitos inequigranulares médio a grosso	1798±8							
	Piatã	Costa <i>et al.</i> (2014)	Granodioritos a sienogranitos								
	Piatã	Campos (2011)	Granodioritos a monzogranitos porfiríticos de composição sienogranítica.								
	São Francisco	Souza <i>et al.</i> (em prep.)	monzogranitos de granulação média e microgranitos porfiríticos.	1874±5			0,74	-19,60	-3,71		
	São Francisco	Campos (2011)	monzogranitps inequigranulares médio a fino								
	Cerro Porã	Plens <i>et al.</i> (2013)	Sienogranitos médio a fino e monzogranitos porfiríticos	1749±45							
	Serra Verde	Brandão <i>et al.</i> (2013)	Monzogranito a sienogranito, médio a fino, com variação porfirítica								
	Serra Verde	Brittes <i>et al.</i> (em prep.)	Rocha mesocrática de cor cinza escura, inequigranular média a fina								
	Carandá	Brittes <i>et al.</i> (2013)	Biotita sienogranito e cor cinza esverdeado.								
	Aquidabã	Nogueira <i>et al.</i> (em prep.)	monzogranitos a granitos, riolitos e dacitos e microgranitos.	1811±7			2,35 2,57 2,26	-19,58 -20,81 -20,25	-2,18 -4,37 -1,50		
	Taquaral	Redes <i>et al.</i> (2015)	quartzo-monzonitos, monzo e sienogranitos e separadas em três fácies petrográfica, sendo encontrado dois tipos de enclaves de natureza e origens diferentes	1861±5			2,32 2,32	-0,395 -0,461	-1,48 -1,28		
	Coimbra	Santos <i>et al.</i> (2013)	Tonalitos e sienogranitos								

Suíte Vulcânica Serra da Bocaina

Lacerda Filho *et al.* (2006) descreve as rochas Vulcânicas Serra da Bocaina como constituída de riolitos porfiríticos e microporfiríticos, riodacitos e dacitos, com intercalações de rochas piroclásticas e brechas vulcânicas, considerando as relações de cogeneticidade destas rochas.

As rochas vulcanoclásticas ácidas pertencentes à Suíte Vulcânica Serra da Bocaina do Grupo Amoguijá, de acordo com Manzano *et al.* (2008), são compostas por riolitos e pela presença de variados produtos piroclásticos, além de outras rochas vulcânicas como riodacitos e dacitos. Brittes & Plens (2010), Brittes *et al.* (2010, 2011a, b e c), seguindo os parâmetros estabelecidos pelo Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica (Petri *et al.* 1986), designaram as rochas efusivas e piroclásticas expostas na Serra da Bocaina como Formação Serra da Bocaina, mantendo o termo Suíte Intrusiva Alumiador, proposto por Araújo *et al.* (1982), para denominar as rochas graníticas que sustentam a Serra do Alumiador e da Alegria.

As rochas da Formação Serra da Bocaina (Brittes *et al.* 2013) são diferenciadas em cinco fácies petrográficas, sendo uma efusiva e quatro piroclásticas: brecha ignimbrítica, ignimbrito rico em cristais, tufo co-ignimbrítico e reoignimbrito. De acordo com os mesmos autores, as fácies piroclásticas são caracterizadas pela presença de diferentes produtos piroclásticos, tais como, fragmentos líticos e pumíceos, cristaloclastos, púmices, *fiammes*, *shards* e cristalitos de variadas dimensões e composições. A fácies efusiva caracteriza-se por textura porfirítica a glomeroporfirítica e composições andesíticas e riolíticas.

Grupo Campanário

O Grupo Campanário foi definido por Lacerda Filho *et al.* (2006) como rochas metassedimentares, tais como: quartzitos, filitos, metaconglomerados e xistos, com ocorrência na região de fronteira Brasil-Paraguai sob a denominação de Grupo Amolar. Segundo Theodorovicz & Câmara (1991) essas rochas foram depositadas em ambiente costeiro devido à fácies de canais entrelaçados, lagunar e fluvial e encontram-se estruturadas por dobras abertas e isoclinais fechadas, transpostas por zonas de cisalhamento dúcteis sinistrais, de direção NW-SE, associadas com cavalgamentos (transpurrões) resultantes de deformação progressiva. Segundo Cordani *et al.* 2010 essas rochas são intrudidas por pequenos plútons graníticos.

As rochas metassedimentares descritas como Grupo Amolar foram redefinidas como uma sequência siliciclástica e denominadas como Grupo Campanário por Cabrera *et al.* (2015), onde descrevem a ocorrência de metaparaconglomerados oligomíticos matriz

suportados, muscovita metarenitos, quartzitos, quartzomuscovita xistos e filitos, que exibem três fases de deformação de caráter compressivo. Os mesmo autores publicaram análises Ar-Ar em muscovitas que resultaram na idade de 1.3 Ga, sendo referente ao fechamento do sistema Arm, referente à primeira fase de deformação, e datações U-Pb LA-MP-ICP-MS em zircões detríticos do grupo indicam forte contribuição dos granitóides estaterianos-orosirianos e dos gnaisses do embasamento, além de idade máxima de sedimentação em 1.7 Ga.

Suíte Intrusiva Morro do Triunfo

O corpo gabróico que constitui um morrote em meio a um relevo topograficamente rebaixado típico da região pantaneira, foi descrito pela primeira vez por Corrêa *et al.* (1976), onde os gabros coroníticos foram denominados como a unidade geológica Morro Jaraguá. Araújo *et al.* (1982), modifica essa denominação que passa a se chamar Gabro Morro do Triunfo. Apresenta-se em um único corpo de aproximadamente 23 km², onde seus contatos com as rochas do embasamento estão encobertas pelos sedimentos da Formação Pantanal, sendo descrito na porção oeste do corpo um contato por falha com as rochas vulcânicas ácidas do Grupo Amoguijá. Em estudos mais recentes, Cabrera *et al.* (2011) descrevem essas rochas como litotipos gabróicos, melanocráticos de cor cinza-escuro, holocristalinos, maciços, granulação média a fina, textura ofítica a sub-ofítica, e diversos estágios de alteração. A análise química preliminar indicaram um magmatismo sub-alcálico, de caráter toleítico, formado em ambiente intra-placa.

Formação Pantanal

A Formação Pantanal é pertencente à Bacia do Pantanal, sendo uma das mais importantes bacias sedimentares cenozóicas sulamericanas. A constituição da Formação Pantanal foi definida por Almeida (1964), descrevendo sedimentos de natureza arenosa fina a siltico-argilosa, com pouco cascalho disperso, de leques aluviais, de talude e lateritos ferruginosos. Seus sedimentos repousam discordantemente sobre rochas pré-cambrianas, silurianas e devonianas, sendo encontrado também recobrimo localmente formações quaternárias antigas. Os sedimentos são de natureza aluvial inconsolidados e semiconsolidados. A espessura da Formação Pantanal é variável em função da irregularidade de seu substrato. Baseado nas várias perfurações realizadas pela PETROBRÁS (Weyler 1962) estima-se que a espessura da Formação Pantanal varia entre 40 e 3.000m. Segundo Assine (2005) a sucessão, essencialmente siliciclástica, mostra afinamento textural para o topo, o

autor ainda descreve uma influência de tectônica moderna que tem contribuído com a modelagem

da paisagem do Pantanal por mudanças do nível de base de erosão e gradientes topográficos, condicionando o curso do rio Paraguai na borda oeste da bacia. As evidências dessa neotectônica ocorrem na Serra do Maracajú e em outros pontos da bacia, sob a forma de falhas recentes que estruturam a sua borda leste, onde estas falhas vêm provocando desníveis e erosão da borda noroeste da Bacia do Paraná, particularmente das rochas sedimentares do Grupo Rio Ivaí e das Formações Furnas, Ponta Grossa e Aquidauana, com a formação de leques aluviais com padrão distributário em direção a oeste dos quais o mais notável é o mega-leque do Rio Taquari. As manifestações da neotectônica, em particular na Serra do Maracajú, derivam principalmente da reativação do cinturão de cisalhamento transcorrente Transbrasiliano de direção NE-S

CAPÍTULO 2 GEOLOGIA LOCAL

2.1 GEOLOGIA DA REGIÃO DA SERRA DA ALEGRIA

Este capítulo tem o propósito de apresentar os dados da investigação geológica realizada na região da Serra da Alegria, município de Porto Murtinho (MS), seguindo a metodologia de pesquisa apresentada no capítulo I. O mapeamento geológico na escala 1:50.000, permitiu a identificação de cinco unidades estratigráficas (Fig. 05), com enfoque na unidade denominada Granito Aquidabã, onde foi possível a identificação de 3 fácies petrográficas, resultando na confecção de um mapa geológico (Fig. 05). As cinco unidades geológicas presentes na região são: Gabro Anortosito Serra da Alegria, Granito Aquidabã, Grupo Campanário, Formação Pantanal e Aluviões Recentes.

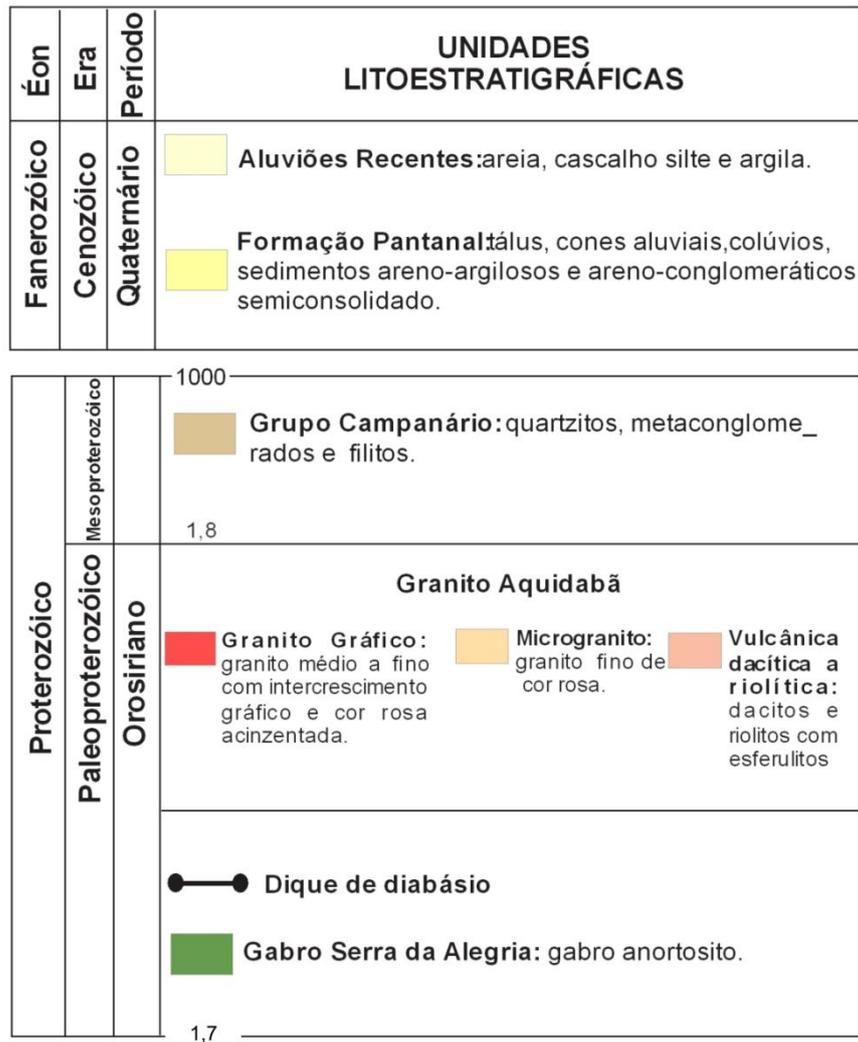


Figura 05- Coluna estratigráfica esquemática para a área mapeada.

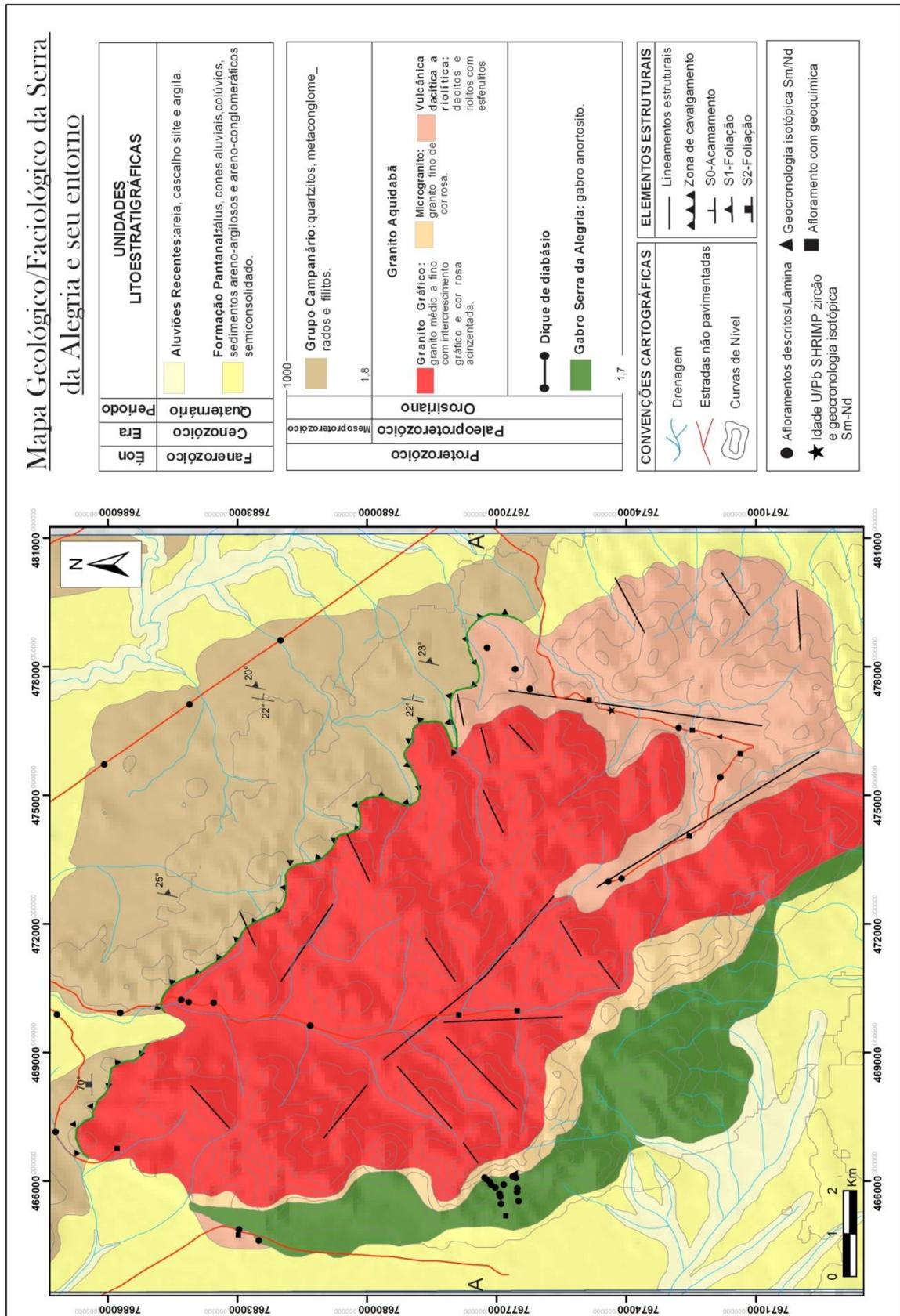


Figura 06- Mapa geológico/faciológico da região da Serra da Alegria.

2.1.1 SUÍTE GABRO-ANORTOSÍTICA SERRA DA ALEGRIA

As rochas desta unidade afloram sob a forma de blocos e matacões (Fig. 07), na porção central da área mapeada, em contato intrusivo com as rochas do Granito Aquidabã. Os litotipos desta unidade são maciços, melanocráticos, cinza-escuro, com forte magnetismo devido à presença de cristais bem formados de magnetita de até 2 cm, de composição essencialmente gabróica. Texturalmente são inequigranulares médios a grossos e, em geral, porfiríticos, apresentando cristais de plagioclásio e piroxênio com mais de 6 cm de tamanho; ocorrem também, subordinadamente, litotipos equigranulares médios a finos.



Figura 07- Aspectos de campo do Gabro Anortosito Serra da Alegria, ilustrando: (A) forma de ocorrência de afloramento em blocos e matacões, (B) e (C) foto ilustrativa de aspectos macroscópicos: Cor cinza e textura inequigranular de granulação média, ripas de plagioclásio e piroxênio, na segunda figura mostrando uma variação faciológica do gabro: rocha inequigranular à porfirítica.

2.1.2 GRANITO AQUIDABÃ

O mapeamento geológico e a análise petrográfica realizados permitiram a identificação de três fácies petrográficas na área estudada (Fig. 06), sendo elas: Granito Gráfico (Fácies 1), Subvulcânicas Dacítica-Riolítica (Fácies 2) e Microgranito (Fácies 3).

2.1.2.1 GRANITO GRÁFICO

A Fácies Granito Gráfico (fácies 1) é a de maior abrangência, sustentando as partes mais elevadas, e disposta na porção central da Serra da Alegria. Esta fácies mantém contato tectônico por meio de zonas de cavalgamento com as rochas metassedimentares do Grupo Campanário (Cabrera *et al.* 2014), na borda leste do corpo, e do tipo intrusivo com o Gabro-Anortosito Serra da Alegria (Silva 1998) na sua parte sudoeste. As rochas desta fácies ocorrem em blocos e lajedos (Fig. 08B), são maciças e caracterizadas por cor rosa a rosa-acinzentado, leucocráticas, equi- a inequigranulares média a fina (Fig. 08 C e D).



Figura 08- Aspectos de campo da fácies Granito Gráfico ilustrando: (A) e (B) forma de ocorrência de afloramento em lajedos; (C) rocha equigranular média de cor rosa; (D) rocha inequigranular média de cor rosa, com diminuição na quantidade de máficos; (E) rocha inequigranular média de cor cinza.

2.1.2.2 SUBVULCÂNICA DACÍTICA-RIOLÍTICA

A fácies Subvulcânica Dacítica-Riolítica (fácies 2) faz contato intrusivo com o Gabro-Anortosito Serra da Alegria e ocorre como grandes afloramentos e em blocos e matacões em áreas arrasadas e próximos a córregos nas porções sudeste e noroeste do granito, estando as rochas de composição dacítica, subordinadamente, restritas ao sudeste. Os dacitos apresentam-se marrom-acinzentado, com textura porfirítica, destacando fenocristais de plagioclásio e quartzo, por vezes com dimensões entre 1 e 7 mm apresentando, comumente, feições de corrosão magmática como golfos e embaiamentos, envoltos por uma matriz felsítica cinza (Fig. 09 D). Os riolitos são rosa-acinzentado, maciços, afaníticos, com variedades porfiríticas, apresentando fenocristais de feldspato alcalino com tamanhos entre 1 e 5 mm (Fig. 09 B e C).

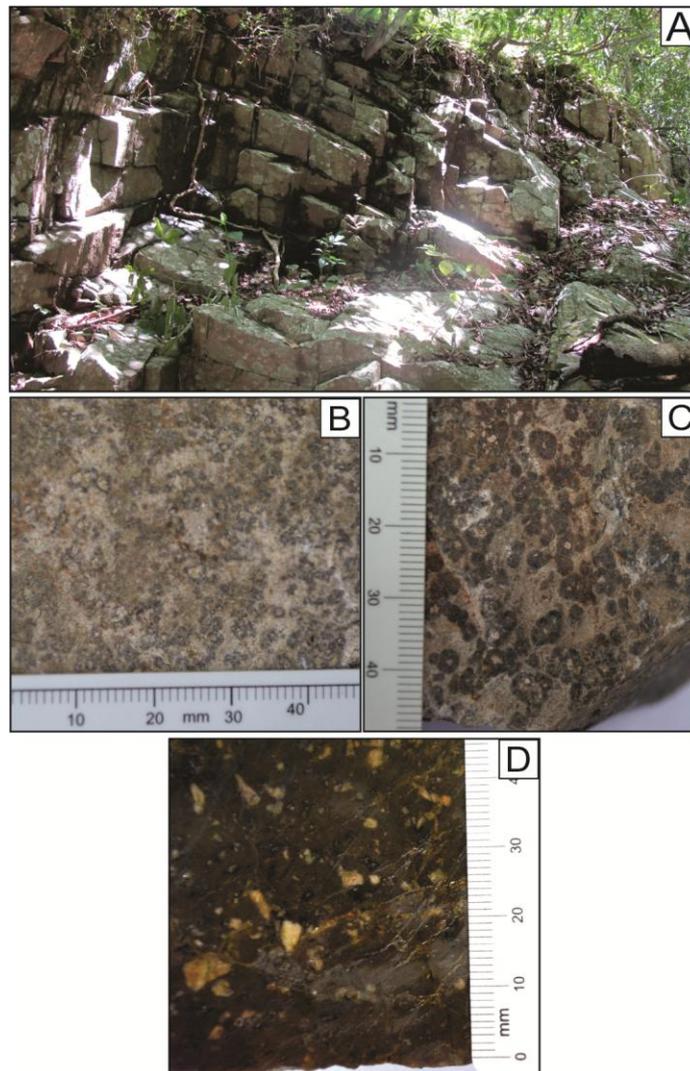


Figura 09- Aspectos de campo da fácies Subvulcânica Dacítica-Riolítica, ilustrando: (A) forma de ocorrência de afloramento; (B) riolito com esferulitos de granulação média; (C) riolito com esferulitos de granulação grossa; (D) rocha dacítica, exibindo fenocristais de plagioclásio e quartzo.

2.1.2.3 MICROGRANITO

A fácies Microgranito (fácies 3) é a de menor representatividade, sendo encontrada nas bordas oeste e sudoeste do corpo granítico, caracterizada por rochas maciças cinza-claro, inequigranulares fina a muito fina, compostas essencialmente por plagioclásio, feldspatos alcalinos, quartzo e biotita (Fig. 10).



Figura 10- Aspectos de campo e macroscópico da fácies Microgranito ilustrando: (A) Forma de ocorrência; (B) rocha da fácies, exibindo cor cinza claro e granulação fina.

2.1.3 GRUPO CAMPANÁRIO

O Grupo Campanário (Cabrera *et al.* 2014) representa uma sequência metassedimentar composta por conglomerados oligomíticos, arenitos conglomeráticos, passando gradacionalmente a um arenito com clastos esparsos, filitos avermelhados com lentes de mica-xistos e quartzo-mica-xistos (Fig. 11). As rochas deste grupo afloram na porção leste da área, com direção preferencial NW/SE. Esta unidade faz contato do tipo tectônico com o Granitos Aquidabã, dado por zonas de cavalgamento, lançando as rochas desta unidade sobre o granito, formando as feições em cristas alinhadas que podem ser observadas ressaltadas no baixo relevo da Formação Pantanal.



Figura 11- Aspectos de campo das rochas do Grupo Campanário, ilustrando: (A) afloramentos nas margens de estrada, (B) conglomerado, (C) e (D) metarenitos do grupo, na segunda ilustrando dobra de uma das fases de deformação que afetam o grupo.

2.1.4 FORMAÇÃO PANTANAL

A Formação Pantanal ocorre em toda área mapeada, nas porções de baixo relevo, compreendendo depósitos arenosos e siltico-argilosos, variando de consolidados a semiconsolidados com coloração marrom clara a bege, aspectos esses que podem ser observados na figura 12.



Figura 12- Aspectos de campo da forma de ocorrência da Formação Pantanal, sendo encontrada nas áreas de vale e porções arrasadas.

2.1.5 ALUVIÕES RECENTES

Os depósitos de Aluviões recentes correspondem à unidade estratigráfica mais jovem da área estudada, sendo formado por sedimentos fluviais acumulados nas calhas e margens dos rios e ao longo das drenagens. Quanto à granulometria apresentam tamanhos variáveis, constituídos por cascalhos, areias, areia quartzosa, silte e argila.

2.2 TEXTURA GRANOFÍRICA-GRANITO AQUIDABÃ

2.2.1 CRESCIMENTO MINERAL E NUCLEAÇÃO

Para se entender a formação dos diferentes tipos de textura granofírica é necessário um conhecimento prévio sobre as condições de nucleação e crescimento mineral e velocidade de resfriamento do magma. Para que os cristais se formem precisa haver uma queda de temperatura em um valor abaixo da temperatura *liquidus* do magma. Essa diferença entre a temperatura *liquidus* e a

temperatura de início da cristalização é denominada sub-resfriamento ou super-resfriamento (Wernick, 2004).

O papel do sub-resfriamento influencia na taxa de nucleação (que é dada pelo número de núcleos de cristalização formados por unidade de volume de magma e de tempo) e de crescimento mineral, e na morfologia que os cristais irão apresentar. Assim sendo, um mesmo magma pode apresentar distintos momentos de sub-resfriamento gerando, então, vários tipos de texturas. A figura 13 ilustra esses diferentes momentos, onde T_L representa a temperatura *liquidus* do magma, acima da qual não existe nucleação mineral. T_A , T_B , T_C , T_D representam temperaturas do magma que indicam sub-resfriamentos onde ΔT é indicada pelas equações $T_L - (T_A, T_B, T_C, T_D)$ (Wernick, 2004).

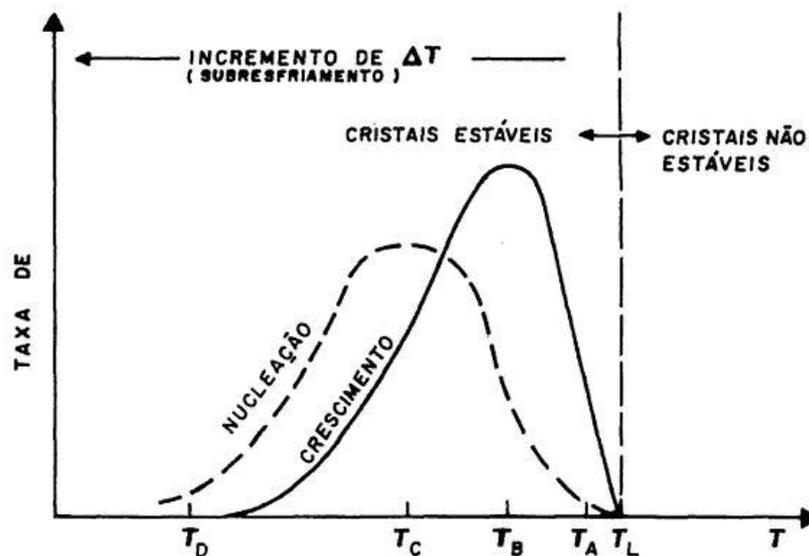


Figura 13- Curva da taxa de nucleação e de crescimento de um dado mineral a partir de um líquido de composição simples em função do sub-resfriamento (extraído de Wernick, 2004).

No modelo apresentado por Lofgren (1974), o plagioclásio gerado sob a influência de crescente sub-resfriamento adquire hábitos tabulares, esqueléticos, dendríticos e esferulíticos (Fig. 14). Segundo este autor, quanto maior o ΔT , maior a taxa de nucleação, porém a

velocidade de crescimento diminui indicando rápida queda na temperatura e resultando em uma textura de granulação muito fina como no caso dos esferulitos. Em alguns casos, o magma segue com determinado ΔT e lento crescimento mineral, gerando cristais grossos, e, se por algum motivo ocorre rápida perda de calor, passa para um crescimento mineral mais rápido, formando fenocristais com uma franja de cristais mais finos.



Figura 14- Relação entre sub-resfriamento e hábito de cristais de plagioclásio (Lofgren, 1974)

2.2.1.2 Textura Granofírica

A textura granofírica, por definição, consiste no intercrescimento de quartzo e feldspato alcalino. “Esse tipo de textura é formado pela cristalização simultânea e rápida de quartzo e feldspato alcalino no líquido magmático” durante a cristalização da rocha (Barker, 1970 *in*: Smith, 1974). É uma textura comumente encontrada em corpos graníticos epizonais, gerados em zonas rasas, em alguns casos associados com rochas de origem vulcânica.

Segundo Barker (1970 *in*: Smith 1974) existem seis tipos de textura que envolvem intercrescimento de feldspato alcalino e quartzo, onde este último mineral apresenta uma única orientação óptica (Fig.15), denominadas esferulítica, plumosa, franja radial, vermicular, cuneiforme e insular. As do tipo esferulítica e plumosa são finas, com dimensões muito pequenas para identificação óptica e, juntamente com a franja radial, são de ocorrência mais frequente. Essa última consiste em um núcleo de feldspato homogêneo ou quartzo cercado por um intercrescimento desses dois minerais, indicando uma súbita mudança nas condições de cristalização, como uma queda brusca de temperatura. A do tipo vermicular é semelhante à textura mirmequítica a não ser quando não está confinada por limites de grãos; enquanto que o tipo cuneiforme é a forma mais característica encontrada em granitos gráficos. No tipo

insular, as “ilhas” de quartzo fixam-se em uma matriz poligonal de feldspato alcalino onde se sugere uma complexa história de crescimento, talvez envolvendo recristalização.

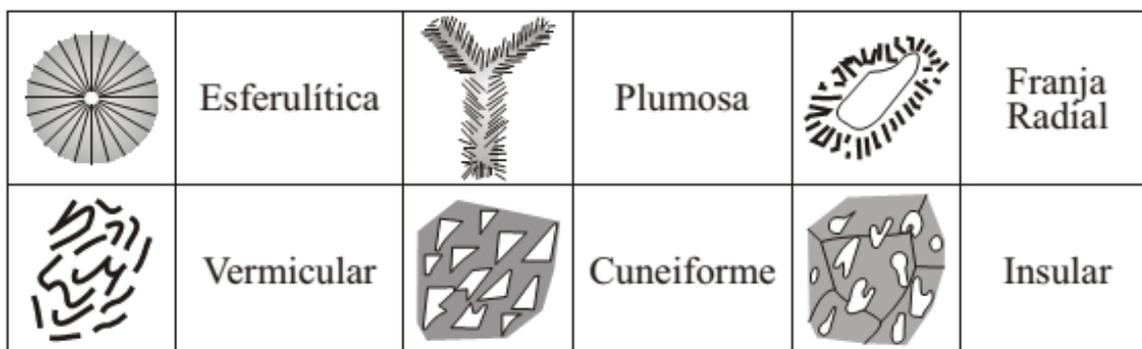


Figura 15- Diferentes tipos de texturas granofíricas (Smith 1974).

Segundo (Wernick, 2004), a taxa de nucleação (ΔT) interfere no tamanho do intercrescimento granofírico, diminuindo ou aumentando de acordo com o grau de resfriamento. A rápida cristalização entre quartzo e feldspato alcalino é responsável pela maioria das texturas do tipo granofírica, porém outros processos, incluindo substituição, podem estar envolvidos. Sendo assim, esse tipo de textura é comumente encontrado em rochas geradas em nível crustal raso, não sendo frequentes em ambiente profundo. A rápida cristalização dessas rochas geralmente é consequência da queda de temperatura e perda de voláteis, estes últimos ficando registrados, algumas vezes, como pequenas cavidades denominadas miarolíticas ou *vugs*. A origem e formação dessa textura podem ser de 3 formas: a) cristalização primária; b) devitrificação e c) metassomatismo mais infiltração. No caso do Granito Aquidabã, admite-se que a formação dos diferentes tipos de texturas granofíricas deu-se pelo processo de devitrificação.

A devitrificação, segundo McPhie & Doyle (1993), é um processo que envolve a nucleação e crescimento de cristais a partir de vidros a temperaturas *subsolidus* do magma. Este processo decorre do resfriamento de vidro coerente e afeta lavas, intrusões rasas e depósitos piroclásticos consolidados. O processo de devitrificação é favorecido pelo estado meta-estável do vidro e produz o crescimento de cristais de quartzo e de feldspatos alcalinos, tanto sódicos quanto potássicos. Devitrificação e hidratação ocorrem através dos efeitos de despolimerização da estrutura Si-O-Si, alcançada através da hidratação do oxigênio tetraédrico, formando OH. A liberação do tetraedro SiO₄ possibilita a reorganização e nucleação de estruturas de quartzo e também de feldspatos, quando na presença de álcalis. A devitrificação produz nas rochas uma estrutura granular que se sobrepõe à textura original e confere ao depósito uma cor rosa-escuro a marrom que contrasta com a parte vítrea escura.

2.2.2 TEXTURAS GRANOFÍRICAS NO GRANITO AQUIDABÃ

Durante o estudo petrográfico do Granito Aquidabã, foram observados e identificados quatro tipos de textura granofírica: vermicular, cuneiforme, franja radial e esferulítica. As do tipo esferulítica e franja radial são as mais comumente encontradas. Nestas rochas, a textura do tipo plumosa (Fig. 16A) é caracterizada pela formação de cristais muito finos de quartzo e feldspato alcalino, semelhantes à pequenas agulhas radiadas também presente na textura do tipo esferulítica (Fig. 16B). Essas texturas são encontradas comumente na porção riolítica da Fácies Subvulcânica Dacítica-Riolítica do Granito Aquidabã, onde os esferulitos apresentam-se na forma esférica, segundo a classificação de Lofgren (1974). A textura do tipo cuneiforme (Fig. 16A) é formada por agregados de feldspato alcalino e quartzo disposto em cunha, sendo comum na Fácies Granito Gráfico. A textura do tipo franja radial (Fig. 16C) é caracterizada por núcleo formado por cristal de feldspato alcalino cercado por intercrescimento de feldspato e quartzo, sendo distinguida do tipo plumosa pelo tamanho maior dos cristais radiados em torno do núcleo. A textura do tipo vermicular (Fig. 16D) é formada por pequenos cristais de quartzo de hábito também do tipo vermicular dispostos em feldspato alcalino. Este intercrescimento ocorre comumente na matriz das rochas de todas as fácies do Granito Aquidabã.

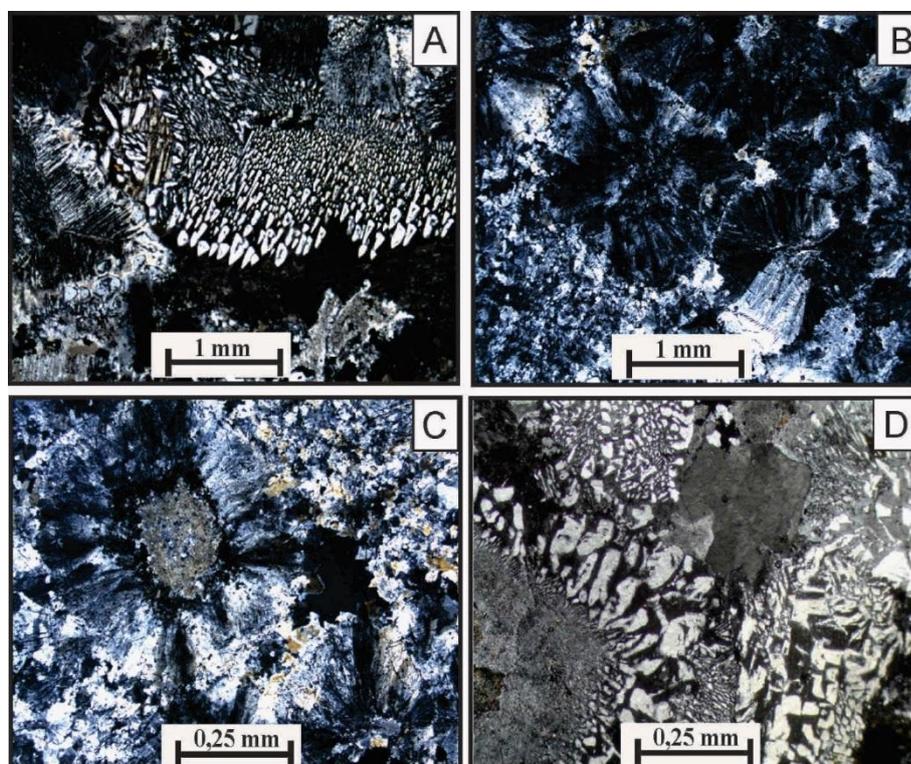


Figura 16- Diferentes texturas granofíricas no Granito Aquidabã: (A) textura do tipo plumosa e cuneiforme; (B) textura do tipo esferulítica; (C) textura do tipo franja radial e (D) texturas do tipo vermicular e franja radial. Polarizadores cruzados.

2.3 ASPECTOS ESTRUTURAIS

O Bloco Ocidental do Terreno Rio Apa, na região da Serra da Alegria, é marcado por intensa deformação dúctil e rúptil, observada em estruturas tectônicas geradas em 3 fases de deformação, F1W A F3W, descritas por Cabrera & Nogueira (2013). Com o propósito de compreender a evolução estrutural e da deformação que afetou o Granito Aquidabã foi realizada a análise estrutural em pontos distribuídos ao longo de toda área mapeada.

O GA apresenta somente deformação rúptil, decorrente da primeira fase de deformação F1W, que é responsável por um padrão de juntas conjugadas (Fig. 17A), provavelmente em consequência da baixa profundidade de alojamento do corpo granítico.

Na porção onde ocorre a fácies microgranito, há a ocorrência de microzonas de cisalhamento (Fig. 17B). Na borda leste do granito, encontram-se zonas de cisalhamento dúctil, formadas pelo cavalgamento do pacote de rochas metassedimentares do Grupo Campanário sobre as rochas do granito (Fig. 17C), caracterizadas no granito pela rotação destal de cristais porfiríticos de Feldspato potássico.

Essa primeira fase de deformação (F1W), é caracterizada por uma paragênese de baixo grau de metamorfismo, na fácies xisto verde, que na área é evidenciada pela co-existência de clorita+epidoto+albita.

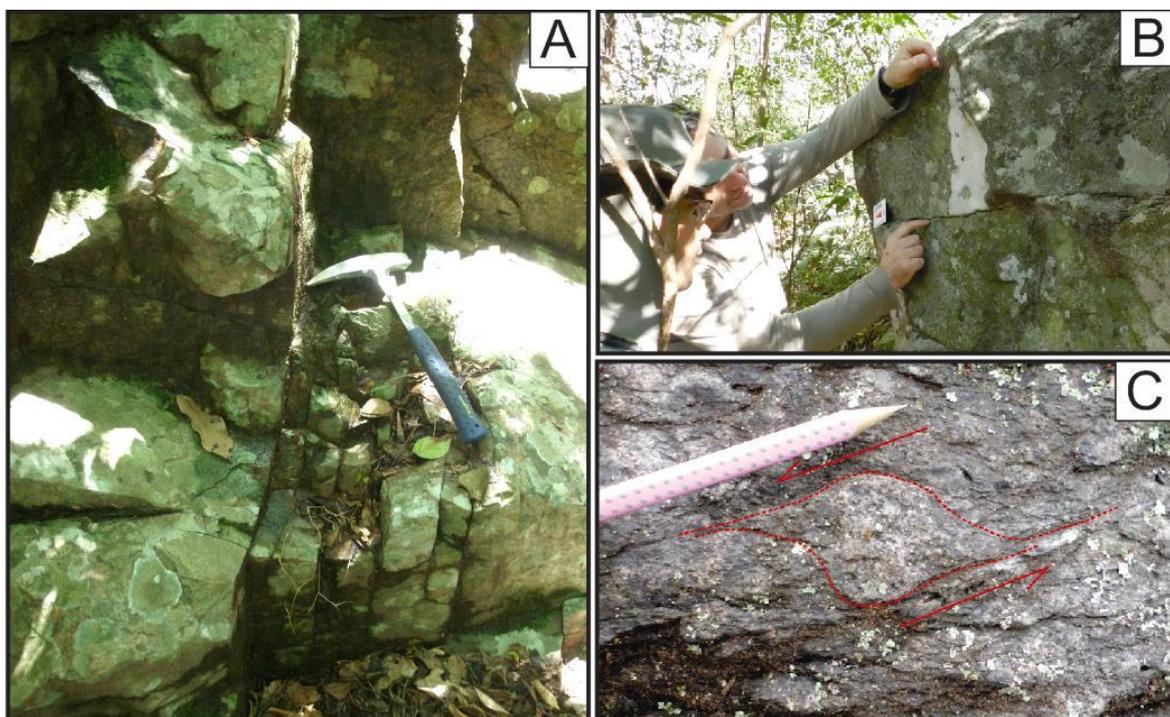


Figura 17- Fotografias do Granito Aquidabã, ilustrando: (A) padrão de juntas conjugadas; (B) microzonas de cisalhamento na fácies microgranito; (C) cristal porfirítico de feldspato potássico rotacionado em zona de cisalhamento.

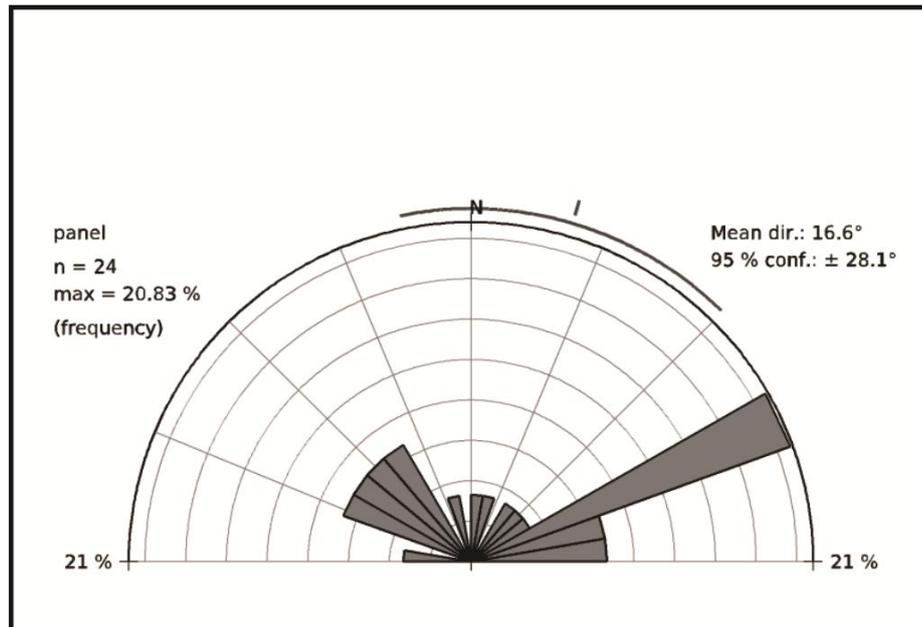


Figura 18- Diagrama de rosetas dos dados das juntas conjugadas do Granito Aquidabã.

2.4 ANÁLISES GEOCRONOLÓGICA (U-Pb *SHRIMP*) E ISOTÓPICA (Sm-Nd)

Com a finalidade de determinar a idade de cristalização e as características da fonte do magma gerador do GA, foi selecionada uma amostra de rocha riolítica da fácies 2 para uma análise geocronológica U-Pb (*SHRIMP*) em zircão e três amostras de rocha para a análise isotópica Sm-Nd, sendo cada uma delas representativa de uma fácies do GA.

Análise U-Pb (*SHRIMP*)

Foram analisados 12 (doze) cristais de zircão da amostra RS-20B da fácies 2, selecionados a partir de imagens de catadoluminescência no microscópio eletrônico de varredura, facilitando a visualização interna dos cristais, porém somente foram utilizados os dados obtidos de 9 (nove) cristais por apresentarem dados mais homogêneos e concordantes sendo o restante eliminados devido às altas concentrações de chumbo comum. Morfologicamente estes cristais são caracterizados como de prisma curto, de dimensões que variam aproximadamente entre 55 e 93 μm , onde a relação comprimento *versus* largura é de 2/1, e alguns grãos apresentam essa relação de 1/1. Exibem-se em cristais prismáticos e hexagonais, de cor rosa pálido, variando entre translúcidos e opacos, com alguns grãos apresentando fraturas e quebras.

Os cristais 1.1, 2.1, 3.1 e 7.1 (Figuras 14 A, B, C e D) exibem bandas de zoneamento claras e escuras que são interpretadas como variações dos teores de U (Sato et al., 2008); os cristais 9.1, 10.1, 11.1 e 12.1 (Figuras 14 F, G, H e I) mostram-se homogêneos, límpidos e sem zonação interna. Os resultados das análises U/Pb zircão (*SHRIMP*) estão apresentados na Tabela 03, cujas idades ($^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$) variam entre $1807,5 \pm 33$ e $1842,8 \pm 34$ Ma.

O Diagrama Concórdia (Fig. 15), gerado a partir das razões obtidas, mostra que os cristais analisados fornecem uma idade concordante de 1811 ± 6.8 Ma. Este resultado obtido é interpretado como a idade de cristalização do Granito Aquidabã.

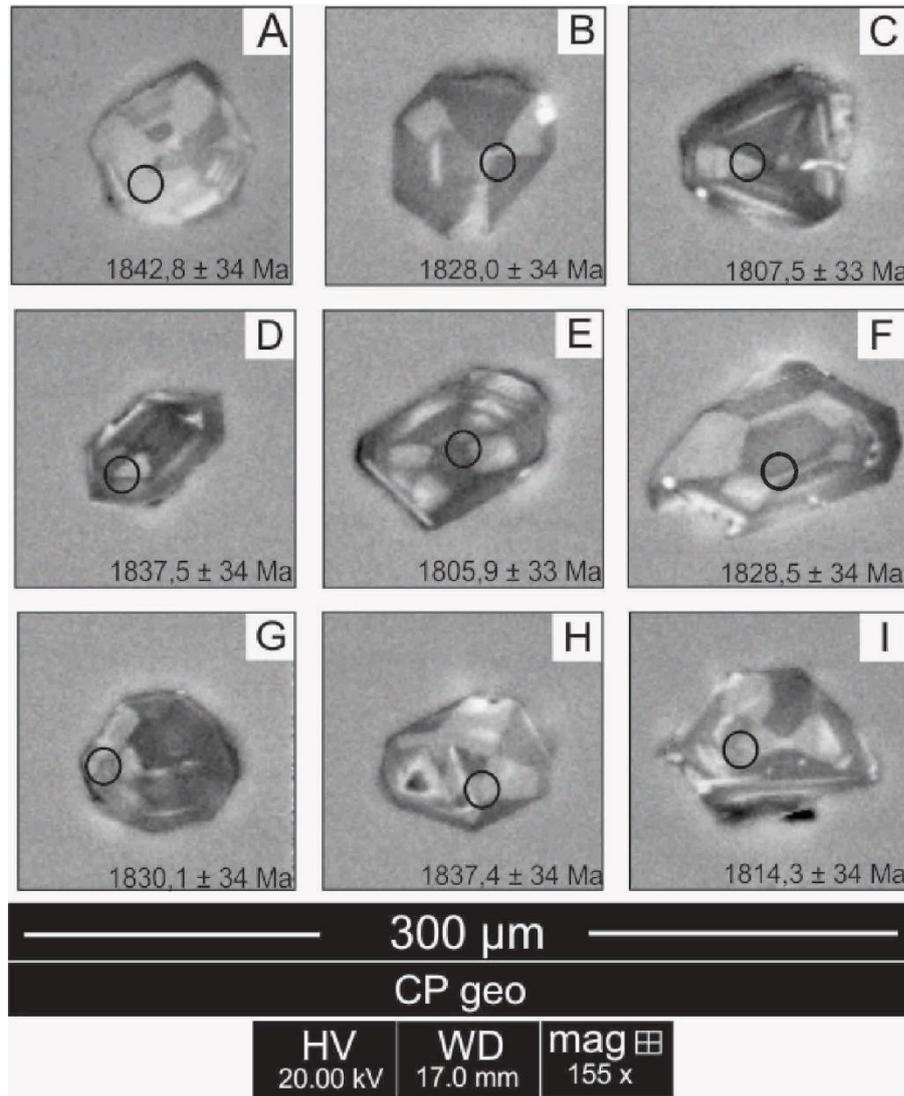


Figura 14- Imagem de catodoluminescência de cristais de zircão da amostra RS20B, relativas aos grãos: (A) 1.1; (B) 2.1; (C) 3.1; (D) 7.1; (E) 8.1; (F) 9.1; (G) 10.1; (H) 11.1; (I) 12.1; Os círculos representam os locais de aplicação do feixe iônico do laser.

Tabela 03. Síntese dos resultados U/Pb (*SHRIMP*) em zircões da amostra RS-20B.

Sigla do grão	U (ppm)	Th (ppm)	$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	^{206}Pb Comum %	Razão $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	% erro	Razão $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	% erro	Erro Corrigido	Idade Ma	$\pm 1s$
1.1	67	65	1,00	0,25	5,14	3,0	0,3309	2,2	0,724	1842,8	34,7
2.1	80	80	1,03	0,18	4,95	2,3	0,3279	2,2	0,918	1828,0	34,2
3.1	98	102	1,07	0,48	4,88	2,4	0,3237	2,1	0,880	1807,5	33,6
7.1	123	143	1,20	0,70	5,07	2,5	0,3298	2,1	0,834	1837,5	34,0
8.1	102	109	1,10	1,18	4,93	2,9	0,3233	2,1	0,736	1805,9	33,9
9.1	84	92	1,13	0,48	5,03	2,6	0,3280	2,2	0,839	1828,5	34,3
10.1	107	119	1,15	0,32	4,95	2,4	0,3283	2,1	0,902	1830,1	34,1
11.1	73	71	1,00	0,31	5,01	2,7	0,3298	2,2	0,796	1837,4	34,6
12.1	72	73	1,05	0,72	4,99	2,7	0,3250	2,2	0,802	1814,3	34,2

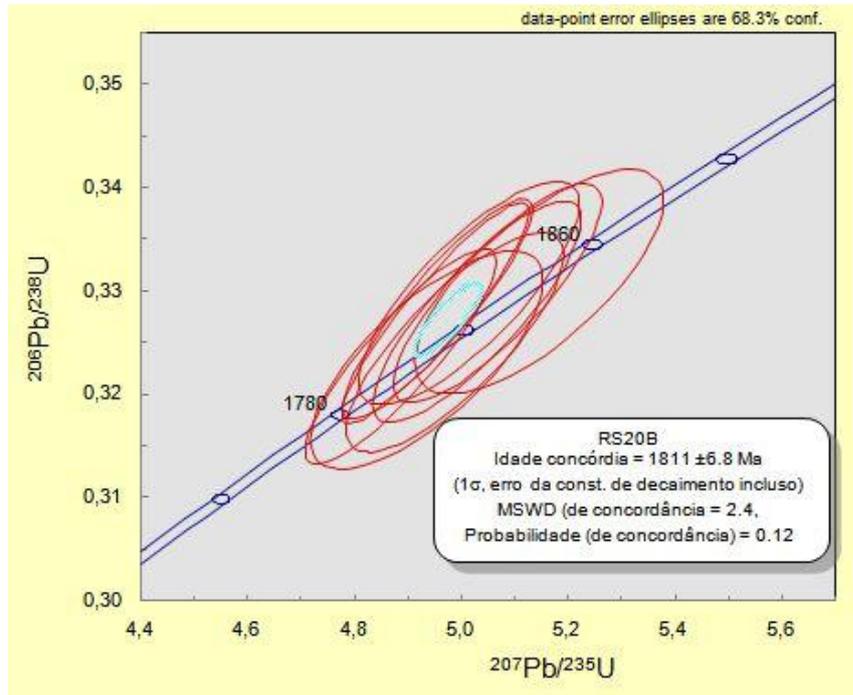


Figura 15- Diagrama Concórdia U/Pb (*SHRIMP*) para os zircões da amostra RS-20B, do Granito Aquidabã.

Análises isotópicas Sm-Nd

Os dados isotópicos Sm-Nd para as amostras RS-23, RS-96B e RS-20B do GA forneceram idade modelo T_{DM} de 2,35, 2,57 e 2,26 Ga, respectivamente (Tabela 04).

Considerando $1.811 \pm 6,8$ Ma (U/Pb *SHRIMP*) para o granito, valores de $E_{Nd(1,81GA)}$ de -2,18; -4,37 e -1,50 foram calculados essas idades modelo e os valores negativos de E_{Nd} indicam processos de fusão parcial de crosta continental neoarqueana a paeloproterozoica na geração do granito.

Tabela 04. Dados analíticos de Sm-Nd do GA.

Amostra	Sm	Nd	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	f (Sm/Nd)	$e_{Nd(0)}$	$T_{(DM)}$	$e_{Nd(1,81)}$
RS-23 (fácies 1)	10,84	53,85	0,121754	0,511634	-0,3810	-19,58	2,35	-2,18
RS-96B (fácies 2)	6,27	30,11	0,125865	0,511571	-0,3601	-20,81	2,57	-4,37
RS-20B (fácies 3)	9,83	51,24	0,11601	0,511600	-0,4102	-20,25	2,26	-1,50

ARTIGO SUBMETIDO AO PERIÓDICO BIENAL CONTRIBUIÇÕES À GEOLOGIA DA AMAZÔNIA/2015

GEOLOGIA, PETROGRAFIA E GEOQUÍMICA DO GRANITO AQUIDABÃ– ARCO MAGMÁTICO AMOGUIJÁ –TERRENO RIO APA (MS)

GEOLOGY, PETROGRAPHIC AND GEOCHEMISTRY OF THE AQUIDABÃ GRANITE –AMOGUIJÁ MAGMATIC ARC - RIO APA TERRANE (MS)

Shayenne Fontes Nogueira^{1,4,5}, Maria Zélia Aguiar de Sousa^{3,4,5}, Amarildo Salina Ruiz^{2,4,5}, Maria Elisa Fróes Batata^{4,6}

Universidade Federal do Mato Grosso, ¹Programa de Pós-Graduação em Geociências, ²Departamento de Recursos Minerais, ³Departamento de Geologia Geral, ⁴Grupo de Pesquisa em Evolução Crustal e Tectônica Guaporé, ⁵Projeto Instituto Nacional de Ciência de Tecnologia de Geociências da Amazônia (GEOCIAM-CNPq/FAPESPA), ⁶Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia, Instituto de Geociências-USP

Emails: nf_shay@hotmail.com; prof.mzaguiar@gmail.com; asruiz@gmail.com; elisabatata@hotmail.com

Resumo

O Terreno Rio Apa é marcado por uma história evolutiva complexa e ainda contém problemáticas a serem estudadas e compreendidas. Neste trabalho são apresentados os resultados obtidos a partir da caracterização petrológica do Granito Aquidabã que pertence à Suíte Intrusiva Alumiador inserida no Arco Magmático Amoguijá deste terreno. Em um contexto anterior, as rochas deste granito eram descritas como pertencentes ao Batólito Alumiador, porém, as mesmas apresentam características singulares que levaram à sua individualização. O Granito Aquidabã está representado por rochas plutônicas e efusivas, de natureza ácida. São classificadas como dacitos e riolitos, riolitos/riolitos alcalinos e adamelitos (monzogranitos)/granitos, subdivididos em três fácies petrográficas. Os dados geoquímicos sugerem um magmatismo de composição compatível com a de granitoides tipo A gerados em ambiente de arco magmático, em período pós-tectônico.

Palavras-chave: Terreno Rio Apa; Suíte Intrusiva Alumiador; Granito Aquidabã; Granitoides tipo A.

Abstract

The Rio Apa Terrane is marked by a complex evolutionary history and still contain issues to be studied and understood. This paper presents the results obtained from the petrologic characterization of Aquidabã Granite belonging to Intrusive Suite Alumiador inserted into the Magmatic Arc Amoguijá in Rio Apa terrane. In a previous context, this granite rocks were described as belonging to the Batholith Alumiador, however, they present unique characteristics that led to its individualization. The Aquidabã Granite is represented by plutonic and effusive rocks, acidic in nature. Are classified as rhyolites and dacites, rhyolites / alkaline rhyolites and adamelitos (monzogranites) / granite, subdivided into three facies petrographic. The geochemical data suggest a composite magmatism compatible with the type granitoids The generated in magmatic arc environment in post-collisional period.

Keywords: Rio Apa Terrane; Alumiador Intrusive Suite; Aquidabã Granite; A-type Granitoids.

INTRODUÇÃO

O extremo Sul do Cráton Amazônico, nas proximidades da divisa com o Paraguai, hospeda rochas pertencentes ao Terreno Rio Apa (Ruiz, 2005). Este terreno compreende um segmento crustal paleoproterozoico que faz parte do Cráton Amazônico, sendo limitado a sul e oeste pelo Grupo Corumbá, do Cinturão Paraguai (Almeida, 1964).

Cordani *et al.* (2010) consideraram a distribuição de idades-modelo Sm-Nd onde sugeriram a divisão do Terreno Rio Apa em dois domínios distintos (Oriental e Ocidental). Neste contexto encontra-se o Granito Aquidabã, que está inserido no Arco Magmático Amoguijá e pertencente ao Bloco Ocidental do Terreno Rio Apa.

Este granito, que foi inicialmente individualizado do Batólito Alumiador por Nogueira *et al.* (2013), está localizado na Serra da Alegria, nas proximidades do município de Porto Murtinho-MS (Fig. 1).

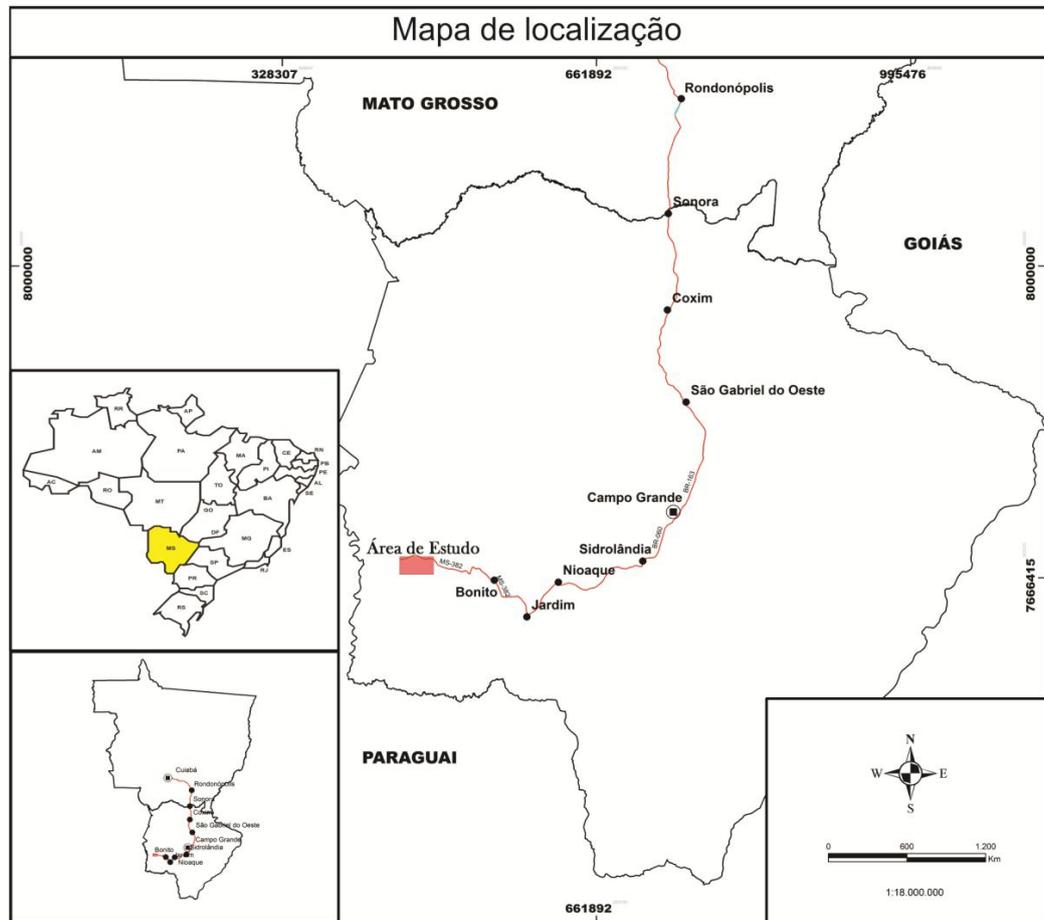


Figura 1- Mapa de localização e vias de acesso à área de estudo.

Este trabalho traz as caracterizações petrográfica e geoquímica deste granito, desenvolvido a partir do mapeamento na escala de 1:50.000 da Serra da Alegria e seu entorno, com os objetivos de caracterização faciológica e petrológica do Granito Aquidabã, e que os dados gerados possam contribuir para o entendimento da história evolutiva do Arco Magmático Amoguijá.

MATERIAIS E MÉTODOS

No mapeamento da área estudada, em escala de 1:50.000, foram coletadas as informações para a confecção do mapa geológico e amostras. Foram selecionadas 40 amostras para a confecção de seções delgadas, com o intuito de identificar e caracterizar as fácies petrográficas que compõe o granito. Os estudos litoquímicos foram realizados em 19 amostras, das quais dez são da fácies Granito Gráfico, seis da fácies Subvulcânica Dacítica-Riolítica) e três da fácies Microgranito e foi levado em conta sua distribuição, considerando também a diversidade textural e mineralógica de cada fácies. As amostras foram tratadas inicialmente no Laboratório Intermediário de Preparação de Amostras para Geocronologia do Departamento de Recursos Minerais da Universidade Federal de Mato Grosso e posteriormente foram analisadas por ICP-ES e ICP-MS nos laboratórios da *ACMELABS - Acme Analytical Laboratories* (Vancouver/Canadá), para elementos maiores, menores e traços incluindo os terras raras. Foram calcinadas até peso constante para o cálculo de perda ao fogo e os elementos maiores foram recalculados em base anidra, como recomendado pela IUGS (Le Maitre, 2002). Os resultados analíticos são apresentados na Tabela 1.

CONTEXTO GEOLÓGICO E TECTÔNICO

O Terreno Rio Apa corresponde ao um fragmento crustal participante do Cráton Amazônico que margeia a Faixa Paraguai em seu extremo sul (Ruiz, 2005; Lacerda Filho *et al.* 2006; Cordani *et al.* 2010; Brittes *et al.* 2013 e Plens *et al.* 2013).

A partir dos dados apresentados por Godoi & Martins (1999), Araújo *et al.* (1982), Godoi *et al.* (2001) e novos resultados geoquímicos e geocronológicos, Lacerda Filho *et al.* (2006), compartimentam o Terreno Rio Apa em: Remanescentes de Crosta Oceânica, Arco Magmático Amoguijá, Arco Magmático Rio Apa e Intrusivas Básicas.

Cordani *et al.* (2010), considerando a distribuição das idades-modelo Sm-Nd e os resultados U-Pb (*SHRIMP*) sugerem a divisão do Terreno Rio Apa em Domínios Oriental e Ocidental, separados por uma zona de sutura e com histórias de evolução crustal distintas. (Fig. 2). Schobbenhaus & Oliva (1979) agruparam granitos e rochas vulcânicas félsicas sob a denominação de Complexo Amoguijá. Godoi & Martins (1999) sugeriram o termo Supersuíte Amoguijá para agrupar a assembléia de rochas, composta pela Suíte Vulcânica Serra da Bocaina e Suíte Intrusiva Alumiador.

Lacerda Filho *et al.* (2006) definem o Arco Magmático Amoguijá (1.87- 1.75 Ga), composto pela Suíte Amoguijá que corresponde a um conjunto plutono-vulcânico de natureza ácida, sendo constituído pelo Granito Alumiador e pelas Vulcânicas Serra da Bocaina.

Diversos autores como Araújo *et al.* (1982), Godoi *et al.* (2001), Lacerda Filho *et al.* (2006), Godoy *et al.* (2010), Manzano *et al.* (2012), Brittes *et al.* (2013) descrevem as rochas efusivas como riolitos, riodacitos, dacitos e principalmente rochas piroclásticas, como tufos e lapilli. Brittes *et al.* (2013) sugerem o termo Formação Serra da Bocaina para denominar este registro de rochas piroclásticas e efusivas paleoproterozoicas.

O termo Suíte Intrusiva Alumiador, proposto inicialmente por Araujo *et al.* (1982) para agrupar tanto as intrusivas como as rochas extrusivas, foi posteriormente substituído por Batólito Alumiador por Lacerda Filho *et al.* (2006), Godoy *et al.* (2010) e Cordani *et al.* (2010) para para as rochas de composição sieno a monzogranítica, leucocráticas, isotrópicas a fracamente foliadas de idade estateriana.

Resultados geocronológicos U-Pb *SHRIMP* em zircão, definem idades de 1867 Ma (Lacerda Filho *et al.* 2006), 1839 ± 33 Ma (Cordani *et al.* 2010), 1749 ± 45 Ma (Plens *et al.* 2013) e $1861 \pm 5,3$ Ma (Redes 2015) para as rochas da Suíte Intrusiva Alumiador. Lacerda Filho *et al.* (2006) obtêm dados isotópicos pelo método Sm-Nd em rocha total, que revelaram idade modelo (TDM) da Suíte Intrusiva Alumiador de 2,17 Ga e de rochas vulcânicas de 2,26 Ga, apresentando valores de ϵ_{Nd} de -0,68 para rochas plutônicas e -2,0 para rochas vulcânicas.

Cordani *et al.* (2010) apresentaram dados de Ar-Ar e K-Ar para as rochas da Formação Serra da Bocaina e Suíte Intrusiva Alumiador os quais indicaram idade em torno de 1,3 Ga.

A tabela 1 sintetiza os dados geocronológicos e isotópicos disponíveis para as rochas da Suíte Intrusiva Alumiador e Formação Serra da Bocaina.

Silva (1998) caracterizou na região da serra da Alegria, um conjunto de rochas intrusivas gabro-anortosíticas denominado por Lacerda Filho *et al.* (2006) como Intrusão Gabro Anortosítica Serra da Alegria, com idade de cristalização U-Pb (*SHRIMP*) em zircão de 1790 Ma. Nogueira *et al.* (2013) descrevem a ocorrência de litotipos plutônicos e subvulcânicos félsicos, representados, essencialmente por riolitos, dacitos, monzogranitos a granodioritos, compondo o Granito Aquidabã, uma intrusão rasa da Suíte Intrusiva Alumiador.

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

Unidade Litoestratigráfica	Referência	U-Pb	Pb-Pb	Rb-Sr	Sm-Nd			Ar-Ar	K-Ar
		Idade (Ma)		Idade (Ma)	TDM (Ga)	εNd (0)	εNd (t)	Idade (Ma)	Idade (Ma)
Suíte Intrusiva Alumiador	Araújo <i>et al.</i> (1982)			1600±40					
	Cordani <i>et al.</i> (2010)							1060 1300	
	Lacerda Filho <i>et al.</i> (2006)	1867			2,17	23,88	-0,68		
	Cordani <i>et al.</i> (2010)	1838±33		1674±17	2,53 2,49			1302±3 1296±2	1314±9
	Plens <i>et al.</i> (2013)	1770 ± 98							
Formação Serra da Bocaina	Araújo <i>et al.</i> (1982)	1794							
	Lacerda Filho <i>et al.</i> (2006)			1600±40	2,26	-2,0			
	Cordani <i>et al.</i> (2010)							1300	
	Brittes <i>et al.</i> (2013)		1877 ± 3,9						

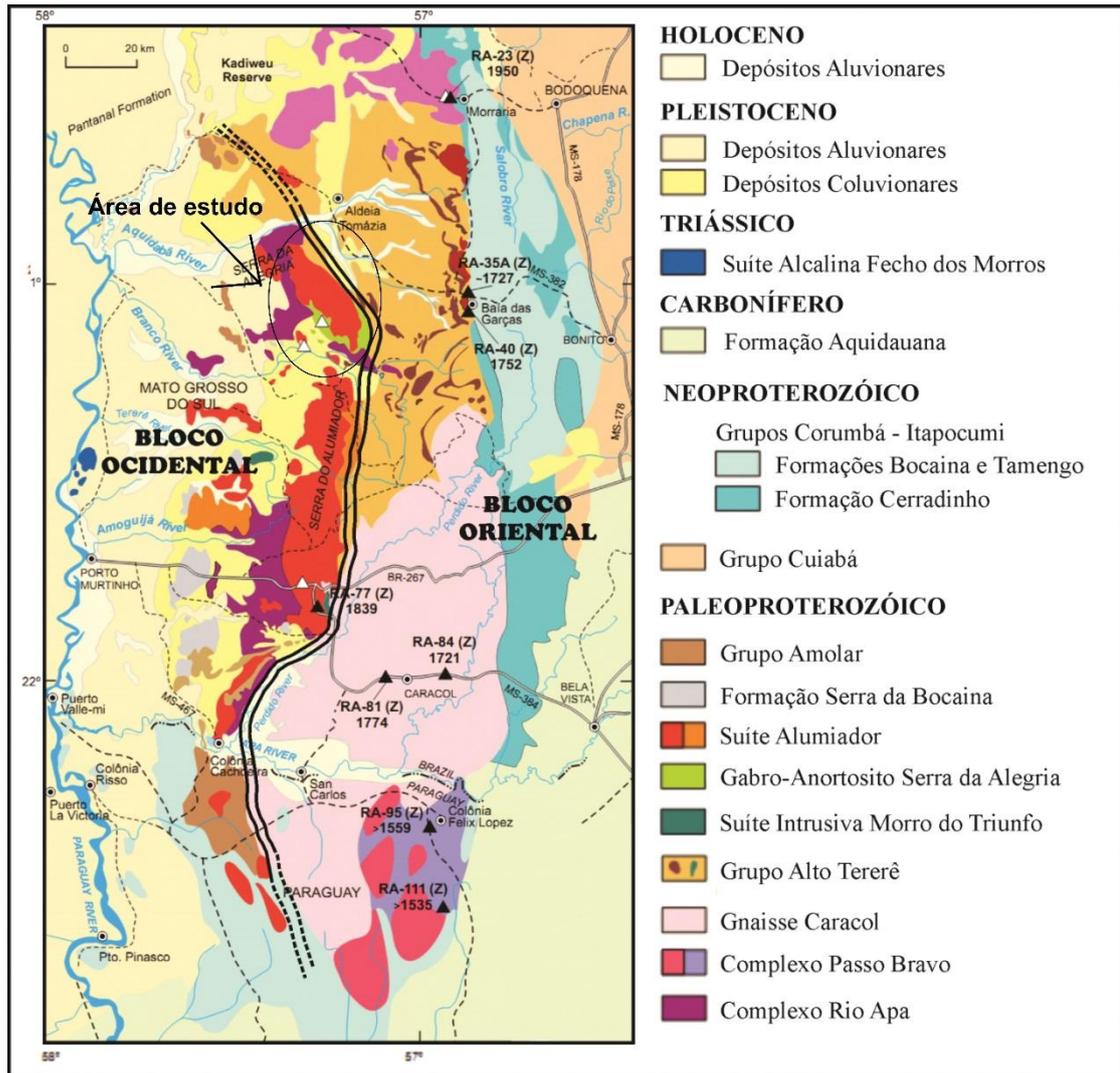


Figura 2- Mapa geológico-tectônico do Terreno Rio Apa, destacando a área de estudo (Cordani *et al.* 2010).

RESULTADOS

Aspectos de campo

O Granito Aquidabã está localizado na Serra da Alegria, nas proximidades do município de Porto Murtinho-MS, e é composto por microgranitos, granitos gráficos, dacitos e riolitos de cor rosa a cinza.

Na região da Serra da Alegria (Fig. 3) são identificadas cinco unidades litológicas: Suíte Gabro-Anortosítica Serra da Alegria, Granito Aquidabã, rochas metassedimentares do Grupo Campanário, Formação Pantanal e Aluviões recentes. Em trabalhos anteriores, as rochas do Granito Aquidabã, objeto desta investigação, foram descritas como pertencentes ao Batólito Alumiador.

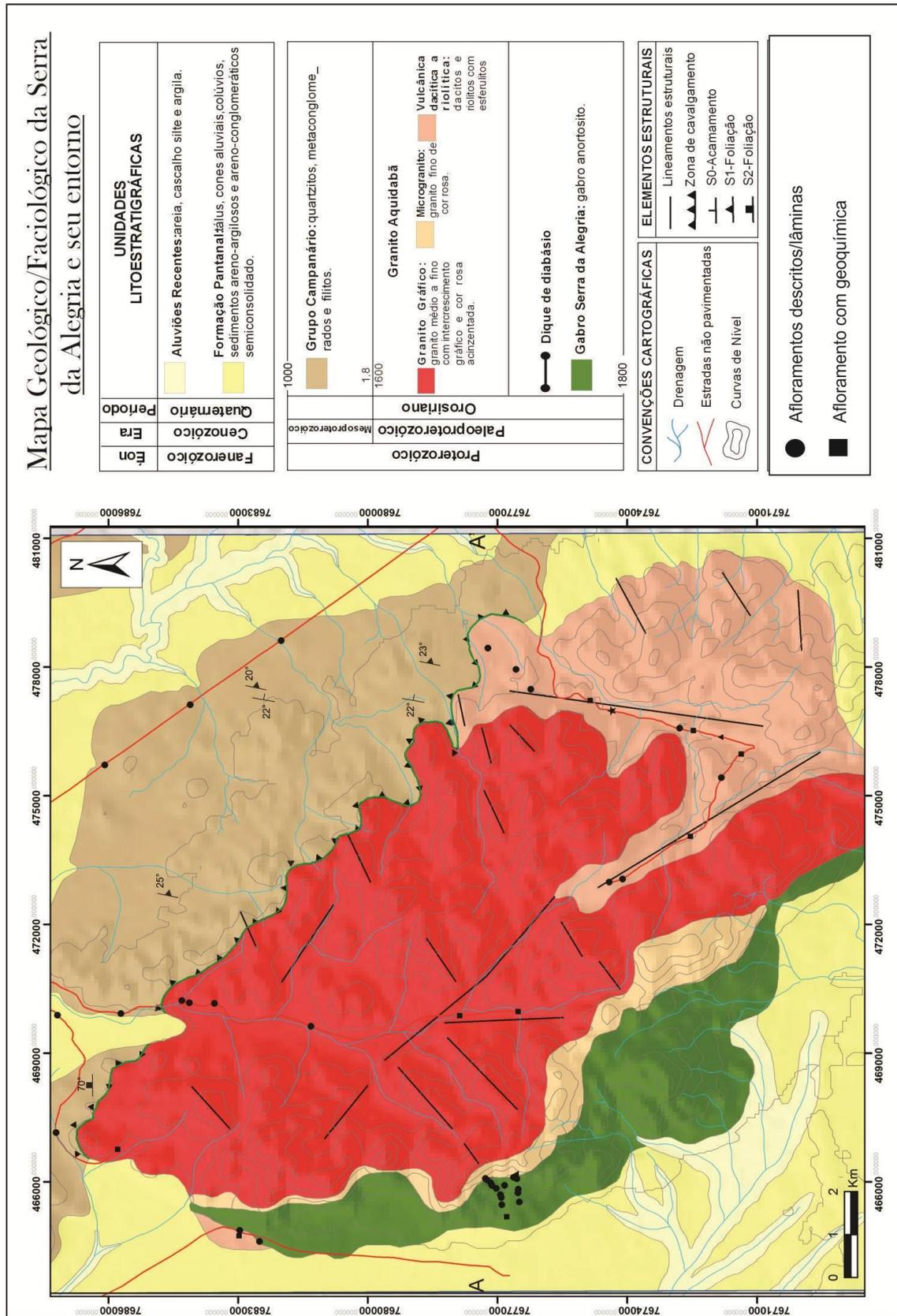


Figura 3- Mapa Geológico/Faciológico da região da Serra da Alegria e Granito Aquidabã



Figura 4- Figuras ilustrando: (A) visão panorâmica da Serra da Alegria; (B) afloramento do GA em pequenos lajedos; (C) granito da fácies 1 de cor rosa, textura granular hipidiomórfica de granulação média; (D) granito da fácies 1 de cor cinza, textura inequigranular xenomórfica média; (E) dacito pórfiro da fácies 2 com fenocristais de plagioclásio e quartzo em matriz felsítica cinza; (F) riolito esferulítico da fácies 2; (G) microgranito da fácies 3.

Neste mapeamento geológico, na escala 1:50.000 (Figura 3), foram identificadas 3 fácies petrográficas do Granito Aquidabã (GA): Granito Gráfico (Fácies 1), Vulcânicas Dacítica a Riolítica (Fácies 2) e Microgranito (Fácies 3) ilustradas na figura 3. A Fácies Granito Gráfico (fácies 1) é a de maior abrangência, sustentando as partes mais elevadas, e disposta na porção central da Serra da Alegria. Esta fácies mantém contato tectônico por meio de zonas de cavalgamento com as rochas metassedimentares do Grupo Campanário

(Cabrera *et al.* 2014), na borda leste do corpo, e do tipo intrusivo apenas a NW com a Suíte Gabro-Anortosítica Serra da Alegria (Silva,1998) na sua parte sudoeste. As rochas desta fácies ocorrem em blocos e lajedos (Fig. 4B), são maciças e caracterizadas por cor rosa a rosa-acinzentado, leucocráticas, equi- a inequigranulares média a fina (Fig. 4C e D).

A fácies Subvulcânica Dacítica-Riolítica (fácies 2) faz contato intrusivo com o Gabro-Anortosito Serra da Alegria e ocorre como grandes afloramentos e em blocos e matacões em áreas arrasadas e próximos a córregos nas porções sudeste e noroeste do granito, estando as rochas de composição dacítica, subordinadamente, restritas ao sudeste. Os dacitos apresentam-se marrom-acinzentado, com textura porfirítica, destacando fenocristais de plagioclásio e quartzo, por vezes com dimensões entre 1 e 7 mm apresentando, comumente, feições de corrosão magmática como golfos e embaiamentos, envoltos por uma matriz felsítica cinza (Fig. 4E). Os riolitos são rosa-acinzentado, maciços, afaníticos, com variedades porfiríticas, apresentando fenocristais de feldspato alcalino com tamanhos entre 1 e 5 mm envoltos por uma franja esferulítica de composição quartzo+K-feldspato (Fig. 4F).

A fácies Microgranito (fácies 3) é a de menor representatividade, sendo encontrada nas bordas oeste e sudoeste do corpo granítico, caracterizada por rochas maciças cinza-claro, inequigranulares fina a muito fina, compostas essencialmente por plagioclásio, feldspatos alcalinos, quartzo e biotita (Fig. 4G).

Aspectos petrográficos

Fácies Granito Gráfico (fácies 1)

Microscopicamente, as rochas da fácies 1 são caracterizadas pela textura gráfica, predominantemente, inequigranular média a fina, constituída por plagioclásio, microclina e quartzo, tendo biotita e anfibólio como máficos essenciais; opacos, apatita, titanita e zircão como acessórios, e clorita, muscovita, argilominerais, sericita, epidoto e calcita como fases de alteração. O plagioclásio ocorre em cristais tabulares euédricos ou subédricos de até 2 mm, exibindo geminação do tipo albita, periclina, por vezes combinadas com Carlsbad e zanação normal em alguns cristais. São comuns evidências de intensos processos de alteração, tais como, argilização, sericitização e, frequentemente, saussuritização (Fig.5B). O feldspato alcalino (microclina) é encontrado como cristais tabulares euédricos ou anédricos com dimensões de até 1,2 mm e com geminação polissintética em grade. O quartzo mostra-se em grãos anédricos, intersticiais, com diâmetros que variam entre 0,8 e 1,3 mm, sendo encontrado também com hábito vermicular, intercrescido com feldspatos alcalinos caracterizando textura gráfica e granofírica (Fig. 5A e B). A biotita é o mineral máfico mais abundante e ocorre em palhetas e plaquetas de dimensões entre 0,2 e 0,8 mm, com pleocroísmo em tons de castanho, associada ao anfibólio actinolita, formando agregados, alterando-se para clorita e muscovita. Inclusões de cristais euédricos ou subédricos de zircão são comuns desenvolvendo halos pleocroicos. Os anfibólios foram identificados como hornblenda e actinolita e ocorrem com pleocroísmo verde-oliva a verde-escuro e verde-claro a castanho, respectivamente, em grãos anédricos, prismas subédricos ou agregados fibrosos com dimensões entre 0,3 e 0,5 mm. Os minerais opacos apresentam-se em grãos predominantemente anédricos, dispostos aleatoriamente na matriz, sendo comum sua alteração para biotita e titanita (Fig. 5B). Em algumas porções da lâmina podem ser observados aglomerados de opacos e anfibólios transformados para clorita, biotita e titanita (Fig. 5C). A apatita e o zircão ocorrem como finos grãos inclusos no plagioclásio e biotita, e a titanita como finos grãos anédricos, geralmente como alteração dos opacos.

Fácies Subvulcânicas Dacítica-Riolítica (fácies 2)

As rochas dacíticas da Fácies 2 são porfiríticas, com fenocristais de plagioclásio imersos em matriz relativamente homogênea, de granulação fina a muito fina de composição quartzo-feldspática (felsítica; Fig. 5D), tendo minerais opacos como fases acessórias, e clorita, epidoto, sericita e argilominerais como minerais de alteração, com venulações secundárias de mesma mineralogia. Os fenocristais de plagioclásio (andesina) são predominantemente subédricos de hábito tabular, por vezes com evidência de deformação dúctil/rúptil como lamelas encurvadas e truncadas por microfalhas (Fig. 5E). O quartzo ocorre em fenocristais corroídos e na matriz, em minúsculos grãos. Os riolitos pórfiros desta fácies são compostos por feldspatos alcalinos, quartzo, plagioclásio, tendo clorita, epidoto, sericita e argilo-minerais como fases minerais acessórias/ de alteração. Apresentam, caracteristicamente, fenocristais de feldspatos alcalinos envoltos por esferulitos (Fig. 5F e G) imersos em uma mesóstase muito fina. Estes feldspatos estão representados por ortoclásio e microclina, em cristais euédricos ou subédricos com geminações do tipo Carlsbad e polissintética cruzada, comumente encontrados como fenocristais de até 3 mm e em cristais menores na matriz. O quartzo é encontrado como fenocristais embaiados, com golfos de corrosão e na matriz em grãos anédricos muito finos. Os esferulitos são produtos de devitrificação e são compostos por agregados fibrorradiais quartzo-feldspático e vidro, com dimensões de até 2 mm, ocorrendo geralmente em volta de cristais de feldspato alcalino. Localmente, esses últimos apresentam-se alterados e/ou com bordas de reação com formação de grande quantidade de epidoto, clorita, argilominerais e sericita (Fig. 5G).

Fácies Microgranito (fácies 3)

As rochas da Fácies Microgranito são caracterizadas por textura predominantemente inequigranular xenomórfica, fina a muito fina, formada por plagioclásio, feldspato alcalino e quartzo, e biotita como máfico primário. Apresentam opacos, apatita, e zircão como acessórias, e clorita, muscovita, argilominerais, sericita, epidoto e calcita como fases de alteração. O plagioclásio exibe-se em cristais euédricos ou subédricos de hábito tabular com geminações do tipo albita e Carlsbad (Fig. 5H) e, por vezes, zonação normal, comumente com evidências de intensos processos de alteração, tais como argilização, sericitização e saussuritização. O feldspato alcalino (microclina) ocorre como cristais tabulares subédricos ou anédricos com geminação polissintética em grade. O quartzo é encontrado em grãos anédricos intersticiais e, subordinadamente, intercrescido com feldspato alcalino caracterizando textura gráfica e granofírica. Os minerais opacos exibem-se em grãos anédricos ou subédricos, dispostos aleatoriamente na matriz, sendo comum sua substituição para biotita. A apatita e o zircão ocorrem como finos grãos inclusos no plagioclásio e biotita.

Geoquímica

As rochas do GA são de natureza ácida, apresentando relativa homogeneidade composicional e valores em base anidra de SiO₂ entre 71,31 e 75,11% (Tabela 2). No entanto, os diagramas de correlação, que utilizam sílica como índice de diferenciação, não mostraram *trends* para a maioria dos elementos, sugerindo relativa mobilidade dos mesmos e/ou diferenciação não envolvendo diretamente processos de cristalização fracionada.

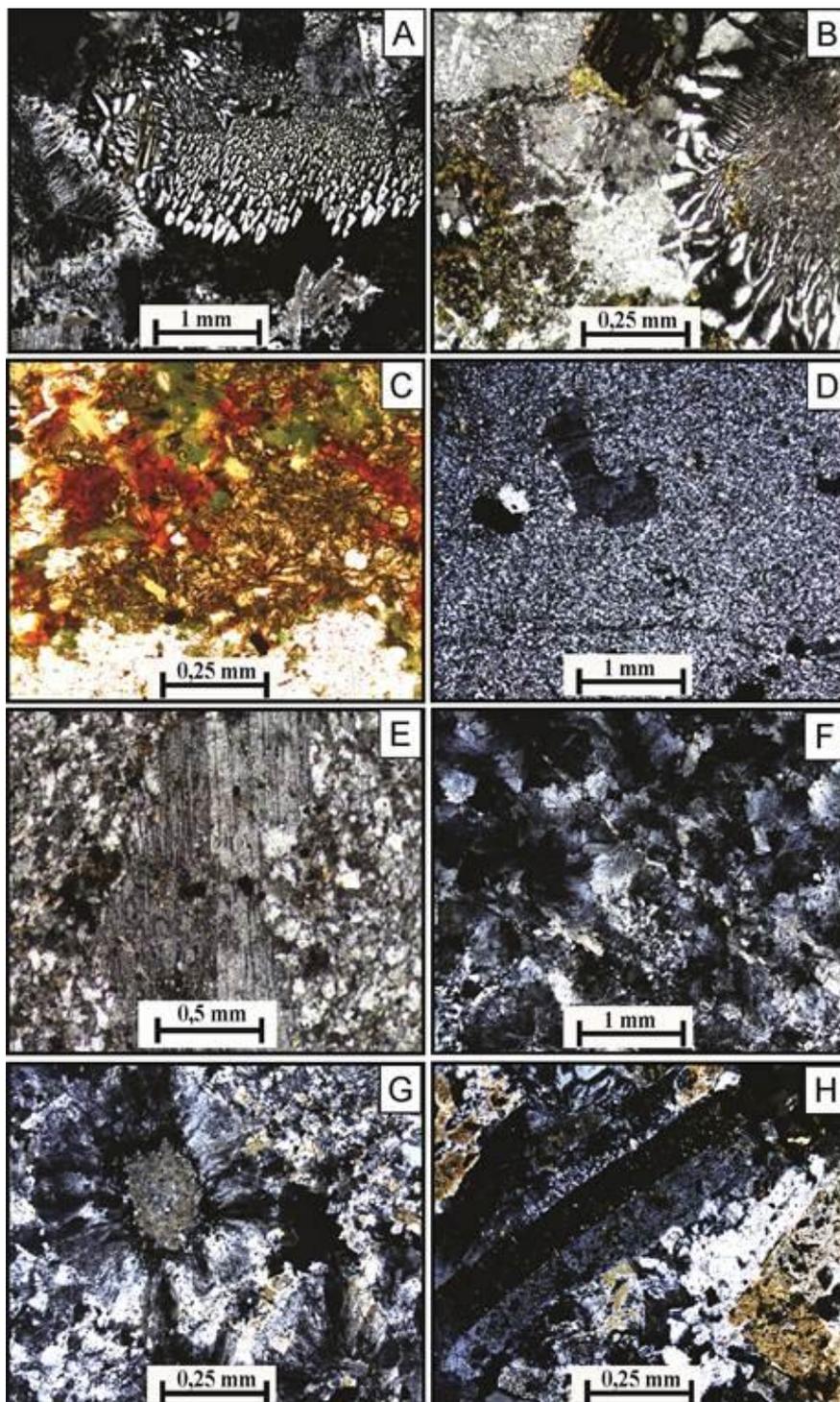


Figura 5- Fotomicrografias das rochas do GA ilustrando: (A) intercrescimento gráfico característico da fácies Microgranito; (B) plagioclásio saussuritizado, intercrescimento granofélico e mineral opaco com coroa de titanita em rocha da fácies Microgranito; (C) detalhe de agregado de máficos (clorita, biotita e anfíbólio) da fácies 1; (D) microfenocristais de plagioclásio em matriz felsítica fina, em dacito da fácies 2; (E) detalhe de fenocristal de plagioclásio com lamelas de geminação albita truncadas e encurvadas indicando deformação rúptil/dúctil em dacito da fácies 2; (F) aspecto geral de esferulitos que caracterizam o riolito pórfiro esferulítico da fácies 2; (G) detalhe de esferulito contornando cristal de feldspato alcalino em riolito da fácies 2; (H) textura inequigranular e cristal geminado tabular de plagioclásio de rocha da fácies 3. Polarizadores paralelos em C e cruzados em todas as outras.

Tabela 2. Composição química de elementos maiores e menores (em % em peso) e traços incluindo terras raras (ppm) de rochas do Granito Aquidabã. Oxidos maiores recalculados em base anidra.

Amostras	RS 54	RS 54A	RS 56	RS 24	RS 20	RS19	RS23A	RS 72	RS 43A	RS 23
Fácies	1									
SiO₂	71,31	71,73	72,88	73,04	73,25	73,73	73,91	73,88	74,95	74,96
TiO₂	0,52	0,53	0,34	0,36	0,40	0,39	0,33	0,26	0,33	0,26
Al₂O₃	13,34	13,40	12,81	12,35	12,53	12,43	12,13	12,85	12,06	11,92
Fe₂O₃	4,26	4,18	3,85	4,22	3,98	3,56	3,80	3,21	3,51	3,45
MnO	0,09	0,11	0,09	0,09	0,07	0,07	0,08	0,04	0,05	0,06
MgO	0,39	0,46	0,17	0,26	0,48	0,44	0,19	0,18	0,17	0,13
CaO	1,19	0,89	0,69	0,91	0,84	0,96	0,81	0,40	0,35	0,58
Na₂O	3,78	3,75	3,76	3,79	3,32	3,47	3,64	3,71	3,41	3,6
K₂O	4,77	4,70	5,13	4,65	4,81	4,63	4,80	5,21	4,90	4,76
P₂O₅	0,09	0,08	0,03	0,05	0,07	0,06	0,04	0,03	0,03	0,03
LOI	0,60	0,60	0,40	0,10	0,40	0,20	0,30	0,30	0,40	0,10
Total	99,76	99,76	99,77	99,75	99,77	99,76	99,75	99,78	99,76	99,76
Ga	19,40	20,30	19,50	16,10	15,40	15,40	16,40	16,40	16,60	16,60
Pb	21,5	23,6	30,9	22,7	24,9	23,8	24,3	22,4	22,6	28,3
Th	15,10	14,70	16,30	16,20	15,90	14,90	18,10	15,60	14,70	17,00
U	2,80	2,80	2,90	3,10	3,10	3,10	3,40	3,00	2,70	3,30
W	1,00	1,10	1,20	0,80	0,70	0,90	0,60	0,90	1,00	0,80
Ba	1235	1160	1256	1259	1188	1177	1238	1154	1292	1146
Rb	125,3	138,7	159,3	145,2	160,4	154,6	170,2	143,4	157,2	159,7
Sr	144,10	87,00	73,50	108,90	120,20	112,20	87,40	45,30	77,80	62,50
Zr	390,00	415,30	376,10	420,00	351,30	340,70	473,50	333,70	386,10	421,50
Nb	14,50	14,50	14,10	16,90	15,80	14,70	17,80	13,10	15,70	15,80
Co	2,40	2,60	0,90	1,50	3,60	2,60	1,40	2,40	1,10	0,90
Zn	78	79	89	89	62	61	79	71	52	92
La	54,20	59,90	61,20	61,40	57,50	57,90	63,80	52,50	54,80	63,50
Ce	123,3	119,3	126,4	128,8	123,1	125,7	138,1	118,1	115,2	137,6
Pr	13,42	13,63	14,63	14,59	13,84	14,17	15,22	12,30	14,34	15,40
Nd	51,9	54,5	55,1	58,1	54,5	55,1	58,9	44,7	56,4	64,6
Sm	10,21	10,54	10,94	11,37	9,65	10,04	11,17	8,86	10,53	11,55
Eu	2,20	2,11	2,07	1,91	1,56	1,51	1,79	1,45	1,93	1,89
Gd	9,30	9,34	10,34	10,22	9,03	9,05	9,98	8,15	9,56	10,88
Tb	1,58	1,50	1,71	1,71	1,47	1,53	1,73	1,44	1,57	1,88
Dy	8,98	8,75	9,84	10,36	8,35	8,61	9,86	8,86	8,77	10,86
Ho	2,04	1,85	2,16	2,12	1,86	1,89	2,19	1,89	1,92	2,23
Er	5,39	5,64	5,80	6,01	5,38	5,33	6,15	5,68	5,56	6,26
Tm	0,88	0,81	0,88	0,93	0,81	0,81	0,99	0,88	0,86	0,97
Yb	5,76	5,35	5,64	5,45	5,17	5,27	5,79	5,26	5,26	5,91
Lu	0,86	0,78	0,90	0,92	0,85	0,83	0,91	0,80	0,84	0,96
Y	50,50	48,20	50,20	55,30	49,10	52,00	56,70	52,30	48,30	58,50
Ta	1,00	1,10	0,90	1,20	1,10	1,10	1,00	0,90	1,00	1,20
Hf	10,20	10,80	10,50	10,20	10,30	9,30	12,30	8,30	10,10	10,40
Eu/Eu*	0,16	0,14	0,14	0,14	0,13	0,12	0,13	0,12	0,15	0,14
La/Yb	6,36	7,57	7,33	7,61	7,52	7,42	7,45	6,74	7,04	7,26
Ga/Al	2,75	2,86	2,88	2,46	2,32	2,34	2,56	2,41	2,6	2,63

Tabela 2. Continuação.

Amostras	RS 22	RS 22B	RS 65	RS 20A	RS 26	RS 22A	RS 53 ^a	RS 53	RS 52
Fácies	2	2	2	2	2	2	3	3	3
SiO ₂	73,88	73,98	74,13	74,28	74,76	75,11	71,53	73,19	73,47
TiO ₂	0,34	0,25	0,32	0,32	0,32	0,26	0,50	0,48	0,48
Al ₂ O ₃	12,13	12,62	12,49	12,07	11,89	11,84	13,69	12,4	12,32
Fe ₂ O ₃	4,04	3,63	3,29	3,73	3,66	3,48	3,6	3,95	3,82
MnO	0,08	0,05	0,07	0,09	0,07	0,05	0,08	0,09	0,08
MgO	0,2	0,34	0,23	0,19	0,19	0,18	0,45	0,29	0,42
CaO	0,71	0,32	0,55	0,78	0,64	0,5	1,33	1,35	1,05
Na ₂ O	3,53	4,45	3,73	3,51	3,55	3,51	4,02	3,52	3,52
K ₂ O	4,80	4,09	4,90	4,71	4,61	4,80	4,47	4,35	4,50
P ₂ O ₅	0,04	0,02	0,05	0,04	0,04	0,02	0,08	0,08	0,07
LOI	0,10	0,10	0,50	0,10	0,30	0,20	0,60	0,60	0,40
Total	99,75	99,78	99,78	99,75	99,74	99,77	99,77	99,73	99,75
Ga	17,1	18,5	17,9	16,3	15,7	16,5	19,9	17,3	16,4
Pb	26,4	21,2	19,6	30,6	26,0	19,9	15,8	22,8	16,9
Th	16,3	17,3	18,9	16,5	18,0	15,9	14,5	15,1	14,1
U	3,20	3,40	3,50	2,90	3,20	3,30	3,20	2,90	2,70
W	1,10	0,50	0,80	1,00	0,80	0,50	0,90	1,60	0,60
Ba	1295	1161	1076	1288	1303	1146	1211	1320	1311
Rb	161,8	149,2	137,2	157,9	150,7	157,1	145,4	139,6	140,0
Sr	99,0	54,8	61,8	86,5	70,6	55,1	170,5	160,6	132,7
Zr	417,7	427,9	402,5	423,9	436,4	406,0	326,8	404,2	406,4
Nb	15,5	15,5	15,6	17,4	16,5	15,6	15,3	16,1	16,2
Co	1,70	1,30	2,20	0,90	1,60	1,00	3,10	2,60	2,30
Zn	72	89	62	91	91	131	62	87	73
La	50,5	58,2	65,9	61,8	62,0	61,8	54,0	75,5	60,9
Ce	102,5	119,0	129,6	134,4	133,3	127,5	110,6	154,2	129,8
Pr	12,25	14,32	14,94	15,02	15,38	14,78	12,84	18,19	14,97
Nd	48,0	53,8	52,6	61,3	56,9	57,3	49,1	65,5	53,7
Sm	9,36	10,41	11,15	11,17	10,96	11,60	9,65	13,11	10,93
Eu	1,62	1,72	1,55	1,88	1,87	1,71	1,93	2,32	2,09
Gd	8,31	9,51	9,75	10,03	10,16	10,36	8,46	11,94	9,74
Tb	1,39	1,66	1,65	1,72	1,77	1,72	1,46	1,91	1,64
Dy	7,78	9,25	9,18	9,89	10,01	10,09	8,51	11,64	9,33
Ho	1,77	2,12	2,03	2,16	2,22	2,13	1,68	2,25	2,04
Er	5,09	5,91	6,17	5,77	6,20	5,72	5,15	6,25	5,79
Tm	0,81	0,90	0,94	0,91	0,96	0,90	0,78	0,98	0,87
Yb	4,59	5,67	6,33	5,79	5,89	5,40	5,16	6,13	5,40
Lu	0,83	0,84	0,86	0,86	0,93	0,87	0,82	0,98	0,95
Y	43,7	53,2	52,3	54,1	55,6	56,0	47,9	61,0	50,5
Ta	1,00	1,20	1,00	1,00	1,30	1,10	1,20	1,00	1,00
Hf	11,4	10,9	10,8	11,3	12,5	10,8	9,1	11,4	10,5
Eu/Eu*	0,13	0,12	0,11	0,14	0,14	0,12	0,14	0,15	0,16
La/Yb	7,43	6,94	7,04	7,21	7,11	7,73	7,07	8,32	7,62
Ga/Al	2,66	2,77	2,71	2,55	2,5	2,63	2,75	2,63	2,52

O estudo geoquímico confirma os dados petrográficos, sendo as rochas da GA classificadas como dacitos e riolitos nos diagramas TAS (Fig. 6A) e Zr/TiO₂ versus Nb/Y

(Fig. 6B) propostos, respectivamente, por Le Bas *et al.* (1986) e Winchester & Floyd (1977). De maneira semelhante, os pontos que representam as rochas do GA coincidem, respectivamente, com o domínio dos riolitos/riolitos alcalinos e adamelitos (monzogranitos)/granitos nos diagramas que utilizam a maioria dos elementos maiores R1-R2 (Fig. 6C) e Q-P (Fig. 6D), propostos por La Roche *et al.* (1980) e Debon & Le Fort (1983).

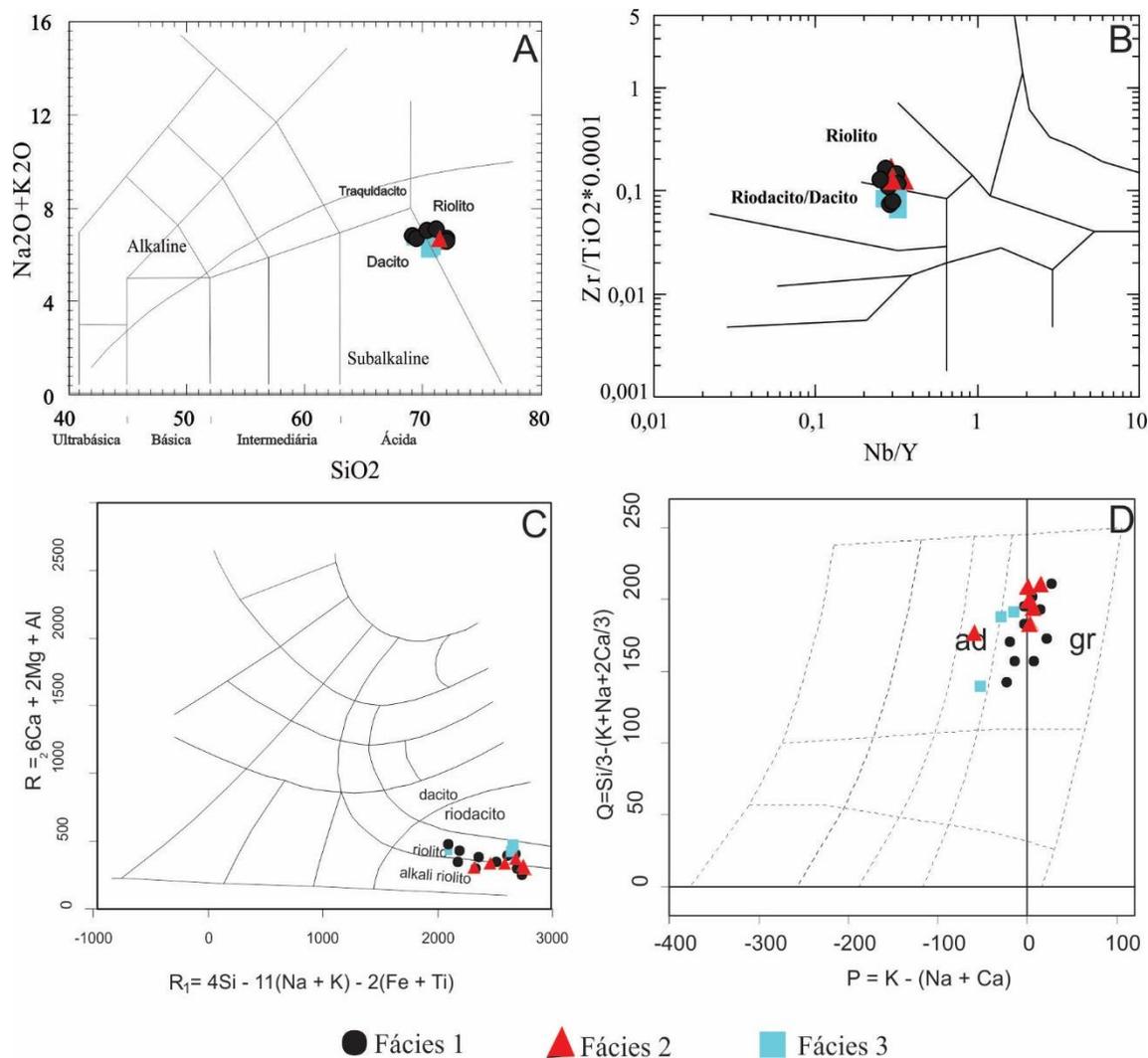


Figura 6- Diagramas classificatórios para as rochas do GA: (A) total de álcalis *versus* sílica (Le Bas *et al.* 1986) com limite entre domínio alcalino/subalcalino de Irvine & Baragar (1971); (B) Zr/TiO_2 *versus* Nb/Y (Winchester e Floyd 1977); (C) $R_1 \times R_2$ (La Roche 1980); (D) Q-P (Debon & Lefort 1988).

O limite de alcalinidade de Irvine & Baragar (1971) inserido no diagrama TAS (Le Bas *et al.* 1986) e o gráfico de Frost *et al.* (2001), ilustrados nas figuras 6A e 7A, indicam que o magmatismo que originou as rochas estudadas caracteriza-se como sub-alcalino do tipo cálcio-alcalino a álcali-cálcico. Essa tendência alcalina é corroborada quando é considerado também o Al_2O_3 , no diagrama proposto por Whright (1969) que usa a razão $(Al_2O_3+CaO)/(Al_2O_3+CaO)-(Na_2O+K_2O)$ *versus* sílica (Fig. 7B), onde as rochas do GA foram classificadas como alcalinas a peralcalinas.

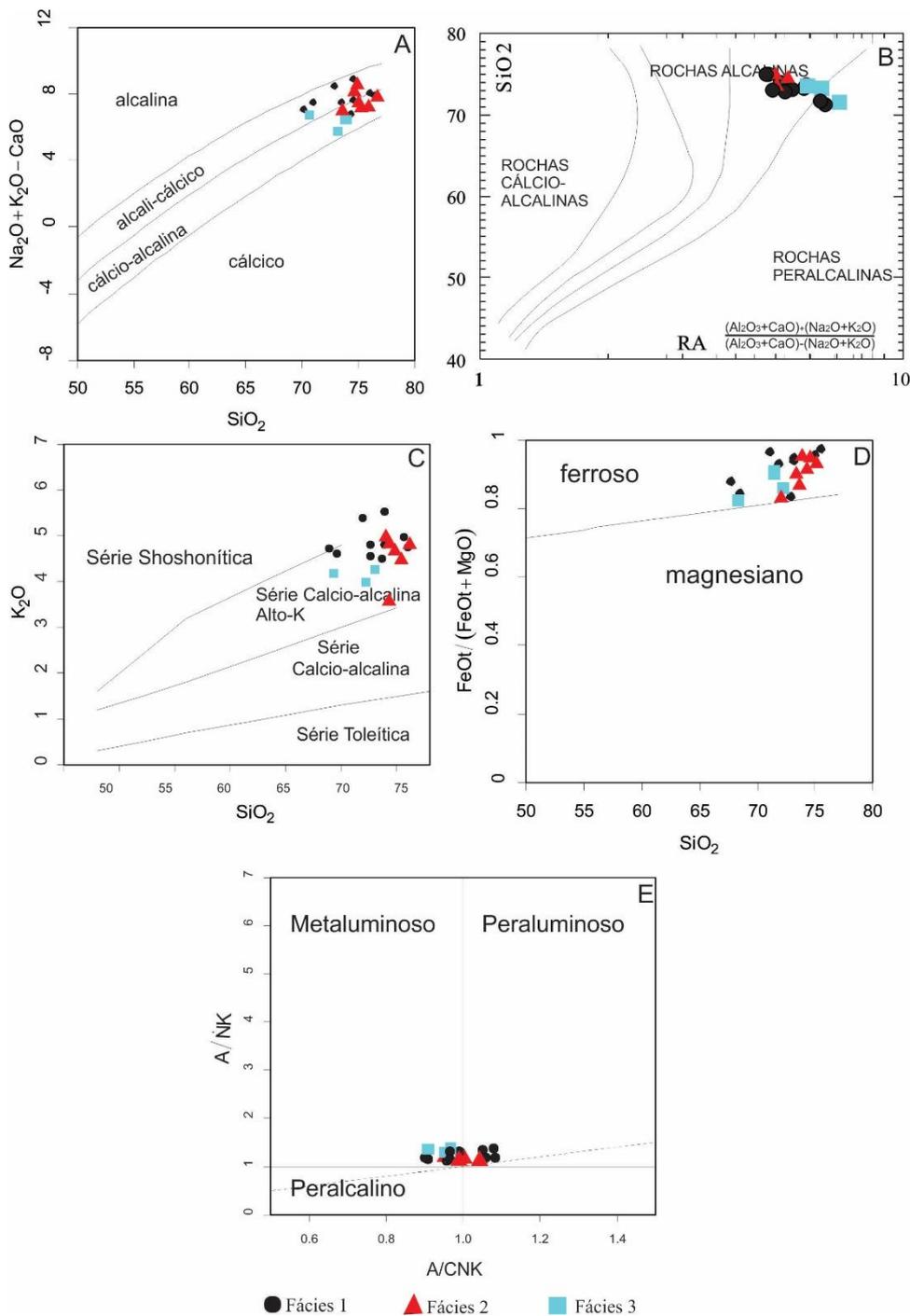


Figura 7- Distribuição dos pontos representativos das rochas do Granito Aquidabã nos diagramas: (A) $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}$ versus SiO_2 de Frost *et al.* (2001); (B) $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO})+(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}) / (\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO})-(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ versus SiO_2 proposto por Whright (1969); (C) K_2O versus SiO_2 (Peccerilo & Taylor 1976); (D) $\text{FeOt}/(\text{FeOt}+\text{MgO})$ versus SiO_2 (Frost *et al.* 2001); (E) ANK/ACNK (Maniar & Piccoli 1989).

A natureza de alto potássio destas rochas fica evidenciada no gráfico K_2O versus SiO_2 de Peccerilo & Taylor (1976; Fig. 7C); enquanto os diagramas $\text{FeO}_t/(\text{FeO}_t+\text{MgO})$ versus SiO_2 de Frost *et al.* (2001; Fig. 7D) e $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ versus $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}+\text{CaO}$, com os índices de Shand (1951), proposto por Maniar & Piccoli (1989) permitem caracterizar o magmatismo que as originou como ferroso, de afinidade metaluminosa a peraluminosa, respectivamente (Fig. 7E).

A investigação quanto ao tipo de granitoides através dos diagramas discriminantes de Whalen *et al.* (1987; Fig. 8A-D), que utiliza os valores da soma Zr+Nb+Ce+Y, a razão Ga/Al (Tabela 1), classifica as rochas do GA como do tipo A. Quando plotadas nos diagramas propostos por Eby (1992; Figs. 9 A e B) para granitoides do tipo A, tais como, Rb/Nb *versus* Y/Nb (Fig. 9A) e Y-Nb-3*Ga (Fig. 9B), as rochas estudadas coincidem com o domínio dos granitoides tipo A2 sugerindo magma derivado de crosta continental subductada ou ambiente pós tectônico. Quando utilizados outros diagramas de ambiente tectônico, tais como, Hf-Rb-Ta (Fig. 9C) e Rb *versus* Y+Nb (Fig. 9D) propostos, respectivamente, por Harris *et al.* (1986) e Pearce (1996), observa-se que as rochas do GA têm afinidade geoquímica com granitoides gerados em ambiente de arco magmático, em período pós tectônico.

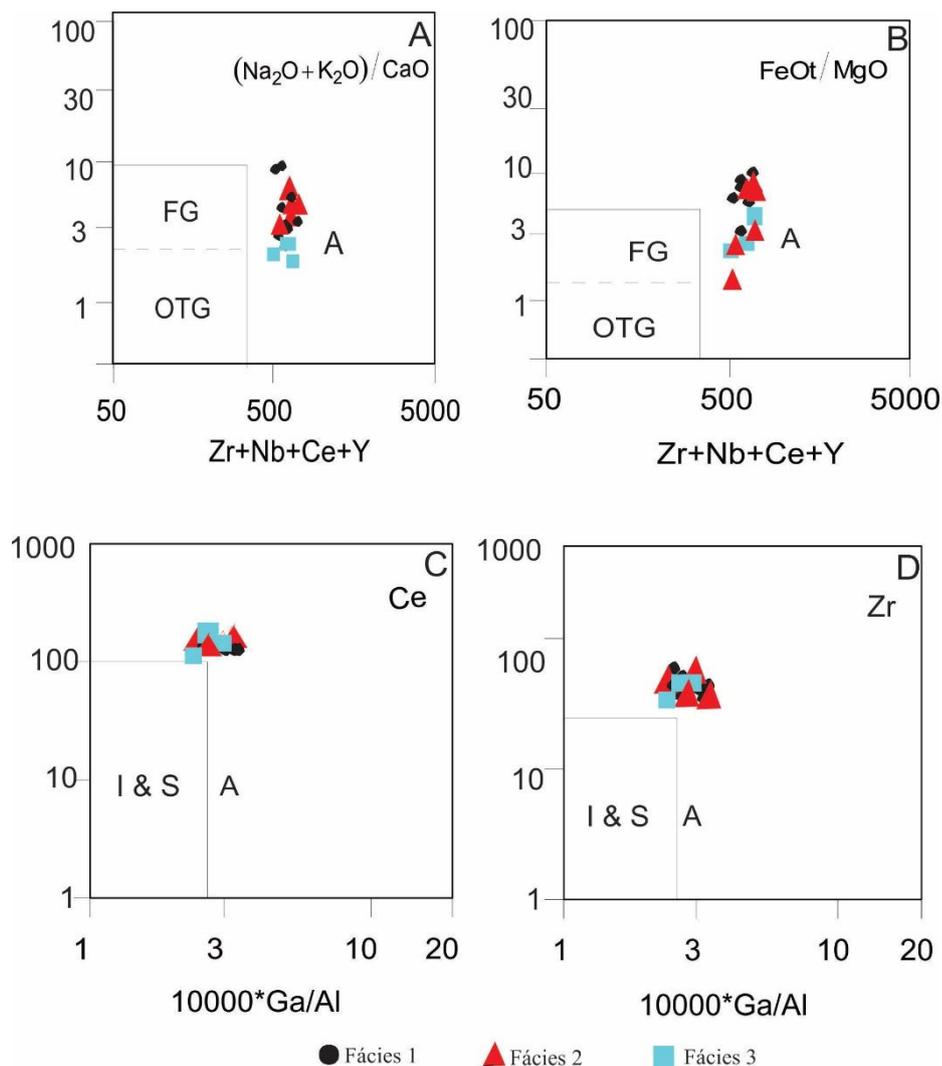


Figura 8- Distribuição dos pontos representativos das rochas do GA nos diagramas propostos por Whalen *et al.* (1987): Zr+Nb+Ce+Y *versus* (Na₂O+K₂O)/CaO (A) e FeOt/MgO (B); 10.000*Ga/Al *versus* Ce (C) e Zr (D).

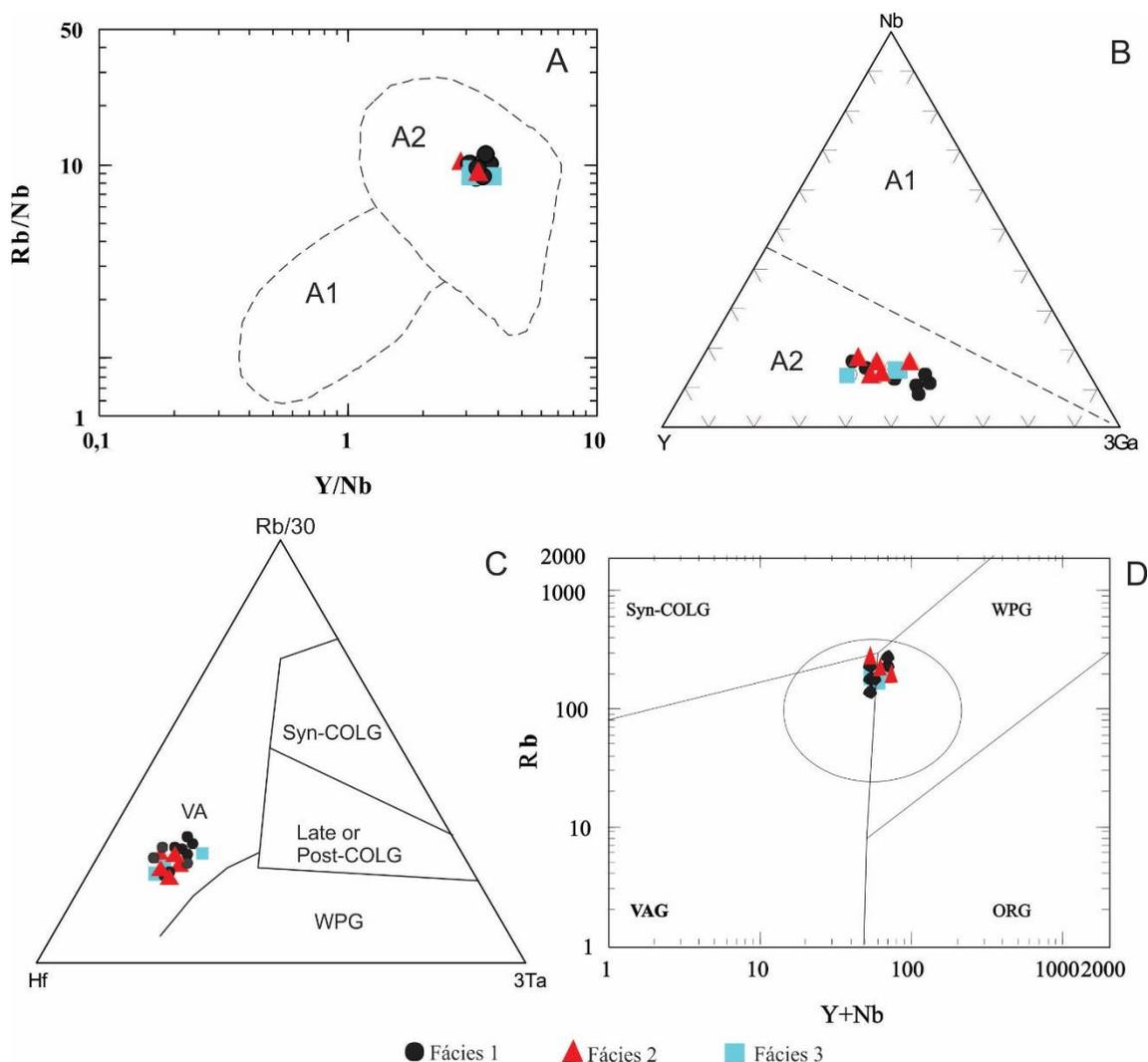


Figura 9- Distribuição dos pontos analisados das rochas do GA nos diagramas: (A) Rb/Nb versus Y/Nb e (B) Y-Nb-3*Ga (Eby 1992); (C) Hf-Rb/30-Ta*3 (Harris *et al.* 1986); (C) Rb versus Y+Nb (Pearce *et al.* 1996).

Em diagrama multielementar, a normalização dos valores dos elementos traço e K_2O do GA foi feita a partir dos granitos de Cordilheira Meso-Oceânica (Pearce *et al.* 1984; Fig. 10A) observando-se padrões muito semelhantes para as três fácies petrográficas, marcados pelo enriquecimento de elementos litófilos de raio iônico grande (LILE) em relação aos de alto potencial iônico (HFSE). No grupo dos LILE, destaca-se a anomalia positiva de Rb em relação a K_2O e Ba ocasionado pelo fracionamento de feldspatos alcalinos e plagioclásio; bem como, anomalias positivas de Th. No grupo dos HFSE ocorrem valores baixos de Ta e Nb característicos de ambiente de arco magmático, que ocasionam uma falsa impressão de anomalia positiva de Ce e, mais discretamente, de Sm. A disposição das concentrações dos elementos terras raras (ETR) das rochas do GA, normalizadas pelos valores condríticos de Nakamura (1977; Fig. 10B), mostra distribuições muito similares para as três fácies, padrões de empobrecimento de ETR pesados, com razões La/Yb entre 6 e 8, e pronunciadas anomalias negativas de Eu, com razões Eu/Eu* entre 0,11 e 0,16, confirmando fracionamento de plagioclásio. Este mesmo padrão de distribuição dos elementos é observado também no Granito Cerro Porã descrito e individualizado do batólito principal por Plens *et al.* (2013).

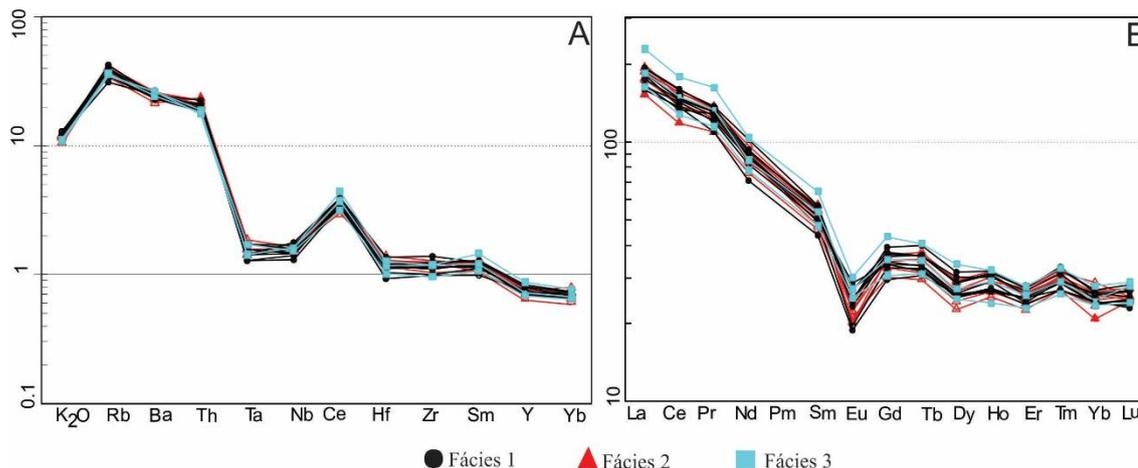


Figura 10- Padrões de distribuição do GA nos diagramas: (A) Elementos Traço e K₂O, normalizados pelos valores dos granitos de Cordilheira Meso-Oceânica (Pearce *et al.* 1984); (B) ETR normalizados pelos valores condriticos de Nakamura (1977).

CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento das rochas félsicas que ocorrem na Serra da Alegria, executado na escala 1:50.000, e a integração com os dados petrográficos e geoquímicos permitiram a revisão e novas considerações sobre as rochas que constituem as unidade litoestratigráficas desta região. Assim, o Gabro Anortosito Serra da Alegria foi intrudido pelo Granito Aquidabã, mostrando sua relação temporal mais nova. Em trabalhos anteriores, esse granito era considerado apenas como um corpo integrante da Suíte Intrusiva Alumiador e, a partir deste mapeamento, considerasse-o como unidade independente, onde foram identificados termos plutônicos e subvulcânicos permitindo sua individualização e subdivisão em três fácies petrográficas: Granito Gráfico (Fácies 1), Subvulcânicas Dacíticas-Riolíticas (Fácies 2) e Microgranito (Fácies 3).

As rochas do GA apresentam deformação dúctil/rúptil. Esta constatação associada as suas características petrográficas, como granulação média a fina e fina a muito fina, formação de esferulitos e presença constante de intercrescimento gráfico e granofírico, bem como a ocorrência de termos subvulcânicos, sugerem sua colocação em um nível crustal raso. Estas rochas também exibem um metamorfismo de baixo grau, coincidente com a fácies xisto-verde, evidenciado pela coexistência de clorita+epidoto+albita.

O tratamento geoquímico das rochas dessa unidade aponta para um uma sequência representada por litotipos exclusivamente ácidos, formados a partir de magmatismo granítico sub-alcálico, do tipo cálcio-alcálico a álcali-cálcico de alto potássio, ferroso e de afinidade metaluminosa a peraluminosa. Permitem também classificar as rochas do GA como granitoides do tipo A, especificamente A2, de composição compatível com uma colocação em ambiente de arco magmático, em período pós-tectônico. Estes dados corroboram a hipótese de que essas rochas representam um evento magmático subvulcânico, relacionado à evolução do Arco Mágmatco Amoguijá.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES (PROCAD 096/97) e CNPq (Projeto 479779/2011-2) pelo suporte financeiro ao desenvolvimento da pesquisa e concessão de bolsa de mestrado à primeira autora; ao Grupo de Pesquisa e Evolução Crustal e Tectônica-Guaporé e ao Projeto GEOCIAM (Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia de Geociências da Amazônia-CNPq/FAPESPA) pelo apoio à pesquisa.

Referências

- Almeida, F. F. M. 1964. *Geologia do centro-oeste mato-grossense*. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, Boletim 215,137 p.
- Araújo H. J. T., Santos Neto A., Trindade C. A. 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.
- 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.
- Cabrera, R. F.; Ruiz, A. S.; Sousa, M. Z. A.; Batata, M. E. F.; Santos, G. The Campanário Siliciclastic Sequence in Rio Apa Terrane, Tectonic Implications for The South Amazonian Cráton. *In: XXI Congresso Geológico Boliviano, 2014, Cochabamba. Memoria del XXI Congresso Geológico Boliviano, 2014. V. Único. p. 146-150.*
- Cordani, U, G.; Teixeira, W.; Tassinari, C. C. G.; and 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.
- Debon F & Le Fort P. 1983. *A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations*. London, Transactions of the royal society of edinburgh earth sciences, 73, p.135-149.
- Eby G. N. 1992. Chemical subdivision of the A-type granitoids: petrogenetic and tectonic implications. *Geology*, **20**: 641-644.
- Frost, B. R., Arculus, R. J., Barnes, C. G., Collins, W. J., Ellis, D. J. & Frost, C. D. (2001). A geochemical classification of granitic rocks. *Journal of Petrology* 42.
- Godoi H.O. & Martins E.G. 1999. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil PLGB: *Folha SF.21, Campo Grande*: escala 1:500.000. Brasília: CPRM.
- Godoi, H.O.; Martins, E.G.; Mello, C.R.; Scislewski, G. 2001. 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.
- 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.
- Harris, N. B. W.; Pearce, J. A. & Tindle, A. G. 1986. Geochemical characteristics of collision-zone magmatism. *Geological Society, London, Special Publications*, **19**:67-81.
- 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.
- 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 H. de, Leterrier J., Grand Claude P., Marchal M. 1980. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1-R2 diagram and major-element analyses. Its relationships with current nomenclature. *Chem. Geol.*, **29**(2):183-210.
- 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.
- Maniar P. D. & Piccoli P. M. 1989. Tectonic discrimination of granitoids. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **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.
- Nakamura N. 1977. Determinations of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites. *Geoch. Cosmoch. Acta*, **38**:757-775.
- 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 Alumiador - Sul do Cráton Amazônico Geologia, Petrografia e Geoquímica. *In: 13º Simpósio de Geologia da Amazônia*.
- 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*, v.25, p.956-983.
- Pearce J.A. 1996. Sources and settings of granitic rocks. *Episodes*, **19**:120-125.
- Peccerilo, A.; Taylor S. R. 1976. Geochemistry of eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu área, northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, V. 58, p. 63-81.
- Plens, D. P.; Ruiz, A. S.; Sousa, M. Z. A.; Batata, M. E. F.; Lafon, J-M.; Brittes, A. F. N. 2013. Cerro Porã Batholith: Post-Orogenic A-Type Granite from the Amoguijá Magmatic Arc Rio Apa Terrane South of The Amazonian Craton. *Brazilian Journal of Geology - Revista Brasileira de Geologia, Brazilian Journal of Geology*, P. 515 - 534, 15 Ago.
- Redes L. A. 2015. Granito Taquaral: Evidências de um arco magmático orosiriano no sul do Cráton Amazônico na região de Corumbá-MS. Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Dissertação de mestrado 84p.
- 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.
- Schobbenhaus Filho, C. & Oliva, L.A. 1.979. *Folha SE2J Corumbá*. Brasília, DNPM (Carta geológica do Brasil ao milionésimo)
- Shand, S. J. 1951. *Eruptive rocks; their genesis, composition, classification, and their relation to ore-deposits*. John Wiley and Sons, N. Y. p.488.
- Silva, E. L. 1998. Geologia da região da Serra da Alegria, extremo sul do Cráton Amazônico, município de Porto Murtinho- MS. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 147 p.
- Whalen J. B., Currie K. L., Chappell B. W. 1987. A-type granites - geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contributions to Mineralogy and Petrology*., **95**(4):407-419.
- Whright, J. B. 1969. *A simple alkalinity ratio and its application to questions of non orogenic granite genesis*. *Geol. Mag.*, **106**: 370-89.
- Winchester J.A. & Floyd P.A. 1977. *Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements*. *Chem. Geol.*, **20**:325-343.

CAPÍTULO 4

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 do Granito Aquidabã, pertencente à esta suíte.

O mapeamento das rochas félsicas que ocorrem na Serra da Alegria, executado na escala 1:50.000, e a integração com os dados petrográficos e geoquímicos permitiram a revisão e novas considerações sobre as rochas que constituem as unidade litoestratigráficas desta região. Assim, o Gabro Anortosito Serra da Alegria foi intrudido pelo Granito Aquidabã, mostrando sua relação temporal mais nova. Em trabalhos anteriores, esse granito era considerado apenas como um corpo integrante da Suíte Intrusiva Alumiador e, a partir deste mapeamento, considerasse-o como unidade independente, onde foram identificados termos plutônicos e subvulcânicos permitindo sua individualização e subdivisão em três fácies petrográficas: Granito Gráfico (Fácies 1), Subvulcânicas Dacíticas-Riolíticas (Fácies 2) e Microgranito (Fácies 3).

As rochas do GA apresentam deformação dúctil/rúptil. Esta constatação associada às suas características petrográficas, como granulação fina a muito fina, formação de esferulitos e presença constante de intercrescimento gráfico e granofírico, bem como a ocorrência de termos sub-vulcânicos, sugerem sua colocação em um nível crustal raso. Estas rochas também exibem um metamorfismo de baixo grau, coincidente com a fácies xisto-verde, evidenciado pela coexistência de clorita+epidoto+albita.

O tratamento geoquímico das rochas dessa unidade aponta para uma sequência representada por litotipos exclusivamente ácidos, formados a partir de magmatismo granítico sub-alkalino, do tipo cálcio-alkalino a álcali-cálcico de alto potássio, ferroso e de afinidade metaluminosa a peraluminosa. Permitem também classificar as rochas do GA como granitoides do tipo A, especificamente A2, de composição compatível com uma colocação em

ambiente de arco magmático, em período pós-tectônico. O padrão geoquímico das rochas do GA é muito similar a de outros corpos descritos na Suíte Intrusiva Alumiador, como o Granito Cerro Porã, descrito por Plens *et al.* (2013). Estes dados corroboram a hipótese de que essas rochas representam um evento magmático subvulcânico, relacionado à evolução do Arco Magmático Amoguijá.

Os dados geocronológicos e isotópicos indicam idade de cristalização de $1811 \pm 6,8$ Ma (U-Pb *SHRIMP*) para o Granito Aquidabã, com valores $\epsilon Nd(1,81Ga)$ de -2,18; -4,37 e -1,50, e idade modelo TDM de 2,35, 2,57 e 2,26 Ga que apontam para participação de uma fonte crustal na origem do magma, possivelmente envolvendo processos de fusão parcial de uma crosta continental neoarqueana a paeloproterozoica na geração do granito.

Referências

- Almeida, F. F. M. 1964. *Geologia do centro-oeste mato-grossense*. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, Boletim 215, 137 p.
- Almeida, F.F.M. 1978. *Tectonic map of South America 1:5.000.000*. Explanatory note Brasília DNPM/DGMW/UNESCO, 23p.
- Amaral, G.1974. *Geologia Pré Cambriana da Região Amazônica*. Tese de Doutorado, IGC, Universidade de São Paulo, 212 p.
- Araújo H. J. T., Santos Neto A., Trindade C. A. 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.
- Assine, M. L. 2005. A bacia sedimentar do Pantanal mato-grossense. *In: Mantesso Neto, Virgínio et al.* (Org.). *Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo, p. 61-74.
- 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.
- 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 Amongujá – 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.
- Cabrera, R. F., Ruiz, A. S., Sousa, M. Z. A., Nogueira, S. F. 2011. Suíte Intrusiva Morro do Triunfo - Sul do Cráton Amazônico geologia, petrografia e geoquímica, caracterização preliminar. In: XII Simpósio de Geologia da Amazônia, Boa Vista - RO. XII Simpósio de Geologia da Amazônia, 2011.
- Cabrera, R. F. & Nogueira, S. F. 2013. Levantamento Geológico e estrutural (Escala 1:100.000) da Serra da Alegria e seu Entorno, Terreno Rio Apa, Sul do Cráton Amazônico. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Geologia Geral, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso.
- Cabrera, R. F. ; Ruiz, A. S. ; Batata, M. E. F. ; Sousa, M. Z. A. ; Santos, G. ; Dagrella-Filho, M. S. ; Hollanda, M. H. B. M. . Campanario Group, a Mesoproterozoic Deformed Sequence in the Rio Apa Terrane, Southern Amazon Craton. *Brazilian Journal of Geology*, 2015.
- Campos, G.Z. *Geologia, Petrografia e Geoquímica do Complexo Metamórfico Rio Apa na Região de Porto Murtinho - MS*. 2011. F. Trabalho de Conclusão de Curso- Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011. p. 2-58.
- 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.
- 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.; Teixeira, W.; Tassinari, C. C. G.; and 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.
- Debon F & Le Fort P. 1983. *A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations*. London, Transactions of the royal society of edinburgh earth sciences, 73, p.135-149.
- DePaolo D. J. 1981. Trace elemento and isotopic effects of combined wallrock assimilation and fractional crystallization. *Earth and planetary Science letters*, (53): 189-202.
- Eby G. N. 1992. Chemical subdivision of the A-type granitoids: petrogenetic and tectonic implications. *Geology*, **20**: 641-644.
- Frost, B. R., Arculus, R. J., Barnes, C. G., Collins, W. J., Ellis, D. J. & Frost, C. D. (2001). A geochemical classification of granitic rocks. *Journal of Petrology* 42.
- 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, C.R.; Scislewski, G. 2001. 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.
- 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 Alumiador, 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.
- Harris, N. B. W.; Pearce, J. A. & Tindle, A. G. 1986. Geochemical characteristics of collision-zone magmatism. *Geological Society, London, Special Publications*, **19**:67-81.
- 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.
- 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.
- Issler R. S. 1977. Esboço Geológico-tectônico do Cráton do Guaporé. *Rev. Bras. Geociências*, (7): 177-211.7.
- 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 H. de, Leterrier J., Grand Claude P., Marchal M. 1980. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1-R2 diagram and major-element analyses. Its relationships with current nomenclature. *Chem. Geol.*, **29**(2):183-210.
- 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.

- Ludwig K.R. 2001. Isoplot/Ex. rev., 2.49. A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronological Center. 45 p. (Special Publication 1A).
- Lofgren. G., An experimental study of plagioclase morphology. *Am. J. Sci.*, V. 274, p. 243-73, 1974.
- Mcphie, J.; Doyle, M. & Allen, R. 1993. Volcanic textures. A guide to the interpretation of textures in volcanic rocks. Centre for Ore Deposit and Exploration Studies. University of Tasmania. 198p
- Maniar P. D. & Piccoli P. M. 1989. Tectonic discrimination of granitoids. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **101**:635-643.
- Manzano J. C., Godoy A. M., Araújo L. M. B., Godoy L. P. 2012. Suíte Plutônica Alumiador, Grupo Amongujá, Maciço Rio Apa – MS. *São Paulo, UNESP, Geociências*. 31(3): 351-370.
- 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 Alumiador - Sul do Cráton Amazônico Geologia, Petrografia e Geoquímica. *In: 13º Simpósio de Geologia da Amazônia*.
- Olivatti 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 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.
- Paces, J. B. and Miller, J. D. (1993). Precise U-Pb ages of Duluth complex and related mafic intrusions, northeastern Minnesota; geochronological insights to physical, petrogenetic, paleomagnetic, and tectonomagmatic processes associated with the 1.1 Ga midcontinent rift system. *Journal of Geophysical Research* 98: doi: 10.1029/93JB01159. Issn:0148-0227.
- Pearce J.A. 1996. Sources and settings of granitic rocks. *Episodes*, **19**:120-125.
- Plens, D. P.; Ruiz, A. S.; Sousa, M. Z. A.; Batata, M. E. F.; Lafon, J-M. ; Brittes, A. F. N. . Cerro Porã Batholith: Post-Orogenic A-Type Granite from the Amogujá Magmatic Arc Rio Apa Terrane South of The Amazonian Craton. *Brazilian Journal of Geology - Revista Brasileira de Geologia, Brazilian Journal of Geology*, P. 515 - 534, 15 Ago. 2013.
- Petri, S., Coimbra, A.M., Amaral, G., Ojeda, H.O., Fúlfaro, V.J., Ponçano, V.L. 1986. Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica. *Revista Brasileira de Geociências*, **4**:370-415.

- Redes, L. A. ; Sousa, M. Z. A.; Ruiz A. S.; Lafon, J. M. Petrogenesis And Geochronology U-Pb and Sm-Nd of The Taquaral Granite: Record of an Orosirian Magmatic Arc in the Corumbá Region. *Brazilian Journal of Geology*, 2015.
- 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.
- 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.
- Schobbenhaus Filho, C. & Soares L.A. 1979. Carta geológica do Brasil ao milionésimo. *Folha Corumbá (SE. 21)*. Brasília: DNPM.
- Silva, E. L. 1998. Geologia da região da Serra da Alegria, extremo sul do Cráton Amazônico, município de Porto Murtinho- MS. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 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*.
- Smith, J. V., 1974. *Feldspar Minerals*. Volume 2. Chemical and Textural properties. xi + 690 pp., 211 figs. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg and New York. Price DM 103.50.
- 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.
- 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.
- Wernick, E. Rochas Magmáticas: conceitos fundamentais e e classificação modal, química, termodinâmica e tectônica/. São Paulo: Ed. Unesp, 2004.
- Weiler, G. Projeto Pantanal: relatório final dos poços perfurados no pantanal matogrossense. Ponta Grossa: Petrobrás-DEBSP, 1962. 27p.
- Whalen J. B., Currie K. L., Chappell B. W. 1987. A-type granites - geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contributions to Mineralogy and Petrology.*, 95(4):407-419.
- Whright, J. B. 1969. *A simple alkalinity ratio and its application to questions of non orogenic granite genesis*. *Geol. Mag.*, 106: 370-89.
- Wiens, F. 1984. El Precámbrico Paraguayo. In: SIMP. NAC. DE GEOL. Resumen. Asunción.
- 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*. *Rev Econ Geol* 7, p.: 1-35.
- Winchester J.A. & Floyd P.A. 1977. *Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements*. *Chem. Geol.*, 20:325-343.

Anexo 1

Tabela com a relação dos afloramentos descritos.

TABELA DE PONTOS DE AFLORAMENTOS DESCRITOS				
Ponto	Latitude	Longitude	Litologia	Unidade estratigráfica
RS-06	480452	7679436	Cobertura Pantanal	Formação Pantanal
RS-07	479777	7680389	Cobertura Pantanal	Formação Pantanal
RS-08	478616	7682001	Xisto	Grupo Campanário
RS-09	477126	7684111	Xisto	Grupo Campanário
RS-10	475721	7686086	Xisto	Grupo Campanário
RS-11	474929	7687192	Cobertura Pantanal	Formação Pantanal
RS-12	472568	7688202	Cobertura Pantanal	Formação Pantanal
RS-19	477220	7674857	Granito	Granito Aquidabã
RS-20	476981	7674364	Microgranito	Granito Aquidabã
RS-21	476579	7672786	Granito	Granito Aquidabã
RS-22	476523	7672469	Granito	Granito Aquidabã
RS-23	476364	7671822	Granito	Granito Aquidabã
RS-24	475976	7671362	Granito	Granito Aquidabã
RS-25	475427	7671820	Granito	Granito Aquidabã
RS-26	474057	7672540	Granito	Granito Aquidabã
RS-27	473066	7674107	Granito	Granito Aquidabã
RS-28	472995	7674414	Granito	Granito Aquidabã
RS-43	466761	7685790	Granito	Granito Aquidabã
RS-44	466548	7686708	Cobertura Pantanal	Formação Pantanal
RS-45	467152	7687211	Gabro	Gabro Serra da Alegria
RS-46	466981	7687437	Quartzito	Grupo Campanário
RS-47	468190	7686738	Xisto	Grupo Campanário
RS-48	470682	7687691	Quartzito	Grupo Campanário
RS-49	469929	7685711	Quartzito	Grupo Campanário
RS-50	470231	7684300	Quartzito	Grupo Campanário
RS-51	469870	7681980	Granito	Granito Aquidabã
RS-52	4694454	7680795	Granito	Granito Aquidabã
RS-53	469878	7677875	Granito	Granito Aquidabã
RS-54	469976	7676528	Granito	Granito Aquidabã
RS-55	469635	7681315	Granito	Granito Aquidabã
RS-56	569851	7682371	Granito	Granito Aquidabã
RS-57	470164	7683548	Granito	Granito Aquidabã
RS-58	470182	7684130	Granito	Granito Aquidabã
RS-63	464495	7684166	Cobertura Pantanal	Formação Pantanal

RS-64	464872	7682961	Gabro	Gabro Serra da Alegria
RS-65	464749	7682979	Granito	Granito Aquidabã
RS-66	464617	7682506	Gabro	Gabro Serra da Alegria
RS-67	464206	7679327	Cobertura Pantanal	Formação Pantanal

TABELA DE PONTOS DE AFLORAMENTOS DESCRITOS				
Ponto	Latitude	Longitude	Litologia	Unidade estratigráfica
RS-68	463814	7676916	Solo	Formação Pantanal
RS-69	465473	7676896	Granito	Granito Aquidabã
RS-70	465641	7676914	Gabro	Gabro Serra da Alegria
RS-71	465702	7676930	Gabro	Gabro Serra da Alegria
RS-72	465193	7676788	Granito	Granito Aquidabã
RS-73	478448	7677218	Ultramilonito	Granito Aquidabã
RS-74	477949	7676572	Milonito	Granito Aquidabã
RS-75	477485	7676228	Granito	Granito Aquidabã
RS-76	477369	7675654	Solo	Formação Pantanal
RS-80	465850	7677029	Gabro	Gabro Serra da Alegria
RS-81	465924	7677131	Gabro	Gabro Serra da Alegria
RS-82	465981	7677159	Gabro	Gabro Serra da Alegria
RS-83	466055	7677242	Granito	Granito Aquidabã
RS-84	466082	7677278	Gabro	Gabro Serra da Alegria
RS-85	464452	7675988	Solo	Formação Pantanal
RS-87	464851	7675157	Solo	Formação Pantanal
RS-92	465536	7676490	Granito	Granito Aquidabã
RS-93	465752	7676525	Granito	Granito Aquidabã
RS-94	465832	7676519	Gabro	Gabro Serra da Alegria
RS-95	466079	7676553	Gabro	Gabro Serra da Alegria
RS-96	466187	7676549	Microgranito	Granito Aquidabã
RS-97	466112	7676631	Gabro	Gabro Serra da Alegria
RS-98	465924	7676835	Gabro	Gabro Serra da Alegria
RS-112	463763	7674635	Solo	Formação Pantanal
RS-113	463887	7673985	Solo	Formação Pantanal
RS-118	464133	7678398	Solo	Formação Pantanal
RS-119	464321	7680842	Solo	Formação Pantanal
RS-120	464186	7682020	Solo	Formação Pantanal
RS-121	463798	7682655	Solo	Formação Pantanal
RS-125	463826	7683930	Solo	Formação Pantanal