



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

**Dalila Peixe Plens**

**Geologia da Região da Serra da Esperança - Porto Murtinho  
(MS): Ênfase no Granito Cerro Porã do Arco Magmático  
Amoguijá – Sul do Cráton Amazônico**

---

*Orientador*

**Prof<sup>o</sup>. Dr. Amarildo Salina Ruiz**

*Co-orientadora*

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Zélia Aguiar de Sousa**

CUIABÁ

2012



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**

**REITORIA**

*Reitora*

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Lucia Cavalli Neder**

*Vice-Reitor*

**Prof. Dr. Francisco José Dutra Souto**

**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO**

*Pró-Reitora*

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Leny Caselli Anzai**

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA**

*Diretor*

**Prof. Dr. Edinaldo de Castro e Silva**

**DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS**

*Chefe*

**Prof. Dr. Paulo César Corrêa da Costa**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

*Coordenador*

**Prof. Dr. Amarildo Salina Ruiz**

*Vice-Coordenadora*

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Zélia Aguiar de Sousa**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
Nº 34

**Geologia da Região da Serra da Esperança - Porto Murtinho  
(MS): Ênfase no Granito Cerro Porã do Arco Magmático  
Amoguijá – Sul do Cráton Amazônico**

---

**Dalila Peixe Plens**

*Orientador*

**Prof<sup>o</sup>. Dr. Amarildo Salina Ruiz**

*Co-orientadora*

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Zélia Aguiar de Sousa**

**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  
2012

### **Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.**

P725g **Plens, Dalila Pexe.**

Geologia da Região da Serra da Esperança - Porto Murtinho (MS): Ênfase no Granito Cerro Porã do Arco Magmático Amoguijá – Sul do Cráton Amazônico / Dalila Pexe Plens. -- 2012  
ix, 69 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Amarildo Salina Ruiz.

Co-orientador: Maria Zélia Aguiar de Sousa.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Cuiabá, 2012.

Inclui bibliografia.

1. Granito Cerro Porã. 2. Granito Tipo A. 3. Geoquímica. 4. Geocronologia U-Pb.  
I. Título.

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

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

**Geologia da Região da Serra da Esperança - Porto Murtinho (MS):  
Ênfase no Granito Cerro Porã do Arco Magmático Amoguijá – Sul do  
Cráton Amazônico**

---

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Amarildo Salina Ruiz  
*Orientador (UFMT)*

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Gislaine Amorés Battilani  
*Examinadora Interna (UFMT)*

---

Dr. Julio Cesar Pinheiro Arraes  
*Examinador Externo*

## **Dedicatória**

Aos sonhos profissionais da mais dedicada  
professora: Maria Célia Pexe Plens, minha mãe.

## Agradecimentos

---

Agradeço aos professores que me orientaram durante o desenvolvimento desse trabalho. Meu muito obrigada ao Prof<sup>o</sup>. Dr. Amarildo Salina Ruiz, à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Zélia Aguiar de Sousa e à Prof<sup>a</sup>. Ms. Maria Elisa Fróes Batata por todo o aprendizado que me passaram, regado ao constante apoio, dedicação, paciência e excelentes supervisões. Gostaria de ressaltar minha enorme admiração por estas três pessoas, que mais que professores, são amigos que quero guardar com carinho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geociências, incluindo todos os professores, técnicos e mestrandos. A CAPES (PROCAD n<sup>o</sup> 096/2007) e ao GEOCIAM (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Geociências da Amazônia), pelo suporte financeiro, este último pela concessão de bolsa de mestrado. Ao Grupo de Pesquisa em Evolução Crustal e Tectônica (Guaporé) do qual participei desde o final da graduação.

Agradeço aos que me ajudaram na descrição petrográfica e preparação de amostras para análises laboratoriais, bem como na utilização de alguns *softwares*: Prof<sup>a</sup> Dra. Ana Cláudia Costa, Msc. Gabrielle Lima, Danielle Cristina, Newton Diego, Gustavo Zenardi, Kamila Fernandes, Hálleph Campos Mariano, Antônio David e Bárbara Nanda.

Agradeço intensamente a meus pais Basílio Celso Plens e Maria Célia Peixe Plens, meus espelhos, donos do meu carinho, admiração e respeito. Quero que saibam que mesmo com o passar do tempo e “crescimento” dos filhos: “...*é preciso olhar os pais como eles voam e aperfeiçoar*”. E às minhas queridas irmãs Darçone, Diélly e Dionara Peixe Plens pelo companheirismo e união.

Aos colegas de graduação que continuam convivendo comigo no mestrado, em especial ao Renan Alex Grillaud e à grande amiga Ana Flávia Nunes Brittes, a esta, meus sinceros agradecimentos pela ajuda principalmente durante os estágios finais deste trabalho.

Às queridas amigas: Lorena Martins, Ana Carolina Marques, Larissa Piovezan, Letícia Redes, Ohana França e Monique Janaína Paolini pela alegria que me transmitem.

E ao meu marido Leandro Luiz Paoliny, “*palavras não traduzem*” minha gratidão pelo cuidado, compreensão e imensa paciência que dedicou a mim nessa etapa das **nossas vidas** (por que não houve como não envolvê-lo ao máximo). “*Te amo não traduz*”.

# Sumário

AGRADECIMENTOS.....	i
SUMÁRIO.....	ii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
<b>CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>I.1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
I.1.1. APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	1
I.1.2. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO.....	1
I.1.3. OBJETIVOS.....	2
I.1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	3
I.1.5. MATERIAIS E MÉTODOS DE PESQUISA.....	3
I.1.5.1. Etapa Preliminar.....	3
I.1.5.2. Etapa de Aquisição de Dados.....	4
I.1.5.2.1. Trabalhos de Campo.....	4
I.1.5.2.2. Trabalhos de Laboratório.....	6
<i>Análises Petrográficas.....</i>	6
<i>Análises Litogeoquímicas.....</i>	6
<i>Análises Geocronológicas - Método U-Pb SHRIMP (zircão).....</i>	6
I.1.5.3. Etapa de Tratamento e Sistematização de Dados.....	7
I.1.5.4. Etapa de Conclusão e Divulgação dos Resultados.....	8
<b>I.2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL.....</b>	<b>9</b>
I.2.1. CRÁTON AMAZÔNICO.....	9
I.2.2. TERRENO RIO APA.....	9
I.2.2.1. Remanescente de Crosta Oceânica.....	13
I.2.2.2. Arco Magmático Rio Apa.....	14
I.2.2.3. Arco Magmático Amoguijá.....	14
I.2.2.3.1. Formação Serra da Bocaina.....	14
I.2.2.3.2. Suíte Intrusiva Alumiador.....	14
I.2.2.4. Magmatismo Máfico Continental.....	15
I.2.2.4.1. Gabro Morro do Triunfo.....	15
I.2.2.4.2. Suíte Gabro Anortosítica Serra da Alegria.....	15
I.2.2.5. Arco Magmático Caracol.....	15
I.2.2.6. Enxame de Diques Rio Perdido.....	16
I.2.3. GRUPO AMOLAR.....	16
I.2.4. FORMAÇÃO PANTANAL.....	17
I.2.5. SUÍTE INTRUSIVA ALUMIADOR – HISTÓRICO.....	17
<b>I.3. GEOLOGIA LOCAL.....</b>	<b>21</b>
I.3.1. LITOESTRATIGRAFIA DA REGIÃO DO GRANITO CERRO PORÃ.....	21
I.3.1.1. Formação Serra Da Bocaina.....	23
I.3.1.2. Grupo Amolar.....	24
I.3.1.3. Formação Pantanal.....	25
<b>CAPÍTULO II - ARTIGO SUBMETIDO À REVISTA BRASILEIRA DE</b>	<b>26</b>
<b>GEOCIÊNCIAS.....</b>	<b>26</b>
RESUMO.....	26
ABSTRACT.....	26
II.1. INTRODUÇÃO.....	27
II.2. CONTEXTO TECTÔNICO REGIONAL.....	27
II.3. ASPECTOS DE CAMPO E PETROGRÁFICOS DO GRANITO CERRO PORÃ.....	30
II.4. CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DO GRANITO CERRO PORÃ.....	36
II.5. CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA.....	38



II.6 GEOCROLOGIA U-Pb (SHRIMP).....	46
II.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
AGRADECIMENTOS.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
CAPÍTULO III – CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....	55

# Lista de Figuras

## CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

<b>Figura I.1.</b> Mapa de localização e vias de acesso da área de estudo.....	2
<b>Figura I.2.</b> Mapa de Localização de Afloramentos da área estudada.....	5
<b>Figura I.3:</b> (A) Compartimentação do Cráton Amazônico extraído e adaptado de Ruiz (2005), destacando-se na parte sul, a Província Rio Apa; (B) Esboço geológico do Terreno Rio Apa, extraído de Cordani <i>et al.</i> (2010).....	11
<b>Figura I.4.</b> Mapa geológico esquemático das porções sudoeste e sul do Cráton Amazônico e da Faixa Paraguai, mostrando a localização da Província Rio Apa (Extraído de Ruiz <i>et al.</i> 2010b).....	13
<b>Figura I.5.</b> Coluna estratigráfica esquemática da área mapeada.....	21
<b>Figura I.6.</b> Mapa geológico do Granito Cerro Porã e unidades adjacentes.....	22
<b>Figura I.7.</b> Fotografias da Formação Serra da Bocaina ilustrando: (A) forma de ocorrência em blocos; (B) aspecto geomorfológico; (C) amostra de mão da Fácies Reoignimbrito; (D) aspecto macroscópico em afloramento da Fácies Brecha Ignimbrítica.....	24
<b>Figura I.8.</b> Aspectos macroscópicos das rochas do Grupo Amolar: (A) quartzito; (B) quartzito com estratificação paralela; (C) silito-quartzoso; (D) sericita-xisto.....	25

## CAPÍTULO II - ARTIGO SUBMETIDO À REVISTA BRASILEIRA DE GEOCIÊNCIAS

<b>Figura II.1:</b> (A) Compartimentação do Cráton Amazônico extraído e adaptado de Ruiz (2005), destacando-se o Terreno Rio Apa; (B) Esboço geológico do Terreno Rio Apa, extraído e adaptado de Cordani <i>et al.</i> (2010).....	29
<b>Figura II.2.</b> Mapa geológico da região da Serra da Esperança destacando o Granito Cerro Porã e unidades adjacentes. Localização das amostras com análise geoquímica e geocronológica.....	31
<b>Figura II.3.</b> Fotografias do GCP ilustrando: (A) aspecto geomorfológico da Serra da Esperança; (B) forma de ocorrência em blocos; (C) aspecto macroscópico da Fácies Sienogranítica Rosa (FSR); (D) aspecto macroscópico da Fácies Monzogranítica Cinza com textura porfirítica e, localmente, <i>rapakivi</i> . .....	32
<b>Figura II.4.</b> Fotomicrografias das rochas do GCP ilustrando: (A) intercrescimentos gráfico e granofírico em textura xenomórfica na FSR; (B) cristal de microclina pertítica com geminação em grade, com a fase exsolvida em grãos da FSR; (C) fenocristal de feldspato alcalino em matriz inequigranular fina na FMC; (D) textura granolepidoblástica onde se destacam cristais de microclina de duas gerações em zona de cisalhamentos; (E) textura <i>rapakivi</i> com núcleo de feldspato alcalino com uma fina auréola de plagioclásio saussuritizado na FMC; (F) fenocristal límpido de quartzo embaiado e com golfos de corrosão preenchidos pela matriz na FMC; (G) cristal de plagioclásio com geminação albita, saussuritizado e com lamelas deformadas, na mesma fácies. Polarizadores cruzados em A, B, C, D e F; paralelos à esquerda e cruzados à direita em E.....	35
<b>Figura II.5.</b> (A) Foliação penetrativa S1 fora da Zona de Cisalhamento Esperança representada por tênue e discreta reorientação preferencial dos minerais félsicos; (B) fotomicrografia da foliação S1 fora da Zona de Cisalhamento Esperança mostrando pouca ou nenhuma orientação dos minerais félsicos (feldspato alcalino, quartzo, plagioclásio e agregados de biotita); (C) foliação S1m nas rochas miloníticas representada por orientação, achatamento e rotação dos cristais de minerais félsicos da matriz (feldspato alcalino e quartzo); (D) fotomicrografia das rochas miloníticas mostrando cristais de microclina e quartzo orientados e levemente estirados, e biotita formando plaquetas orientadas.....	37
<b>Figura II.6.</b> Diagramas de variação de Harker para elementos maiores expressos em óxidos (% em peso) e traços (ppm) de rochas do GCP.....	41
<b>Figura II.7.</b> Variação composicional das rochas do GCP nos diagramas: (A) álcalis <i>versus</i> sílica (Le Bas 1986), com limite entre domínios alcalino/subalcalino de Irvine & Baragar (1971); (B e C) respectivamente, SiO <sub>2</sub> <i>versus</i> Zr/TiO <sub>2</sub> e Zr/TiO <sub>2</sub> <i>versus</i> Nb/Y propostos por Winchester & Floyd (1977) e (D) R1–R2 (La Roche 1980).....	42
<b>Figura II.8:</b> Distribuição dos pontos representativos das rochas do GCP nos diagramas: (A) AFM (Irvine & Baragar 1971); (B) total de álcalis e CaO <i>versus</i> sílica (Peacock 1931); (C) (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +CaO)+(Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)/(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +CaO)-(Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O) <i>versus</i> sílica (Wright 1969); (D) K <sub>2</sub> O <i>versus</i> SiO <sub>2</sub> (Le Maitre 2002); (E) A/NK <i>versus</i> A/CNK (Maniar & Piccoli 1989).....	43
<b>Figura II.9:</b> Distribuição dos pontos representativos das rochas do GCP nos diagramas: (A) Hf-Rb/30-Ta*3 (Harris <i>et al.</i> 1986); (B) Rb <i>versus</i> Y+Nb (Pearce <i>et al.</i> 1996); (C) Rb/100-Tb-Ta	44

(Theeblemmond & Cabanis 1990).....	
<b>Figura II.10:</b> Distribuição dos pontos representativos das rochas do GCP nos diagramas propostos por Whalen <i>et al.</i> (1987): $10000 \cdot \text{Ga}/\text{Al}$ versus $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ (A); $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{CaO}$ (B); $\text{K}_2\text{O}/\text{MgO}$ (C); $\text{K}_2\text{O}/\text{MgO}$ ; (D) Zr; (E) Ce. As caixas retangulares referem-se a Granitos do Tipo I, S e M e as coordenadas para as mesmas são: $x=2,6$ , $Y=8,5$ (A), 10 (B), 16 (C), 270 (D) e 100 (E).....	45
<b>Figura II.11:</b> Padrões de distribuição das rochas do GCP nos diagramas: (A) Elementos traço e $\text{K}_2\text{O}$ normalizados pelos valores dos granitos de Cordilheira Meso-Oceânica de Pearce <i>et al.</i> (1984); (B) ETR normalizados pelos valores de crosta inferior (Taylor & McLennan 1985).....	46
<b>Figura II.12.</b> Imagem de CL de cristais de zircão (A) DP22B 1.1; (B) DP22B 2.1; (C) DP22B 3.1; (D) DP22B 4.1; (E) DP22B 5.1; (F) DP22B 6.1; (G) DP22B 7.1; (H) DP22B 8.1; (I) DP22B 9.1; (J) DP22B 10.1; (L) DP22B 11.1. A imagem ilustra também os locais de aplicação do feixe iônico do laser.....	48
<b>Figura II.13.</b> Diagrama concórdia U/Pb (SHRIMP) da amostra DP 22 B, do GCP mostrando a idade concórdia no intercepto superior em $1770 \pm 98$ Ma, interpretada como a idade de cristalização do corpo granítico.....	49
<b>Figura II.14.</b> Diagrama concórdia U/Pb (SHRIMP) da amostra DP 22 B, mostrando a idade concórdia no intercepto superior em $1749 \pm 45$ Ma, elaborado com quatro cristais de zircões com o intuito de reduzir as variações de erro.....	50

## Lista de Tabelas

---

### **CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO**

<b>Tabela I.1.</b> Quadro sinóptico das unidades litoestratigráficas que compõem o Terreno Rio Apa e os resultados geocronológicos disponíveis para o mesmo.....	12
<b>Tabela I.2.</b> Contribuições à revisão e ampliação do conhecimento geológico geocronológico da Suíte Intrusiva Alumiador.....	19
<b>Tabela I.3.</b> Datações realizadas nas rochas graníticas através dos métodos U-Pb (SHRIMP) em zircões, K-Ar, Ar-Ar, Rb-Sr e Sm-Nd.....	20

### **CAPÍTULO II - ARTIGO SUBMETIDO À REVISTA BRASILEIRA DE GEOCIÊNCIAS**

<b>Tabela II.1.</b> Análises realizadas nas rochas graníticas da Suíte Intrusiva Alumiador, pelos métodos U-Pb (SHRIMP) em zircões, K-Ar, Ar-Ar, Rb-Sr e Sm-Nd. *Cordani <i>et al.</i> 2010; **Lacerda-Filho <i>et al.</i> 2006 e *** Araujo <i>et al.</i> , 1982.....	28
<b>Tabela II.2.</b> Resultados de análises químicas das rochas do GCP. Óxidos maiores recalculados em base anidra (óxidos em % em peso, elementos traços em ppm).....	39
<b>Tabela II.3</b> - Síntese dos dados obtidos através da análise U/Pb (SHRIMP) em zircões para a amostra DP 22 B.....	49

## Lista de Anexos

---

<b>Anexo 1.</b> Tabela com a relação dos afloramentos descritos.....	<b>66</b>
--	-----------

## Resumo

---

As unidades litoestratigráficas que constituem a área mapeada e formam a morfologia da Serra da Esperança, da base para o topo são: Granito Cerro Porã, Formação Serra da Bocaina, Grupo Amolar e Formação Pantanal. Este trabalho tem o propósito de apresentar os dados geológicos, petrológicos e geocronológicos do Granito Cerro Porã, mapeado pela primeira vez neste trabalho, pertencente a Suíte Intrusiva Alumiador, localizado nos domínios do Terreno Rio Apa, porção sul do Cráton Amazônico, bem como apresentar de forma sucinta as demais litologias aflorantes na área de estudo. O mapeamento geológico permitiu a identificação de duas fácies no Granito Cerro Porã, sendo: a Fácies Sienogranítica Rosa e Fácies Monzogranítica Cinza. A primeira fácies é caracterizada por textura equia, essencialmente, inequigranular xenomórfica e pela presença constante de intercrescimentos gráfico e granofírico, e constituem-se por feldspatos alcalinos, quartzo e plagioclásio, tendo biotita como único máfico primário. A Fácies Monzogranítica Cinza apresenta textura porfirítica com matriz de granulação fina gráfica a granofírica e consiste de quartzo, plagioclásio, feldspatos alcalinos e agregados máficos (biotita e anfibólio). Ambas foram metamorfizadas na fácies xisto verde e a Fácies Sienogranítica Rosa mostra-se milonitizada quando em zonas de cisalhamento. Foi identificado um evento deformacional dúctil-rúptil nas rochas do Granito Cerro Porã, originado em regime compressivo, responsável pela geração de xistosidade e lineação de estiramento mineral, este, apenas em rochas milonitizadas. A Zona de Cisalhamento Esperança relaciona-se a esta fase e reflete a história cinemática convergente, reversa a de cavalgamento, com transporte de topo para NWW. Quimicamente, esses litotipos classificam-se como granitóides do tipo A da série alcalina potássica saturada em sílica. Determinação geocronológica obtida pelo método U-Pb (SHRIMP) em zircão, forneceu idade de  $1749 \pm 45$  Ma, interpretada como idade de cristalização. Do ponto vista geotectônico, os dados geológicos, geoquímicos e isotópicos (U-Pb-SHRIMP) sugerem que tanto a intrusão investigada, como as demais litologias da área de estudo, correspondam a um magmatismo associado a um arco vulcânico desenvolvido no período Estateriano e que a colocação do Granito Cerro Porã se deu no estágio tardi a pós-orogênico.

*Palavras-chave:* Granito Cerro Porã, Granito do Tipo A, Geoquímica, Geocronologia U-Pb.

## **Abstract**

---

*The lithostratigraphic units that constitute the mapped area and create the morphology of the Serra da Esperança, from bottom to top are: Cerro Porã Granite, Serra da Bocaina Formation, Amolar Group and Pantanal Formation. This dissertation is meant to present the geologic, petrological, and geochronological dates of Cerro Porã Granite (first mapped in this work) belonging to Alumiador Intrusive Suite, located in the areas of Rio Apa Terreno, southern portion of the Amazonian Craton, as well as presenting with a succinctly way, the other lithologies outcropping in the area studied. Geological mapping allowed the identification of two facies in Cerro Porã Granite, which are: Pink Sienogranitic Facies and Gray Monzogranitic Facies. The first facies is characterized of xenomorphcs equigranular to essentially inequigranular texture and of constant presence of the graphic and granophirics intergrowths, and it is constituted of alkali feldspar, quartz and plagioclase, with biotite how single primary mafic. The Gray Monzogranitic Facies shows porphyritic texture with graphic to granophiric fine-grained groundmass and it consist of quartz, plagioclase, alkali feldspar and mafic aggregates (biotite and amphibole). Both the facies were metamorphosed at greenschist facies and the Pink Sienogranitic Facies is milonytic when in shear zones. Where identified one event of ductile-brittle deformation originated in compressive system and it were responsible for the schistosity and mineral stretching lineation, just in deformed rocks. The development of Esperança Shear Zone is related to this deformational phase and reflects the cinematic history of the reverse convergent system with top transport to NWW. Chemically these rock types are classified as type A granitoids of range alkaline potassium saturated on silica. Determination geochronological achieved by U-Pb (SHRIMP) method with zircon ages, supplied  $1749 \pm 45$  Ma age for crystallization to this rocks. From the geotectonic point, admits that Cerro Porã Granite correspond to a magmatic associated with a magmatic arc developed in Statherian period and your placing was in stage late to post-tectonic.*

*Keywords: Cerro Porã Granite, Geochemistry, Geochronology U-Pb.*

## CAPÍTULO I INTRODUÇÃO

### I.1. INTRODUÇÃO

#### I.1.1. APRESENTAÇÃO DO TEMA

Na porção sul do Cráton Amazônico, particularmente na região próxima ao município de Porto Murtinho, no sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul, afloram as rochas pertencentes ao Terreno Rio Apa. Este terreno, segundo Godoy *et al.* (2010), é constituído a leste pelas rochas das sequências metavulcanossedimentares da Faixa de Dobramentos Paraguai, a sul, na divisa com o Paraguai, pelos metassedimentos do Grupo Amolar (Lacerda Filho *et al.*, 2006) e a oeste, pelas coberturas recentes da Bacia Sedimentar do Pantanal. Ruiz (2005) e Cordani *et al.* (2010), resgatando a hipótese de Almeida (1967) e Amaral (1974), posicionaram o Terreno Rio Apa como parte do Cráton Amazônico.

O Granito Cerro Porã (GCP), principal alvo deste trabalho, pertence à Suíte Intrusiva Alumiador que foi posicionada no Arco Magmático Amoguijá na compartimentação tectônica proposta para o Terreno Rio Apa por Lacerda Filho *et al.* (2006). Estes autores classificaram as rochas da Suíte Intrusiva Alumiador como biotita granitos, monzogranitos com autólitos de tonalito, granodioritos, magnetita-biotita sienogranitos, sienogranitos granofíricos e as correlacionaram, geneticamente, às Vulcânicas Serra da Bocaina, com idades U-Pb (SHRIMP) em zircão de 1867 Ma. Posteriormente, Cordani *et al.* (2010) apresentaram datações de  $1839 \pm 33$  Ma para rochas desta suíte, obtidas pelo mesmo método.

Morfologicamente, a área de estudo compreende a Serra da Esperança, constituída pelo GCP, bem como por rochas da Formação Serra da Bocaina, Grupo Amolar, e sedimentos da Formação Pantanal.

#### I. 1.2. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

A área objeto de estudo situa-se na porção sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul e está inserida em quatro cartas topográficas, sendo suas maiores partes na Folha Foz do Rio Apa (SF.21-Y-B-II) e parte na Folha Caracol (SF.21-Y-B-III) e pequenas porções nas Folhas Porto Murtinho (SF.21-V-D-V) e Colônia São Lourenço (SF.21-V-D-VI).

O acesso a partir da cidade de Cuiabá é feito pela BR 163, percorrendo 215 km até Rondonópolis, e aproximadamente 485 km pela mesma rodovia, até a capital do estado de Mato Grosso do Sul, Campo Grande. Á partir de Campo Grande, seguindo pela BR 060 cerca de 70 km chega-se ao município de Sidrolândia, e aproximadamente 90 km adiante, ao município de Nioaque. Posteriormente, toma-se o entroncamento entre a BR 060 e BR 419, e por cerca de 120 km têm-se acesso à cidade de Jardim. Desde então, pela BR 267, ao percorrer 200 km, chega-se a Porto



Murtinho. O trajeto de Cuiabá até Porto Murtinho possui uma média de 1.180 km, tendo este município em suas proximidades a localização da área objeto (Figura I.1).

Para detalhamento no interior da serra, o acesso é realizado por meio de estradas não pavimentadas que interligam as principais fazendas, facilitando a visita aos afloramentos.

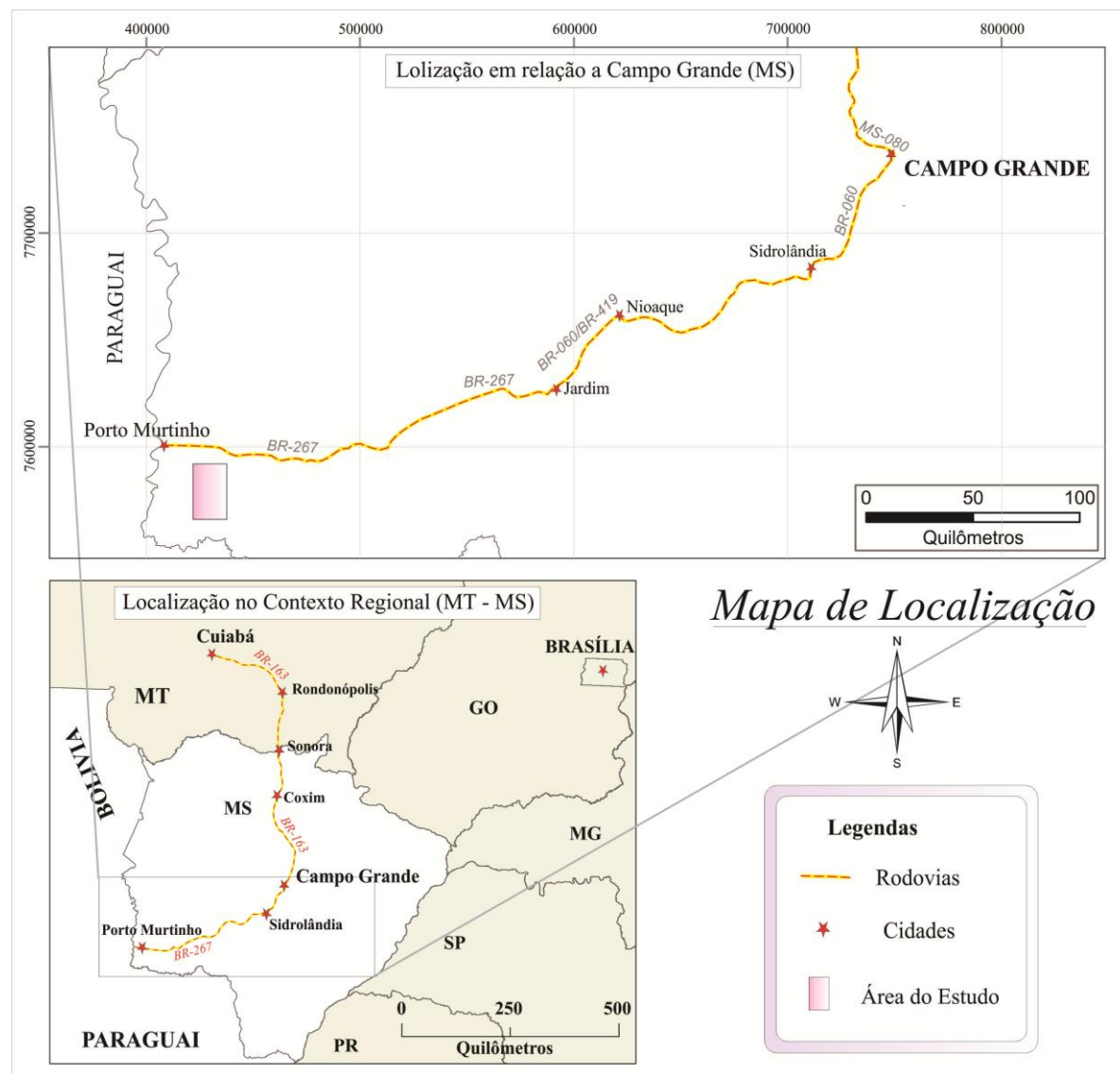


Figura I.1. Mapa de localização e vias de acesso da área de estudo.

### I.1.3. OBJETIVOS

O propósito desta dissertação é contribuir para a compreensão da evolução geológica do sudoeste do Cráton Amazônico, Terreno Rio Apa, particularmente o magmatismo associado ao Arco Magmático Amoguijá. Como base estabeleceu-se o emprego de mapeamento geológico, análises petrográficas, geoquímicas e geocronológica das rochas do GCP.

A partir do mapeamento geológico na escala 1:50.000 da área onde morfologicamente está localizada a Serra da Esperança pretendeu-se alcançar os seguintes objetivos específicos:

- a.* Cartografia geológica da região da Serra da Esperança;
- b.* Caracterização petrográfica das rochas do GCP;
- c.* Investigação da petrogênese das rochas plutônicas, com a utilização de dados litogeoquímicos;
- d.* Definição da idade de cristalização das rochas do GCP.

#### **I.1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

A presente dissertação está constituída por três capítulos. O primeiro trata do tema estudado, enfatizando a relevância desta pesquisa ao enriquecer o banco de dados referente às rochas formadoras do Terreno Rio Apa. São apresentados os objetivos, a localização da área de estudo, bem como os materiais e métodos utilizados para a coleta de dados em campo e em laboratórios. Posteriormente, este capítulo apresentará a área estudada como parte integrante do Terreno Rio Apa, inserido em uma das principais entidades geotectônicas pré-cambrianas, o Cráton Amazônico. E finalmente, traz a Geologia Local, com os aspectos de campo das unidades aflorantes na área mapeada.

O Capítulo II traz o artigo “Batólito Cerro Porã: Granito Tipo A – Pós-Orogênico do Arco Magmático Amoguijá – Terreno Rio Apa – Sul Do Cráton Amazônico” submetido à Revista Brasileira de Geociências (RBG).

O Capítulo III denominado Considerações Finais e Conclusões têm o intuito de apresentar a evolução geológica das rochas graníticas, e sugerir uma proposta de correlação entre o GCP juntamente com as litologias que o bordejam, com algumas das ocorrências orogênicas do SW do Cráton Amazônico.

#### **I.1.5. MATERIAIS E MÉTODOS DE PESQUISA**

Para execução e desenvolvimento desse trabalho, adotaram-se procedimentos usuais em mapeamento geológico e coleta de amostras para análises laboratoriais, seguindo um cronograma dividido em quatro principais etapas: etapa preliminar, etapa de aquisição de dados (em campo e em laboratório), etapa de tratamento e sistematização de dados e etapa de conclusão e divulgação dos resultados.

##### **I.1.5.1. Etapa Preliminar**

Esta etapa constituiu-se primeiramente no levantamento bibliográfico disponível referente à região do sudeste do Cráton Amazônico e também da interpretação de imagens de relevo digital (SRTM) objetivando o entendimento geológico regional.

### **I.1.5.2. Etapa de Aquisição de Dados**

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

#### **I.1.5.2.1. Trabalhos de Campo**

Os trabalhos de campo foram realizados em duas etapas. A primeira se deu durante os dias 20 e 29 de maio de 2010, quando foi realizado o reconhecimento das unidades geológicas e estruturas presentes na área de estudo, bem como a descrição de 73 afloramentos. A etapa posterior foi realizada entre os dias 09 e 18 de setembro de 2011, ocasião em que foi dada continuidade ao mapeamento geológico, tendo sido descritos 23 afloramentos. Todos somam um total de 96 afloramentos (Tabela no Anexo I), que foram plotados no Mapa de Localização de Afloramentos (Figura I.2). Nas duas etapas foram coletadas 116 amostras, tendo sido estas identificadas e orientadas para estudos laboratoriais (macroscópicos e microscópicos).

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

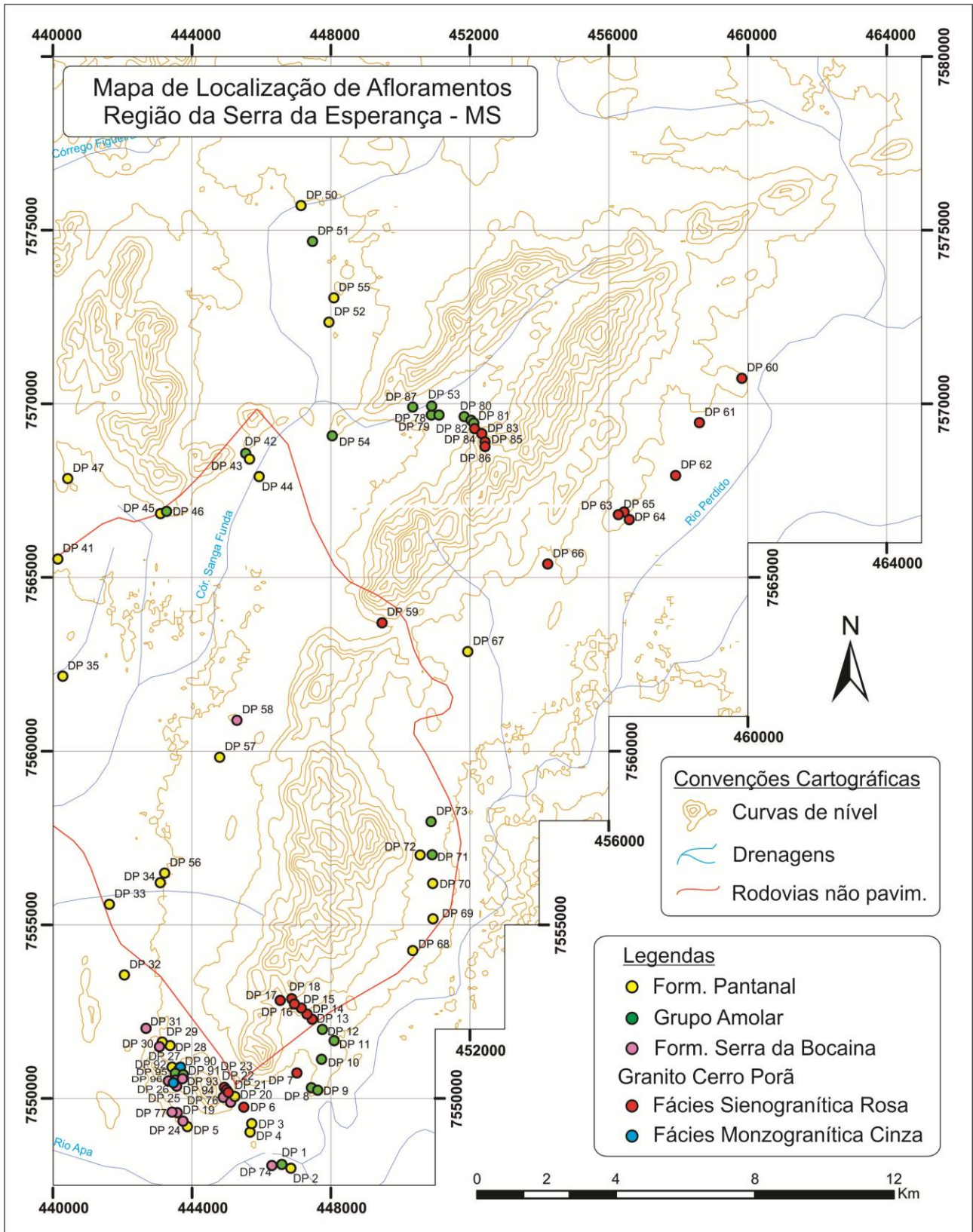


Figura I.2. Mapa de Localização de Afloramentos da área estudada.

### **I.1.5.2.2. Trabalhos de Laboratório**

#### *Análises Petrográficas*

As amostras coletadas nas etapas de campo foram descritas macroscopicamente considerando os aspectos texturais, estruturais e composicionais, e cerca de 17 amostras foram selecionadas para a confecção de seções delgadas. A confecção destas lâminas foi feita no Laboratório de Laminação da Universidade Estadual Paulista (UNESP).

O trabalho de descrição de lâminas foi realizado em microscópio óptico binocular da marca Olympus, modelo BX50, no Laboratório de Microscopia, pertencente ao Departamento de Recursos Minerais (DRM) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), tendo como objetivos a caracterização petrográfica dos litotipos, bem como análise e entendimento da deformação e cinemática.

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

#### *Análises Litogeoquímicas*

Para o estudo do comportamento geoquímico do GCP foram analisadas dezenove amostras mais representativas. O tratamento inicial das amostras foi feito nos Laboratórios de Preparação de Amostras do DRM da UFMT. Foi realizada a lavagem e retirada das camadas alteradas para evitar a contaminação química; a britagem objetivando diminuir a granulação da amostra, bem como adquirir homogeneidade; a pulverização no moinho oscilante e, finalmente, a separação de aproximadamente 100 gramas de cada amostra.

Depois de tratados, os exemplares foram enviados para o *Acme Analytical Laboratories* (Acmelab) - Vancouver/Canadá para análises através dos métodos ICP (*Inductively Couple Plasma*) e ICP-MS (*Inductively Couple Plasma Mass Spectrometry*) para elementos maiores e menores (SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO<sub>total</sub>, MnO, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e elementos traços (Rb, Sr, Cr, Ni, Zr, Y, Ce, Ba, Be, Nb, Cu, Lu, Dy, Gd, Er, Yb, Y, La, Eu, Nd, Ce e Sm). A interpretação dos resultados das análises buscou a caracterização geoquímica, a natureza do magmatismo e a ambiência tectônica das rochas estudadas.

#### *Análises Geocronológicas - Método U-Pb SHRIMP (zircão)*

As análises geocronológicas foram realizadas com o intuito de estabelecer as idades de cristalização das rochas plutônicas do GCP. Para isto foi empregado o método U-Pb (SHRIMP) em zircões.

A amostra coletada foi tratada no Laboratório de Preparação de Amostras do DRM - UFMT. Inicialmente a rocha bruta foi triturada em britador de mandíbula, moída em moinho de discos e peneirada nas frações 250, 210, 177, 125, 90, e 63 *mesh*; destes, o concentrado do intervalo de 90

mesh foi usado para a análise, e os intervalos restantes, reservados para eventuais necessidades. Os minerais magnéticos foram removidos com a passagem de ímã de mão. Posteriormente, ocorreu a etapa de separação por líquido denso bromofórmio ( $d = 2,85 \text{ g/cm}^3$ ), de onde resultou o concentrado com zircões. Em seguida os minerais com diferentes susceptibilidades magnéticas foram concentrados no separador magnético tipo *Frantz*, variando-se a inclinação e a intensidade do campo eletromagnético para eliminar a maioria dos minerais magnéticos. Do material resultante foram separados manualmente uma quantidade de 100 zircões com o auxílio de lupa binocular *Olympus*, modelo BX50, no Laboratório de Microscopia do DRM (UFMT).

O equipamento SHRIMP (*Sensitive High Resolution Ion Microprobe*) é um espectrômetro de massa de alta resolução acoplado a uma microsonda iônica. Permite efetuar análises isotópicas de Urânio e Chumbo de zircão “*in situ*” e, portanto, a datação de zircão que apresente multifases de crescimento. Para isto, necessita-se de um estudo prévio de catodoluminescência (CL; Sato *et al.* 2008).

Os dados isotópicos U-Pb (SHRIMP) em zircão foram obtidos no laboratório do Centro de Pesquisas Geocronológicas do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (CPGeo-IGC/USP), utilizando-se um feixe de  $\text{O}_2$  com  $30 \mu\text{m}$  de diâmetro. Os detalhes sobre os procedimentos analíticos e calibração do aparelho são descritos em Stern (1998) e Williams (1998). A razão  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  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 um cristal 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). Para o cálculo de idade integrada foram feitas médias ponderadas tendo como base a interpretação de imagens catodoluminescência como pertencentes a uma mesma geração de zircão. As idades foram calculadas utilizando-se o programa Isoplot/EX de Ludwig (1998) e estão representados no Diagrama de Concórdia no Capítulo II referente ao Artigo submetido à RBG.

### **I.1.5.3. Etapa de Tratamento e Sistematização de Dados**

Esta etapa teve o intuito de realizar o processamento e interpretações de dados coletados em campo e em laboratório, bem como integrá-los e compará-los com dados existentes na literatura temática, para melhor entendimento da área de estudo. Foram utilizados os seguintes softwares para o desenvolvimento desta etapa:

- a. *ESRI Arcmap 9.1- ARCVIEW* - confecção dos mapas de localização e vias de acesso, localização de afloramentos e geológico;

- b. Corel Draw X5* - compilação e melhoramento de mapas, tratamento de fotografias e fotomicrografias, confecção de gráficos litogeoquímicos e geocronológicos;
- c. Steronet 3.10* - tratamento de dados estruturais, possibilitando a confecção dos estereogramas;
- d. Software Isoplot Ex* - tratamento dos dados isotópicos;
- e. Softwares Newpet e Minpet* - tratamento dos dados de química de rocha;
- f. Microsoft Excel 2007* - elaboração de planilhas;
- g. Microsoft Word 2007* - confecção da redação e formatação da presente dissertação de mestrado.
- h. Microsoft Power Point 2007*- elaboração da apresentação pública.

#### **I.1.5.4. Etapa de Conclusão e Divulgação dos Resultados**

Esta como última etapa, consta da elaboração da dissertação de mestrado acompanhado da apresentação e defesa pública para a banca avaliadora, bem como da participação em eventos de divulgação científica, e publicação em periódicos especializados de circulação nacional.

Os resultados obtidos durante o desenvolvimento deste trabalho foram publicados em forma de artigo acadêmico na Revista Brasileira de Geociências (RBG), intitulado “Batólito Cerro Porã: Granito Tipo A – Pós-Orogênico do Arco Magmático Amoguijá – Terreno Rio Apa – Sul do Cráton Amazônico”.

## **I. 2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL**

### **I.2.1. CRÁTON AMAZÔNICO**

O Cráton Amazônico está localizado na porção norte da América do Sul e constitui a maior entidade geotectônica pré-cambriana do subcontinente. Está dividido pela Sinéclise do Amazonas, em dois escudos: o Escudo Brasil Central e o Escudo das Guianas.

A primeira concepção a respeito da evolução desta área cratônica foi proposta por autores como Amaral (1974), Issler (1977), Almeida (1978), Hasui *et al.* (1984) e Costa & Hasui (1997), baseada nos conceitos da escola geossinclinal, na qual propunha que a tectônica pré-cambriana do cráton fosse caracterizada por processos de reativação de plataforma e formação de blocos continentais através de retrabalhamento de crosta continental no Arqueano e Paleoproterozóico e que durante o Mesoproterozóico teriam ocorrido apenas processos de reativação e/ou retrabalhamento de rochas preexistentes. Um segundo conceito, proposto por Cordani *et al.* (1979), seguido e modificado por Tassinari (1981), Cordani & Brito Neves (1982), Teixeira *et al.* (1989), Tassinari (1996) e Tassinari *et al.* (1996), se fundamenta na Teoria da Tectônica Global ou de Placas, na qual defendem a ocorrência de uma sucessão de arcos magmáticos envolvendo a formação de material juvenil, além de processos subordinados de retrabalhamento crustal durante o Arqueano, Paleo e Mesoproterozóico.

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

### **I.2.2. TERRENO RIO APA**

O Terreno Rio Apa está localizado na parte central da América do Sul e mede cerca de 220 km de comprimento e 60 km de largura. É composto por uma assembleia de unidades litoestratigráficas que registram segmentos infra e supracrustais cuja evolução tectônica prolonga-se do Mesoproterozóico ao Neoproterozóico e mostra-se pouco exposto, sendo coberto por extensas seqüências sedimentares fanerozóicas. Aflora no Brasil, na fronteira com a Bolívia e com o Paraguai, e se estende a sul em território paraguaio.

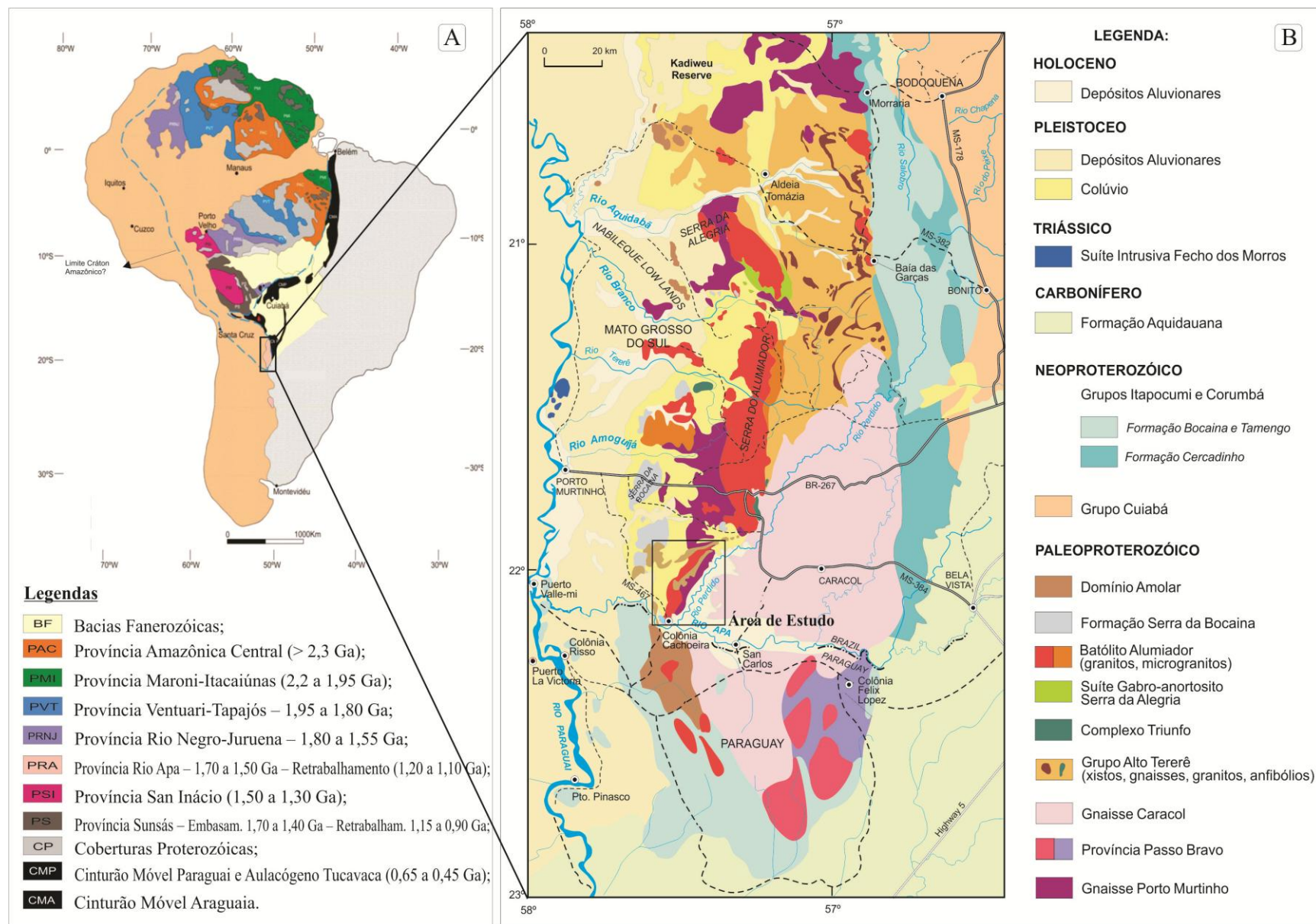
Este fragmento é parte de um domínio cratônico da Faixa Paraguai que foi dobrado e regionalmente metamorfoisado durante o Neoproterozóico, pelo Orógeno Brasileiro, e é sobreposto principalmente pela plataforma carbonática de cobre dos Grupos Corumbá e Itapocumi (Almeida 1967; Alvarenga *et al.*, 2000; Boggiani & Alvarenga, 2004).

Quanto à definição geotectônica do Terreno Rio Apa, duas propostas divergentes são apresentadas. A primeira é aceita por diversos autores como Del'Arco *et al.* (1982), Alvarenga & Saes,



(1992) e Kroner & Cordani (2003), que descrevem o Terreno Rio Apa como um fragmento alóctone, vinculado ao Cráton Amazônico durante a aglutinação do Gondwana ao longo da faixa neoproterozóica Tucavaca, que é considerada uma sutura. A segunda é dada resgatando a proposição de Amaral (1974), onde Ruiz (2005), seguido por Ruiz *et al.* (2005) e Cordani *et al.* (2009 e 2010) descrevem o fragmento cratônico Rio Apa como um prolongamento do Cráton Amazônico no Neoproterozóico. Para tal afirmação, os autores basearam-se nos seguintes critérios: o Grupo Cuiabá e as demais unidades do Cinturão Paraguai exibem continuidade física desde Nova Xavantina (MT) até a região da Serra da Bodoquena e Aquidauana (MS) e o Paraguai; a deformação na Faixa Tucavaca é caracterizada por uma fraca compressão, geradora de amplas ondulações, e discretos cavalgamentos e corresponde a um aulacógeno; há uma correlação estratigráfica entre as unidades da Faixa Tucavaca (Grupos Boqui, Tucavaca e Murciélagos) com as da Faixa Paraguai, no Brasil, (Grupos Jacadigo e Alto Paraguai) e o Cráton Amazônico comportou-se como uma margem continental passiva, durante a deposição de parte da Faixa Paraguai.

Considerando-se o Terreno Rio Apa como o extremo sul do Cráton Amazônico, a figura I.3 A mostra a compartimentação proposta por Ruiz (2005) e do lado direito (Figura I.3 B) o mapa do Terreno Rio Apa proposto por Cordani *et al.* (2010). A figura I.4 apresenta o mapa tectônico do sudoeste e sul do Cráton Amazônico.



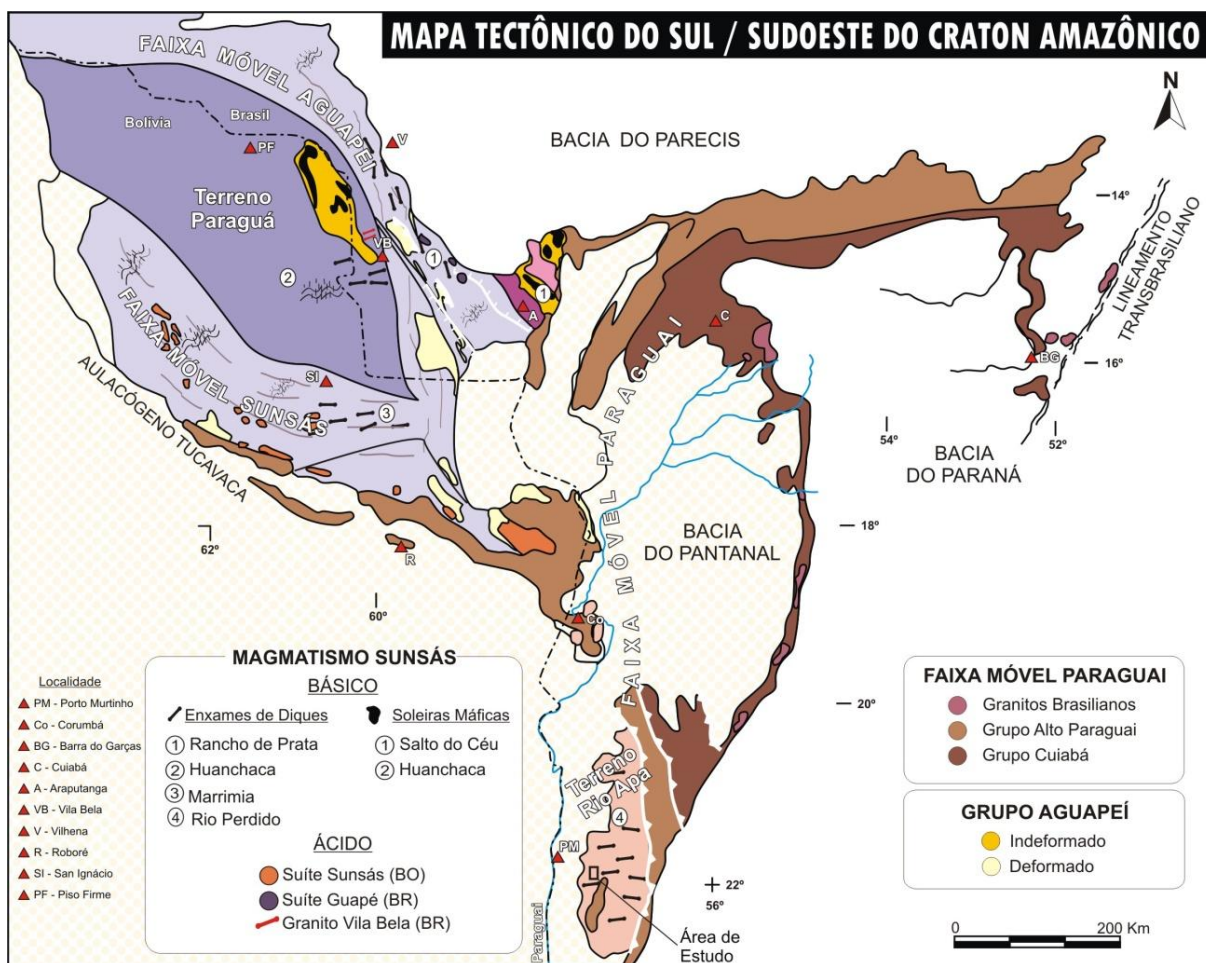
**Figura 1.3:** (A) Compartimentação do Cráton Amazônico extraído e adaptado de Ruiz (2005), destacando-se na parte sul, a Província Rio Apa; (B) Esboço geológico do Terreno Rio Apa, extraído de Cordani *et al.* (2010).

A tabela I.1 apresenta uma síntese da geologia das unidades do Cráton Amazônico aflorantes na região do Terreno Rio Apa, empregando a divisão sugerida por Lacerda Filho *et al.* (2006). Baseados nas características geológicas, geoquímicas e geocronológicas, estes autores apresentaram uma compartimentação tectônica para o Terreno Rio Apa onde são reconhecidos os seguintes elementos crustais: Remanescente da Crosta Oceânica (2,2 a 1,95 Ga.), Arco Magmático Rio Apa (1.95 a 1.87 Ga) e Arco Magmático Amoguijá (1.87 a 1.75 Ga). Nesse trabalho são sugeridos mais dois elementos crustais a serem acrescentados à compartimentação de Lacerda Filho *et al.* (2006), o Arco Magmático Caracol (1.7 Ga) e os Enxames de Diques Máficos (9.0 Ga).

**Tabela I.1.** Quadro sinóptico das unidades litoestratigráficas que compõem o Terreno Rio Apa e os resultados geocronológicos disponíveis para o mesmo.

<i>Unidades Litoestratigráficas</i>		<i>Descrição Resumida</i>	<i>Época</i>	<i>U-Pb* K-Ar**</i>	<i>Sm-Nd (TDM)</i>	<i>Ar-Ar (Ma)</i>
Enxames de Diques Máficos	Enxame de Diques Rio Perdido	Gabros e Diabásios (c)	Miocênico	914 ± 9** (a)	-	-
Arco Magmático Caracol	Arco Magmático Caracol	Ortognaisses leucocráticos moderadamente foliados. (f)	Estateriano	1720*	-	-
Magmatismo Máfico Continental	Gabro Morro do Triunfo	Gabro maciço (c)	Estateriano	1788* (c)	-	-
	Suíte Gabro-Anortosítica Serra da Alegria	Anortositos, leucogabros, gabros e melagabros (b)		1790* (c)	2.50 e 2.64 (c)	-
Arco Magmático Amoguijá	Vulcânicas Serra da Bocaina	Subvulcânicas, vulcânicas e melanoclásticas (e)	Estateriano	1794* (c)	2.26 (c)	-
	Suíte Intrusiva Alumizador	Granitos, granodioritos, monzogranitos, microgranitos e granófiros (c)		1867* (c) 1839 ± 33* 1314 ± 19** (d)	2.17 (c) 2.55 (d)	1303 ± 4 (d)
Arco Magmático Rio Apa	Complexo Rio Apa	Granitos e gnaisses (c)	Orosiriano	1941* (c)	2.53 (c) 2.57 (c) 2.23 (d)	1132 ± 3 (d)
Remanescente da Crosta Oceânica	Grupo Alto Tererê	Metavulcano-sedimentares (c)	Riaciano	1374 ± 64** 1267 ± 25** 853 ± 58** (d)	2.26 2.28 (c)	1300 ± 4 (d)

Referências: (a) Araújo *et al.* (1982), (b) Silva (1998), (c) Lacerda Filho *et al.* (2006), (d) Cordani *et al.* (2010), (e) Godoy *et al.* (2010).



**Figura I.4.** Mapa geológico esquemático das porções sudoeste e sul do Cráton Amazônico e da Faixa Paraguai, mostrando a localização da Província Rio Apa (Extraído de Ruiz *et al.* 2010b).

### I.2.2.1. Remanescente de Crosta Oceânica

Segundo Lacerda Filho *et al.* (2006), constitui-se de rochas metavulcano-sedimentares paleoproterozóicas pertencentes ao Grupo Alto Tererê. Seus litotipos encontram-se orientados segundo NNW-SSE, e estão intrudidos pelos granitóides do Complexo Rio Apa e do Grupo Amoguijá.

Lacerda Filho *et al.* (2006) ainda reportam que o compartimento tectônico Remanescente de Crosta Oceânica apresenta-se composto por rochas supracrustais onde são observados metapelitos aluminosos e anfíbolitos derivados de metavulcânicas básicas toleíticas, deformadas e metamorfisadas na fácies anfíbolito, com retrometamorfismo para a fácies xisto verde. Mostram-se deformadas pelo regime compressivo que afetou a área, na qual a direção de vergência cai para oeste e observam-se cinturões de cavalgamento com direções submeridianas, com rochas da Suíte Amoguijá aflorando abaixo, através de falhas de empurrão. Apresentam idades U-Pb (SHRIMP) em zircões de 2.2 a 1.95 Ga, e são consideradas a litologia mais antiga do Terreno Rio Apa.

### **I.2.2.2. Arco Magmático Rio Apa**

O Arco Magmático Rio Apa é constituído pelas rochas plutônicas do Complexo Rio Apa, uma associação de rochas com diferentes graus de deformação, representada por biotita granitos, alcaligranitos, monzonitos, muscovita-biotita gnaisses, hornblenda-biotita gnaisses e, subordinadamente, trondjenitos, tonalitos e granodioritos. Dados litogeoquímicos apontam filiação cálcio-alcalina, de natureza adakítica, indicativa de ambiente de arco vulcânico, e análises U-Pb SHRIMP em zircão mostram idade paleoproterozóica de 1,94 Ga (Lacerda Filho *et al.*, 2006).

Tais rochas possuem orientação NNW SSE, com vergência direcionada para oeste, onde ocorreu tectônica dúctil a dúctil-rúptil, realçada por zonas de cisalhamento contracionais predominantemente NE-SW, com mergulhos entre 20° e 60° SE, com inflexões para NS e NW-SE (Godoy *et al.* 1999).

### **I.2.2.3. Arco Magmático Amoguijá**

Composto pela Formação Serra da Bocaina e pelo Granito Alumiador, constitui-se essencialmente de rochas plutônicas, subvulcânicas e vulcânicas félsicas de afinidade cálcio-alcalina. As rochas deste terreno estão pouco deformadas e foram afetadas por tectônica rúptil a rúptil-dúctil, expressa por zonas transcorrentes confinadas, com direção predominante NW-SE (Lacerda Filho *et al.* 2006).

#### **I.2.2.3.1. Formação Serra da Bocaina**

Ocorre englobando as serras da Bocaina e de São Francisco se estendendo para sul, além da fronteira com o Paraguai. Godoi *et al.* (2001) nomearam inicialmente estas rochas como Suíte Vulcânica Serra da Bocaina. Brittes *et al.* (2011 a, b e c; e 2012; submetido) substituíram este termo por Formação Serra da Bocaina e mapearam uma fácies formada por lavas, denominada Lavas Dacíticas, e quatro fácies vulcanoclásticas: Brecha Ignimbrítica, Ignimbrito rico em cristais, Co-ignimbrito e Reoignimbrito. Esses ignimbritos são caracterizados pela presença de diferentes produtos piroclásticos tais como: fragmentos líticos e pumíceos, cristaloclastos, púmices, *fiammes*, *shards* e cristalites.

Araújo *et al.* (1982) reportam idade obtida pelo método Rb/Sr de  $1650 \pm 63$  Ma, cuja razão inicial  $Sr^{87}/Sr^{86}$  de  $0,702 \pm 0,004$ , indica uma provável derivação mantélica. O resultado é tido como a época de cristalização dessa suíte de rochas vulcânicas. Análises U-Pb SHRIMP em zircão, realizadas por Lacerda Filho *et al.* (2006) forneceram idade de 1794 Ma para estas rochas.

#### **I.2.2.3.2. Suíte Intrusiva Alumiador**

A Suíte Intrusiva Alumiador é considerada por Godoi *et al.* (2001) cogenética às rochas da Suíte Vulcânica Serra da Bocaina, em acordo com as proposições de Araújo *et al.* (1982) e Silva (1998). Dispõe de corpos graníticos aglomerados segundo a direção N-S com contato tectônico e/ou

intrusivo nos granitóides do Complexo Rio Apa e nas rochas supracrustais do Grupo Alto Tererê (Lacerda Filho *et al.* 2006).

Estes autores afirmam que a Suíte Intrusiva Alumiador compreende granitos, monzogranitos, micromonzogranitos, granodioritos, magnetita biotita sienogranitos, sienogranitos granofíricos e granófiros. E ainda, que tais tipos graníticos afloram em uma área de 150 por 15 km que se estendem do Rio Apa até o Rio Aquidabã, e abrangem as Serras do Alumiador, São Miguel, São Paulo, Paraguai e da Esperança, assim como uma pequena parcela reclusa na Serra do Bodoquena e nas proximidades de Corumbá.

#### **I.2.2.4. Magmatismo Máfico Continental**

Consiste em corpos máficos continentais tais como: Gabro Morro do Triunfo e Suíte Gabro Anortosítica Serra da Alegria.

##### **I.2.2.4.1. Gabro Morro do Triunfo**

Araújo *et al.* (1982) denominaram Gabro Morro do Triunfo o maciço de aproximadamente 6 km por 3km, com cerca de 18 km<sup>2</sup> de extensão situado a nordeste de Porto Murtinho. Tais autores afirmam também que a parte oeste da intrusão apresenta contatos abruptos por falhamentos com as rochas vulcanoclásticas da Formação Serra da Bocaina e o contato com as rochas do bloco Rio Apa está em grande parte coberto pelos sedimentos da Formação Pantanal. Mostram-se como olivina gabros cinza escuros, médios, de textura coronítica, com cristais anédricos, arredondados de olivina serpentinizada ao longo de fraturas, com coroas de clino e/ou ortopiroxênio.

##### **I.2.2.4.2. Suíte Gabro Anortosítica Serra da Alegria**

O termo Suíte Gabro Anortosítica Serra da Alegria foi utilizado por Silva (1998) e mantido por Lacerda Filho *et al.* (2006) e Cordani *et al.* (2010) para designar um conjunto cumulativo de rochas magmáticas, onde ocorrem anortositos, leuco-gabros e mela-gabros, com alguma presença de bandamento ígneo. Afloram como intrusões na porção norte da Suíte Intrusiva Alumiador.

Datações U-Pb (SHRIMP) em zircão, obtidas por Lacerda Filho *et al.* (2006) em rochas da Suíte Gabro Anortosítica Serra da Alegria forneceram idade paleoproterozóica de 1,78 e 1,79 Ga, respectivamente. Cordani *et al.* (2010) reportaram idade U-Pb (SHRIMP) em zircões para estas rochas de 1790 Ma.

##### **I.2.2.5. Arco Magmático Caracol**

Segundo Cordani *et al.* (2010), o Arco Magmático Caracol é representado por gnaisses leucocráticos foliados, possuem cor cinza claro a róseo, granulação média e textura granoblástica. São compostos por microclina, quartzo, plagioclásio e biotita, tendo como minerais acessórios zircão, apatita, epidoto e minerais opacos. Apresentam xistosidade penetrativa, muitas vezes com atitudes



variáveis e possivelmente relacionado a um metamorfismo de médio grau generalizado. Ao longo da rodovia BR 267 essas rochas mostram ângulos de mergulho baixos em torno de 20° para a SW.

Cordani *et al.* (2010) reportaram ainda idade U-Pb (SHRIMP) em zircões para as rochas gnáissicas do Arco Magmático Caracol de 1720 Ma, e o classificaram como o mais novo evento magmático presente na região do Terreno Rio Apa.

#### **I.2.2.6. Enxame de Diques Rio Perdido**

A Suíte Intrusiva Rio Perdido (Medeiros & Sousa 2009) é constituída por diques máficos, sendo que a ausência de deformação e metamorfismo implica em um período de distensão crustal, pois os diques cortam a maioria das unidades paleoproterozóicas do Arco Magmático do Rio Apa. Predominam gabros e diabásios cinza escuros a esverdeados, com direção preferencial E-W. Apresentam em geral texturas ofíticas à sub-ofíticas, com grãos de plagioclásio euédricos a sub-édricos, alguns mostram geminação albita.

Datação pelo método K-Ar, em plagioclásio de um dique de monzogabro, mostra idade de 914 ± 9Ma (Araújo *et al.*, 1982) interpretada como a época de resfriamento do dique.

#### **I.2.3. GRUPO AMOLAR**

Aflora na margem noroeste do estado de Mato Grosso do Sul, configurando uma estreita faixa de rochas metassedimentares, tendo sido estas, segundo Theodorovicz & Câmara (1991), depositadas em ambiente costeiro, representado por fácies de canais entrelaçados, lagunar e fluvial. Lacerda Filho *et al.* (2006) afirmam que estas rochas apresentam dobras abertas e isoclinais fechadas, transpostas por zonas de cisalhamento dúcteis sinistrais, de direção NW-SE, associadas com cavalgamentos (transpurrões) resultantes de deformação progressiva.

Estes mesmos autores dividem os metassedimentos desse grupo em cinco unidades diferenciadas, brevemente citadas a seguir: Subunidade 1- Ocorre ao longo dos vales dos córregos do Fundão e da Chapada, no sopé das morrarias de Santa Tereza, Bonfim e do Castelo, e em morros isolados conhecidos como Morrinho, Grande e Bacuri (Theodorovicz & Câmara, 1991). É composta por metagrauvacas feldspáticas, metagrauvacas quartzosas e metarcóseos, localmente conglomeráticos, possui geometria lenticular e estratificação cruzada acanalada; Subunidade 2 - Situa-se ao longo da bacia do córrego da Penha e seus afluentes da margem esquerda (Theodorovicz & Câmara, 1991). É composta por sericita xistos e quartzo-sericita xistos, cujas feições primárias foram obliteradas pela deformação; Subunidade 3 - Aflora em estreita faixa NW-SE disposta ao longo da zona de cisalhamento da Penha, região da Serra do Amolar. É composta de quartzito impuro, com intercalações de quartzo-xisto fino, por vezes carbonoso e localmente biotita-xisto, com magnetita; Subunidade 4 - Aflora em faixas irregulares orientadas segundo NW-SE na Serra do Amolar e na Morraria Santa Tereza é composta por metarenitos ortoquartzíticos, por vezes sericíticos, de

granulometria variada; Subunidade 5 - Ocorre principalmente na Serra do Amolar e na Morraria Santa Tereza. Compreende ortoquartzitos brancos e/ou rosados, finos e bem selecionados.

#### **I.2.4. FORMAÇÃO PANTANAL**

A Formação Pantanal tem sua deposição relacionada à subsidência gradativa do embasamento ao longo de falhas sendo desenvolvida em ambiente fluvial e/ou flúvio-lacustre, sob influência da orogenia Andina (Del'Arco *et al.* 1982).

Oliveira & Leonardos (1943) descreveram esta formação como constituída por depósitos aluvionares compostos de areias e argilas de deposição recente do Pantanal Matogrossense. Almeida (1964) descreve-a como compreendendo sedimentos arenosos e silto-argilosos, com pouco cascalho, depositados em leques aluviais e, por lateritos ferruginosos.

Segundo Assine (2005) a sucessão, essencialmente siliciclástica, mostra afinamento textural para o topo. Seus sedimentos assentam-se sobre unidades mais antigas, em discordância, a exemplo o do Terreno Rio Apa e do Grupo Amoguijá. Os sedimentos são friáveis e variam de consolidados a semi-consolidados com estruturação difusa e aleitamento irregular pouco nítido.

Lacerda Filho *et al.* (2006) reconheceram nesta formação três fácies. A porção mais antiga denominada Fácies de Depósitos Coluvionares é composta por sedimentos detríticos, coluvio-aluvionares, parcialmente laterizados; a intermediária, correspondendo à Fácies de Terraços Aluvionares, constituída por sedimentos areno-argilosos, parcialmente inconsolidados e laterizados, de planície aluvial; e a porção de topo designada Fácies de Depósitos Aluvionares abrange sedimentos argilo-siltico-arenosos. Tectonicamente, a bacia sofre influências que tem contribuído com a modelagem da paisagem do Pantanal por mudanças do nível de base de erosão e gradientes topográficos.

#### **I.2.5. SUÍTE INTRUSIVA ALUMIADOR – HISTÓRICO**

Devido às relações litológicas, litoestruturais e geotectônicas, as rochas da Suíte Intrusiva Alumiador são descritas desde os primeiros autores como sendo cogenéticas às da Formação Serra da Bocaina por autores como 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.* (2007, 2009) e Cordani *et al.* (2010). Neste trabalho não adotar-se-á a proposta de unir estas unidades em um conjunto “plutono-vulcânico”, será utilizado o termo Suíte Intrusiva Alumiador de Correia Filho *et al.* (1981), para descrever separadamente esta que é a unidade principal desta dissertação.

As descrições iniciais referentes às rochas da Suíte Intrusiva Alumiador são de Hussak (1894 *in* Lisboa, 1909) e Oliveira e Moura (1944). Corrêa *et al.* (1976), designou de Complexo Basal as rochas graníticas e micrograníticas intrusivas do Pré-Cambriano Inferior a Médio. Schobbenhaus &



Soares (1979) designaram Associação Inferior (a Associação Superior corresponderia às vulcânicas) os maciços intrusivos compostos por granitos, granófiros, granitos gráficos, biotita microgranitos porfiríticos, aplitos e gnaisses graníticos. Nogueira *et al.* (1978) chamaram de Intrusivas Ácidas três corpos graníticos ao longo da borda ocidental da Serra da Bodoquena. Correia Filho *et al.* (1981) descreveram rochas graníticas e granófiros.

Araújo *et al.* (1982) propuseram o termo Suíte Intrusiva Alumiador para designar as rochas graníticas que sustentam as serrarias da cordilheira do Alumiador, sendo corpos plutônicos graníticos, granodioritos e, mais raramente, subvulcânicos constituídos por granófiros diversos, incluindo tipos microgranulares, porfiríticos, metamórficos e deformados. Olivatti & Correia Filho (1981) descreveram granitos, granófiros e aplitos. Godoi & Martins (1999) denominaram rochas graníticas, granófiras e granofíricas 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.

Lacerda Filho *et al.* (2006) utilizaram o termo Granito Alumiador para englobar biotita granitos, monzogranitos com autólitos de tonalito, micromonzogranitos, granodioritos, magnetita biotita sienogranitos, sienogranitos granofíricos e granófiros; e as descreveram como rochas pouco deformadas (deformação rúptil) que ocorrem em uma faixa com cerca de 150 km de comprimento e 15 km de largura que compreende as serras do Alumiador, São Miguel, São Paulo e Paraguai, bem como algumas ocorrências isoladas da serra da Bodoquena e da região de Corumbá.

Silva *et al.* (2007) definem essas rochas graníticas como Unidade Alumiador. Godoy *et al.* (2007, 2009) designaram de Batólito Alumiador as rochas graníticas e separaram-nas em dois grupos principais por zonas transcorrentes com direção predominante NW – SE, sendo eles Segmento Sul (Serra da Esperança), e Segmento Central (Serra Alumiador e Serra do Catimbaté). Ambos apresentam composição sieno a monzogranítica e são constituídos por rochas leucocráticas de coloração variando de cinza a predominantemente rósea e isotrópicos a fracamente anisotrópicos.

Cordani *et al.* (2010) denominaram Batólito Alumiador os sieno a monzo granitos de granulação média, que ocorrem como uma grande intrusão alongada mostrando lineamentos NNE observados ao longo da Serra do Alumiador e desviando para uma tendência NW ao longo da Serra da Alegria. A tabela I.2 apresenta a nomenclatura utilizada pelos autores que descreveram as rochas da Suíte Intrusiva Alumiador.

Análises U-Pb SHRIMP em zircão realizadas por Lacerda Filho *et al.* (2006), forneceram para as rochas da Suíte Intrusiva Alumiador uma idade de 1867 Ma, o que aponta para um arco de margem continental do tipo andino, com pouca participação de reciclagem crustal. Cordani *et al.* (2010) pelo método U-Pb (SHRIMP) em zircão reportaram para estas mesmas rochas, idades de  $1839 \pm 33$  Ma, coerentes com os dados de Lacerda Filho *et al.* (2006).

**Tabela I.2.** Contribuições à revisão e ampliação do conhecimento geológico geocronológico da Suíte Intrusiva Alumiador.

DENOMINAÇÃO	AUTORES
Complexo Basal (Grupo Amoguijá)	Corrêa <i>et al.</i> (1976)
Associação Inferior (Complexo Amoguijá)	Schobbenhaus & Soares (1979)
Intrusivas Ácidas	Nogueira <i>et al.</i> (1978)
<b>Suíte Intrusiva Alumiador</b>	Araújo <i>et al.</i> (1982); Godoi & Martins (1999); Godoi <i>et al.</i> (2001).
Granito Alumiador	Lacerda Filho <i>et al.</i> (2006)
Batólito Alumiador	Godoy <i>et al.</i> (2007a, 2009); Cordani <i>et al.</i> (2010).

Cordani *et al.* (2010) apresentaram dados K-Ar e  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  (*plateaus*) para biotita das rochas do Granito Alumiador cujos resultados mostraram respectivamente  $1314 \pm 19$  e  $1302 \pm 3$  Ma. Tais análises junto às das outras litologias realizadas na região do Terreno Rio Apa, sugerem que idades próximas a 1300 Ma estão associadas 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.

Araújo *et al.* (1982) apresentaram para os litotipos plutônicos, isócronas Rb-Sr de referência, cujos resultados acusaram  $1600 \pm 40$  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 generalizado metamorfismo de médio a alto grau, o que produziu uma homogeneização isotópica de Sr elevada que afetou todos os litotipos do Terreno Rio Apa.

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 valores de  $\epsilon\text{Nd}(T)$  levemente negativos (-0,68), sugestivos de pouco envolvimento de material crustal na sua gênese das rochas analisadas.

Cordani *et al.* (2010) apresentaram idades isotópicas de rocha total Sm-Nd para a unidade plutônica que mostraram idade modelo  $T_{DM}$  de 2,49 Ga. Estes resultados sugerem que a Suíte Intrusiva Alumiador está inclusa no grupo mais antigo quanto a evolução crustal do Terreno Rio Apa, juntamente com a Serra da Alegria e os gnaisses bandados Porto Murtinho de Cordani *et al.* (2010), tendo estas litologias sido formadas no final do Arqueano, segundo Cordani *et al.* (2010), com idade modelo  $T_{DM}$  de 2,52 Ga.

A tabela I.3 apresenta resultados de análises geocronológicas dos granitos da Suíte Intrusiva Alumiador através dos métodos U-Pb (SHRIMP) em zircões, K-Ar e Ar-Ar em biotitas, Rb-Sr e Sm-Nd em rocha total, pelos autores Araujo *et al.*, 1982, Lacerda-Filho *et al.* 2006 e Cordani *et al.* 2010.

Geoquimicamente as rochas da Suíte Intrusiva Alumiador foram consideradas por Godoy *et al.* (2006, 2007) como cálcio-alcálicas pertencentes à série de alto potássio, transicionando para série

shoshonítica, caráter predominantemente peraluminoso a metaluminoso e são classificadas como granitos sin-colisionais de arco magmático a pós-colisionais de ambiente de intraplaca.

**Tabela I.3.** Datações realizadas nas rochas graníticas através dos métodos U-Pb (SHRIMP) em zircões, K-Ar, Ar-Ar, Rb-Sr e Sm-Nd.

<b>IDADES</b>					
<b>U-Pb SHRIMP (Ga)</b>	<b>K-Ar (Ma)</b>	<b>Ar-Ar (Ma)</b>		<b>Rb-Sr (Ma)</b>	<b>Sm-Nd TDM (Ga)</b>
		Idade Platô	Idade Integrada		
1867 (b)	1314 ± 19	1302 ± 3	1296 ± 2	1630 (c) 1740 (c)	2,49
1839 ± 33 (c)	(c)	(c)	(c)	1600 ± 40 (a)	(c)

Referencias: (a) Araujo *et al.* (1982); (B) Lacerda-Filho *et al.* (2006) e (c) Cordani *et al.* (2010).

### I.3. GEOLOGIA LOCAL

#### I.3.1. LITOESTRATIGRAFIA DA REGIÃO DO GRANITO CERRO PORÃ

O presente item apresenta os dados da investigação geológica realizada na Serra da Esperança. O mapeamento geológico na escala 1:50.000 permitiu a caracterização de unidades anteriormente relatadas como a Formação Serra da Bocaina (Brittes *et al.* 2011 a, b e c; e 2012; submetido) e o Grupo Amolar (Theodorovicz & Câmara; 1991 e Lacerda Filho *et. al.*; 2006), bem como estudar e diferenciar o GCP, pertencente a Suíte Intrusiva Alumiador.

As unidades que estão no entorno do GCP são abordadas neste capítulo, no entanto por se tratar do objeto principal desta pesquisa, este batólito constitui o artigo científico submetido á Revista Brasileira de Geociências correspondente ao Capítulo II desta dissertação.

As unidades litoestratigráficas que ocorrem na área mapeada, dispostas da base para o topo são as seguintes: Granito Cerro Porã, Formação Serra da Bocaina e Grupo Amolar, bem como Formação Pantanal e Aluviões Recentes conforme dispostos na coluna estratigráfica (Figura I.5) e no mapa geológico (Figura I.6).

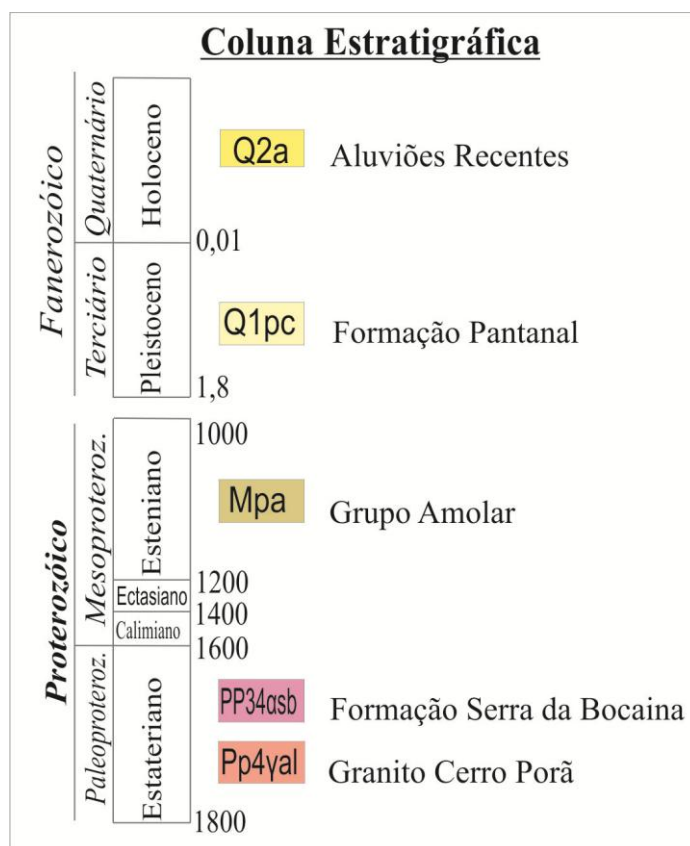


Figura I.5. Coluna estratigráfica esquemática da área mapeada.

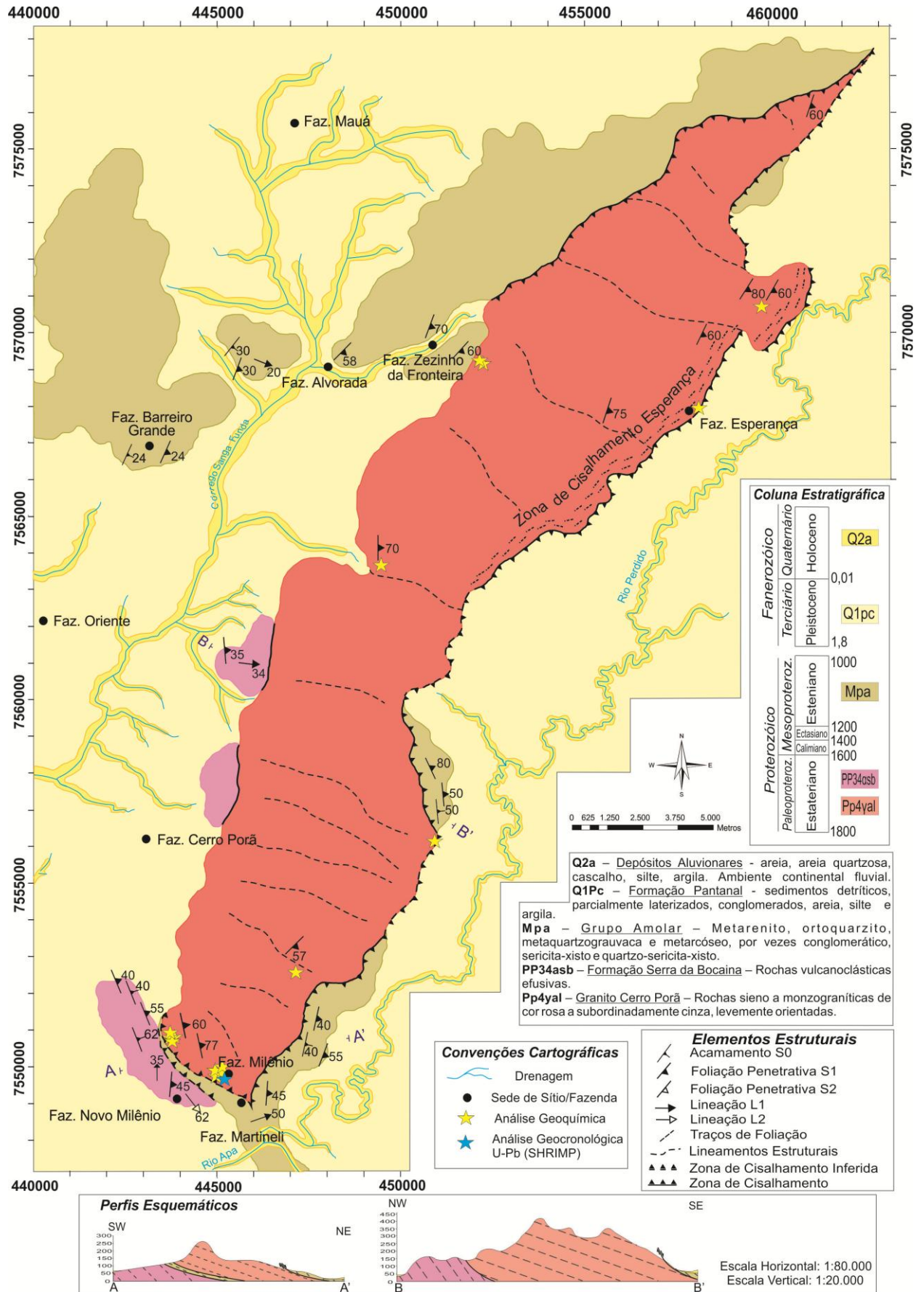


Figura I.6. Mapa geológico do Granito Cerro Porã e unidades adjacentes.

### **I.3.1.1. Formação Serra da Bocaina**

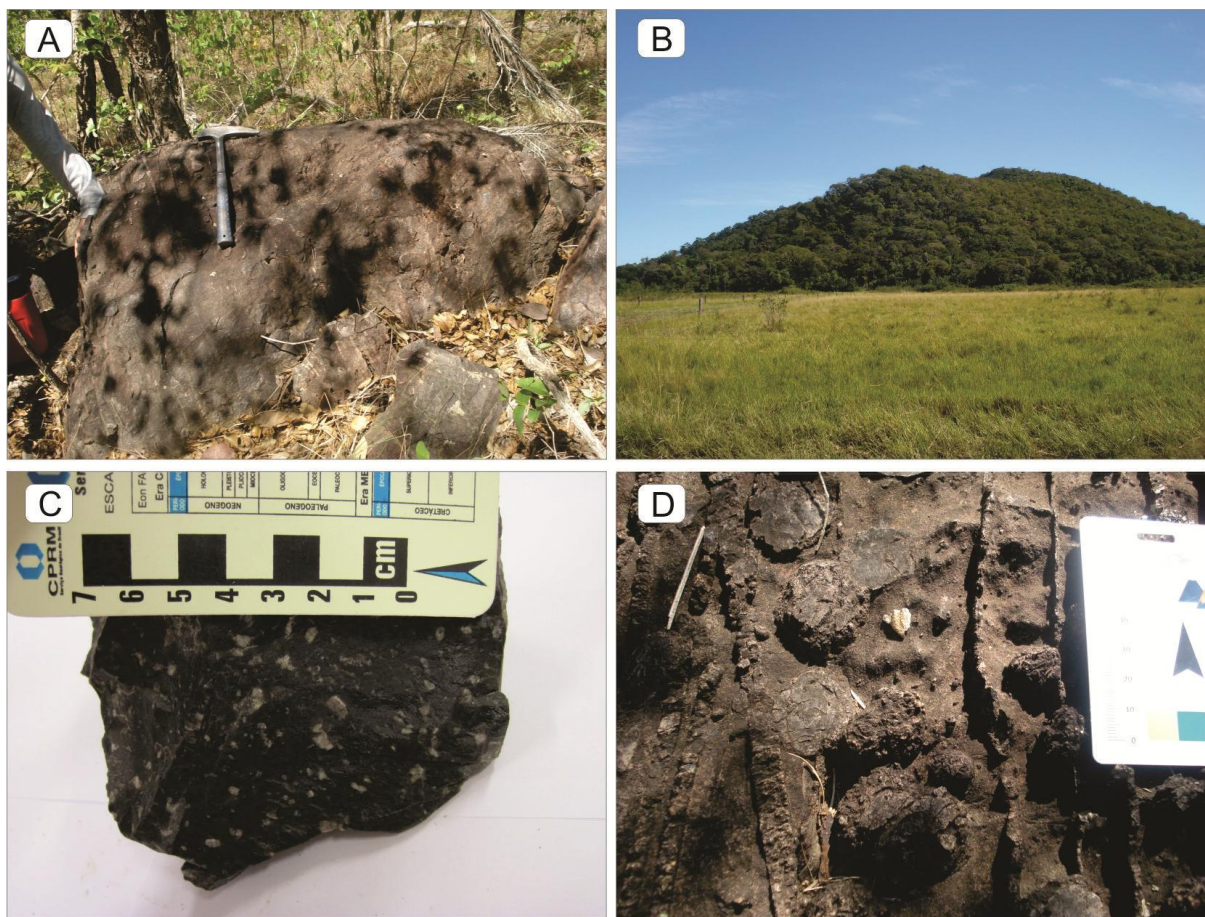
A Formação Serra da Bocaina localiza-se nas partes sudoeste e SSW da área, sendo que as rochas da primeira porção apresentam contato abrupto com o GCP, enquanto os litotipos aflorantes à SSW expõem-se em contato tectônico com os metassedimentos do Grupo Amolar, sendo ambas as extensões ocidentais encobertas pelos sedimentos quaternários da Formação Pantanal. Aflora como blocos (Figura I.7 A), matacões e lajedos e ocorre em morros e morrotes arredondados (Figura I.7 B) mais baixos do que aqueles do GCP.

Esta formação é representada na área de estudo por duas fácies piroclásticas: Reoignimbrito e Brecha Ignimbrítica descritas por Brittes *et al.* (2011 a, b e c); e 2012; submetido) na Serra da Bocaina, localizada a noroeste da poligonal estudada.

A Fácies Reoignimbrito aflora nas porções centro-sudoeste e SSW, apresenta cor cinza-escuro, matriz cinerítica fina (< 0,06 mm) e sua paragênese é composta essencialmente por quartzo, plagioclásio e, subordinadamente, feldspato alcalino, todos sem orientação preferencial. O plagioclásio é o mineral mais abundante e apresenta cor esbranquiçada que contrasta com a tonalidade cinza da rocha (Figura I.7 C).

A Fácies Brecha Ignimbrítica expõe-se na parte SSW da área mapeada e caracteriza-se pela presença de litoclastos de tamanhos diversos. Apresenta cor cinza-escuro a cinza-esverdeado e fenocristais de quartzo, plagioclásio e feldspato alcalino imersos em uma matriz de tamanho cinza fina a cinza grossa. Os fragmentos líticos mostram-se arredondados, achatados, estirados e orientados de acordo com a foliação regional NW/SE, com dimensões que variam entre 0,3 a 5 cm aproximadamente. (Figura I.7 D).



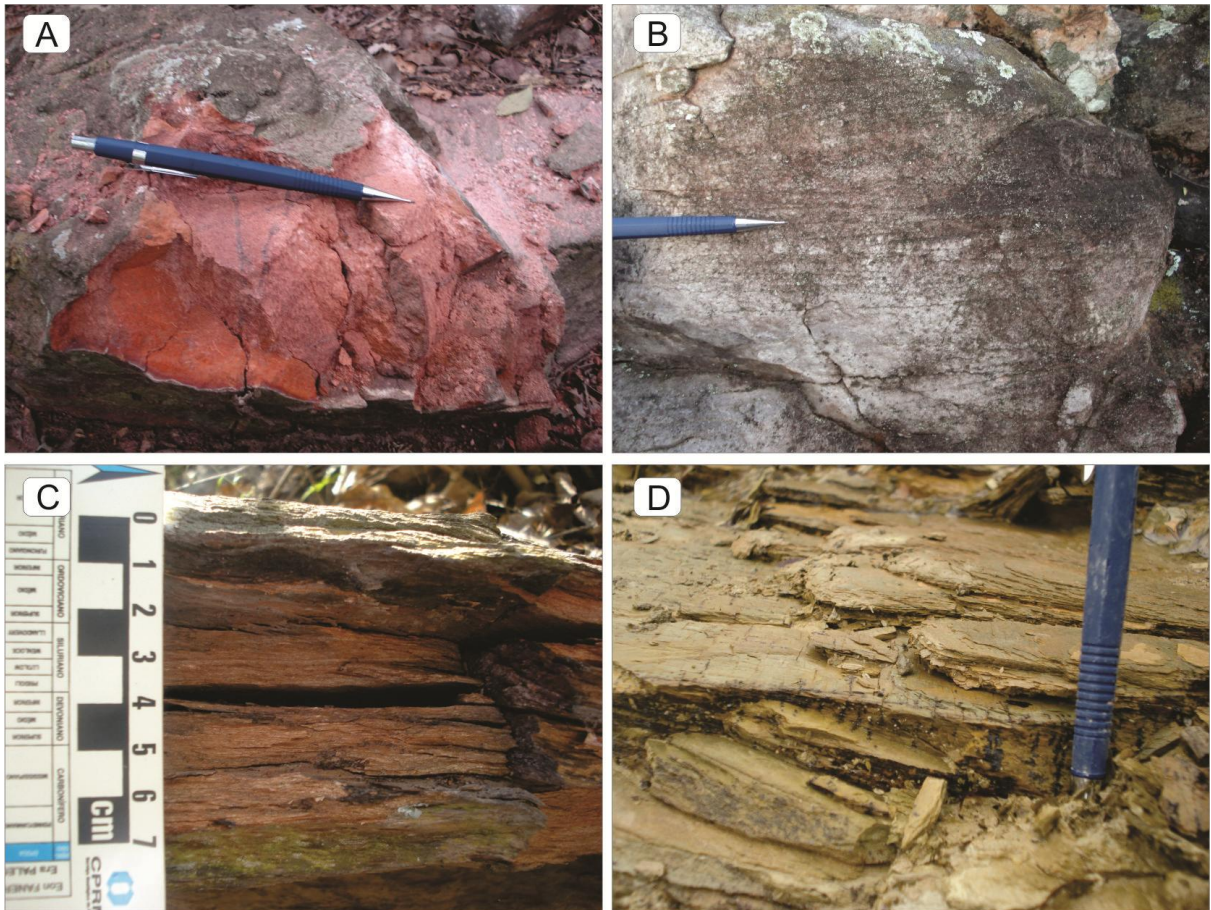


**Figura 1.7.** Fotografias da Formação Serra da Bocaina ilustrando: (A) forma de ocorrência em blocos; (B) aspecto geomorfológico; (C) amostra de mão da Fácies Reoignimbrito; (D) aspecto macroscópico em afloramento da Fácies Brecha Ignimbrítica.

### 1.3.1.2. Grupo Amolar

O Grupo Amolar aflora nas porções noroeste, nordeste, sudeste e sul da área estudada e ocorre em forma de morros, morrotes, blocos e lajedos. Mantém contato tectônico com as rochas do GCP e com as piroclásticas da Formação Serra da Bocaina e mostra-se encoberto pelos sedimentos da Formação Pantanal.

A partir das características de campo observou-se a presença de três litotipos pertencentes ao Grupo Amolar: quartzito, siltito quartzoso e sericita-xisto. Os quartzitos são predominantes e ocorrem nas porções noroeste, nordeste e sul da área, e mostram-se com granulação média a fina, cor esbranquiçada a laranja e estratificação cruzada e tabular (Figuras I.8 A e I.8 B). Os siltito-quartzosos ocorrem em pequenas porções a NNE e centro da área e apresentam granulação fina com cristais destacados de quartzo, cor esbranquiçada a verde e amarelo (Figura I.8 C). Os sericita-xistos afloram na parte central da área estudada, em menor proporção, com granulação fina e cor variando de bege a laranja (Figura I.8 D).



**Figura 1.8.** Aspectos macroscópicos das rochas do Grupo Amolar: (A) quartzito; (B) quartzito com estratificação paralela; (C) siltito-quartzoso; (D) sericita-xisto.

### **1.3.1.3. Formação Pantanal**

A Formação Pantanal define a morfologia de relevo baixo da área mapeada e recobre parcialmente, todas as unidades descritas, bem como grande parte das porções milonitizadas do GCP. É constituída por depósitos arenosos e siltico-argilosos, com pouco cascalho e abrange sedimentos, por vezes, laterizados que variam de consolidados a semi-consolidados.



## CAPÍTULO II

### ARTIGO SUBMETIDO À REVISTA BRASILEIRA DE GEOCIÊNCIAS

---

#### BATÓLITO CERRO PORÃ: GRANITO TIPO A – PÓS-OROGÊNICO DO ARCO MAGMÁTICO AMOGUIJÁ – TERRENO RIO APA – SUL DO CRÁTON AMAZÔNICO

DALILA PEXE PLENS<sup>(1,4,5)</sup>, AMARILDO SALINA RUIZ<sup>(1,2,4,5)</sup>, MARIA ZÉLIA AGUIAR DE SOUSA<sup>(1,3,5)</sup>

- (1) Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Ciências Exatas e da Terra – (ICET), Universidade Federal de Mato Grosso – (UFMT) – Avenida Fernando Corrêa, s/n, Bairro Coxipó. CEP: 78060-900. Cuiabá-MT, Brasil. E-mail: dalilaplens@gmail.com; afbrittes@gmail.com
- (2) Departamento de Geologia Geral, ICET, UFMT. E-mail: asruiz@gmail.com
- (3) Departamento de Recursos Minerais, ICET, UFMT. E-mail: prof.mzaguiar@gmail.com.br
- (4) Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Geociências da Amazônia (GEOCIAM)
- (5) Grupo de Pesquisa em Evolução Crustal e Tectônica – Guaporé

#### RESUMO

O Granito Cerro Porã é um corpo de aproximadamente 30 por 4 km de extensão, localizado na região de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul. Situa-se nos domínios do Terreno Rio Apa, porção sul do Cráton Amazônico. Constitui-se pela Fácies sienogranítica rosa e Fácies monzogranítica cinza. A primeira é caracterizada por textura equi a, essencialmente, inequigranular xenomórfica e pela presença constante de intercrescimentos gráfico e granofírico, e constituem-se por feldspatos alcalinos, quartzo e plagioclásio, tendo biotita como único máfico primário. A Fácies monzogranítica cinza apresenta textura porfirítica, com uma matriz de granulação fina gráfica a granofírica e consiste de quartzo, plagioclásio, feldspatos alcalinos e agregados máficos (biotita e anfibólio). Ambas foram metamorfizadas na fácies xisto verde e a Fácies sienogranítica rosa mostra-se milonitizada quando em zonas de cisalhamento. Foi identificado um evento deformacional dúctil-rúptil originado em regime compressivo, responsável pela geração de xistosidade e lineação de estiramento mineral. A Zona de Cisalhamento Esperança relaciona-se a esta fase e reflete a história cinemática convergente, reversa a de cavalgamento, com transporte de topo para NWW. Quimicamente, esses litotipos classificam-se como granitóides do tipo A da série alcalina potássica saturada em sílica. Determinação geocronológica obtida pelo método U-Pb (SHRIMP) em zircão, forneceu idade de 1749±45 Ma para sua cristalização. Do ponto de vista geotectônico, admite-se que o Granito Cerro Porã corresponda a um magmatismo associado a um arco vulcânico desenvolvido no Estateriano e que sua colocação se deu no estágio tardi a pós-orogênico.

Palavras Chaves: Granito Cerro Porã, Granito tipo A, Geoquímica, Geocronologia U-Pb.

#### *ABSTRACT – CERRO PORÃ GRANITE: RECORD IGNEOUS LATER-TECTONIC OF THE AMOGUIJÁ MAGMATIC ARC – TERRENO RIO APA – SOUTH AMAZONIAN CRATON*

The Cerro Porã Granite is 30 for 4 kilometers larger, situated at the region of the Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul. It is located in Terreno Rio Apa, at the southern portion of the Amazonian Craton. It consists of Pink Sienogranitic Facies and Gray Monzogranitic Facies. The first facies is characterized of xenomorphcs equigranular to essentially inequigranular texture and of constant presence of the graphic and granophirics intergrowths, and it is constituted of alkali feldspar, quartz and plagioclase, with biotite how single primary mafic. The Gray Monzogranitic Facies shows porphyritic texture with graphic to granophiric fine-grained groundmass and it consist of quartz, plagioclase, alkali feldspar and mafic aggregates (biotite and amphibole). Both the facies were metamorphosed at greenschist facies and the Pink Sienograticit Facies is milonytic when in shear zones. Where identified one event of ductile-brittle deformation originated in compressive system and it were responsible for the schistosity and mineral stretching lineation. The development of Esperança Shear Zone is related to this deformational phase and reflects the cinematic history of the reverse convergent system with top transport to NWW. Chemically these rock types are classified as tipe A granitoids of range alkaline potassium saturated on silica. Determination geochronological achieved by U-Pb (SHRIMP) method with zircon ages, supplid 1749 ± 45 Ma age for crystallization to this rocks. From the geotectonic point, admits that Cerro Porã Granite correspond to a magmatism associated with a magmatic arc developed in Statherian and your placing was in stage late to post-orogenic.

Keywords: Cerro Porã Granite, Granite type A, Geochemistry, Geochronology U-Pb.

## II.1. INTRODUÇÃO

Desde os estudos pioneiros de Hussak (1894) *in* Lisboa (1909) sabe-se da existência de volumoso magmatismo de natureza ácida na atual região SW de Mato Grosso do Sul. Correia Filho *et al.* (1981), Araújo *et al.* (1982) e Godoi *et al.* (2001) agruparam tais intrusões como pertencentes à Suíte Intrusiva Alumiador e Lacerda Filho *et al.* (2006) as posicionaram como parte do Arco Magmático Amoguijá com idades U-Pb (SHRIMP) em zircão em torno de 1867 Ma. Cordani *et al.* (2010) estabeleceram idades de  $1839 \pm 33$  Ma, obtidas pelo mesmo método para estas rochas.

O propósito deste trabalho é contribuir para a compreensão da história magmática da Suíte Intrusiva Alumiador e, como consequência, do Arco Magmático Amoguijá, através da caracterização geológica e petrográfica do Granito Cerro Porã (GCP). Análises geoquímicas e geocronológicas (U-Pb/SHRIMP em zircão) foram empregadas para definir a idade de colocação da intrusão, a petrogênese do magma e o provável ambiente tectônico onde foi gerado.

## II.2. CONTEXTO TECTÔNICO REGIONAL

O Cráton Amazônico constitui a maior entidade geotectônica pré-cambriana da América do Sul e está dividido pela Sinéclise do Amazonas em dois escudos: o Escudo Brasil Central e o Escudo das Guianas. Desde Cordani *et al.* (1979) a evolução do Cráton Amazônico é interpretada como uma sucessão de arcos magmáticos acrescidos à margem de um núcleo arqueano, a Província Amazônia Central. Crescimento de crosta juvenil e retrabalhamento crustal atuaram em sucessivos eventos orogênicos e tectogênicos do Paleozoico ao Neoproterozóico segundo Cordani e Brito Neves (1982), Teixeira *et al.* (1989), Tassinari (1996), Tassinari e Macambira (1999), Cordani e Teixeira (2007), Santos *et al.* (2000, 2008), Ruiz (2005), Bettencourt *et al.* (2010) e Cordani *et al.* (2010) entre outros.

Resgatando a concepção de Almeida (1967) e Amaral (1974), Ruiz (2005) e Cordani *et al.* (2010), com base em considerações geológicas e geocronológicas, posicionaram o Terreno Rio Apa como parte do Cráton Amazônico (Figura II.1), proposta adotada neste trabalho.

Lacerda Filho *et al.* (2006) subdividiram o Terreno Rio Apa em três compartimentos geotectônicos distintos, a saber: a) Remanescente de Crosta Oceânica, riaciana, representada pelo Complexo Metamórfico Alto Tereré; b) Arco Magmático Rio Apa, de idade orosiriana, representado por Gnaisses do Complexo Rio Apa e o Arco Magmático Amoguijá, estateriano, constituído pela Formação Serra da Bocaina e pelos granitóides da Suíte Intrusiva Alumiador. Corpos máficos sob forma de batólitos e diques são agrupados como parte do Magmatismo Máfico Continental de provável idade estateriana ou toniana.

As descrições iniciais referentes às rochas do Granito Alumiador foram feitas por Hussak (1894) *in* Lisboa (1909) e Oliveira & Moura (1944). Corrêa *et al.* (1976), usaram o termo Complexo Basal para referirem-se às rochas graníticas e micrograníticas intrusivas de natureza ácida do Pré-Cambriano Inferior a Médio. Schobbenhaus & Soares (1979) descreveram maciços intrusivos compostos por granitos, granófiros, granitos gráficos, biotita microgranitos porfiríticos, aplitos e

gnaiesses graníticos. Nogueira *et al.* (1978) chamaram de Intrusivas Ácidas três corpos graníticos ao longo da borda ocidental da Serra da Bodoquena.

Correia Filho *et al.* (1981) e, posteriormente, Araújo *et al.* (1982) utilizaram o termo Suíte Intrusiva Alumiador para designar aos granitóides que sustentam as serrarias do Alumiador, expostos como corpos graníticos, granodioritos e, mais raramente, subvulcânicos constituídos por granófiros diversos, incluindo tipos microgranulares, porfiríticos.

Godoi *et al.* (2001) restringiram o termo Suíte Intrusiva Alumiador para descrever microgranitos, granófiros, granitos, granodioritos e monzogranitos; enquanto Godoy *et al.* (2007 e 2009) usaram o termo Batólito Alumiador para descrever as rochas isotrópicas a fracamente anisotrópicas, leucocráticas, de coloração variando de cinza a predominantemente rósea.

Os dados U-Pb (SHRIMP) apresentados por Lacerda Filho *et al.* (2006) e Cordani *et al.* (2010) indicaram, respectivamente, valores de 1867 Ma e 1839±33 Ma para as rochas do Granito Alumiador. Cordani *et al.* (2010) reportaram isócronas Rb-Sr de referência para as rochas do Granito Alumiador variando entre 1630 a 1740 Ma com razão inicial de 0,705.

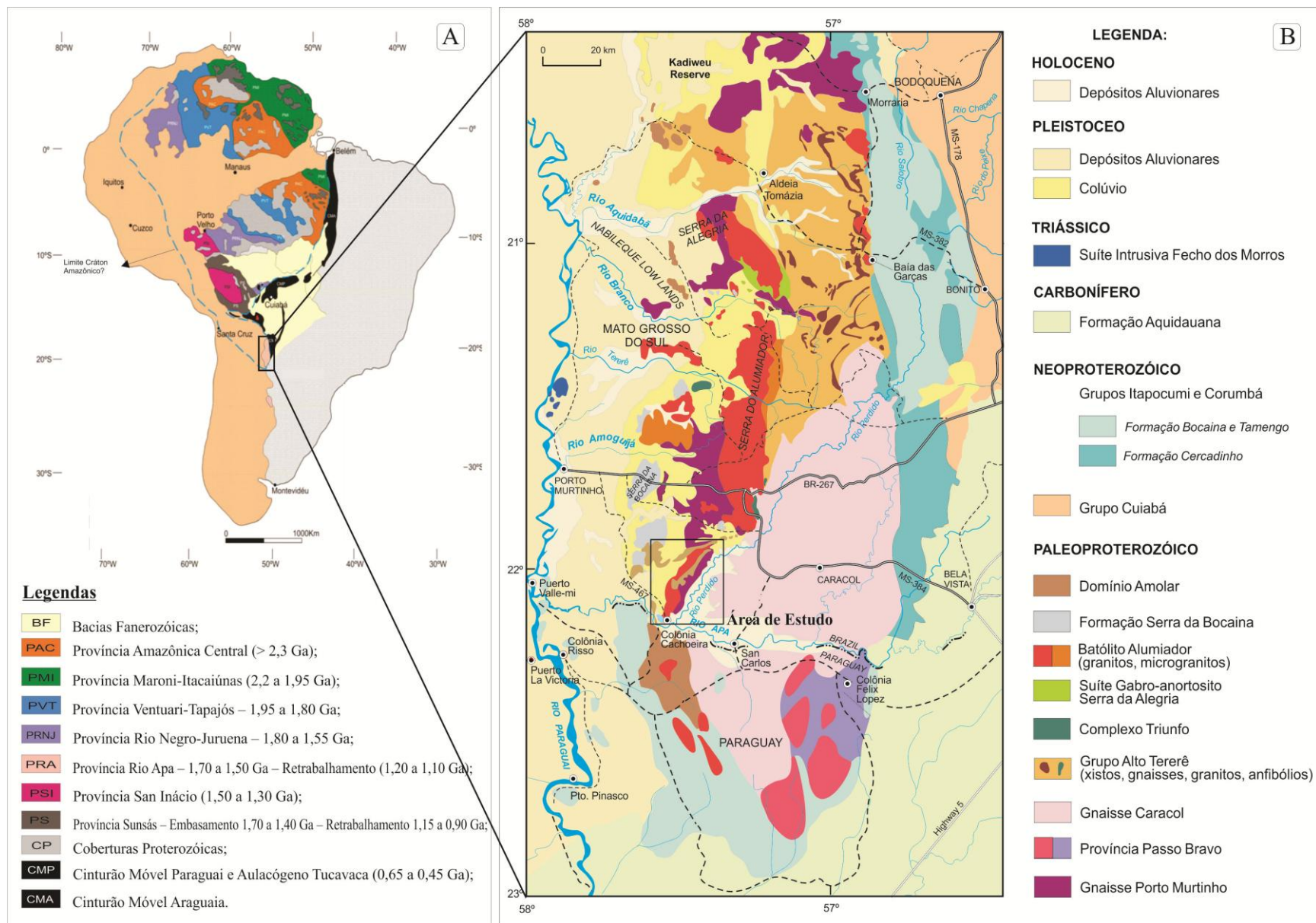
Lacerda Filho *et al.* (2006) apresentaram resultados Sm-Nd (RT), com idade modelo (TDM) de 2.17 Ga para o Granito Alumiador e valores de  $\epsilon_{Nd}(T)$  levemente negativos -0,68.

Resultados Ar-Ar e K-Ar para as rochas graníticas variam entre 1300 a 1315 Ma (Araújo *et al.* 1982 e Cordani *et al.* 2010). A tabela II.1 sumariza os dados geocronológicos disponíveis para as rochas da Suíte Intrusiva Alumiador.

**Tabela II.1.** Análises realizadas nas rochas graníticas da Suíte Intrusiva Alumiador, pelos métodos U-Pb (SHRIMP) em zircões, K-Ar, Ar-Ar, Rb-Sr e Sm-Nd.

IDADES					
U-Pb SHRIMP Ga.	K-Ar Ma	Ar-Ar (biotita) Ma		Rb-Sr Ma	Sm-Nd
		Idade Platô	Idade Integrada		TDM Ga.
1867**				1630* a 1740*	
1839 ± 33*	1314 ± 19*	1302 ± 3*	1296 ± 2*	1600 ± 40***	2,49*

Referências: \*Cordani *et al.* 2010; \*\*Lacerda-Filho *et al.* 2006 e \*\*\* Araujo *et al.*, 1982.



**Figura II.1:** (A) Compartimentação do Cráton Amazônico extraído e adaptado de Ruiz (2005), destacando-se o Terreno Rio Apa; (B) Esboço geológico do Terreno Rio Apa, extraído e adaptado de Cordani *et al.* (2010).

### **II.3. ASPECTOS DE CAMPO E PETROGRÁFICOS DO GRANITO CERRO PORÃ**

O GCP, individualizado neste trabalho, é um batólito alongado segundo a direção NNE, com aproximadamente 120 km<sup>2</sup>. A porção sul da intrusão segue a direção NS, enquanto a norte orienta-se segundo N30E, conferindo uma forma curvilínea a Serra da Esperança. A intrusão mantém contatos tectônicos com o Grupo Amolar e Formação Serra da Bocaina e, em grande parte, é recoberta pelos sedimentos da Formação Pantanal (Figura II.2).



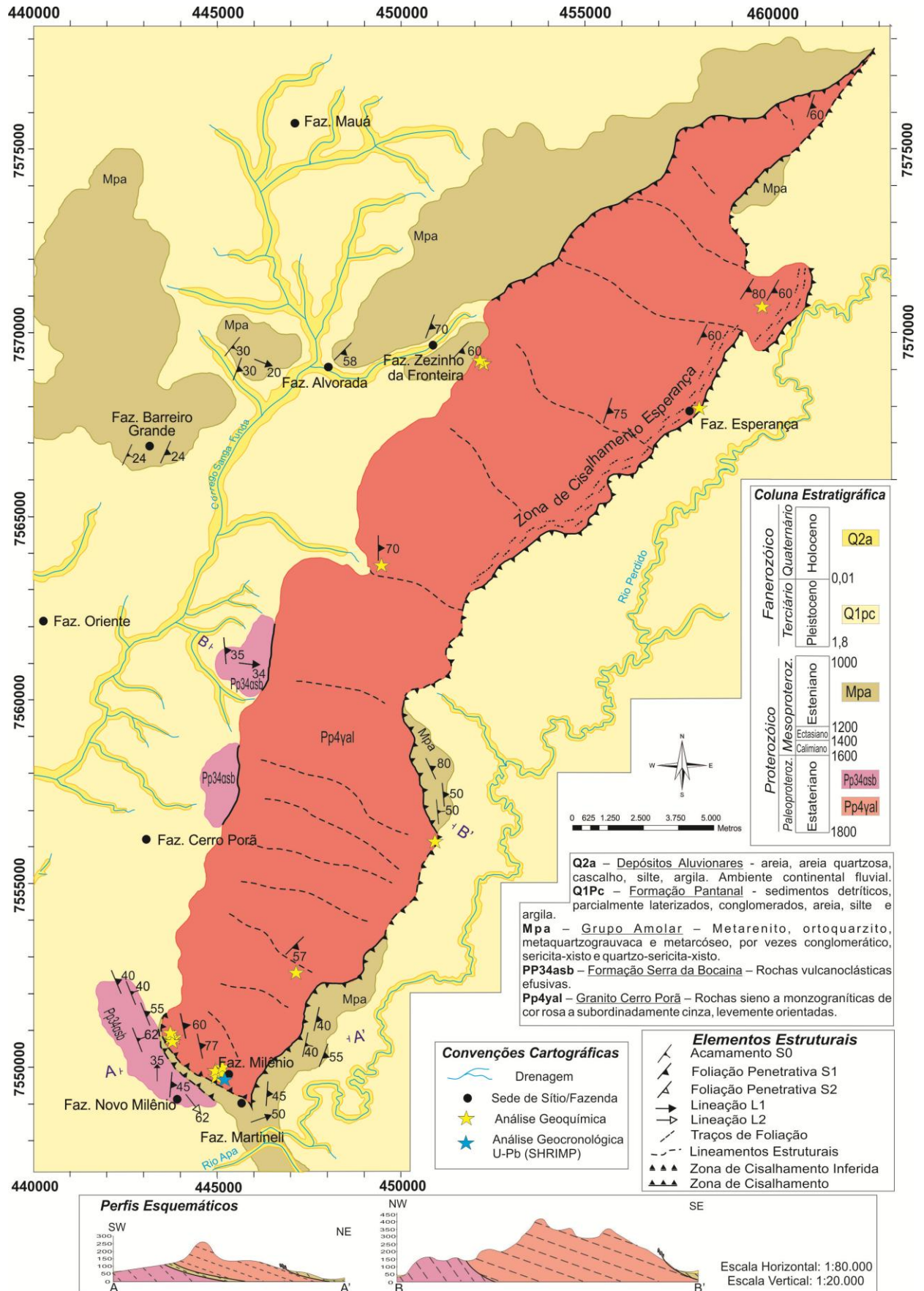
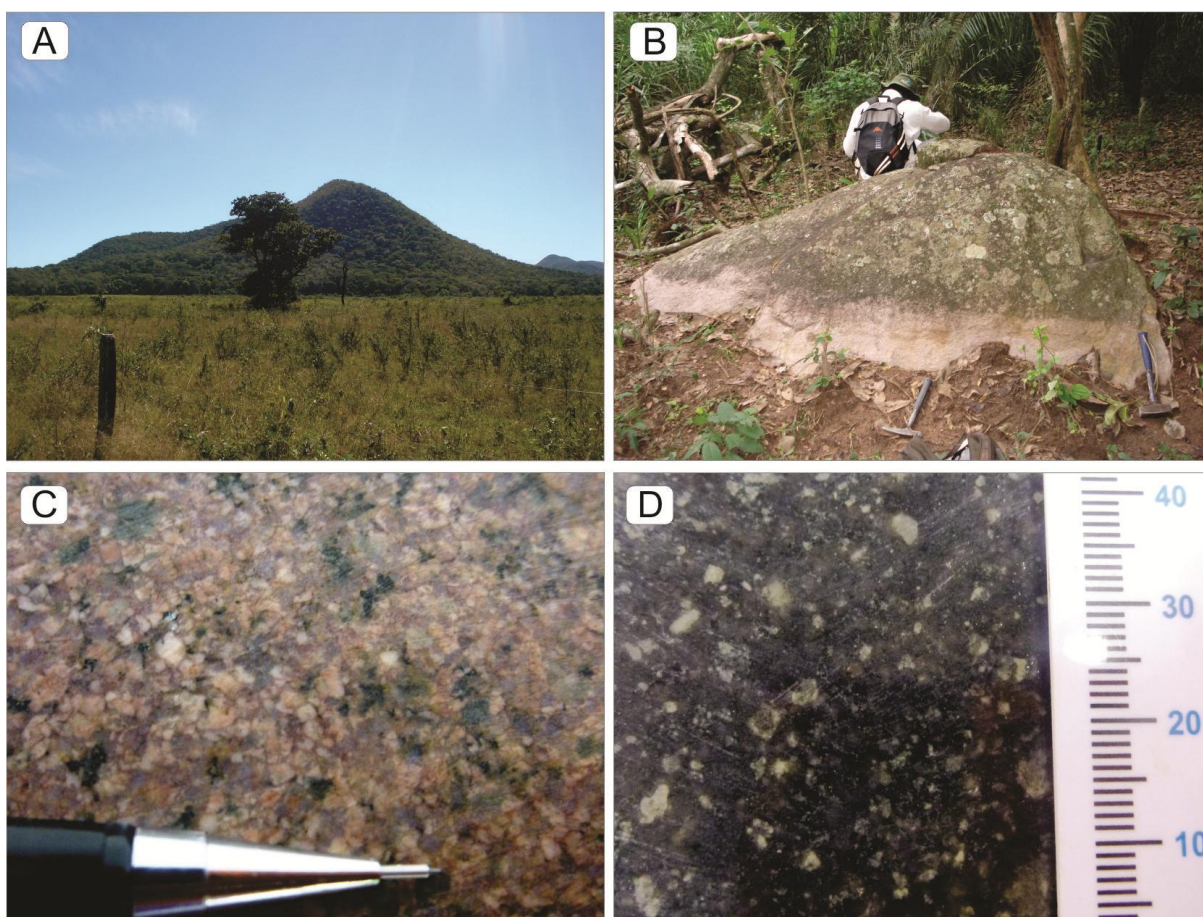


Figura II.2. Mapa geológico da região da Serra da Esperança destacando o Granito Cerro Porã e unidades adjacentes. Localização das amostras com análise geoquímica e geocronológica.

Com base nas características de campo e petrográficas, as rochas do GCP foram agrupadas em duas fácies petrográficas: a) Fácies Sienogranítica Rosa (FSR) e b) Fácies Monzogranítica Cinza (FMC).

A FSR constitui aproximadamente 95% da intrusão e ocorre em forma de blocos e lajedos e define a paisagem da Serra Esperança (Figuras II.3 A e II.3 B). É formada por rochas de cor rosa, textura predominantemente equi a, essencialmente, inequigranular média a fina, faneríticas, leucocráticas, levemente foliadas a maciças, tendo biotita como único máfico essencial, por vezes, em percentual que não atinge 5%, caracterizando algumas amostras como hololeucocráticas (Figura II.3 C). A FMC é observada apenas na porção sul do batólito, exibe-se em blocos e lajedos e faz contato abrupto com a FSR. Consiste de litotipos de cor cinza-escuro e textura inequigranular média a fina até porfirítica, isotrópicos a levemente orientados, leucocráticos, onde se destacam fenocristais de quartzo, plagioclásio, feldspato alcalino e agregados máficos (biotita, anfibólio e opacos; Figura II.3 D).



**Figura II.3.** Fotografias do GCP ilustrando: (A) aspecto geomorfológico da Serra da Esperança; (B) forma de ocorrência em blocos; (C) aspecto macroscópico da FSR; (D) aspecto macroscópico da FMC com textura porfirítica e, localmente, *rapakivi*.

Opticamente, as rochas da FSR apresentam textura inequigranular a equigranular xenomórfica e caracterizam-se pela presença constante de intercrescimentos gráfico e granofírico, além de pouca quantidade de máficos, por vezes, inferior a 5%. Constituem-se essencialmente por feldspatos alcalinos, quartzo e plagioclásio, tendo biotita como a única fase máfica primária essencial. A

paragênese acessória primária consiste de titanita, allanita, apatita, zircão e opacos; enquanto os produtos de alteração ou fases de metamorfismo de baixo grau, da fácies xisto verde, estão representados por clorita, sericita, epidoto, calcita, argilo-minerais, fluorita, rutilo e opacos. Pode apresentar fraturamentos preenchidos por clorita e outros minerais de alteração. Quando em zonas de cisalhamento, estas rochas são classificadas como milonitos, conforme os critérios de Sibson (1977), apresentando textura típica com predomínio de matriz.

A FMC, ao microscópio, apresenta textura porfírica com uma matriz de granulação fina gráfica a granofírica onde se destacam cristais maiores de plagioclásio intensamente alterados, bem como, de feldspatos alcalinos e quartzo. Constitui-se por uma paragênese primária formada por quartzo, plagioclásio, feldspatos alcalinos e agregados máficos (anfíbólio, biotita e opacos), tendo como minerais acessórios apatita, titanita e opacos, e como produtos de alteração sericita, muscovita, argilo-minerais, epidoto/clinozoizita, calcita e opacos. Diferentemente da FSR, os máficos ocorrem sempre em agregados e perfazem aproximadamente 30 % da composição modal dessas rochas.

Os feldspatos alcalinos ocorrem como fenocristais embaiados e com golfos de corrosão ou em grãos intercrescidos com quartzo formando uma matriz gráfica a granofírica fina (Figura II.4 A). São peritéticos e correspondem, predominantemente, à microclina com geminação em grade (Figura II.4 B) e ao ortoclásio com macla Carlsbad (Figura II.4 C). Ocorrem em cristais subédricos de hábito tabular a grãos anédricos, de dimensões variáveis, geralmente turvos pela alteração para argilo-minerais e sericita, apresentando por vezes bordas cominuídas. Principalmente nos litotipos da zona de cisalhamento, além de porfiroclastos, constituem fase da matriz representando uma segunda geração de microclina, em grãos menores, inalterados (Figura II.4 D). Localmente, nas rochas da FMC observa-se textura *rapakivi* onde um núcleo de feldspato alcalino é envolto por uma fina camada de plagioclásio intensamente saussuritizado (Figura II.4 E).

O quartzo é encontrado em cristais subédricos intersticiais e grãos anédricos, bem como, constitui intercrescimento gráfico a granofírico com microclina apresentando-se com hábitos vermiculares, cuneiformes ou lobados, principalmente nas bordas dos feldspatos alcalinos; por vezes as vermículas são conectadas ao quartzo intersticial, representando a última fase cristalizada. Na FMC constitui também fenocristais lípidos comumente embaiados e com golfos devido a processos de corrosão magmática (Figura II.4 F). Nos litotipos milonitizados, ocorre em grãos recristalizados nas bordas de porfiroclastos e em cristais poligonais formando textura em mosaico. A deformação intracristalina do quartzo é marcada por extinção ondulante, lamelas e bandas de deformação e pela presença de subgrãos.

O plagioclásio corresponde à albita ou oligoclásio e ocorre em fenocristais subédricos a anédricos ou em pequenos cristais da matriz, com geminações do tipo albita e/ou periclina e/ou Carlsbad, por vezes exibindo encurvamento de suas lamelas, o que sugere deformação dúctil (Figura II.4 G). Constitui também a fase hospede do intercrescimento peritético, disposto em fios, filmes ou em grãos. Encontra-se ainda com textura mirmequítica e pode ocorrer turvo evidenciando avançados



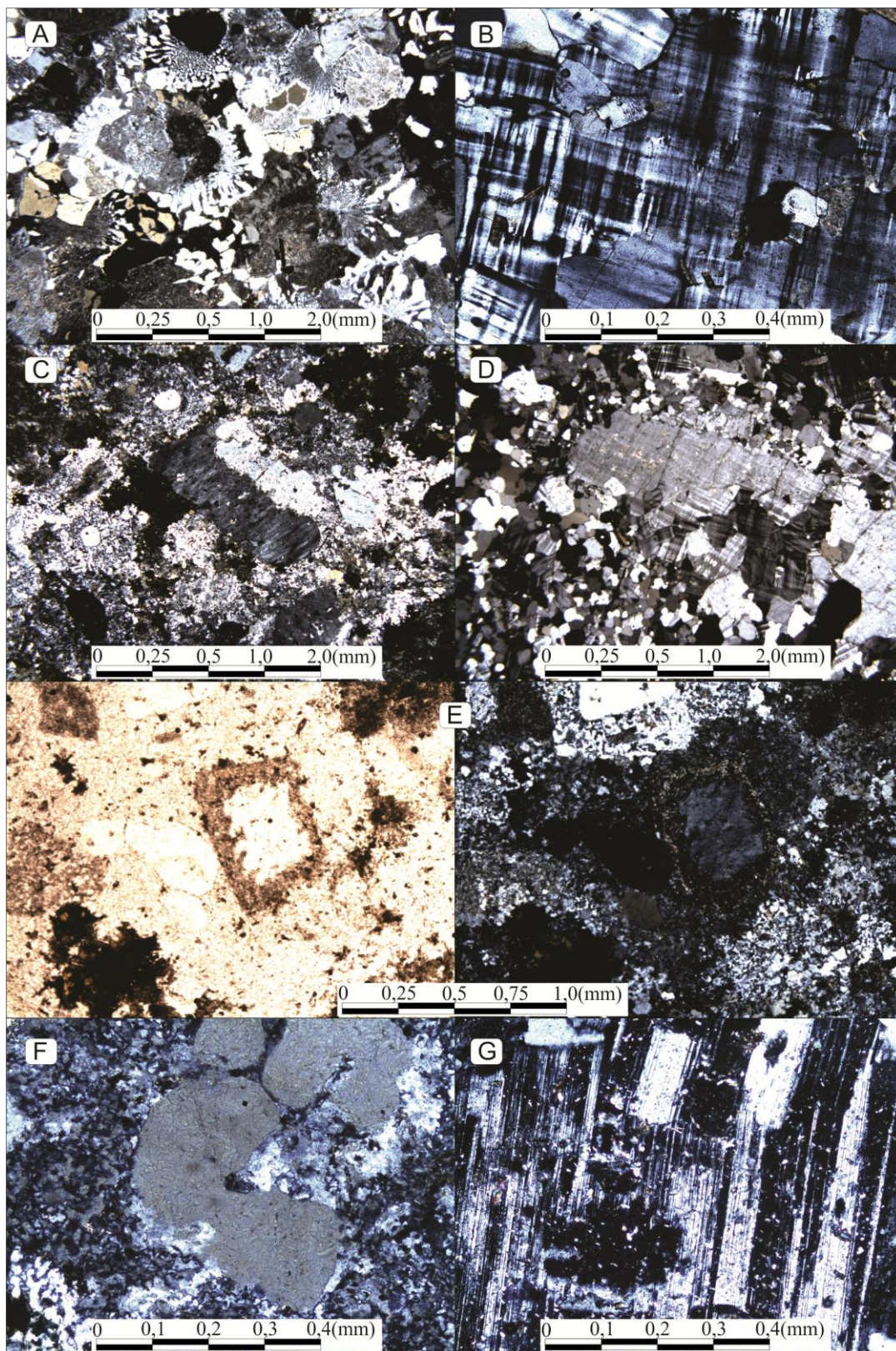
estágios pós-magmáticos, tais como, saussuritização e argilização. Na FMC exibe-se em fenocristais subédricos tabulares intensamente argilizados e/ou saussuritizados, onde a geminação polissintética é identificada apenas de maneira reliquiar.

A biotita representa a única fase máfica primária essencial das rochas da FSR e ocorre em palhetas e plaquetas anédricas a subédricas, com pleocroísmo castanho-claro a marrom, parcial a totalmente substituída por clorita ou muscovita mostrando-se, por vezes, deformadas em *kink-band*. Nos litotipos deformados, apresenta-se em palhetas orientadas segundo a foliação milonítica. Na FMC constitui agregados de palhetas de pleocroísmo castanho-amarelado a marrom-claro, dispostas de forma randômica, associadas ao anfibólio, epidoto, titanita e opacos. Inclui, por vezes, cristais euédricos a subédricos de zircão, que nela desenvolve halos pleocróicos.

O anfibólio, possivelmente riebeckita, é encontrado apenas na FMC compondo agregados máficos, em grãos de pleocroísmo verde azulado a verde-escuro quase totalmente pseudomorfizado para um conjunto de palhetas finas de biotita e, principalmente, opacos que preenchem seus traços de clivagens.

A allanita ocorre como um mineral primário acessório em minúsculos grãos metamícticos, de cor amarelada, associados a epidoto. Outros minerais do grupo do epidoto, além da allanita, são encontrados como produtos de saussuritização, em geral, em grãos minúsculos no plagioclásio, anfibólio e biotita. A apatita representa uma fase acessória primária, mostrando-se com hábito acicular, inclusa, indiscriminadamente, nos feldspatos e biotita. A titanita também é primária e ocorre em cristais subédricos que podem perfazer até 2% da composição modal de alguns litotipos. O zircão apresenta-se em pequenos cristais euédricos a subédricos bipiramidais, ou em minúsculos grãos dispersos na matriz ou inclusos em biotita.

A fluorita ocorre como produto de metassomatismo, em minúsculos cristais comumente com sua coloração púrpura característica. O rutilo representa um produto de alteração da ilmenita e/ou da titanita ocorrendo a elas associado, em cristais minúsculos fibrosos ou aciculares. Os minerais opacos são reconhecidos como fases primárias em cristais euédricos ou de alteração em grãos anédricos, por vezes, dendríticos ou esqueletais, pretos ou com tonalidades marrons e avermelhadas, ocorrendo isolados na matriz ou em agregados máficos.



**Figura II.4.** Fotomicrografias das rochas do GCP ilustrando: (A) intercrescimentos gráfico e granofirico em textura xenomórfica na FSR; (B) cristal de microclina pertítica com geminação em grade, com a fase exsolvida em grãos da FSR; (C) fenocristal de feldspato alcalino em matriz inequigranular fina na FMC; (D) textura granolepidoblástica onde se destacam cristais de microclina de duas gerações em zona de cisalhamentos; (E) textura *rapakivi* com núcleo de feldspato alcalino com uma fina auréola de plagioclásio saussuritizado na FMC; (F) fenocristal límpido de quartzo embaiado e com golfos de corrosão preenchidos pela matriz na FMC; (G) cristal de plagioclásio com geminação albita, saussuritizado e com lamelas deformadas, na mesma fácies. Polarizadores cruzados em A, B, C, D e F; paralelos à esquerda e cruzados à direita em E.

#### II.4. CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DO GRANITO CERRO PORÃ

Para facilitar a organização e apresentação dos dados foram adotadas as seguintes abreviações: Fn para designar a fase de deformação dúctil, Sn para foliação, Ln para lineação e Mn para episódio metamórfico; a letra n representa a fase de deformação a qual esta relacionada, e quando acompanhada pela letra m, refere-se à rocha milonítica.

Os dados obtidos indicam que o GCP exhibe registros deformacionais compatíveis com a ação de uma fase de deformação dúctil ( $F_1$ ) caracterizada por tênue foliação penetrativa ( $S_1$ ) e pela Zona de Cisalhamento Esperança, onde se destaca a foliação milonítica  $S_{1m}$  e lineação de estiramento  $L_{1m}$ . Observa-se também evento de deformação rasa, de caráter rúptil, caracterizado pelo expressivo número de fraturas que seccionam ortogonalmente a intrusão.

A Primeira Fase de Deformação  $F_1$  é caracterizada pelo desenvolvimento da foliação penetrativa  $S_1$ , representada por tênue orientação preferencial dos minerais félsicos e dos agregados de biotita. (Figura II.5 A).

Opticamente a foliação penetrativa  $S_1$  mostra pouca orientação dos minerais constituintes (Figura II.5 B). Os grãos de feldspato alcalino apresentam hábito tabular a prismático com orientação incipiente. O quartzo exhibe-se em grãos subédricos a anédricos com deformação intracristalina marcada por extinção ondulante, lamelas e bandas de deformação, recristalização e formação de subgrãos. O plagioclásio ocorre em cristais tabulares e exhibe encurvamento de lamelas de geminação provenientes da deformação rúptil-dúctil. A biotita apresenta-se formando agregados dispersos, associados à clorita, epidoto e opacos e com discreta orientação preferencial. As poucas medidas da foliação  $S_1$  mostram uma concentração entre  $90^\circ/70^\circ$  e  $70^\circ/80^\circ$ .

A Zona de Cisalhamento Esperança, definida nesse trabalho, contorna a borda leste do batolito e o coloca em contato com os metassedimentos do Grupo Amolar, sendo em grande parte recoberta pelos sedimentos da Formação Pantanal.

Os elementos estruturais relacionados à zona de cisalhamento compreendem a foliação  $S_{1m}$  e lineação  $L_{1m}$ . A foliação  $S_{1m}$  é definida por orientação mineral, achatamento e rotação de porfiroclastos (Figura II.5 C).

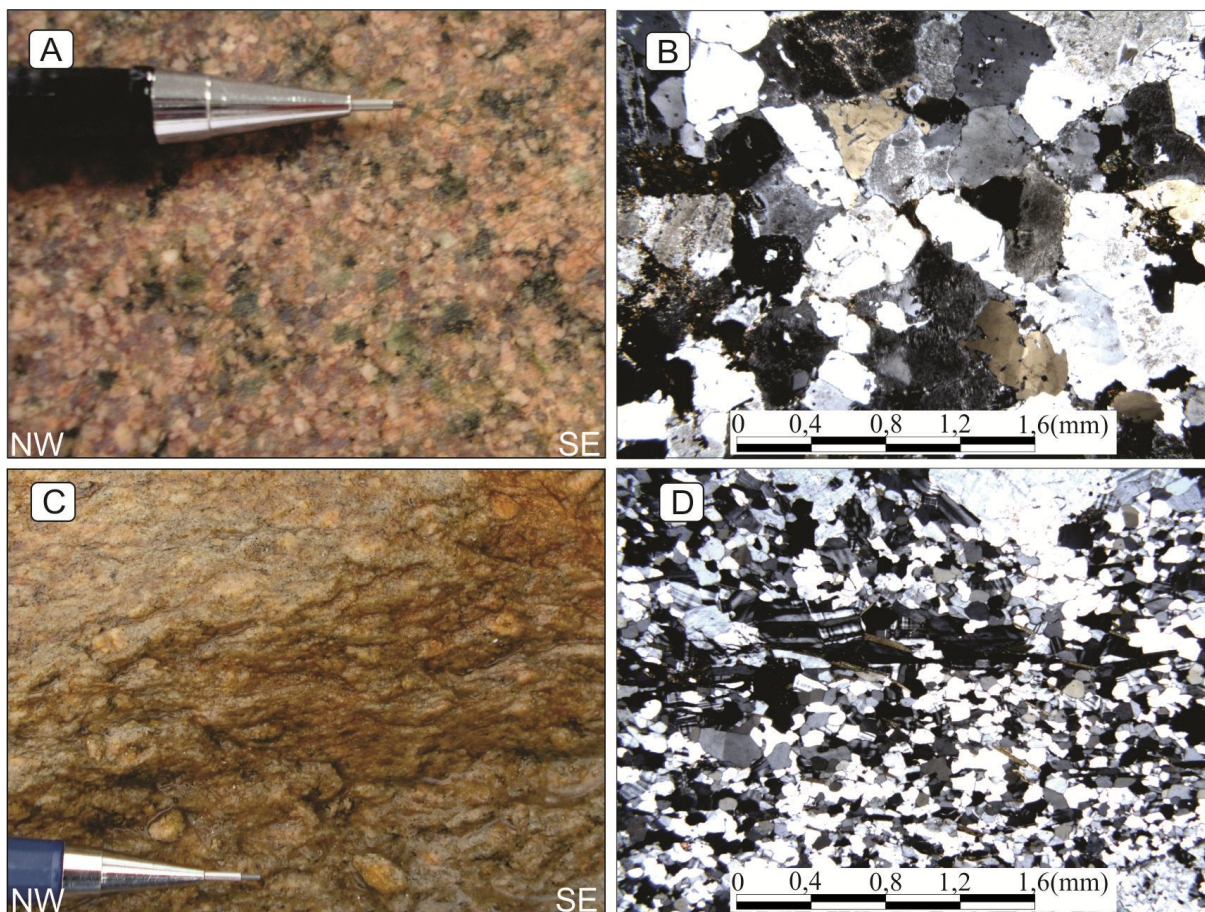
Ao microscópio as rochas miloníticas da Zona de Cisalhamento Esperança apresentam minerais bem orientados e levemente estirados (Figura II.5 D). Os cristais de microclina apresentam deformação intracristalina marcada por recristalização e neoformação, bem como orientação e estiramento. O quartzo exhibe intensa recristalização, formação de subgrãos, além de extinção ondulante e lamelas de deformação. A biotita apresenta-se em palhetas fortemente orientadas segundo o plano de foliação milonítica. As rochas miloníticas, exibem atitude média de  $110^\circ/45^\circ$ , com variação entre  $100^\circ$  a  $130^\circ$  para o sentido de mergulho e mergulhos entre  $55^\circ$  a  $84^\circ$ .

A lineação  $L_{1m}$ , trata-se de lineação de estiramento definida pelo alongamento de minerais félsicos, segundo a orientação do eixo  $x$  do elipsóide de deformação. As lineações  $L_{1m}$  são levemente oblíquas em relação à foliação milonítica, exibindo atitudes principalmente em torno de  $80^\circ/50^\circ$ .



A análise dos indicadores cinemáticos sugere que a Zona de Cisalhamento Esperança classifica-se como reversa, frontal a discretamente oblíqua, com transporte de topo para NWW.

A fase deformacional  $F_1$  é acompanhada por metamorfismo regional  $M_1$  e as condições metamórficas dadas pela paragênese quartzo+biotita+clorita+epidoto, que aponta para um baixo grau, compatível com a fácies xisto verde.



**Figura II.5.** (A) Foliação penetrativa  $S_1$  fora da Zona de Cisalhamento Esperança representada por tênue e discreta reorientação preferencial dos minerais félsicos; (B) fotomicrografia da foliação  $S_1$  fora da Zona de Cisalhamento Esperança mostrando pouca ou nenhuma orientação dos minerais félsicos (feldspato alcalino, quartzo, plagioclásio e agregados de biotita); (C) foliação  $S_{1m}$  nas rochas miloníticas representada por orientação, achatamento e rotação dos cristais de minerais félsicos da matriz (feldspato alcalino e quartzo); (D) fotomicrografia das rochas miloníticas mostrando cristais de microclina e quartzo orientados e levemente estirados, e biotita formando plaquetas orientadas.

A tectônica rúptil é representada por conjuntos de fraturas e pequenas falhas observadas em toda intrusão. Estas estruturas orientam-se ortogonalmente ao comprimento do batólito e mostram-se com direções correlacionáveis às foliações  $S_2$  das rochas vulcanoclásticas da Formação Serra da Bocaina e provavelmente, estão associadas aos lineamentos regionais de direção NW/SE observados no Granito Cerro Porã (Figura II.2).

Microscopicamente estas fraturas apresentam-se como venulações preenchidas por minerais de alteração representados por uma grande quantidade de sericita, juntamente com epidoto e concentração de óxido/hidróxido de ferro.

## **II.5. CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA**

Para o estudo geoquímico das rochas do GCP foram analisadas 19 amostras mais representativas dessa unidade, considerando sua distribuição na área de estudo, diversidade textural e mineralógica, sendo 15 da FSR e 4 da FMC. Depois de britadas e pulverizadas no Laboratório de Preparação de Amostras do Departamento de Recursos Minerais da Universidade Federal de Mato Grosso, estas amostras foram enviadas para o *Acme Analytical Laboratories (Acmelab)* - Vancouver/Canadá para análises através dos métodos ICP-ES (*Inductively Couple Plasma Emission Spectrometry*) e ICP-MS (*Inductively Couple Plasma Mass Spectrometry*) para elementos maiores e menores ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e elementos traço, incluindo terras raras. Para o tratamento estatístico, os elementos maiores foram recalculados em base anidra como recomendado pela IUGS (Le Maitre 2002) e seus resultados, associados aos demais, constam na Tabela II.2.

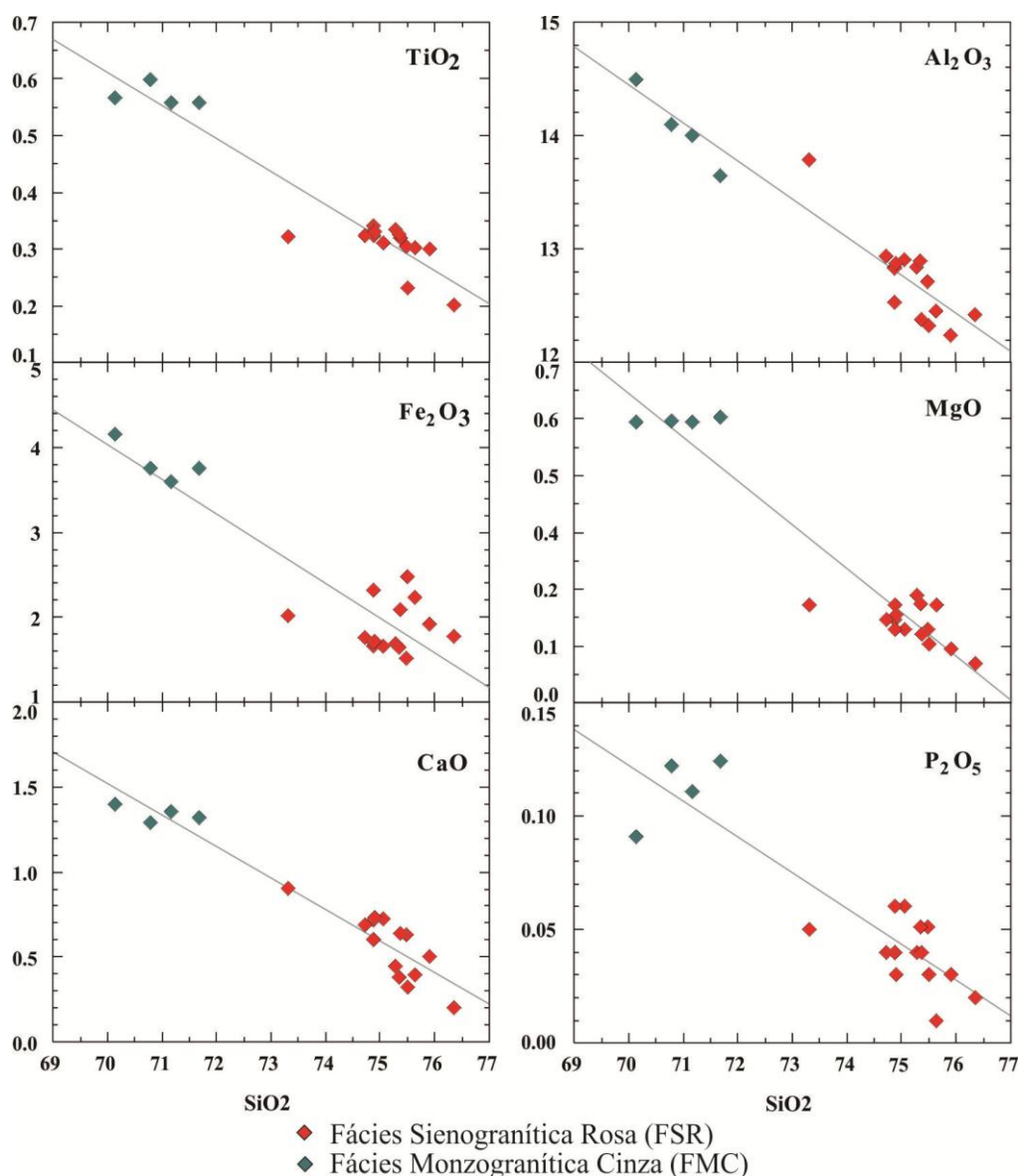
**Tabela II.2.** Resultados de análises químicas das rochas do GCP. Óxidos maiores recalculados em base anidra (óxidos em % em peso, elementos traços em ppm).

<b>Elem.</b>	<b>DP-26B</b>	<b>DP-90A</b>	<b>DP-88</b>	<b>DP-90 1</b>	<b>DP-70</b>	<b>DP-23</b>	<b>DP-22A</b>	<b>DP-72</b>	<b>DP-22B</b>	<b>DP-80</b>
<b>SiO2</b>	70.14	70.79	71.17	71.69	73.32	74.72	74.86	74.87	74.88	74.90
<b>TiO2</b>	0.57	0.60	0.56	0.56	0.32	0.32	0.32	0.33	0.34	0.33
<b>Al2O3</b>	14.49	14.10	14.00	13.64	13.78	12.94	12.84	12.53	12.83	12.87
<b>Fe2O3</b>	4.16	3.75	3.59	3.76	2.02	1.76	1.66	2.32	1.71	1.72
<b>MnO</b>	0.07	0.07	0.06	0.07	0.05	0.04	0.05	0.08	0.05	0.05
<b>MgO</b>	0.58	0.58	0.58	0.59	0.20	0.17	0.20	0.15	0.17	0.18
<b>CaO</b>	1.40	1.29	1.36	1.32	0.91	0.69	0.61	0.60	0.72	0.73
<b>Na2O</b>	3.26	3.18	3.15	2.85	3.94	3.41	3.48	3.69	3.44	3.51
<b>K2O</b>	5.09	5.27	5.19	5.12	5.11	5.61	5.61	5.01	5.43	5.38
<b>P2O5</b>	0.09	0.12	0.11	0.12	0.05	0.04	0.04	0.04	0.06	0.03
<b>Cr2O3</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>99.85</b>	<b>99.74</b>	<b>99.76</b>	<b>99.72</b>	<b>99.71</b>	<b>99.70</b>	<b>99.67</b>	<b>99.62</b>	<b>99.63</b>	<b>99.71</b>
<b>Ba</b>	566	601	604	619	1229	1079	1084	1272	1162	1184
<b>Co</b>	5.00	89.60	91.30	82.30	88.80	163.50	183.80	110.90	171.30	100.10
<b>Cs</b>	6.40	6.60	6.40	6.00	2.00	2.50	1.90	1.20	2.80	1.50
<b>Ga</b>	20.30	20.00	20.40	19.20	16.30	15.70	15.70	17.10	15.50	15.30
<b>Hf</b>	11.40	12.60	13.30	13.40	10.50	9.00	8.70	11.50	9.30	9.90
<b>Nb</b>	20.80	21.70	21.50	19.10	16.90	17.90	18.80	16.40	20.00	19.10
<b>Rb</b>	298.90	315.80	308.70	276.90	178.20	203.70	202.60	164.50	201.70	183.80
<b>Sr</b>	77.50	82.40	81.30	79.60	90.10	66.20	55.80	75.10	68.70	72.70
<b>Ta</b>	1.40	1.60	1.90	1.90	1.20	1.50	1.60	1.40	1.60	1.40
<b>Th</b>	39.00	36.80	37.30	41.00	17.80	19.00	19.10	16.50	19.60	18.60
<b>U</b>	8.00	8.40	9.20	9.10	3.70	3.90	3.80	3.80	4.10	3.90
<b>W</b>	2.70	448.70	496.50	409.70	479.60	883.90	971.70	588.50	908.10	519.20
<b>Zr</b>	436.20	472.40	455.00	437.70	372.10	306.20	307.40	422.70	326.80	341.30
<b>Y</b>	65.90	76.60	78.90	76.50	52.10	66.60	54.70	91.40	66.10	60.80
<b>La</b>	73.40	70.40	73.80	80.80	54.30	65.80	56.20	87.00	66.60	60.90
<b>Ce</b>	149.00	147.80	152.50	162.50	113.90	132.80	119.00	186.20	140.60	129.30
<b>Pr</b>	17.08	16.91	17.35	18.65	12.29	15.10	13.58	21.39	16.13	14.78
<b>Nd</b>	62.70	64.30	61.70	70.90	46.10	57.30	52.40	85.60	60.90	56.70
<b>Sm</b>	11.39	11.69	12.32	13.23	8.49	10.34	9.47	16.26	11.35	10.57
<b>Eu</b>	1.41	1.34	1.40	1.42	1.20	1.23	1.16	2.33	1.33	1.26
<b>Gd</b>	10.31	11.28	11.65	12.74	7.43	9.29	8.58	15.55	10.64	9.48
<b>Tb</b>	1.98	1.97	2.05	1.97	1.32	1.60	1.51	2.62	1.85	1.66
<b>Dy</b>	11.73	12.04	12.40	13.31	7.99	9.69	9.12	15.11	11.01	9.94
<b>Ho</b>	2.38	2.65	2.61	2.46	1.70	2.08	1.92	3.16	2.34	2.13
<b>Er</b>	7.28	7.66	7.99	7.97	5.08	6.44	5.90	9.10	7.08	6.54
<b>Tm</b>	1.15	1.17	1.27	1.13	0.86	1.03	0.94	1.39	1.11	1.01
<b>Yb</b>	7.15	7.78	8.08	7.77	5.62	6.89	6.24	8.55	7.03	6.56
<b>Lu</b>	1.09	1.18	1.26	1.16	0.87	1.06	0.95	1.26	1.09	1.03
<b>Eu/Eu*</b>	0.4	0.36	0.36	0.33	0.46	0.38	0.39	0.45	0.37	0.38
<b>(La/Yb)N</b>	7.36	6.49	6.55	7.46	6.93	6.85	6.46	7.3	6.8	6.66

**Tabela II.2.** Continuação.

<b>Elem.</b>	<b>DP-21</b>	<b>DP-26A</b>	<b>DP-89</b>	<b>DP-83A</b>	<b>DP-101</b>	<b>DP -15</b>	<b>DP -104</b>	<b>DP-85</b>	<b>DP-69</b>
<b>SiO2</b>	75.06	75.29	75.35	75.36	75.48	75.50	75.64	75.90	76.35
<b>TiO2</b>	0.31	0.33	0.33	0.32	0.30	0.23	0.30	0.30	0.20
<b>Al2O3</b>	12.90	12.84	12.90	12.38	12.71	12.32	12.46	12.24	12.43
<b>Fe2O3</b>	1.67	1.69	1.64	2.09	1.52	2.49	2.24	1.92	1.78
<b>MnO</b>	0.05	0.05	0.04	0.07	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05
<b>MgO</b>	0.15	0.22	0.20	0.14	0.15	0.12	0.20	0.11	0.08
<b>CaO</b>	0.72	0.45	0.38	0.64	0.63	0.32	0.39	0.50	0.20
<b>Na2O</b>	3.40	3.24	3.27	3.50	3.35	3.26	3.17	3.54	3.23
<b>K2O</b>	5.38	5.62	5.53	5.16	5.50	5.52	5.38	5.08	5.41
<b>P2O5</b>	0.06	0.04	0.05	0.04	0.05	0.03	0.01	0.03	0.02
<b>Cr2O3</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>99.71</b>	<b>99.77</b>	<b>99.69</b>	<b>99.71</b>	<b>99.74</b>	<b>99.86</b>	<b>99.84</b>	<b>99.67</b>	<b>99.75</b>
<b>Ba</b>	1121	1090	1179	1191	1164	748	1091	1101	528
<b>Co</b>	92.60	84.90	130.10	96.90	117.10	1.20	0.90	128.20	110.20
<b>Cs</b>	2.90	2.50	2.40	2.40	2.30	1.10	1.90	0.60	1.50
<b>Ga</b>	15.40	15.40	16.30	17.00	15.50	14.70	14.50	17.30	17.20
<b>Hf</b>	9.50	9.90	10.00	11.30	8.90	7.10	8.70	12.50	9.00
<b>Nb</b>	18.30	18.40	18.20	17.30	16.50	18.90	17.60	18.00	20.70
<b>Rb</b>	203.20	210.20	210.50	183.10	220.90	212.90	211.00	171.90	208.90
<b>Sr</b>	67.70	51.00	54.20	64.20	69.40	31.70	50.60	44.20	27.10
<b>Ta</b>	1.60	1.50	1.70	1.50	1.40	1.20	1.10	1.50	1.60
<b>Th</b>	20.70	20.40	19.50	17.60	16.90	21.50	20.30	19.10	21.20
<b>U</b>	4.00	4.10	3.80	4.00	3.60	4.30	4.00	4.10	5.10
<b>W</b>	500.50	454.40	757.30	556.60	658.10	1.70	0.80	724.00	631.60
<b>Zr</b>	315.20	320.50	313.40	407.30	283.20	227.30	302.60	434.60	275.70
<b>Y</b>	60.40	70.80	62.30	68.10	50.40	75.20	55.10	80.30	75.10
<b>La</b>	60.00	62.60	65.90	63.10	42.30	87.60	53.80	81.40	74.10
<b>Ce</b>	127.10	133.70	133.20	134.20	107.50	153.20	139.60	157.90	174.50
<b>Pr</b>	14.81	15.17	15.52	15.85	10.56	20.33	13.46	19.56	18.01
<b>Nd</b>	55.60	53.60	56.70	58.00	40.00	75.40	53.20	69.80	62.60
<b>Sm</b>	10.26	10.38	10.51	11.65	7.37	13.63	9.48	13.85	12.07
<b>Eu</b>	1.16	1.20	1.24	1.50	1.02	1.27	1.13	1.64	0.69
<b>Gd</b>	9.58	9.33	9.33	10.40	6.80	12.56	8.28	13.01	10.73
<b>Tb</b>	1.68	1.71	1.64	1.83	1.27	2.27	1.58	2.28	1.88
<b>Dy</b>	10.20	10.19	9.78	10.93	7.92	13.02	9.18	13.40	11.54
<b>Ho</b>	2.15	2.30	2.14	2.31	1.70	2.80	1.98	2.79	2.45
<b>Er</b>	6.44	6.99	6.57	7.07	5.29	8.40	6.29	8.25	7.66
<b>Tm</b>	1.03	1.16	1.05	1.11	0.89	1.36	1.02	1.29	1.24
<b>Yb</b>	6.54	7.28	6.72	7.45	5.99	8.74	6.93	8.16	8.46
<b>Lu</b>	1.02	1.07	1.03	1.11	0.89	1.25	0.96	1.24	1.21
<b>Eu/Eu*</b>	0.36	0.37	0.38	0.42	0.44	0.3	0.39	0.37	0.19
<b>(La/Yb)N</b>	6.58	6.17	7.03	6.08	5.07	7.19	5.57	7.16	6.28

As rochas do GCP são de natureza ácida pouco expandida, com teores de  $\text{SiO}_2$  entre 70,14 % e 76,35 %, com valores entre 73,32 e 76,35% para amostras da FSR e 70,14 e 71,69 % para as da FMC. Os diagramas de Harker (Figura II.6) indicaram correlações lineares negativas entre sílica e  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $(\text{Fe}_2\text{O}_3)_t$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$  que devem refletir o empobrecimento em plagioclásio e em minerais máficos primários, tais como, biotita, titanita, ilmenita/magnetita/hematita e apatita durante a evolução magmática. Observa-se que as amostras da fácies menos evoluída (FMC) não mostram variações dos elementos  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MgO}$  e  $\text{CaO}$  com o índice utilizado e que o  $\text{P}_2\text{O}_5$  apresenta discreta correlação positiva. Os diagramas que envolvem os álcalis não apresentam correlação com a sílica devido, provavelmente, a uma maior mobilidade desses elementos em processos pós-magmáticos.

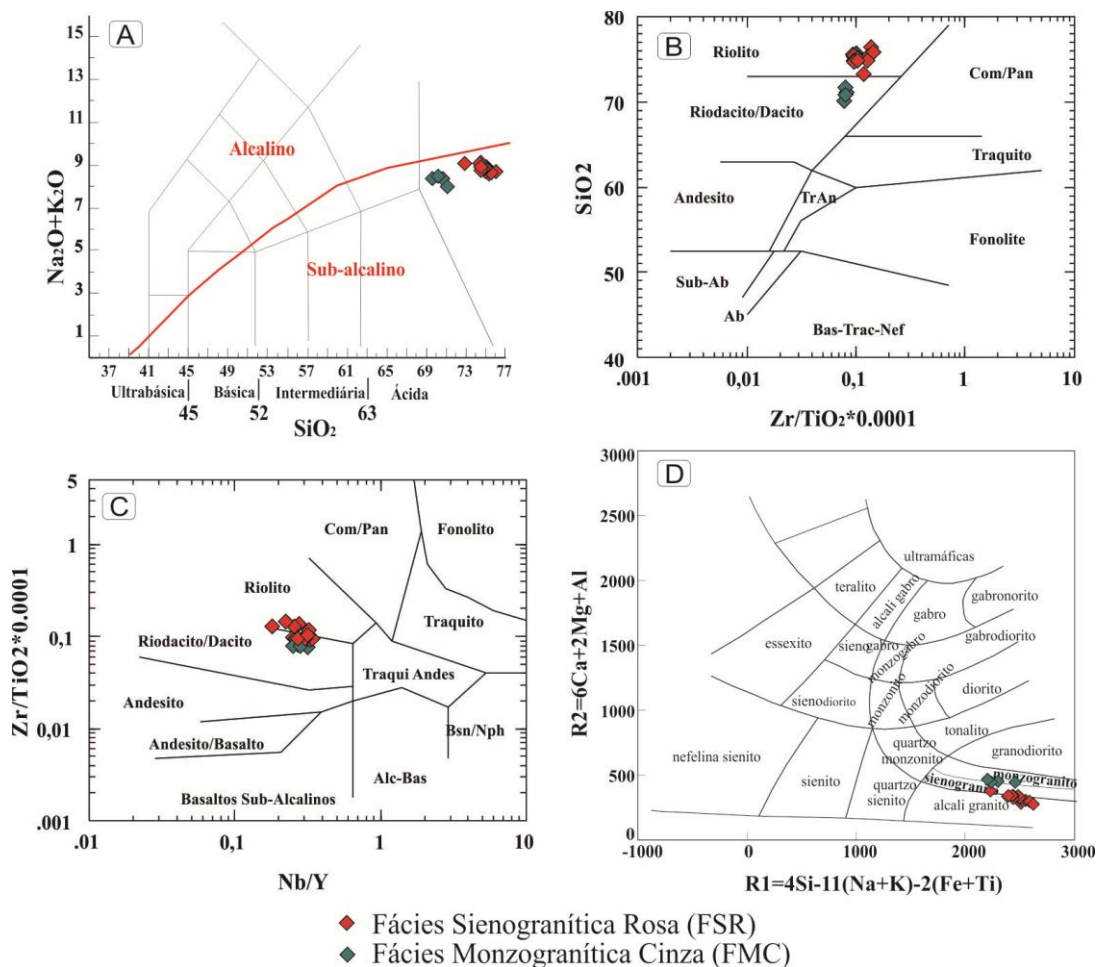


**Figura II.6.** Diagramas de variação de Harker para elementos maiores expressos em óxidos (% em peso) de rochas do GCP.

As rochas do GCP são classificadas como riolitos no diagrama álcalis *versus* sílica de Le Bas *et al.* (1986; Figura II.7 A) e de forma semelhante, plotam-se no campo dos riodacitos/dacitos e



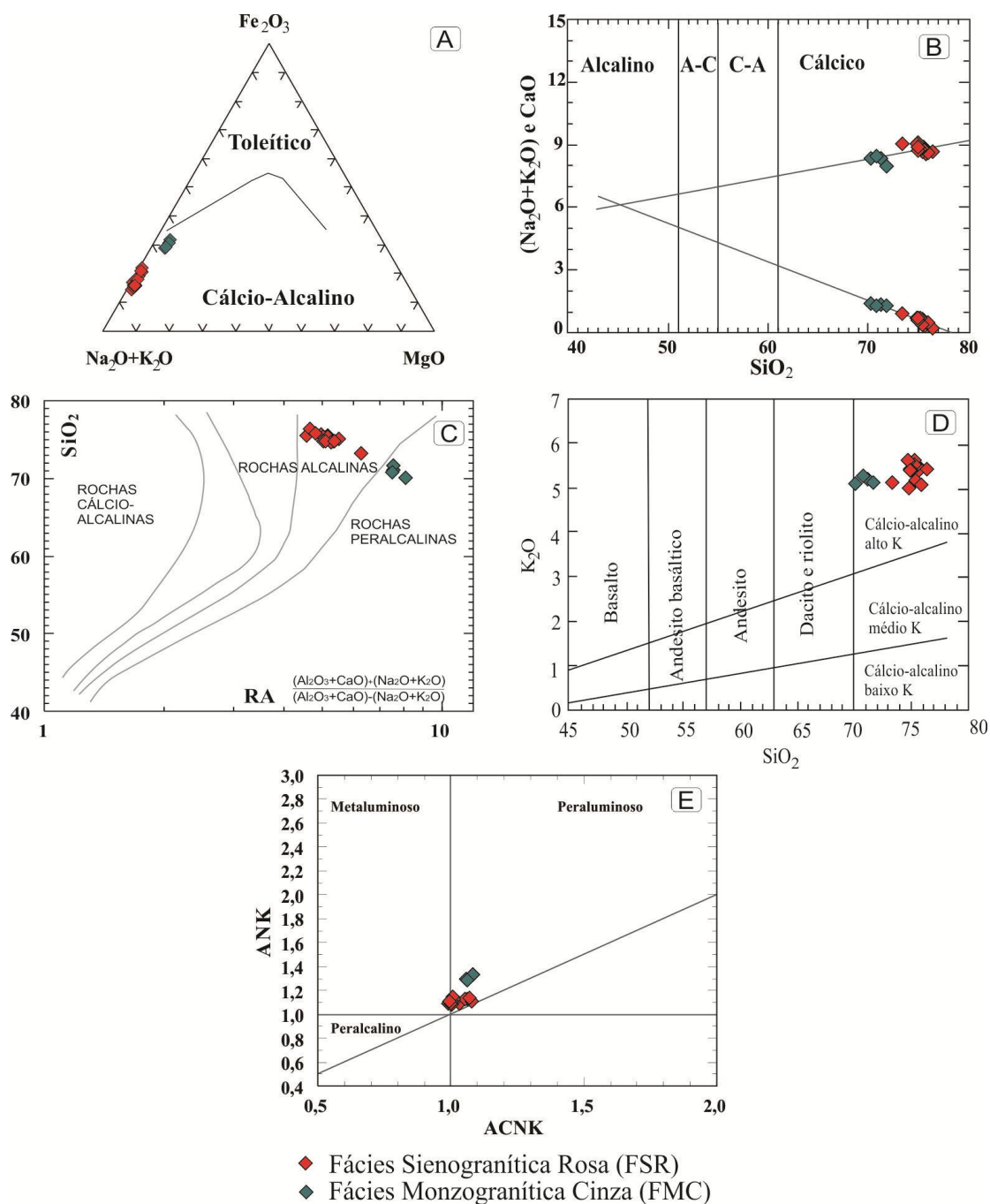
riolitos, naqueles propostos por Winchester & Floyd (1977) que utilizam, além de  $\text{SiO}_2$ , razões de elementos considerados menos móveis nos processos pós-magmáticos, tais como,  $\text{Zr}/\text{TiO}_2$  e  $\text{Nb}/\text{Y}$  (Figuras II.7 B e II.7 C). Corroborando o estudo petrográfico, os pontos que representam os litotipos desse corpo plutônico coincidem com os domínios dos monzo a sienogranitos e granitos alcalinos no diagrama R1-R2, proposto por La Roche (1980; Figura II.7 D), que considera os elementos maiores ( $\text{R1} = 4\text{Si} - 11(\text{Na} + \text{K}) - 2(\text{Fe} + \text{Ti})$  e  $\text{R2} = 6\text{Ca} + 2\text{Mg} + \text{Al}$ ).



**Figura II.7.** Variação composicional das rochas do GCP nos diagramas: (A) álcalis *versus* sílica (Le Bas 1986), com limite entre domínios alcalino/subalcalino de Irvine & Baragar (1971); (B e C) respectivamente,  $\text{SiO}_2$  *versus*  $\text{Zr}/\text{TiO}_2$  e  $\text{Zr}/\text{TiO}_2$  *versus*  $\text{Nb}/\text{Y}$  propostos por Winchester & Floyd (1977) e (D) R1–R2 (La Roche 1980).

Os diagramas total de álcalis *versus*  $\text{SiO}_2$  e AFM de Irvine & Baragar (1971), ilustrados respectivamente nas figuras II.7 A e II.8 A, indicam que o magmatismo que originou as rochas estudadas caracteriza-se como sub-alcalino do tipo cálcio-alcalino com enriquecimento em álcalis dos termos mais evoluídos. Já no diagrama de Peacock (1931; Figura II.8 B), a interseção dos *trends* de total de álcalis e  $\text{CaO}$  *versus*  $\text{SiO}_2$  coincide com o domínio alcalino com Índice Álcali-Cálcico em torno de 45. Essa classificação é corroborada pelo diagrama sílica *versus* Índice de Wright (RA; Figura II.8C) que considera também alumina e onde as amostras da FSR e FMC se plotam no campo das rochas alcalinas e peralcalinas, respectivamente. A natureza de alto-K desse magmatismo é mostrada no diagrama  $\text{K}_2\text{O}$  *versus*  $\text{SiO}_2$  (Le Maitre 2002; Figura II.8 D), enquanto em relação aos

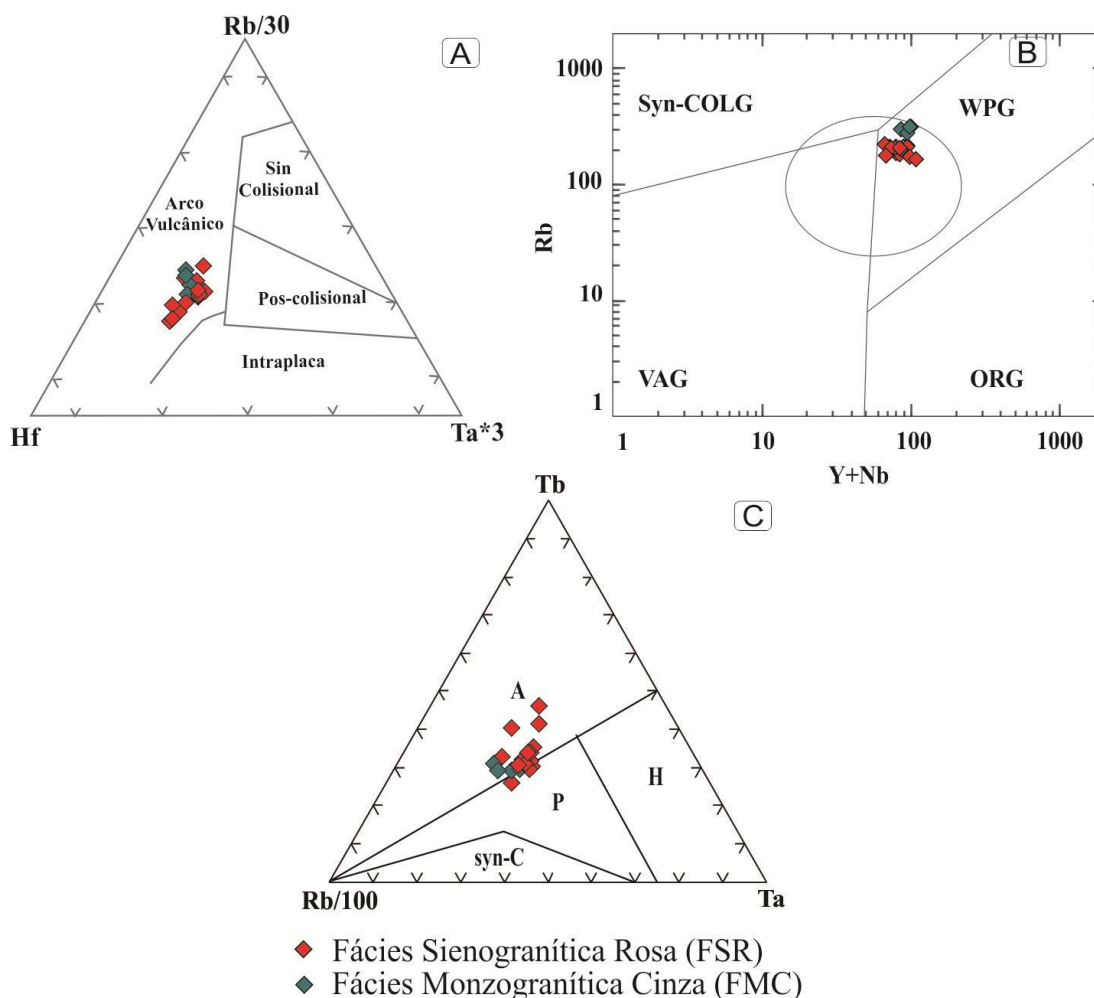
índices de Shand, utilizados no diagrama A/CNK versus A/NK (Maniar & Piccoli 1989; Figura II.8 E), a distribuição dos pontos representativos do GCP classifica esse magmatismo como peraluminoso.



**Figura II.8:** Distribuição dos pontos representativos das rochas do GCP nos diagramas: (A) AFM (Irvine & Baragar 1971); (B) total de álcalis e CaO versus sílica (Peacock 1931); (C)  $(Al_2O_3+CaO)+(Na_2O+K_2O)/(Al_2O_3+CaO)-(Na_2O+K_2O)$  versus sílica (Wright 1969); (D)  $K_2O$  versus  $SiO_2$  (Le Maitre 2002); (E) A/NK versus A/CNK (Maniar & Piccoli 1989).

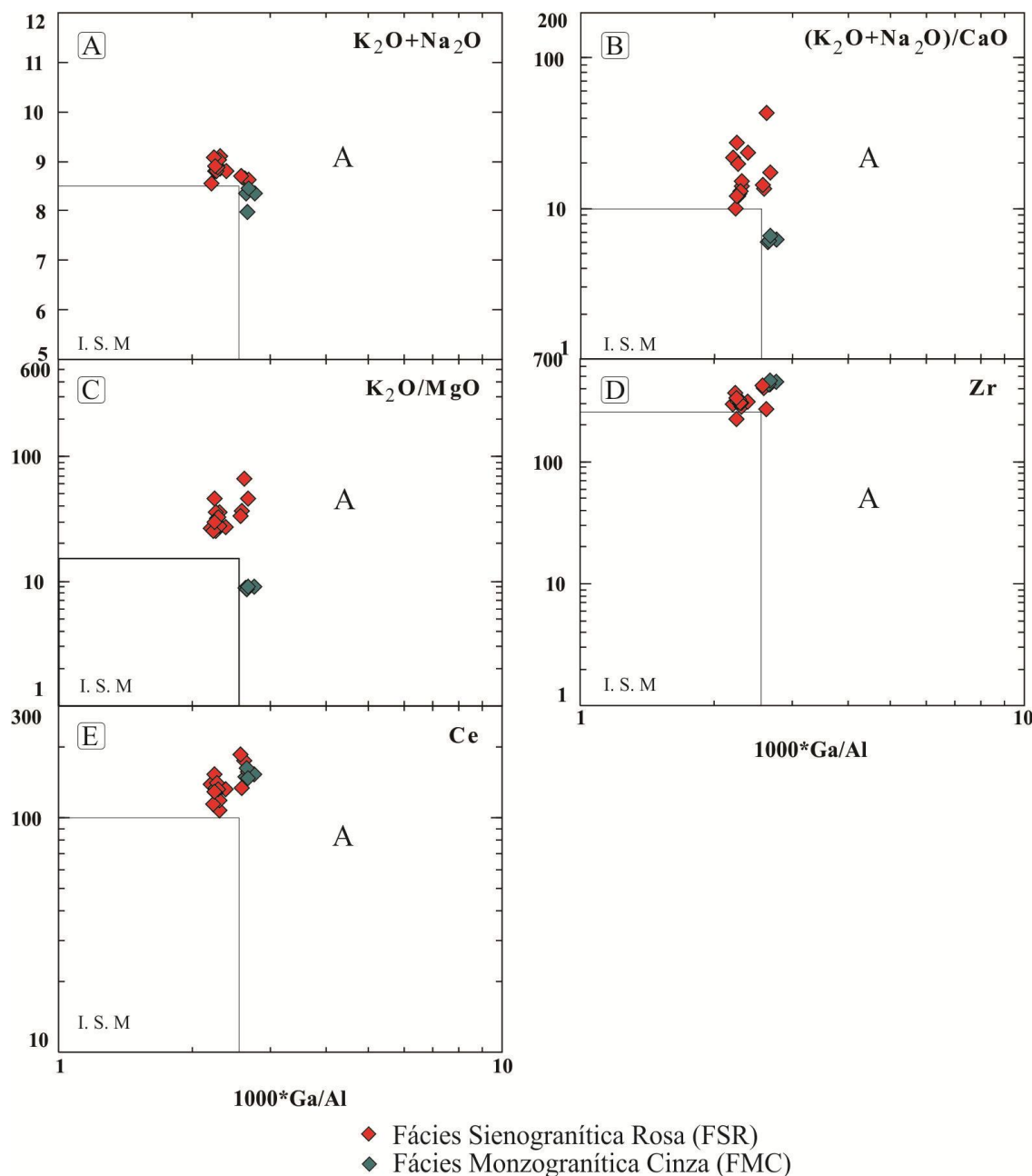
Quanto a ambiência tectônica, os pontos representativos das rochas estudadas coincidem com o domínio proposto para Arco Vulcânico/Magmático no diagrama Hf – Rb – Ta de Harris *et al.* (1986; Figura II.9 A) e com granitoides intra-placa pós-orogênicos (Figura II.9 B) no de Pearce

(1996); bem como, se plotam no campo das séries anorogênicas não hiperalcalinas, no diagrama Rb/100-Tb-Ta de Theeblemond & Cabanis (1990; Figura II.9 C).



**Figura II.9:** Distribuição dos pontos representativos das rochas do GCP nos diagramas: (A) Hf-Rb/30-Ta\*3 (Harris *et al.* 1986); (B) Rb versus Y+Nb (Pearce *et al.* 1996); (C) Rb/100-Tb-Ta (Theeblemond & Cabanis 1990).

Os valores da razão  $10.000 \cdot Ga/Al$  das rochas do GCP utilizados como discriminantes, como proposto por Whalen *et al.* (1987), as classificam como granitóides do tipo A, caracterizados por terem esse parâmetro maior do 2,6 (Figura II.10). Esses resultados corroboram aqueles obtidos na investigação geotectônica e sugerem um ambiente anorogênico para a colocação desse corpo.

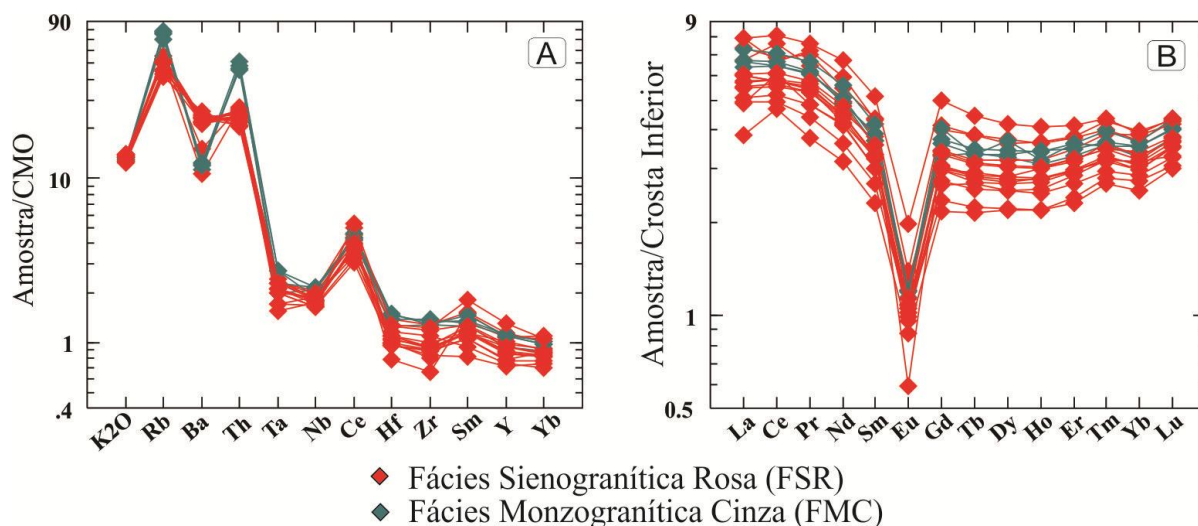


**Figura II.10:** Distribuição dos pontos representativos das rochas do GCP nos diagramas propostos por Whalen *et al.* (1987): 10000\*Ga/Al versus K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O (A); (K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O)/CaO (B); K<sub>2</sub>O/MgO (C); K<sub>2</sub>O/MgO; (D) Zr; (E) Ce. As caixas retangulares referem-se a Granitos do Tipo I, S e M e as coordenadas para as mesmas são: x=2,6, Y=8,5 (A), 10 (B), 16 (C), 270 (D) e 100 (E).

O padrão de alguns elementos traço associados aos dados de K<sub>2</sub>O, das rochas estudadas, normalizados pelos valores de granitos de Cordilheira Meso-Oceânica (Pearce *et al.* 1984; Figura II.11 A), mostra um enriquecimento dos elementos litófilos de íons grandes (LILE) em relação aos de alta carga (HFSE). Os LILE apresentam anomalias positivas de Rb e Th e os HFSE mostram um traçado sub-horizontalizado, a exceção do Ce que apresenta anomalia positiva em relação aos elementos vizinhos (Nb e Hf).

Os teores dos Elementos Terras Raras das rochas do GCP normalizados pelos valores de crosta inferior (Taylor & McLennan 1985), ilustrados na Figura II.11 B, mostram uma configuração

semelhante àquele encontrado em suítes alcalinas e anomalia negativa de Eu, com razões de  $Eu/Eu^*$  entre 0,19 e 0,46, o que corrobora a hipótese de diferenciação magmática com fracionamento de plagioclásio. Os padrões obtidos evidenciam um discreto fracionamento de ETRP em relação aos ETRL, com razões  $(La/Yb)_n$  entre 5,07 e 7,30 para as amostras da FSR e 6,49 e 7,46 para as da FMC (Tabela II.2), e disposição sub-horizontalizada dos ETRP.



**Figura II.11:** Padrões de distribuição das rochas do GCP nos diagramas: **(A)** Elementos traço e  $K_2O$  normalizados pelos valores dos granitos de Cordilheira Meso-Oceânica de Pearce *et al.* (1984); **(B)** ETR normalizados pelos valores de crosta inferior (Taylor & McLennan 1985).

## II.6. GEOCRONOLOGIA U-Pb (SHRIMP)

O GCP foi estudado geocronologicamente através da amostra DP 22 B, coletada nas proximidades da Fazenda Milênio. O exemplar analisado situa-se na porção sul do corpo, relativamente próximo ao contato com o Grupo Amolar e pertence à FSR.

A amostra coletada foi tratada no Laboratório de Preparação de Amostras do Departamento de Recursos Minerais da Universidade Federal de Mato Grosso. Inicialmente a amostra foi triturada em britador de mandíbula, moída em moinho de discos e peneirada nas frações 250, 210, 177, 125, 90, e 63 *mesh*, utilizando-se de uma bateria de peneiras; destes, o concentrado do intervalo de 90 *mesh* foi usado para a análise, e os intervalos restantes, reservados para eventuais necessidades. Os minerais magnéticos como, magnetita e pirrotita foram removidos com a passagem de ímã de mão. Posteriormente, ocorreu a etapa de processamento no líquido denso bromofórmio ( $d = 2,85 \text{ g/cm}^3$ ), de onde resultou o concentrado com zircões. Em seguida os minerais com diferentes susceptibilidades magnéticas foram concentrados no separador magnético tipo Frantz, variando-se a inclinação e a intensidade do campo eletromagnético para eliminar a maioria dos minerais magnéticos, tais como, biotita, piroxênio e anfibólio. Do material resultante, foram separados manualmente uma quantidade de 100 (cem) zircões em microscópio óptico binocular da marca *Olympus, modelo BX50*, no Laboratório de Microscopia do DRM (UFMT).

O equipamento SHRIMP (*Sensitive High Resolution Ion Microprobe*) é um espectrômetro de massa de alta resolução acoplado a uma microsonda iônica. Permite efetuar análises isotópicas de U e Pb de zircão “*in situ*” e, portanto, a datação de zircão que apresente multifases de crescimento. Para isto, necessita-se de um estudo prévio de catodoluminescência (CL; Sato *et al.*; 2008).

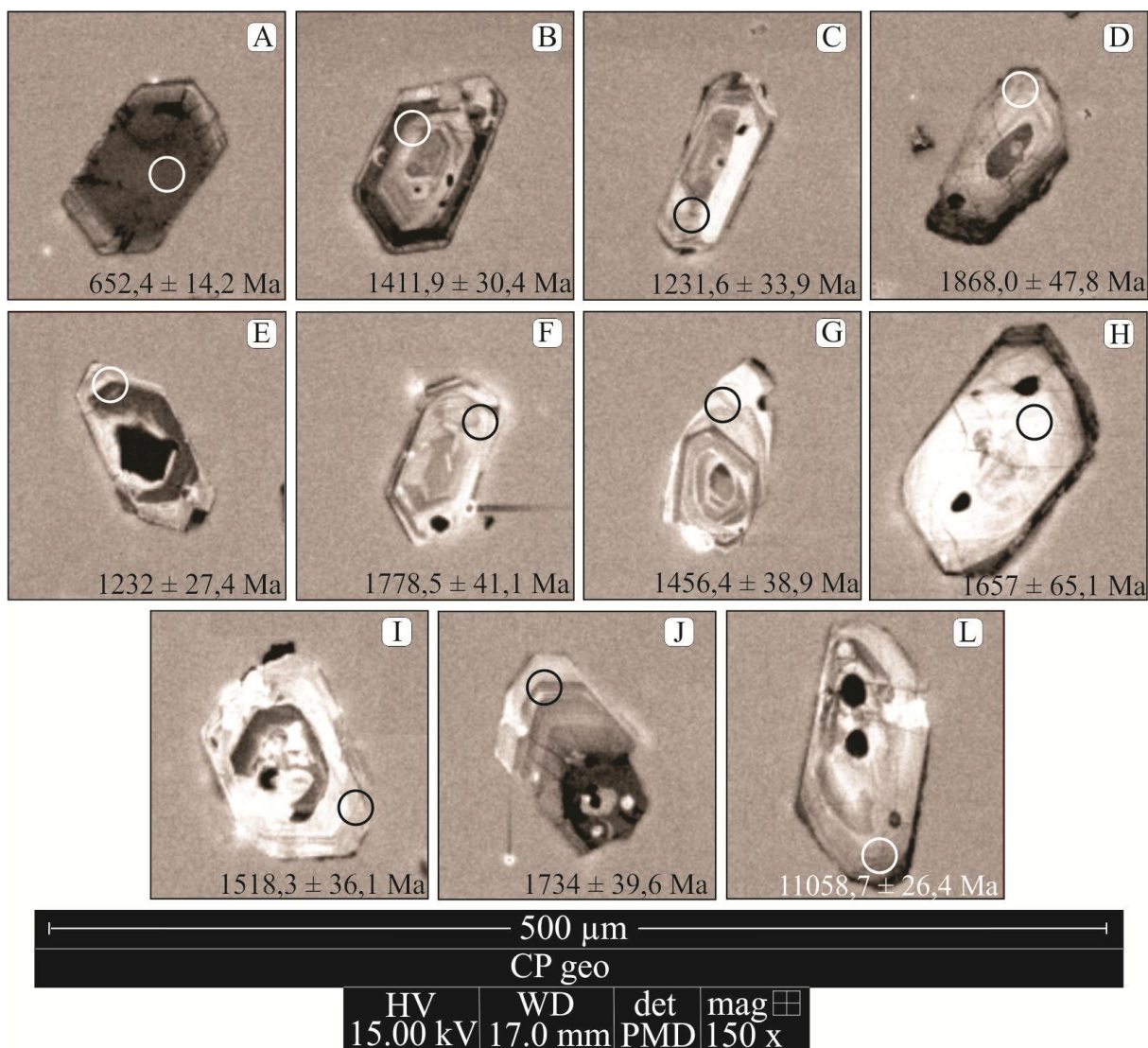
Os dados isotópicos U-Pb (SHRIMP) em zircão foram obtidos no laboratório do Centro de Pesquisas Geocronológicas do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (CPGeo-IGC/USP), utilizando-se um feixe de O<sub>2</sub> com 30 µm de diâmetro. Os detalhes sobre os procedimentos analíticos e calibração do aparelho são descritos em Stern (1998) e Williams (1998). A razão <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 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 um cristal padrão SL13 com 238 ppm de U (< ± 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 <sup>238</sup>U/<sup>235</sup>U utilizadas nos cálculos são aquelas fornecidas por Steiger & Jäger (1977). Para o cálculo de idade integrada foram feitas médias ponderadas tendo como base a interpretação de imagens CL como pertencentes a uma mesma geração de zircão. As idades foram calculadas utilizando-se o programa Isoplot/EX de Ludwig (1998) e estão representados no diagrama de Concórdia.

Dos cristais de zircões selecionados manualmente, 11 (onze) grãos foram utilizados para obter imagens de microscopia eletrônica de varredura e posterior análise. Caracterizam-se morfologicamente como cristais de primas curtos, com dimensões aproximadamente entre 80 e 130 µm, onde a relação comprimento *versus* largura dá-se em 2/1, e uma minoria de grãos apresenta essa relação em 1/1. Exibem-se prismáticos, nas cores amarelo claro, fumê, esbranquiçado e alaranjado variando de transparentes a opacos; alguns exemplares mostram-se fraturados e quebrados.

Imagens de CL utilizadas para delinear a área mais adequada à aplicação do feixe iônico do laser mostram que os cristais 1.1, 2.1, 3.1, 4.1, 5.1, 6.1, 9.1, 10.1 e 11.1 exibem bandas de zoneamento claras e escuras relativamente regulares que foram interpretadas como variações dos teores químicos de U (Sato *et al.* 2008); o cristal 7.1 apresenta duas fases de crescimento, destacando-se o núcleo e borda com sobre-crescimento homogêneo, não apresentando bandas de zoneamento químico; e o cristal 8.1 mostra-se homogêneo, límpido e isento de zonação interna (Figura II.12).



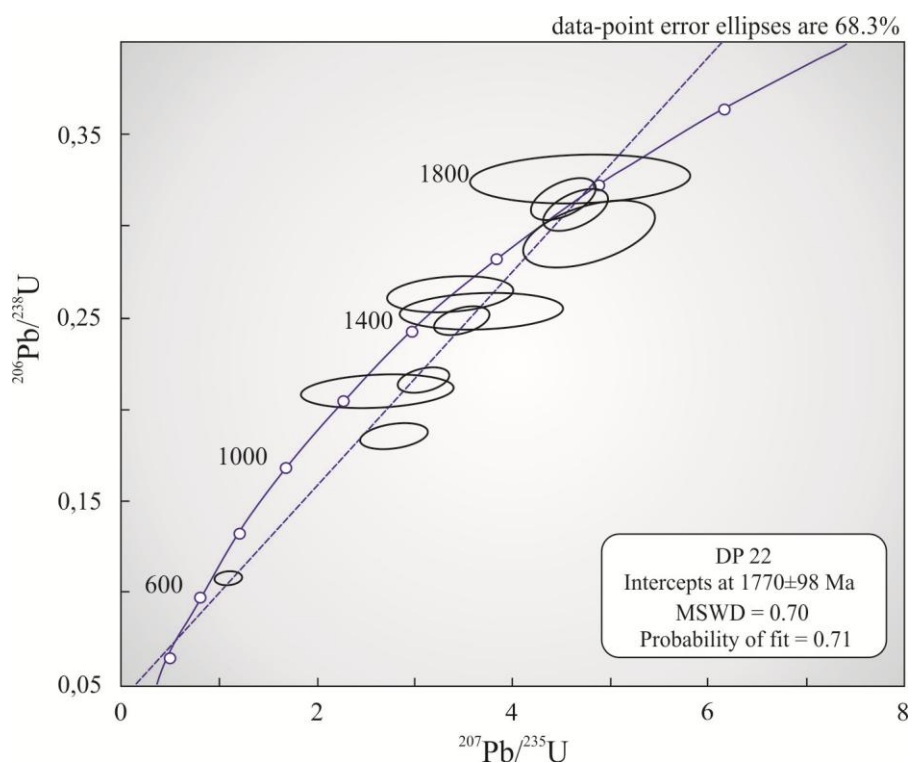


**Figura II.12.** Imagem de CL de cristais de zircão (A) DP22B 1.1; (B) DP22B 2.1; (C) DP22B 3.1; (D) DP22B 4.1; (E) DP22B 5.1; (F) DP22B 6.1; (G) DP22B 7.1; (H) DP22B 8.1; (I) DP22B 9.1; (J) DP22B 10.1; (L) DP22B 11.1. A imagem ilustra também os locais de aplicação do feixe iônico do laser.

Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela II.3, cujos valores variam entre  $652,4 \pm 14,2$  a  $1868,0 \pm 47,8$  Ma. O diagrama concórdia (Figura II.13) mostra que os zircões analisados forneceram uma idade concordante em  $1770 \pm 98$  Ma (entre 1672 e 1868 Ma).

**Tabela II.3** - Síntese dos dados obtidos através da análise U/Pb (SHIRIMP) em zircões para a amostra DP 22 B.

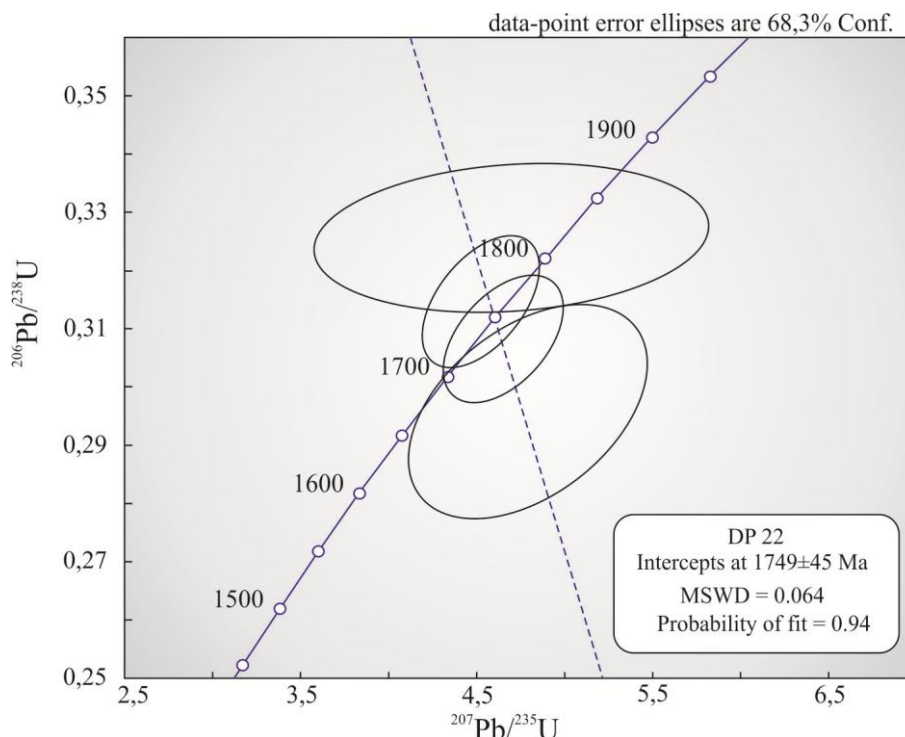
Sigla do Grão	U (ppm)	Th (ppm)	$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}$ comum %	Razão $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	% erro	Razão $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	% erro	Erro Corrigido	Idade Ma	$\pm 1s$	% disc.
1.1	3093	3966	1.32	4.89	1.09	8.6	0.1078	2.1	0.246	652.4	14.2	56
2.1	382	238	0.65	3.17	3.48	5.2	0.2473	2.2	0.418	1411.9	30.4	17
3.1	206	123	0.62	11.00	2.62	19.8	0.2096	2.7	0.136	1231.6	33.9	17
4.1	206	184	0.92	9.17	4.69	15.8	0.3256	2.6	0.164	1868.0	47.8	-6
5.1	521	525	1.04	3.63	3.09	5.6	0.2153	2.2	0.396	1232.0	27.4	35
6.1	129	104	0.83	2.04	4.52	4.8	0.3148	2.4	0.496	1778.5	41.1	-4
7.1	150	66	0.45	9.28	3.69	15.0	0.2536	2.7	0.180	1456.4	38.9	18
8.1	54	42	0.81	4.01	4.79	9.4	0.2961	4.1	0.437	1657.0	65.1	15
9.1	221	123	0.58	6.76	3.36	12.5	0.2621	2.5	0.198	1518.3	36.1	-1
10.1	153	106	0.71	2.30	4.65	4.8	0.3084	2.3	0.487	1734.0	39.6	3
11.1	193	124	0.66	4.70	2.78	8.1	0.1851	2.5	0.305	1058.7	26.4	63



**Figura II.13.** Diagrama concórdia U/Pb (SHIRIMP) da amostra DP 22 B, do GCP mostrando a idade concórdia no intercepto superior em  $1770\pm 98$  Ma, interpretada como a idade de cristalização do corpo granítico.

Com o intuito de diminuir as variações de erro causadas devido à grande quantidade de chumbo comum dos zircões analisados, um segundo gráfico foi elaborado a partir dos valores de idades concordantes, correspondentes aos cristais 4.1, 6.1, 8.1 e 10.1, no qual a curva de concórdia mostra idade em  $1749\pm 45$  Ma (entre 1704 e 1794; Figura II.14).





**Figura II.14.** Diagrama concórdia U/Pb (SHIRIMP) da amostra DP 22 B, mostrando a idade concórdia no intercepto superior em  $1749\pm 45$  Ma, elaborado com quatro cristais de zircões com o intuito de reduzir as variações de erro.

## II.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Terreno Rio Apa compreende um segmento crustal paleoproterozóico correspondente a porção sul do Cráton Amazônico e é caracterizado por processos de evolução crustal marcados por acreções de crosta juvenil. O GCP pertence à Suíte Intrusiva Alumiador e constitui, provavelmente, a um dos últimos eventos ígneo tardi-tectônicos relacionados ao Arco Magmático Amoguijá.

O GCP define um batólito alongado na direção NNE com área de aproximadamente 30 por 4 km e constitui-se pelas fácies sienogranítica rosa e monzogranítica cinza, ambas metamorfizadas na fácies xisto verde. A primeira é caracterizada por textura equiaxial, essencialmente, inequigranular xenomórfica e pela presença constante de intercrescimentos gráfico e granofírico, e consiste de feldspatos alcalinos, quartzo e plagioclásio, tendo biotita como único máfico primário. A Fácies monzogranítica cinza apresenta textura porfírica, com uma matriz de granulação fina gráfica a granofírica, composta por quartzo, plagioclásio, feldspato alcalino e agregados máficos (anfibólio, biotita e opacos). Quando em zonas de cisalhamento, apresentam textura porfiroclástica formada por feldspatos alcalinos, quartzo e plagioclásio, com foliação milonítica bem definida.

Os dados estruturais indicam que o GCP exibe registros deformacionais de uma fase de deformação dúctil ( $F_1$ ) representada por foliação incipiente ( $S_1$ ) e intensa milonitização ao longo da Zona de Cisalhamento Esperança, de caráter reverso com transporte de topo para NEE. O tratamento geoquímico permitiu classificar as rochas estudadas como monzo a sienogranitos e granitos alcalinos, da série alcalina potássica saturada em sílica, com padrão de granitóides do tipo A, alcalino a

peraluminoso, semelhante àquele encontrado em suítes alcalinas. Quanto à caracterização de ambiente geotectônico os pontos representativos das rochas estudadas coincidem com o domínio proposto para Arco Vulcânico/Magmático e com granitoides intra-placa pós-orogênicos. Determinação geocronológica pelo método U-Pb (SHRIMP) em zircão forneceu idade de 1749±45 Ma para sua cristalização, valores mais jovens entre 1440 e 1230 Ma foram interpretados como resultado de um reajustamentos do sistema isotópico U-Pb devido a eventos tectono-metamórficos superimpostos.

Do ponto vista geotectônico, os dados geológicos, geoquímicos e isotópicos (U-Pb) obtidos para o GCP, sugerem que a intrusão investigada foi gerada em um ambiente tectônico convergente, típico de arco magmático continental e que sua colocação se deu nos estágios tardi a pós-orogênicos, como indicam os tênues registros de deformação penetrativa.

O GCP participa do evento ígneo plutono-vulcânico que afetou o extremo sul do Cráton Amazônico durante o Estateriano e, até o momento, não há evidências de magmatismo correlato nos Terrenos Paraguá, Jauru e Rio Alegre, situados no SW do Cráton Amazônico.

As idades Ar-Ar e K-Ar em torno 1.3 Ga (Cordani *et al.* 2010), obtidas para as rochas da Suíte Intrusiva Alumiador e suas encaixantes, sugerem que um episódio tectono-metamórfico correlato a Orogenia San Ignácio, identificada no Terreno Paraguá, afetou o batólito Cerro Porã.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Grupo de Pesquisa em Evolução Crustal e Tectônica (Guaporé), ao PROCAD (Proc. Nº 096/2007) e à FAPEMAT (Proc. Nº 448287/2009), pelo suporte financeiro; e ao GEOCIAM (Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia de Geociências da Amazônia) pelo apoio à pesquisa e concessão de bolsa de mestrado à primeira autora.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F. F. M. 1967. *Origem e evolução da plataforma brasileira*. Rio de Janeiro, Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, Boletim 241, 1-36 p.
- Amaral, G. 1974. Geologia Pré Cambriana da Região Amazônica. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 212 p.
- Araújo H. J. T., Santos Neto A., Trindade C. 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.
- Bettencourt, J. S., Leite Jr., W. B., Ruiz, A. S., Matos, R., Payolla, B. L., Tosdal, R. M. 2010. *The Rondonian-San Ignacio Province in the SW Amazonian Craton: An Overview. Journal of South American Earth Sciences*, 29: 28-46.
- 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*, 2, Chile. *Atas*, p.137-48.
- 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.

- Plens, D. P. 2012. Geologia da Região da Serra da Esperança - Porto Murtinho (MS): Ênfase no Granito Cerro Porã do Arco Magmático Amoguijá – Sul do Cráton Amazônico.
- Cordani, U.G., Teixeira, W., 2007. *Proterozoic accretionary belt in the Amazonian Craton*, In: Hatcher, R.D., Jr., Carlson, M.P., McBride, J.H., Martinez Catalán, J.R. (eds.), 4D Framework 01, Continental Crust, vol. 200. Geological Society of America, Memoir, p.: 297-320.
- Cordani, U. G, Teixeira, W., Tassinari, C. C. G., Ruiz, A. S. 2010. *The Rio Apa Craton in Mato Grosso do Sul (Brazil) and Northern Paraguay: geochronological evolution, correlations and tectonic implications for Rodinia and Gondwana*. *American Journal of Science*, v. 310, p. 1-43.
- Corrêa, J.A., Corrêa 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.
- 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, 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: Simp. Nac. Estudos Tectônicos, 11, Atas, 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. *Rev. Bras. de Geoc.*, **28**: 485-499.
- Harris, N. B. W., Perarce, J. A. & Tindle, A. G. 1986. *Geochemical characteristics of collision-zone magmatism*. In: *Special Publications of Geological Society, London*, **19**: 67-81.
- Irvine, I. N. & Baragar, W. R. A. 1971. *A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks*. *Canadian Journal Earth Science*, v. 8, p. 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 (de) H. 1980. Granites chemistry through multicationic diagrams. *Sciences de la Terre, Série Informatique Géologique*, **13**:65-88.
- Le Bas, M. J.; Le Maitre, R. W., Streckeisen, A.; Zanettin, B. A. 1986. *Chemical classification of volcanic rocks based on total alkali-silica diagram*. *Journal of Petrology*, v. 27, p.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.
- Lisboa, M.A.R. 1909. Oeste de São Paulo, sul de Mato Grosso, geologia, indústria mineral, clima, vegetação, solo agrícola, indústria pastoril, Rio de Janeiro, Typ do Jornal do Commercio, 172 p.
- Ludwig, K. R. 1998. *Isoplot/Ex. (v. 1.00b): a geochronological toolkit for Microsoft excel*. Berkeley, Geochronology Center. 45p. (Special Publication 1).
- Maniar P. D. & Piccoli P. M. 1989. *Tectonic discrimination of granitoids*. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **101**:635-643.

- Plens, D. P. 2012. Geologia da Região da Serra da Esperança - Porto Murtinho (MS): Ênfase no Granito Cerro Porã do Arco Magmático Amoguijá – Sul do Cráton Amazônico.
- Nogueira, V. L., Oliveira, C. C., Figueiredo, J. A., Corrêa Filho, F. C. L., Scislewski, N. G., Souza, M. R., Moraes Filho, J. C. R., Leite, E. A., Souza, N. B., Souza, J. O., Cerqueira, N. L. S., Vanderlei, A. A., Takaschi, A. T., Abreu Filho, W., Rosito, J., Olivatt, I. O., Hausen, J.E.P., Gonçalves, G.N.D., Ramalho, R., Pereira, L.C.B. 1978. *Projeto Bonito – Aquidauana: Relatório Final*. Goiânia. Convênio: DNPM/CPRM-DGM, v. 14.
- Oliveira, A. J. & Moura, P. 1944. Geologia da região de Corumbá e minérios de manganês e ferro de Urucum, Mato Grosso. Boletim da Divisão de Fomento da Produção Mineral, Rio de Janeiro, parte I, n. 62, 13-29 p.
- Paces, J. B., Miller Jr, 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 Geophysical Research*, v. 98, p. 13997-14013.
- Peacock M. A. (1931). *Classification of igneous rock series*. *Journal of Geology*, v. 39, p. 54–67.
- 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(4): p. 956-983.
- Pearce J.A. 1996. *Sources and settings of granitic rocks. Episodes*, v. 19, p. 120-125.
- 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.
- Sato, k., Basei M. A. S., Siga O. J., 2008. Novas técnicas aplicadas ao método U-Pb no CPGeo - IGc/USP: avanços na digestão química, espectrometria de massa (TIMS) e exemplos de aplicação integrada com SHRIMP. *In: Geol. USP Série Científica*, **8**: 77-99
- Santos, J. O. S., Hartmann, L. A.; Gaudette, H. E., Groves, D. I.; Mcnaughton, N. J., Fletcher, I. R. 2000. *A new understanding of the Amazon Craton Provinces based on integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd Geochronology*, *Gondwana Research*, **3**:453-488.
- Santos, J.O.S., Rizzotto, G.J.; Potter, P.E., Mcnaughton, N.J., Matos, R.S., Hartmann, L.A., Chemale Jr, F. & Quadros, M.E.S. 2008. *Age and Autochthonous Evolution of The Sunsás Orogen in the West Amazon Craton based on mapping and U-Pb Geochronology*. *Precambrian Research*, **165**:120-152.
- Schobbenhaus Filho, C. & Soares, L.A. 1979. Carta geológica do Brasil ao milionésimo. Folha Corumbá (SE. 21). Brasília: DNPM.
- Steiger, R. H., Jäger, E. 1977. *Subcommission on geochronology: convention on the use of decay constants in geoand chosmochronology*. *Earth Planetary Science Letters*. **36**: 359-362.
- Stern, R. A. 1998. *High resolution SIMS determination of radiogenic trace isotope ratios in minerals*. *In: CABRI, L. J.; VAUGHAN, D. J. 1998. Modern approaches to ore and environmental mineralogy. Canada Short Course Series, Mineralogical Association of Canada*, v. 27. e Mineralogical Association of Canada, p.241-268.
- Tassinari, C.C.G. 1996. O mapa geocronológico do Cráton Amazônico no Brasil: revisão dos dados isotópicos. Tese de Livre-Docência, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 139 p.
- Tassinari, C.C.G. & Macambira, M.J.B. 1999. *Geochronological provinces of the Amazonian Craton*. *Episodes*, **38**:174-182.

- Plens, D. P. 2012. Geologia da Região da Serra da Esperança - Porto Murtinho (MS): Ênfase no Granito Cerro Porã do Arco Magmático Amoguijá – Sul do Cráton Amazônico.
- Taylor, S. R., & McLennan, S. M., 1985. *The continental crust: its compositional and evolution*. Black Well, Oxford, 312 p.
- Teixeira, W., Tassinari, C.C.G., Cordani, U.G. & Kawashita, K. 1989. *A review of the geochronology of the Amazonian Craton: tectonic implications*. *Precambrian Research.*, **42**: 213 – 227.
- Thiéblemont D. & Cabanis B. 1990. *Utilisation d'un diagramme (Rb/100)-Tb-Ta pour la discrimination géochimique et l'étude pétrogénétique des roches magmatiques acides*. *Bull. Soc. Geól. France*, **8**:23-35.
- 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.
- 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.
- Whright, J. B. 1969. *A simple alkalinity ratio and its application to questions of nonorogenic 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 III

### CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

---

Os resultados obtidos nos trabalhos desenvolvidos nesta dissertação de mestrado, contribuem para ampliar o conhecimento do Terreno Rio Apa, especialmente sobre as rochas pré-cambrianas da Suíte Intrusiva Alumiador, Formação Serra da Bocaina e Grupo Amolar. Este terreno compreende um segmento crustal paleoproterozóico correspondente à porção sul do Cráton Amazônico e é caracterizado por processos de evolução crustal marcados por acreções de crosta juvenil. O Granito Cerro Porã (GCP), principal alvo desta pesquisa, pertence à Suíte Intrusiva Alumiador e constitui, provavelmente, um dos últimos eventos magmáticos relacionados ao Arco Magmático Amoguijá.

O mapeamento desenvolvido na Serra da Esperança permitiu delimitar o GCP que configura um batólito alongado na direção NNE com área de aproximadamente 30 por 4 km e identificar duas fácies petrográficas: Fácies Sienogranítica Rosa (FSR) e Fácies Monzogranítica Cinza (FMC), ambas metamorfizadas na fácies xisto verde. A FSR caracteriza-se por textura equiaxial, essencialmente, inequigranular xenomórfica e por intercrescimentos gráfico e granofírico; é composta por feldspatos alcalinos, quartzo e plagioclásio tendo biotita como a único máfico primário essencial, e ocorre milonitizada na Zona de Cisalhamento Esperança. A FMC apresenta textura porfirítica, matriz de granulação fina gráfica a granofírica e constitui-se por quartzo, plagioclásio, feldspatos alcalinos e agregados máficos (biotita e anfibólio).

Os dados estruturais obtidos indicam registros deformacionais de uma fase de deformação dúctil ( $F_1$ ) representada por foliação penetrativa incipiente ( $S_1$ ) e pela Zona de Cisalhamento Esperança, onde se destacam foliação milonítica  $S_{1m}$  e lineação de estiramento  $L_{1m}$ . Geoquimicamente, as rochas deste batólito são classificadas como sienos a monzogranitos e granitos alcalinos da série alcalina potássica saturada em sílica, com padrão de granitóides do tipo A, alcalino e peraluminoso.

Quanto à caracterização de ambiente geotectônico, os dados geológicos, geoquímicos e isotópicos (U-Pb) obtidos sugerem que o GCP foi gerado nos estágios finais da implantação do Arco Magmático Amoguijá com assinatura geoquímica de granitóides pós-orogênico a intra-placa. Determinações geocronológicas pelo método U-Pb (SHRIMP) em zircões, feitas neste trabalho, forneceram idade de  $1749 \pm 45$  Ma para cristalização das rochas do GCP.

A Formação Serra da Bocaina é representada por rochas piroclásticas, representadas pelas fácies Brecha Ignimbrítica e Reoignimbrito definidas por Brittes *et al.* (2011 a, b e c; e 2012; submetido). A fácies Brecha Ignimbrítica aflora na parte SSW da área mapeada, apresenta fenocristais de quartzo, plagioclásio e feldspato alcalino, bem como, fragmentos líticos arredondados, achatados, estirados e orientados de acordo com a foliação regional NW/SE, e dimensões que variam entre 0,3 a 5 cm. Os Reoignimbritos se expõem nas porções sudoeste e SSW, sendo caracterizados por fenocristais

de quartzo, plagioclásio e, subordinadamente, feldspato alcalino que não mostram orientação preferencial.

O Grupo Amolar está representado, na área mapeada, por três litotipos: quartzito, siltito quartzoso e sericita-xisto. Os quartzitos são predominantes e expõem-se com granulação média a fina, cor esbranquiçada a laranja, tendo como estruturas estratificação cruzada e tabular; os siltito-quartzosos apresentam granulação fina com cristais destacados de quartzo, cor esbranquiçada a verde e amarelo; e os sericita-xistos mostram-se com granulação fina e cor bege a laranja.

Os dados geológicos, geoquímicos e isotópicos (U-Pb/SHRIMP) obtidos neste trabalho para o GCP, juntamente com o mapeamento realizado nas demais unidades que afloram na Serra da Esperança, sugerem que tanto o batólito, como as rochas piroclásticas e os metassedimentos foram gerados em ambiente tectônico convergente, típico de arco magmático continental. E ainda pode-se inferir que a colocação do GCP se deu nos estágios tardi à pós-orogênicos do Arco Magmático Amoguijá, como indicam também os tênues registros de deformação penetrativa; tendo a Formação Serra da Bocaina sido formada em fases anteriores da mesma orogenia, uma vez que suas rochas apresentam-se mais fortemente deformadas.

Pode-se concluir, também, que o GCP e a Formação Serra da Bocaina pertencem a um evento ígneo plutono-vulcânico que afetou o extremo sul do Cráton Amazônico durante o Estateriano não havendo, até o momento, evidências de magmatismo correlato nos Terrenos Paraguá, Jauru e Rio Alegre, situados no SW deste cráton.

As idades Ar-Ar e K-Ar em torno 1.3 Ga (Cordani *et al.* 2010) obtidas para as rochas da Suíte Intrusiva Alumiador, Formação Serra da Bocaina e suas encaixantes, sugerem um episódio tectono-metamórfico correlato a Orogenia San Ignácio, identificada no Terreno Paraguá.

Para refinar o conjunto de dados obtidos, sugere-se detalhamento de campo do GCP, com nova coleta de amostras para análises petrográfica e geoquímica, para que se possa estabelecer os limites entre as fácies identificadas (FMC e FSR), bem como, uma melhor caracterização dessas rochas. Como foi relatada a possibilidade de presença de anfibólio alcalino no estudo petrográfico (riebeckita), propõe-se a realização de análises de microsonda eletrônica dos máficos da FMC. Quanto aos resultados geocronológicos, deveriam ser feitas análises pelo método Sm-Nd e Ar-Ar para a obtenção de idades referentes à evolução crustal e ao retrabalhamento metamórfico que afetou as rochas deste batólito.

Para as rochas piroclásticas da Formação Serra da Bocaina, sugere-se a ampliação dos estudos com mapeamento geológico, bem como detalhamento na porção SSW da área, onde encontram-se as Brechas Ignimbríticas, com o intuito de estabelecer as características mineralógicas da matriz e dos litoclastos, e assim associá-las às fácies aflorantes na Serra da Bocaina. São também recomendáveis estudos geoquímicos e geocronológicos pelos métodos U-Pb, Sm-Nd e Ar-Ar para determinar uma sequência temporal dos eventos magmáticos e metamórficos-deformacionais que afetaram as rochas

piroclásticas do Arco Magmático Amoguijá. Para o Grupo Amolar, também é aconselhável expansão dos trabalhos de mapeamento geológico, estudos petrográficos, gequímicos e geocronológicos.

A integração dos dados obtidos nessa pesquisa e novos estudos propostos são importantes para um melhor entendimento da evolução crustal do Sul do Cráton Amazônico e principalmente do evento magmático responsável pela geração do GCP e das rochas piroclásticas da Formação Serra da Bocaina.



## Referências

---

- Almeida, F. F. M. 1967. *Origem e evolução da plataforma brasileira*. Rio de Janeiro, Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, Boletim 241, 1-36 p.
- Almeida, F.F.M. 1978. Tectonic map of south america 1:5.000.000. Explanatory note, Brasília DNPM/DGMW/UNESCO, 23p.
- Almeida, F.F.M. de. 1964. Geologia do centro-oeste mato-grossense. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, Boletim 15, 137 p.
- Alvarenga C.J.S. & Saes G. S. 1992. Estratigrafia e Sedimentologia do Proterozóico Médio e Superior da região Sudeste do Cráton Amazônico. *Rev. Bras. Geoc.*, **22**:493-499.
- Alvarenga C.J.S., Moura C.A.V., Gorayeb P.S., Abreu F.A.M. 2000. Paraguai and Araguaia belts. *In*: Cordani U.G., Milani E.J., Thomaz Filho A., Campos D.A. (ed.) Tectonic evolution of South America. p.: 183-193.
- Amaral, G. 1974. Geologia Pré Cambriana da Região Amazônica. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, 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.
- Bettencourt, J. S., Leite Jr., W. B., Ruiz, A. S., Matos, R., Payolla, B. L., Tosdal, R. M. 2010. *The Rondonian-San Ignacio Province in the SW Amazonian Craton: An Overview*. *Journal of South American Earth Sciences*, 29: 28-46.
- Boggiani, P. C.; Alvarenga, C.J.S. 2004. Faixa Paraguai *In*: Mantesso-Neto, V., Bartorelli, A., Carneiro, C. D. R., Brito-Neves, B. (eds) Geologia do Continente Sul-Americano. 01, São Paulo, SP: BECA, p.: 113-118.
- Cordani, U.G., Teixeira, W., 2007. *Proterozoic accretionary belt in the Amazonian Craton*, *In*: Hatcher, R.D., Jr., Carlson, M.P., McBride, J.H., Martinez Catalán, J.R. (eds.), 4D Framework 01, Continentl Crust, vol. 200. Geological Society of America, Memoir, p.: 297-320.
- Cordani, U. G, Teixeira, W., Tassinari, C. C. G., Ruiz, A. S. 2010. *The Rio Apa Craton in Mato Grosso do Sul (Brazil) and Northern Paraguay: geochronological evolution, correlations and tectonic implications for Rodinia and Gondwana*. *American Journal of Science*, v. 310, p. 1-43.
- 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, 2, Chile. *Atas*, p.137-48.
- Cordani, U.G.; Teixeira, W.; D'Agrella, M.S.; Trindade, R.I. 2009. The position of the Amazonian Craton in supercontinents. *Gondwana Research*, v. 15, p. 396-407.

- Plens, D. P. 2012. Geologia da Região da Serra da Esperança - Porto Murtinho (MS): Ênfase no Granito Cerro Porã do Arco Magmático Amoguijá – Sul do Cráton Amazônico.
- Corrêa, J.A., Corrêa Filho, F.C.L, Scislewski, G., Cavallon, L.A.; Cerqueira, N.L.S., Nogueira, V.L. 1976. *Projeto Bodoquena - Relatório Final*, MME/DNPM, Convênio DNPM/CPRM, Superintendência Regional de Goiânia.
- Correia Filho, F.C.L, Martins, E.G., Araújo, E.S. 1981. *Projeto Rio Apa: Relatório da área I*. Goiânia: CPRM, Convênio CODESUL/CPRM, v. 2.
- Costa, J.B.S., & Hasui, Y. 1997. Evolução geológica da Amazônia. In: M.L.Costa, R.S.Angélica (eds). *Contribuições à Geologia da Amazônia*. SBG, p.: 15-90.
- Godoi, H.O.; Martins, E.G.; Mello, C.R.; Scislewski, G. 1999. Geologia. MME/SG. Projeto Radam - Brasil. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Folhas Corumbá (SE. 21-Y-D), Aldeia Tomázia, (SF. 21-V-B) e Porto Murtinho (SF. 21-V-D), Mato Grosso do Sul, escala 1: 250.000.
- Godoi, H. O. Martins, E. G.; Mello, J. C. R. 2001. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB: folha SE.21-Y-D - Corumbá; Folha SF.21-V-B- Aldeia Tomázia; Folha SF.21-V-D - Porto Murtinho: escala 1:250 000. Brasília, CPRM, 88p.
- Godoy, A.M., Manzano, J.C., Araújo, L.M.B., Silva, J.A. 2009. Contexto Geológico e Estrutural do Maciço Rio Apa, sul do Cráton Amazônico – MS. *Rev. Bras. de Geoc.*, **28**: 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.
- 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 Alumizador e Vulcânica Serra da Bocaina, Maciço Rio Apa, sul do Cráton Amazônico MS. In: Simp. Nac. Estudos Tectônicos, 11, *Atas*, p. 277-279.
- Harris, N. B. W., Perarce, J. A. & Tindle, A. G. 1986. *Geochemical characteristics of collision-zone magmatism*. In: *Special Publications of Geological Society, London*, **19**: 67-81.
- Irvine, I. N. & Baragar, W. R. A. 1971. *A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks*. *Canadian Journal Earth Science*, v. 8, p. 523-548.
- Issler, R. S. 1977. Esboço Geológico-tectônico do Cráton do Guaporé. *Rev. Bras. Geociências*, **7**:177-211.7.
- Kroner, A., and Cordani, U. G. 2003. African, southern Indian and South American cratons were not part of the Rodinia supercontinent: evidence from field relationships and geochronology. *Tectonophysics*, v. 375, p. 325–352.
- La Roche (de) H. 1980. Granites chemistry through multicationic diagrams. *Sciences de la Terre, Série Informatique Géologique*, **13**:65-88.
- 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.
- 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*, v. 27, p.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.

- Plens, D. P. 2012. Geologia da Região da Serra da Esperança - Porto Murtinho (MS): Ênfase no Granito Cerro Porã do Arco Magmático Amoguijá – Sul do Cráton Amazônico.
- Lisboa, M.A.R. 1909. Oeste de São Paulo, sul de Mato Grosso, geologia, indústria mineral, clima, vegetação, solo agrícola, indústria pastoril, Rio de Janeiro, Typ do Jornal do Commercio, 172 p.
- Ludwig, K. R. 1998. *Isoplot/Ex. (v. 1.00b): a geochronological toolkit for Microsoft excel*. Berkeley, Geochronology Center. 45p. (Special Publication 1).
- Maniar P. D. & Piccoli P. M. 1989. *Tectonic discrimination of granitoids*. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **101**:635-643.
- Medeiros, E.M. & Sousa, S.Q. 2008. Caracterização Geológica das Folhas SF21 XC e SF21 VD Província Rio Apa Extremo Sul do Cráton Amazônico Mato Grosso do Sul. Monografia de Conclusão de Curso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 30 – 52 p.
- Nogueira, V. L., Oliveira, C. C., Figueiredo, J. A., Corrêa Filho, F. C. L., Scislewski, N. G., Souza, M. R., Moraes Filho, J. C. R., Leite, E. A., Souza, N. B., Souza, J. O., Cerqueira, N. L. S., Vanderlei, A. A., Takaschi, A. T., Abreu Filho, W., Rosito, J., Olivatt, I O., Hausen, J.E.P., Gonçalves, G.N.D., Ramalho, R., Pereira, L.C.B. 1978. *Projeto Bonito – Aquidauana: Relatório Final*. Goiânia. Convênio: DNPM/CPRM-DGM, v. 14.
- 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, *Atas*, p. 212- 224.
- Oliveira, A. I.; Leonardos, O. H. (Eds) 1943. Geologia do Brasil – Série Didática 2 , Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 813 p.
- Oliveira, A. J. & Moura, P. 1944. Geologia da região de Corumbá e minérios de manganês e ferro de Urucum, Mato Grosso. Boletim da Divisão de Fomento da Produção Mineral, Rio de Janeiro, parte I, n. 62, 13-29 p.
- Paces, J. B., Miller Jr, 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 Geophysical Research*, v. 98, p. 13997-14013.
- Peacock M. A. (1931). *Classification of igneous rock series*. *Journal of Geology*, v. 39, p. 54–67.
- Pearce J.A. 1996. *Sources and settings of granitic rocks*. *Episodes*, v. 19, p. 120-125.
- 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(4): p. 956-983.
- 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 Simp. Estudos Tectônicos, Curitiba, *Anais*, p. 411 – 414.
- Santos, J. O. S., Hartmann, L. A.; Gaudette, H. E., Groves, D. I.; Mcnaughton, N. J., Fletcher, I. R. 2000. *A new understanding of the Amazon Craton Provinces based on integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd Geochronology*, *Gondwana Research*, **3**:453-488.
- Santos, J.O.S., Rizzotto, G.J.; Potter, P.E., Mcnaughton, N.J., Matos, R.S., Hartmann, L.A., Chemale Jr, F. & Quadros, M.E.S. 2008. Age and Autochthonous Evolution of The Sunsás Orogen in the West Amazon Craton based on mapping and U-Pb Geochronology. *Precambrian Research*, **165**:120-152.

- Plens, D. P. 2012. Geologia da Região da Serra da Esperança - Porto Murtinho (MS): Ênfase no Granito Cerro Porã do Arco Magmático Amoguijá – Sul do Cráton Amazônico.
- Sato, k., Basei M. A. S., Siga O. J., 2008. Novas técnicas aplicadas ao método U-Pb no CPGeo - IGc/USP: avanços na digestão química, espectrometria de massa (TIMS) e exemplos de aplicação integrada com SHRIMP. *In: Geol. USP Série Científica*, **8**: 77-99
- Schobbenhaus Filho, C. & 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.
- Steiger, R. H., Jäger, E. 1977. *Subcommission on geochronology: convention on the use of decay constants in geoand chosmochronology. Earth Planetary Science Letters*. **36**: 359-362.
- Stern, R. A. 1998. *High resolution SIMS determination of radiogenic trace isotope ratios in minerals. In: CABRI, L. J.; VAUGHAN, D. J. 1998. Modern approaches to ore and environmental mineralogy. Canada Short Course Series, Mineralogical Association of Canada, v. 27. e Mineralogical Association of Canada, p.241-268.*
- Tassinari C.C.G., Cordani U.G., Nutman A.P., Van Schmus W.R., Bettencourt J.S., Taylor P.N. 1996. Geochronological systematics on basement rocks from the Rio Negro-Juruena Province (Amazon CRio Alegre Terrainon) and tectonic implications. *International Geology Review*, 38:1161 -1175
- Tassinari, C.C.G. & 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. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 99 p.
- Tassinari, C.C.G. 1996. O mapa geocronológico do Cráton Amazônico no Brasil: revisão dos dados isotópicos. Tese de Livre-Docência, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 139 p.
- Tassinari, C.C.G., Bettencourt, J.S., Geraldes, 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.*
- Taylor, S. R., & McLennan, S. M., 1985. *The continental crust: its compositional and evolution. Black Well, Oxford*, 312 p.
- Teixeira, W., Tassinari, C.C.G., Cordani, U.G. & Kawashita, K. 1989. *A review of the geochronology of the Amazonian Craton: tectonic implications. Precambrian Research.*, **42**: 213 – 227.
- Theodorovicz, A.; Câmara, M. M. 1991. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: geologia da região da Serra do Amolar: folhas Morraria da Ínsua(SE.21-V-D-V), Lagoa Mandioré (SE.21-Y-B-II) e Amolar(SE.21-Y-B-III), Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Brasília: CPRM, p. 69.
- Thiéblemont D. & Cabanis B. 1990. *Utilisation d'un diagramme (Rb/100)-Tb-Ta pour la discrimination géochimique et l'étude pétrogénétique des roches magmatiques acides. Bull. Soc. Geól. France*, **8**:23-35.
- 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.

Plens, D. P. 2012. Geologia da Região da Serra da Esperança - Porto Murtinho (MS): Ênfase no Granito Cerro Porã do Arco Magmático Amoguijá – Sul do Cráton Amazônico.

Whright, J. B. 1969. *A simple alkalinity ratio and its application to questions of nonorogenic granite genesis. Geol. Mag., 106: 370-89.*

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.

Relação dos afloramentos descritos.

<i>Pontos</i>	<i>Coord. X</i>	<i>Coord. Y</i>	<i>Litologias</i>	<i>Unidade Geológica</i>
DP 1	446590	7548091	Quartzito	Grupo Amolar
DP 2	446857	7547982	Depósitos Aluvionares	Formação Pantanal
DP 3	445681	7549024	Sedimentos arenosos e silto-argilosos	Formação Pantanal
DP 4	445730	7549266	Sedimentos arenosos e silto-argilosos	Formação Pantanal
DP 5	443872	7549182	Sedimentos arenosos e silto-argilosos com pouco cascalho	Formação Pantanal
DP 6	445499	7549743	FSR	Granito Cerro Porã
DP 7	447023	7550730	FSR	Granito Cerro Porã
DP 8	447447	7550303	Quartzito	Grupo Amolar
DP 9	447624	7550231	Quartzito	Grupo Amolar
DP 10	447736	7551124	Quartzito	Grupo Amolar
DP 11	448097	7551660	Quartzito	Grupo Amolar
DP 12	447762	7551984	Quartzito	Grupo Amolar
DP 13	447468	7552269	FSR	Granito Cerro Porã
DP 14	447318	7552426	FSR	Granito Cerro Porã
DP 15	447150	7552593	FSR	Granito Cerro Porã
DP 16	446875	7552863	FSR	Granito Cerro Porã
DP 17	446544	7552814	FSR	Granito Cerro Porã
DP 18	446953	7552714	FSR	Granito Cerro Porã
DP 19	443579	7549581	Ignimbritos	Formação Serra da Bocaina
DP 20	445202	7549855	Sedimentos arenosos e silto-argilosos com pouco cascalho	Formação Pantanal
DP 21	445144	7549880	FSR	Granito Cerro Porã
DP 22	445080	7549907	FSR	Granito Cerro Porã
DP 23	445050	7549921	FSR	Granito Cerro Porã
DP 24	443432	7549598	Ignimbritos	Formação Serra da Bocaina
DP 25	443633	7550435	Ignimbritos	Formação Serra da Bocaina
DP 26	443615	7550740	FSR/FMC	Granito Cerro Porã
DP 27	443548	7550833	Sedimentos arenosos consolidados	Formação Pantanal
DP 28	443376	7551519	Sedimentos arenosos consolidados	Formação Pantanal
DP 29	443146	7551622	Sedimentos arenosos consolidados	Formação Pantanal
DP 30	443069	7551485	Ignimbritos	Formação Serra da Bocaina
DP 31	442680	7552010	Ignimbritos	Formação Serra da Bocaina
DP 32	442059	7553550	Sedimentos arenosos e silto-argilosos	Formação Pantanal
DP 33	441626	7555581	Sedimentos arenosos e silto-argilosos	Formação Pantanal
DP 34	443092	7556208	Sedimentos arenosos e silto-argilosos	Formação Pantanal



DP 35	440283	7562151	Sedimentos arenosos e silto-argilosos	Formação Pantanal
DP 36	435316	7562431	Sedimentos arenosos consolidados	Formação Pantanal
DP 37	433320	7561031	Sedimentos arenosos consolidados	Formação Pantanal
DP 38	433527	7562168	Quartzito	Grupo Amolar
DP 39	433729	7562262	Quartzito	Grupo Amolar
DP 40	433964	7561852	Quartzito	Grupo Amolar
DP 41	440141	7565527	Sedimentos arenosos consolidados	Formação Pantanal
DP 42	445552	7568566	Quartzito	Grupo Amolar
DP 43	445566	7568496	Sedimentos arenosos consolidados	Formação Pantanal
DP 44	445935	7567897	Sedimentos arenosos consolidados	Formação Pantanal
DP 45	443238	7566838	Sedimentos arenosos consolidados	Formação Pantanal
DP 46	443278	7566897	Quartzito	Grupo Amolar
DP 47	440426	7567843	Sedimentos arenosos consolidados	Formação Pantanal
DP 48	439613	7569709	Sedimentos arenosos consolidados	Formação Pantanal
DP 49	439249	7570692	Sedimentos arenosos consolidados	Formação Pantanal
DP 50	447148	7575700	Sedimentos arenosos consolidados	Formação Pantanal
DP 51	447477	7574669	Quartzo-mica-xisto	Grupo Amolar
DP 52	447951	7572343	Sedimentos arenosos e silto-argilosos	Formação Pantanal
DP 53	450894	7569672	Quartzo-mica-xisto	Grupo Amolar
DP 54	448041	7569073	Quartzo-mica-xisto	Grupo Amolar
DP 55	448088	7573047	Sedimentos arenosos e silto-argilosos	Formação Pantanal
DP 56	443222	7556479	Sedimentos arenosos e silto-argilosos	Formação Pantanal
DP 57	444802	7559820	Sedimentos arenosos e silto-argilosos	Formação Pantanal
DP 58	445300	7560886	Ignimbritos	Formação Serra da Bocaina
DP 59	449475	7563690	FSR	Granito Cerro Porã
DP 60	459837	7570731	FSR	Granito Cerro Porã
DP 61	458620	7569449	FSR	Granito Cerro Porã
DP 62	457930	7567932	FSR	Granito Cerro Porã
DP 63	456449	7566883	FSR	Granito Cerro Porã
DP 64	456599	7566662	FSR	Granito Cerro Porã
DP 65	456283	7566800	FSR	Granito Cerro Porã
DP 66	454251	7565381	FSR	Granito Cerro Porã
DP 67	451947	7562858	Sedimentos arenosos e silto-argilosos	Formação Pantanal
DP 68	450358	7554250	Sedimentos arenosos e silto-argilosos	Formação Pantanal
DP 69	450947	7555170	Sedimentos arenosos e silto-argilosos	Formação Pantanal
DP 70	450939	7556185	Sedimentos arenosos e silto-argilosos	Formação Pantanal

DP 71	450922	7557008	Quartzo-mica-xisto	Grupo Amolar
DP 72	450578	7557004	Sedimentos arenosos consolidados	Formação Pantanal
DP 73	450887	7557963	Quartzo-mica-xisto	Grupo Amolar
DP 74	446548	7548089	Ignimbritos	Formação Serra da Bocaina
DP 75	445144	7549880	FSR	Granito Cerro Porã
DP 76	445120	7549883	Ignimbritos	Formação Serra da Bocaina
DP 77	443750	7549341	FSR	Formação Serra da Bocaina
DP 78	450894	7569672	Quartzo-mica-xisto	Grupo Amolar
DP 79	451121	7569673	Quartzo-mica-xisto	Grupo Amolar
DP 80	451841	7569438	Quartzo-mica-xisto	Grupo Amolar
DP 81	452066	7569315	Quartzo-mica-xisto	Grupo Amolar
DP 82	452142	7569281	Quartzo-mica-xisto	Grupo Amolar
DP 83	452158	7569283	FSR	Granito Cerro Porã
DP 84	452208	7569236	FSR	Granito Cerro Porã
DP 85	452257	7569196	FSR	Granito Cerro Porã
DP 86	452305	7569171	FSR	Granito Cerro Porã
DP 87	450363	7569898	Quartzo-mica-xisto	Grupo Amolar
DP 88	443625	7550815	Quartzo-mica-xisto/FMC	Grupo Amolar
DP 89	443667	7550837	FSR	Granito Cerro Porã
DP 90	443651	7550828	FSR/FMC	Granito Cerro Porã
DP 91	443571	7550680	Quartzo-mica-xisto	Grupo Amolar
DP 92	443577	7550635	Quartzo-mica-xisto	Grupo Amolar
DP 93	443594	7550566	Ignimbritos	Formação Serra da Bocaina
DP 94	443531	7550519	Ignimbritos	Formação Serra da Bocaina
DP 95	443468	7550497	Ignimbritos	Formação Serra da Bocaina
DP 96	443400	7550488	Ignimbritos	Formação Serra da Bocaina

## **Ficha de Aprovação**

---

### ***Dissertação de Mestrado***

**Título: Geologia da Região da Serra da Esperança - Porto Murtinho (MS): Ênfase no Granito Cerro Porã do Arco Magmático Amoguijá – Sul do Cráton Amazônico.**

**Autora: Dalila Pexe Plens**

**Orientador: Prf. Dr. Amarildo Salina Ruiz**

**Co-Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Zélia Aguiar de Sousa**

Aprovada em 20 de Agosto de 2012.

***Banca Examinadora:***

**Prof. Dr. Amarildo Salina Ruiz - Orientador (UFMT) e Presidente**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Gislaine Amorés Battilani - Examinadora Interna (UFMT)**

**Dr. Julio Cesar Pinheiro Arraes - Examinador Externo**

Cuiabá, 20 de Agosto de 2012.