



Universidade Federal do Pará



Faculdade de Geologia



Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

EDSON ALVES RODRIGUES

**GEOCRONOLOGIA E EVOLUÇÃO CRUSTAL
DOS GRANITÓIDES ASSOCIADOS AO DIOPSÍDIO-NORITO
PIUM, REGIÃO DE VILA CEDERE III, CANAÃ DOS CARAJÁS,
PROVÍNCIA CARAJÁS**

GEOCIÊNCIAS
U F P A

BELÉM-PARÁ

2013

EDSON ALVES RODRIGUES

GEOCRONOLOGIA E EVOLUÇÃO CRUSTAL DOS GRANITÓIDES
ASSOCIADOS AO DIOPSÍDIO-NORITO PIUM, REGIÃO DE VILA
CEDERE III, CANAÃ DOS CARAJÁS, PROVÍNCIA CARAJÁS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Faculdade de Geologia do Instituto de
Geociências da Universidade Federal do Pará
– UFPA, em cumprimento às exigências para
obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Galarza
Toro

BELÉM-PA

2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA

R696g Rodrigues, Edson Alves

Geocronologia e evolução crustal dos granitóides associados ao Diopsídio-Norito Pium, região de Vila Cedere III, Canaã dos Carajás, Província Carajás/ Edson Alves Rodrigues – 2013

96 f. : il.

Orientador: Marco Antonio Galarza Toro

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em geologia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Geologia, Belém, 2013.

1. Petrologia. 2. Geocronologia. 3. Granitóides tipo Planalto. 4. Canaã dos Carajás. 5. Província Carajás. I. Galarza Toro, Marco Antonio*orient.* II. Universidade Federal do Pará. III. Título.

CDD 22^a ed.:552.098115

EDSON ALVES RODRIGUES


GEOCRONOLOGIA E EVOLUÇÃO CRUSTAL DOS GRANITÓIDES
ASSOCIADOS AO DIOPSÍDIO-NORITO PIUM, REGIÃO DE VILA
CEDERE III, CANAÃ DOS CARAJÁS, PROVÍNCIA CARAJÁS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Geologia
do Instituto de Geociências da
Universidade Federal do Pará – UFPA,
em cumprimento às exigências para
obtenção do grau de Bacharel em
Geologia.

Data de aprovação: ___ / ___ / ___

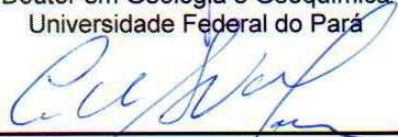
Conceito: _____

Banca examinadora:




Prof. Marco Antonio Galarza Toro -
Orientador

Doutor em Geologia e Geoquímica
Universidade Federal do Pará



Prof. Cândido Augusto Veloso Moura -
Membro

Doutor em Geocronologia
Universidade Federal do Pará



Prof. Davis Carvalho de Oliveira - Membro
Doutor em Geologia e Geoquímica
Universidade Federal do Pará

***Aos meus pais,
meus grandes mestres.***

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que me conduziu para que eu chegasse até aqui, aos meus queridos pais Pedro Rodrigues e Terezinha Rodrigues (meus pilares), pelo apoio, amor incondicional, ensinamentos e por sempre acreditarem no meu potencial.

As minhas grandes amigas Arlete Santos e Ana Cláudia Martins que sempre estiveram me apoiando ao longo desses cinco anos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marco Antonio Galarza pela paciência, apoio, orientação e toda ajuda para a realização deste trabalho.

Ao projeto de pesquisa do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Geociências da Amazônia – GEOCIAM, coordenado pelo Prof. Dr. Roberto Dall'Agnol. Ao PIBIC/CNPq pelo apoio financeiro nas diversas etapas deste trabalho.

Ao Laboratório de Geologia Isotópica (Pará-Iso) que me deu todo apoio e suporte técnico. A Laís Judith, Fredson, Jeferson, Elma, Prof. Jean Michel Lafon, Prof. Thomas Sheller, Prof. Cândido Moura. Em especial a Vanessa Santos e Etiana por me ajudarem a chegar mais próximo do meu sonho.

A toda minha família pela força confiança e por estarem sempre comigo em todos os momentos. Especialmente as minhas primas Francly Fayal, Rosa Mendes e ao meu querido sobrinho Helder Epifane pelo apoio na realização deste trabalho.

A todos os meus professores que muito contribuíram na minha caminhada. Em especial: Estanislau Luczynski, Vânia Barriga, Paulo Gorayeb, Valéria Marinho, Joelson Soares, Roseane Sarges, Albano Leite e Rosemery Nascimento.

Em memória a minha amiga Conceição Di Paula (“Conce”), obrigado por fazer parte da minha vida, nunca me esquecerei de você.

A todos os meus companheiros da geologia: Bruna, Paulo Roberto, Rafael Estumano, Carlos Alberto, Halline Vasconcelos, Luisa, Iara, Carla Batista, Carla Braga, Aldemir, Chafic, Thiago, Renato, José Rosa, Thamires, Marília, Joana, Raphael Neto, Flora, Karen, Ingrid, Caio, João Vitor, Paulo Vitor, Rachel, Heliana, Lucas, Maurício e Juvenal, agradeço a todos vocês. Nos momentos mais difíceis e nas dificuldades que o curso nos fez passar, vocês tornaram tudo muito mais fácil. Obrigado por toda a ajuda que vocês me deram e pelo companheirismo em todos os momentos durante toda a nossa graduação. Aos colegas Jeferson Souza, Fabriciana Guimarães, Max Martins, Max Santos e Gerlane pela força e grande ajuda.

RESUMO

A região de Vila Cedere III localiza-se em Canaã dos Carajás e está situada entre os domínios Rio Maria e Carajás. Esta região denominada “Subdomínio de Transição” é formada por uma ampla diversidade de rochas com idades meso e neoarqueanas. As unidades antes inseridas no Complexo Xingu compreendem tonalitos e trondhjemitos (TTG); granitos de afinidade cálcio-alcalina; dioritos a granodioritos cálcio-alcálicos; tonalitos/trondhjemitos (Pedra Branca) e granitos subalcalinostipo-A (Suíte Planalto). Esta região apresenta similaridade com o Domínio Rio Maria, assim como também é intensamente afetado por eventos tectônicos e magmáticos relacionados à evolução do Domínio Carajás. Os granitóides aflorantes na região de Vila Cedere III caracterizam-se como corpos alongados e podem ser correlacionados a monzosienogranitos, com hornblenda e biotita, subalcalinos e metaluminosos, com afinidade tipo-A, caracterizando o magmatismo tipo Planalto. Além disso, apresentam similaridades com a Suíte Pedra Branca e outros corpos granitóides do Domínio Carajás. As variações texturais e mineralógicas permitiram definir quatro variedades denominadas: Biotita-hornblenda tonalito; Biotita-hornblenda granodiorito; Biotita-hornblenda ou hornblenda-biotita Monzogranito e Biotita sienogranito. O estudo geocronológico realizado pelo método de evaporação-ionização de Pb em zircão forneceram idades médias de $2741,9 \pm 0,5$ Ma; $2739,7 \pm 0,7$ Ma e $2739,5 \pm 0,9$ Ma, interpretadas como idades de cristalização, sendo correlacionadas ao evento magmático Neoarqueano (2,75 - 2,70 Ga) registrado nesta província, caracterizado por intenso retrabalhamento crustal e originando os granitóides das suítes Planalto, Pedra Branca e rochas associadas. Os dados Sm-Nd das rochas estudadas indicaram idades modelo (T_{DM}) entre 3,11 a 2,91 Ga, sugerindo que estas são derivadas de fontes mantélicas, enquanto que os valores de $\epsilon_{Nd}(t)$ entre -2,22 e 0,30 são indicativos do envolvimento de fontes crustais durante sua formação. As idades modelo obtidas neste trabalho confirmam um importante período de formação de crosta no Mesoarqueano na Província Carajás.

Palavras-chave: Petrologia. Geocronologia. Granitóides tipo Planalto. Canaã dos Carajás. Província Carajás.

ABSTRACT

The Vila Cedere III region is located in Canaã dos Carajás and is situated between the Rio Maria and Carajás domains. This region called "Transition subdomain" is formed by a wide range of rocks with mesoand neoarqueans ages. The units before inserted in Xingu Complex comprise tonalites and trondhjemites (TTG); granites of calc-alkaline affinity, diorites to granodiorites calc-alkaline, tonalites/trondhjemites (Pedra Branca), and A-type subalkalines granites (Planalto Suite). This region shows similarity to the Rio Maria area, and it is also heavily affected by tectonic and magmatic events related to the evolution of the Carajás Domain. The granitoids outcrops in the Vila Cedere III region are characterized as elongated bodies and can be correlated to monzosienogranites with hornblende and biotite, subalkalines and metaluminous, with A-type affinity, characterizing the Planalto type magmatism. Also, they show similarities with Pedra Branca Suite and other granitoid bodies of the Carajás Domain. The textural and mineralogical variations allowed to set four varieties named: Biotite-hornblende tonalite; Biotite-hornblende granodiorite; Biotite-hornblende or hornblende-biotite Monzogranite and Biotite syenogranite. The geochronological study realized by the method of Pb-Pb evaporation-ionization zircon provided in average ages of 2741.9 ± 0.5 Ma, 2739.7 ± 0.7 Ma and 2739.5 ± 0.9 Ma, interpreted as the ages of crystallization, being correlated to Neoproterozoic the magmatic event (2.75 to 2.70 Ga) recorded in this province, characterized by intense crustal reworking and originating the granitoids from the Planalto, Pedra Branca suites and associated rocks. The Sm-Nd ages of the studied rocks indicated T_{DM} ages between 3.11 to 2.91 Ga, suggesting that they are derived from mantle sources, whereas the $\epsilon_{Nd}(t)$ values between -2.22 and 0.30, are indicative of the involvement of crustal sources during their formation. Model ages obtained in this study confirm an important period of crust formation on Mesoproterozoic in Carajás Province.

Keywords: Petrology. Geochronology. Planalto type Granitoids. Canaã dos Carajás. Carajás Province.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1-Mapa de localização da região de Vila Cedere III, Canaã dos Carajás, Província Carajás.....	12
Figura 1.2 - Mapa geológico simplificado da Província Carajás.....	14
Figura 1.3-Mapa geológico e de amostragem da região do Diopsídio-norito Pium, Vila Cedere III.....	21
Figura 4.1 - Fluxograma abordando as principais etapas para os métodos geocronológicos Pb-Pb em zircão e Sm-Nd em rocha total.....	28
Figura 5.1 - Aspectos mesoscópicos dos granitóides ou “meta granitóides”.....	30
Figura 5.2 - Diagrama QAP de Streckeisen (1976) de classificação de rochas plutônicas mostrando o posicionamento das amostras dos granitóides ou “meta granitóides” da região de estudo.....	32
Figura 5.3 - Aspectos gerais da fácies Biotita-hornblenda tonalito.....	34
Figura 5.4 - Fotomicrografias da fácies Biotita-hornblenda granodiorito.....	36
Figura 5.5 - Aspectos microscópicos gerais das Fácies Biotita-hornblenda ou hornblenda-biotita monzogranito, ilustrando a granulação média e grossa e texturas granular hipidiomórfica e de sobrecrecimento destas rochas, além de feições deformacionais.....	39
Figura 5.6- Fotomicrografias da fácies Biotita sienogranito	41
Figura 6.1 - Fotomicrografias de cristais de zircão das amostras estudadas.....	44
Figura 6.2 -Espectro da idade $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (em Ma) para os zircões da amostra TDM-01 (Biotita-hornblenda monzogranito). As barras verticais representam os erros para cada cristal de zircão analisado e a linha horizontal representa a idade média da amostra.....	47
Figura 6.3 - Espectro de idade $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (em Ma) para os zircões da amostra TDM-03 (Biotita-hornblenda monzogranito).....	49
Figura 6.4-Espectro da idade $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (em Ma) para os zircões da amostra TDM-13 (Biotita- hornblenda granodiorito).....	51
Figura 6.5–Diagrama $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ vs. Idade (Ga) mostrando as composições isotópicas de Nd e idade modelo TDM para as variedades granitóides tipo planalto. Curvas de evolução do manto empobrecido, DM e Reservatório Condritico Uniforme, CHUR.....	54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Apresentação	11
1.2 Localização e acesso	12
1.3 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	13
1.4 GEOLOGIA LOCAL	17
1.4.1 Aspectos Gerais	17
1.4.2 Complexo Xingu	18
1.4.3 Diopsídio norito Pium	19
1.4.4 Suíte Pedra Branca	19
1.4.5 Suíte Planalto	20
1.4.6 Evolução tectônica do Subdomínio de Transição	23
2 JUSTIFICATIVA	25
3 OBJETIVOS	26
3.1 OBJETIVOS GERAIS	26
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
4 MATERIAIS E MÉTODOS	26
5 PETROGRAFIA	29
5.1 ANÁLISE MODAL	29
5.2 CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA	32
5.2.1 Biotita-hornblenda tonalito	32
5.2.2 Biotita-hornblenda granodiorito	34
5.2.3 Biotita-hornblenda ou hornblenda-biotita Monzogranito	37
5.2.4 Biotita sienogranito	40
6 GEOCROLOGIA	42
6.1 Geocronologia Pb-Pb em zircão	42
6.1.1 Coleta e preparação de amostras	42
6.1.2 Procedimentos Analíticos	42
6.1.3 Resultados	43

6.2 Geocronologia Sm-Nd	52
6.2.1 Coleta e preparação de amostras.....	52
6.2.2 Procedimentos Analíticos.....	52
6.2.3 Resultados.....	53
7 DISCUSSÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS.....	55
8 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
REFERÊNCIAS.....	61
ANEXOS.....	68
ANEXO A – FICHAS PETROGRÁFICAS.....	69

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

A Província Carajás localiza-se na porção oriental do Cráton Amazônico a SE do Estado do Pará. Em virtude do seu grande potencial mineral esta região é considerada alvo de muitos trabalhos de pesquisa. Entretanto, para Leite et al. (2004), nesta província existem algumas regiões onde os estudos de mapeamento geológico, metalogenéticos e geocronológicos precisam ser mais bem caracterizados, o que implica em uma dificuldade na elaboração de um quadro geológico regional.

A região de Vila Cedere III, alvo do presente estudo, localiza-se no município de Canaã dos Carajás, mais precisamente na porção sul do Domínio Carajás (VASQUEZ et al., 2008b) ou no “Subdomínio de Transição”, localizado a norte do Terreno Granito de Rio Maria e a sul da Bacia Carajás (DALL’AGNOL et al., 2006). Estudos recentes desenvolvidos nesta região permitiram a individualização de uma variedade de granitóides, antes inseridos do Complexo Xingu. Estas unidades são compostas por rochas de idades meso e neoarqueanas, sendo presentes na área de estudo, clássicos tonalitos e trondhjemitos (TTG); granitos de afinidade cálcio-alcalina; dioritos a granodioritos cálcio-alcalinos; tonalitos/trondjemitos (Suíte Pedra Branca) e granitos subalcalinos tipo-A (Suíte Planalto) (FEIO et al., 2010).

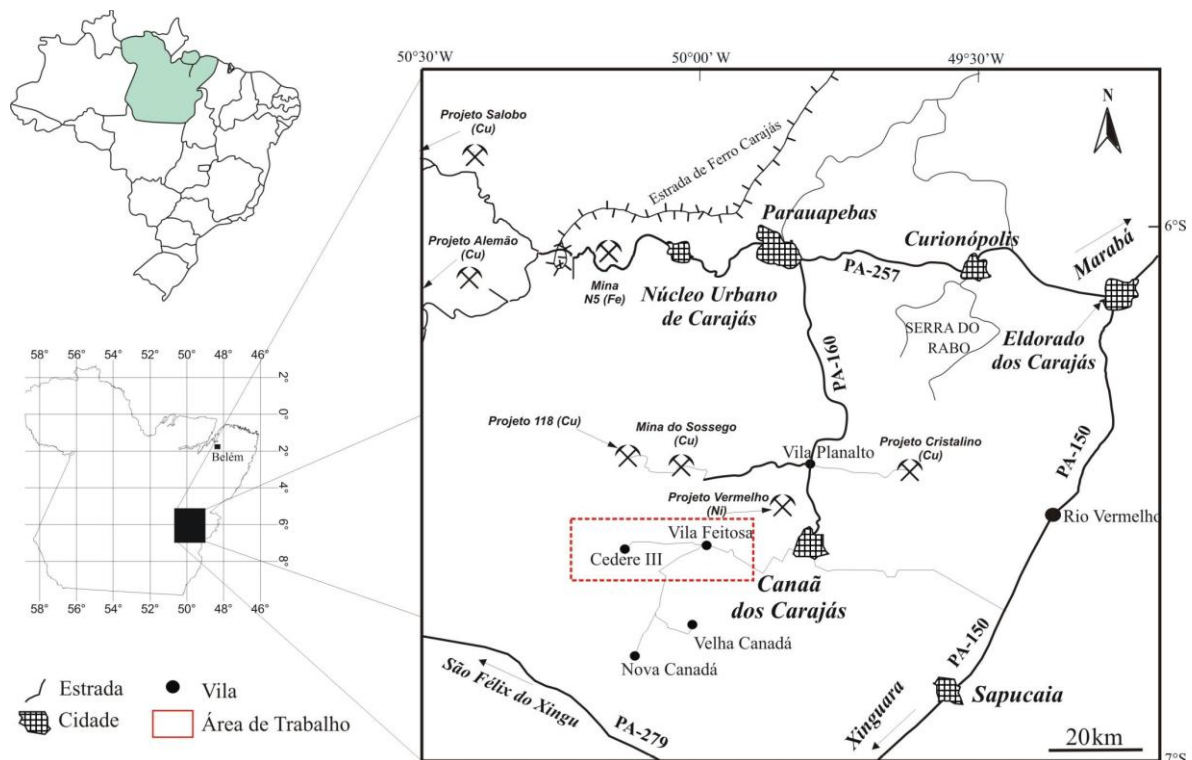
Neste contexto, embora os estudos referentes ao granito Planalto tenham avançado em termos principalmente da sua caracterização petrográfica, geoquímica e geocronológica particularmente em sua área tipo (HUHN et al., 1999; OLIVEIRA, 2003; FEIO, 2011), pouco ainda se conhece sobre a origem e evolução crustal dos granitóides arqueanos que afloram na região de Canaã dos Carajás e particularmente sobre os que ocorrem na região de Vila Cedere III.

O presente trabalho de conclusão de curso (TCC), apresentado nesta monografia é resultado de três pesquisas de iniciação científicas realizadas no período de outubro de 2009 a julho de 2012. O trabalho apresenta os resultados obtidos através de análises petrográficas e geocronológicas de granitóides da região de Vila Cedere III, Canaã dos Carajás e faz algumas contribuições para o avanço do conhecimento geocronológico bem como a compreensão da evolução crustal deste segmento da Província Carajás.

1.2 Localização e acesso

A área de trabalho encontra-se localizada na região norte do Brasil, mais precisamente no Estado do Pará, no município de Canaã dos Carajás. O município de Canaã dos Carajás localiza-se na porção sudeste do Estado do Pará conforme ilustrado no mapa da Figura 1.1. Partindo de Belém, o acesso à área pode ser feito por via terrestre ou aérea até a cidade de Marabá, a partir daí segue-se em direção a Parauapebas por via terrestre pelas rodovias PA-150 e PA-275. O acesso ao município de Canaã dos Carajás se dá por estrada pavimentada ligando o terminal ferroviário de Parauapebas com a cidade de Canaã dos Carajás e com a mina do Sossego. A Vila Cedere III está situada entre as localidades de Vila Feitosa e Velha Canadá, nesse município a SW da mina Sossego, especificamente na região do Diopsídio-norito Pium.

Figura 1.1 - Mapa de localização da região de Vila Cedere III, Canaã dos Carajás, Província Carajás.



Fonte: Sardinha (2005)

1.3 CONTEXTOGEOOLÓGICO REGIONAL

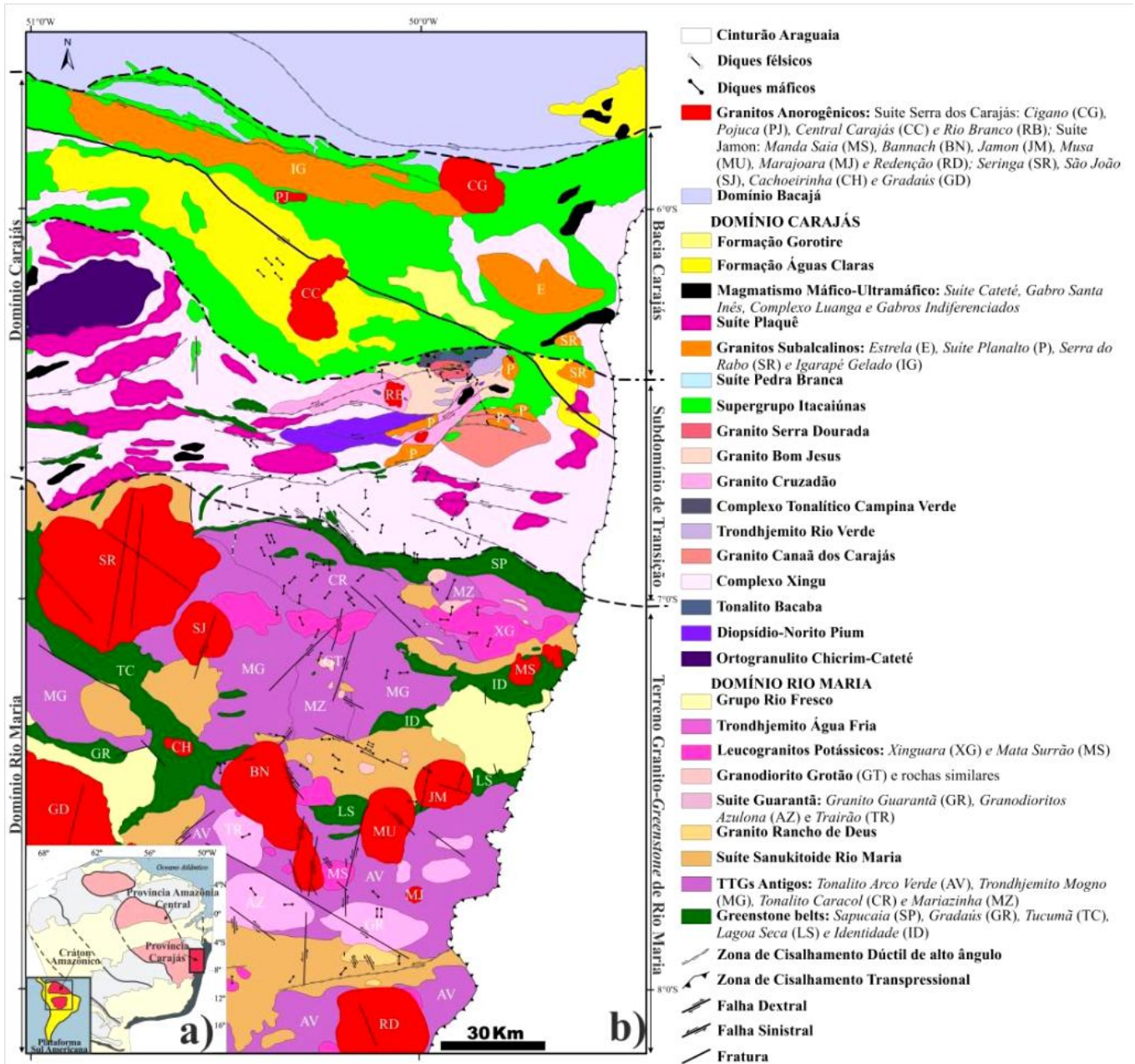
A Província Carajás está localizada na porção sudeste do Cráton Amazônico (MACHADO et al., 1991; SANTOS et al., 2000; TASSINARI; MACAMBIRA, 2004; DALL'AGNOL et al., 2006). Vasquez et al. (2008b) distinguem dois grandes domínios na Província Carajás, estes domínios distintos estão separados por zonas de cisalhamento de direção aproximadamente E-W. Na porção sul ocorre o Domínio Mesoarqueano Rio Maria (3,0-2,86 Ga; MACAMBIRA; LAFON, 1995; ALTHOFF et al., 2000; SOUZA et al., 2001; ALMEIDA et al., 2011) e, ao norte ocorre o Domínio Carajás (3,0-2,55 Ga; GIBBS et al., 1986; MACHADO et al., 1991; DALL'AGNOL et al., 2006; GALARZA et al., 2008), o que corresponde aproximadamente ao cisalhamento Itacaiúnas (COSTA et al., 1995). O limite exato entre o Domínio Rio Maria e o Domínio Carajás ainda é indefinido (FEIO et al., 2012, 2013), mas está localizado aproximadamente ao norte do cinturão de Sapucaia onde há evidências geofísicas sugerindo uma grande descontinuidade tectônica. Dall'Agnol et al. (2006) denominaram a região entre Xinguara e a Serra Sul de Carajás de “Subdomínio de Transição” (Figura 1.2).

O Domínio Mesoarqueano Rio Maria foi gerado durante um período de aproximadamente 120 Ma e é composto de *greenstones belts* (3,0-2,90 Ga; MACAMBIRA; LAFON, 1995; SOUZA et al., 2001) e uma variada série de granitóides: (1) Série TTG antiga (2,98-2,93 Ga; MACAMBIRA; LANCELOT, 1996; ALTHOFF et al., 2000; LEITE et al., 2004; ALMEIDA et al., 2011); (2) Suíte Sanukitóide Rio Maria (~2,87 Ga; MACAMBIRA; LANCELOT, 1996; OLIVEIRA et al., 2009, 2010); (3) Série TTGjovem (~2,87-2,86 Ga; LEITE et al., 2004; ALMEIDA et al., 2011); (4) Suíte leucogranodiorítica-granítica de alto Sr e Ba (~2,87 Ga; ALMEIDA et al., 2010) e (5) Leucogranitos potássicos de afinidade cálcio-alcálica (~2,87-2,86 Ga, LEITE et al., 1999, 2004).

Para Feio et al. (2013) o magmatismo da Bacia Carajás ainda não é totalmente conhecido, muitas dúvidas e controvérsias ainda restam a respeito de sua evolução. Este domínio situa-se a norte da Província Carajás e engloba a Serra dos Carajás e as suas áreas adjacentes (BARROS et al., 2004). Este é constituído por formações ferríferas acompanhadas por um vulcanismo bimodal metamorfoseado em condições da fácies xisto verde (Supergrupo Itacaiúnas; 2,76-2,74 Ga; MACHADO et al., 1991; TRENDALL et al., 1998; TALLARICO et al., 2005;

GALARZA et al. 2008), e seguido pelos depósitos fluviais a marinhos siliciclásticos da Formação Águas Claras (NOGUEIRA et al., 1995).

Figura 1.2- Mapa geológico simplificado da Província Carajás.



Fonte: Leite et al. (2004); Vasquez et al. (2008); Almeida et al. (2011).

Muitos plútons graníticos subalcalinos neoarqueanos ocorrem na bacia ou em áreas adjacentes e são intrusivos no Supergrupo Itacaiúnas (~2,76-2,57 Ga; MACHADO et al., 1991; BARROS et al., 2009; SARDINHA et al., 2004, 2006; FEIO et al., 2012). Próximo das fronteiras da Bacia Carajás ocorrem muitos complexos máfico-utramáficos acamadados neoarqueanos (VASQUEZ et al., 2008b), também estão expostos soleiras e diques de gabros alterados, estes são intrusivos em todas estas rochas (FEIO et al., 2013). Os poucos dados disponíveis sobre os isótopos dos granitos subalcalinos do Complexo Estrela (BARROS et al., 2009), de rochas máficas da Bacia Carajás (GIBBS et al., 1986), e granitos Paleoproterozóicos tipo-A (Suíte Serra dos Carajás, DALL'AGNOL et al., 2005) indicam que a Bacia do Carajás foi formada ao longo de um substrato crustal Mesoarqueano (~3,0 Ga; FEIO et al., 2013). De modo diferente a partir do Domínio Rio Maria uma grande parte da evolução do Domínio Carajás concentrou-se durante o Neoarqueano quando a Bacia Carajás e o magmatismo de rochas plutônicas subalcalinas e charnoquíticas foram formados. Isto implica que a estabilização tectônica do Domínio Rio Maria precedeu a do Domínio Carajás (DALL'AGNOL et al., 2006).

Segundo Feio et al. (2013) o chamado "Subdomínio de Transição" tem sido pouco caracterizado sendo formado até o presente momento por granitóides fortemente deformados (meso a neoarqueanos) e rochas gnáissicas agrupadas no Complexo Xingu, sendo a porção norte correspondente essencialmente a Bacia Carajás. Considerações referentes a este subdomínio serão abordadas mais adiante, visto que este compreende a área de estudo abordada no presente TCC. A Tabela 1.1 apresenta um quadro geral com os principais dados geocronológicos dos granitóides da Província Carajás.

Tabela 1.1– Síntese dos dados geocronológicos dos granitóides arqueanos da Província Carajás.

Unidades Estratigráficas	Tipo de Rocha	Método	Material	Idade (Ma)
BACIA CARAJÁS				
<i>Granitos Subalcalinos</i>				
Granito Velho Salobo	Granitóide	U-Pb	Zircão	2573±3 ⁽²⁾
Granito Igarapé Gelado	Granitóide	Pb-Pb	Zircão	2731±26 Ma ⁽¹⁷⁾
Granito Serra do Rabo	Granitóide	U-Pb	Zircão	2743±1,6 ⁽¹¹⁾
Complexo Granítico Estrela	Granitóide	Pb-Pb	Zircão	2763±7 ⁽³⁾
<i>Supergrupo Itacaiunas</i>				
Grupo Salobo	Anfibolito	U-Pb	Zircão	2761±3 ⁽²⁾
	Anfibolito	U-Pb	Titanita	2497±5 ⁽²⁾
Grupo Igarapé Pojuca	Anfibolito	U-Pb	Zircão	2555+4/-3 ⁽²⁾
	Anfibolito	U-Pb	Zircão	2732±3 ⁽²⁾
Grupo Grão Pará	Formação Carajás	U-Pb Shrimp	Zircão	2743±11 ⁽²²⁾
	Formação	U-Pb	Zircão	2759±2 ⁽²⁾
	Parauapebas	U-Pb	Zircão	2758±39 ⁽¹⁹⁾
Grupo Igarapé Bahia	Metavulcânicas	U-Pb Shrimp	Zircão	2748±34 ⁽²¹⁾
	Metavulcânicas	Pb-Pb	Zircão	2745±1 ⁽²⁰⁾
	Metavulcanoclásticas	Pb-Pb	Zircão	2747±1 ⁽²⁰⁾
<i>Complexo Luanga</i>	Gabro	U-Pb	Zircão	2763±6 ⁽²⁾
<i>Suíte Intrusiva Cateté</i>	Gabro	U-Pb	Zircão	2766±6 ⁽¹⁶⁾
<i>Complexo Xingu</i>	Leucossoma-Granítico	U-Pb	Zircão	2859±2 ⁽²⁾
	Gnaiss félsico	U-Pb	Zircão	2974±15 ⁽²⁾
ÁREA DE CANAÃ DOS CARAJÁS E DOMÍNIO DE TRANSIÇÃO				
<i>Suíte Plaquê</i>	Granitóide	Pb-Pb	Zircão	2729±29 ⁽⁴⁾
		Pb-Pb	Zircão	2736±24 ⁽⁴⁾
<i>Intrusivas dioríticas</i>	Diorito	Pb-Pb	Zircão	2738±6 ⁽⁶⁾
<i>Granito Planalto</i>	Granitóide	Pb-Pb	Zircão	2747±2 ⁽⁶⁾
		Pb-Pb	Zircão	2734±4 ⁽¹³⁾
<i>Associação tonalítica-trondhjemitica</i>	Trondhjemitito	U-Pb	Zircão	2750±3 ⁽¹³⁾
		Pb-Pb	Zircão	2765±39 ⁽¹³⁾
<i>Granitóide Rio Maria</i>	Granitóide	Pb-Pb	Zircão	2850±17 ⁽⁴⁾
<i>Granito Canaã dos Carajás</i>	Leucogranito	Pb-Pb	Zircão	2929±1 ⁽¹³⁾
<i>Complexo Xingu</i>	Gnaiss	Pb-Pb	Zircão	2972±15 ⁽⁴⁾
<i>Diopsídio-norito Pium</i>	Granulito	Pb-Pb	Rocha total	3050±114 ⁽¹⁸⁾
		Shrimp	Zircão	3002±14 ⁽⁹⁾
	Diopsídio norito	Shrimp	Zircão	2859±9 ⁽⁹⁾
		Pb-Pb	Zircão	2745±1 ⁽³⁰⁾
		Pb-Pb	Zircão	2744±1 ⁽³⁰⁾
Quartzo-gabro	Pb-Pb	Zircão	2744±1 ⁽³⁰⁾	
TERRENO GRANITO-GREENSTONE DE RIO MARIA				
<i>Granito Mata Surrão</i>	Leucogranito	Pb-Pb	Rocha total	2872±10 ⁽²⁴⁾
			Zircão	2871±7 ⁽⁸⁾
<i>Trondhjemitito Água Fria</i>	TTG	Pb-Pb	Zircão	2864±21 ⁽¹⁰⁾
		U-Pb	Zircão	2854±17 ⁽²⁸⁾
<i>Granito Xinguara</i>	Granito	Pb-Pb	Zircão	2865±1 ⁽¹⁰⁾
<i>Grupo dos leucogranodioritos-leucogranitos</i> <i>Suíte Guarantã</i>	Granodiorito	Pb-Pb	Zircão	2868±5 ⁽⁸⁾
	Leucogranito	Pb-Pb		2870±5 ⁽²⁸⁾
	Granito Guarantã	Pb-Pb		2864±8 ⁽²⁸⁾
	Granito Guarantã	U-Pb		2875±8 ⁽²⁸⁾
	Granodiorito Trairão	U-Pb		2872±7 ⁽²⁸⁾
<i>Granito Rancho de Deus</i>	Granito	U-Pb	Zircão	2888±27 ⁽²⁸⁾
				(Continua)

<i>Sanukitóide Rio Maria</i>	Granodiorito	U-Pb	Zircão	2874+9/-10 ⁽⁵⁾
	Quartzo-diorito	U-Pb Pb-Pb Pb-Pb	Zircão, Titan. Zircão	2872±5 ⁽¹⁾ 2877±6 ⁽¹²⁾ 2877±6 ⁽¹²⁾
<i>Tonalito Parazônia</i>	Quartzo-diorito Tonalito	Pb-Pb U-Pb	Zircão Titanita	2876±2 ⁽²⁶⁾ 2858 ⁽¹⁾
<i>Tonalito Mariazinha</i>	TTG TTG	U-Pb U-Pb	Zircão Zircão	2925±3 ⁽²⁸⁾ 2918±13 ⁽²⁸⁾
<i>Complexo Tonalítico Caracol</i>	Tonalito	Pb-Pb	Zircão	2948±5 ⁽¹⁰⁾ 2936±3 ⁽¹⁰⁾
<i>Trondhjemitos Mogno</i>	TTG	Pb-Pb	Zircão	2857±13 ⁽²⁰⁾
	TTG	Pb-Pb	Zircão	2900±21 ⁽²⁰⁾
	Granitóide	U-Pb	Titanita	2871±? ⁽¹⁾
	TTG	Pb-Pb	Zircão	2962±8 ⁽²⁸⁾
	TTG	U-Pb	Zircão	2965±7 ⁽²⁸⁾
	TTG	Pb-Pb	Zircão	2968±2 ⁽²⁸⁾
	TTG	U-Pb Pb-Pb	Zircão Zircão	2968±3 ⁽²⁸⁾ 2959±5 ⁽²⁸⁾
<i>Tonalito Arco Verde</i>	Tonalito	Pb-Pb	Zircão	2964±2 ⁽²³⁾
	TTG	Pb-Pb	Zircão	2948±7 ⁽¹⁴⁾
	TTG	Pb-Pb	Zircão	2952±2 ⁽²⁸⁾
	TTG	U-Pb	Zircão	2936±13 ⁽²⁸⁾
	TTG	Pb-Pb	Zircão	2926±2 ⁽²⁸⁾
	TTG	U-Pb	Zircão	2935±5 ⁽²⁸⁾
	TTG	Pb-Pb U-Pb	Zircão Zircão	2937±3 ⁽²⁸⁾ 2973±11 ⁽²⁸⁾
<i>Supergrupo Andorinhas (Gr. Lagoa Seca)</i>	Metagrauvasas	U-Pb	Zircão	2971±18 ⁽⁵⁾
	Metavulcânica félsica	U-Pb	Zircão Zircão	2904+29/-22 ⁽⁵⁾ 2979±5 ⁽¹⁾
<i>(Gr. Gradaús)</i>	Dacito	U-Pb	Zircão	3002±3 ⁽²⁵⁾

Fonte: ⁽¹⁾Pimentel e Machado (1994); ⁽²⁾Machado et al. (1991); ⁽³⁾Barros et al. (2004); ⁽⁴⁾Avelar et al. (1999); ⁽⁵⁾Macambira e Lancelot (1996); ⁽⁶⁾Huhn et al. (1999); ⁽⁷⁾Dall'Agnol et al. (1999); ⁽⁸⁾Althoff et al. (2000); ⁽⁹⁾Pidgeon et al. (2000); ⁽¹⁰⁾Leite et al. (2004); ⁽¹¹⁾Sardinha et al. (2006); ⁽¹²⁾Rolando e Macambira (2002); ⁽¹³⁾Sardinha et al. (2004); ⁽¹⁴⁾Rolando; Macambira (2003), ⁽¹⁵⁾Althoff (2000); ⁽¹⁶⁾Lafon et al. (2000); ⁽¹⁷⁾Barbosa (2004); ⁽¹⁸⁾Macambira e Lafon (1995); ⁽¹⁹⁾Wirth et al. (1986); ⁽²⁰⁾Galarza et al. (2008); ⁽²¹⁾Tallarico et al. (2005); ⁽²²⁾Trendall et al. (1998); ⁽²³⁾Vasquez et al. (2008); ⁽²⁴⁾Rodrigues et al. (1992); ⁽²⁵⁾Althoff et al. (1998); ⁽²⁶⁾Almeida (dados inéditos); ⁽²⁷⁾Almeida et al. 2008; ⁽²⁸⁾Almeida et al. (2011); ⁽²⁹⁾Macambira et al. (2000); ⁽³⁰⁾Santos (2012).

Fonte: Feio (2011) atualizado.

1.4 GEOLOGIA LOCAL

1.4.1 Aspectos Gerais

As áreas inicialmente consideradas como fazendo parte do Complexo Xingu são na verdade formados por diferentes tipos de granitóides. Estudos desenvolvidos na região permitiram a individualização de uma variedade de granitóides, antes inseridos no Complexo Xingu. As unidades mesoarqueanas são: clássicos tonalitos e trondhjemitos (TTG); granitos de afinidade cálcio-alcálica; dioritos a granodioritos cálcio-alcálicos. No Neoarqueano formaram-se tonalitos/trondhjemitos (Suíte Pedra Branca) e granitos subalcálicos tipo-A, correspondentes a Suíte Planalto (FEIO et al., 2013).

Na porção sul do “Subdomínio de Transição”, nas áreas de Vila Jussara, Nova Canadá e Cedere III (área de estudo), trabalhos no até então Complexo Xingu, caracterizaram as seguintes unidades: (1) Biotita granodiorito a Biotita monzogranitos (2,92 Ga a 2,73 Ga; FARESIN, 2009; SANTOS, 2009; SILVA, 2009; SOUZA, 2009; RODRIGUES et al., 2009; GALARZA et al., 2011, 2012); (2) Biotita tonalito e Hornblenda-biotita tonalito (2920 ± 3 Ma; 2872 ± 6 Ma; SANTOS, 2009; SILVA, 2009); (3) Hornblenda-biotita granodiorito a Biotita-hornblenda tonalito (2,88 Ga e 2,74 Ga; GABRIEL, 2009; GALARZA et al. 2011, 2012); (4) enderbitos e leucoenderbitos (2,75 Ga; GABRIEL, 2009); (5) Diopsídio norito e rochas associadas do Diopsídio-norito Pium (SANTOS, 2009, 2012; RICCI; CARVALHO, 2006); (6) Granitos subalcalinos tipo-A e rochas afins (2,75 a 2,73 Ga; SANTOS, 2009; SILVA, 2009; SOUZA, 2009; GALARZA et al., 2011, 2012) (Tabela 1.2).

Com os novos trabalhos obtidos na região de Canaã dos Carajás, as principais unidades aflorantes na área de estudo são o Diopsídio norito Pium e rochas charnoquíticas associadas, as rochas do Complexo Xingu, as Suítes Plaqué e Planalto além da Suíte Pedra Branca.

Em relação à Suíte Plaqué, esta unidade foi interpretada inicialmente como corpos gerados concomitantemente à evolução do Cinturão Itacaiúnas, redefinindo a unidade como Granito Estratóide Plaqué (ARAÚJO; MAIA, 1991). Os corpos que definem esta unidade seriam compostos predominantemente por granitos, com biotita e/ou anfibólio \pm muscovita, de coloração rosa clara a rosa avermelhada, granulação média a grossa, equi ou inequigranulares, com tipos pouco foliados ou apresentando pronunciada foliação milonítica e exibindo microtexturas porfiroclásticas ou granolepidoblásticas (ARAÚJO; MAIA, 1991, MACAMBIRA; VALE 1997). Devido às similaridades com os granitos Planalto, estudos recentes correlacionam esta unidade a Suíte Planalto. Dados geocronológicos, obtidos para esta unidade, na região de Tucumã forneceram idades de 2729 ± 29 Ma (AVELAR, 1996) e 2736 ± 24 Ma (AVELAR et al., 1999) pelo método Pb-Pb por evaporação em zircão.

1.4.2 Complexo Xingu

Esta unidade inclui corpos gnáissico-migmatíticos (tonalitos, trondhjemitos e/ou granodioritos), granulitos e granitóides, além de supracrustais. Segundo Feio (2011) o avanço do conhecimento geológico permitiu demonstrar que o referido

complexo era na realidade formado por diversos corpos de granitóides, passíveis de serem individualizados e, conseqüentemente, levou ao abandono do termo Complexo Xingu no domínio Bacajá (MACAMBIRA et al., 2001; VASQUEZ et al., 2005, 2008a) e no Domínio Rio Maria (LEITE, 2001; DALL'AGNOL et al., 2006; VASQUEZ et al., 2008b). Portanto, o termo Complexo Xingu acha-se atualmente restrito apenas ao Domínio Carajás (VASQUEZ et al., 2008b), correspondendo aqui à Bacia Carajás e ao “Subdomínio de Transição”. Avelar et al. (1999) obtiveram na região de Tucumã uma idade de 2972 ± 16 Ma (Pb/Pb em zircão) para um gnaisse de composição granodiorítica incluído por eles no Complexo Xingu. Por sua vez, nos arredores da cidade de Curionópolis, Machado et al. (1991) obtiveram uma idade de 2859 ± 2 e 2860 ± 2 Ma, em um leucossoma, interpretado como último episódio de migmatização, afetando rochas daquele complexo.

1.4.3 Diopsídio Norito Pium

O Diopsídio Norito Pium é restrito ao “Subdomínio de Transição”, foi caracterizado na região de Canaã dos Carajás como uma associação de diopsídio noritos, hornblenda gabronorito, quartzo-gabros e rochas ultramáficas, agrupadas em serras alinhadas com direção E-W por Santos et al. (2008) e Santos (2012). Pidgeon et al. (2000) obtiveram idades U-Pb em zircão de 3002 ± 14 Ma e de 2859 ± 9 Ma, interpretadas como cristalização e metamorfismo do protólito ígneo, respectivamente. No entanto, Ricci e Carvalho (2006) argumentam que a rocha datada não é representativa do corpo em questão, e não é ígnea, podendo supostamente se tratar de um xenólito do Ortogranulito Chicrim-Cateté. Entretanto, para Santos (2012), Santos et al. (2012) e Galarza et al. (2012) as idades Pb-Pb em zircão obtidas para as variedades do Diopsídio-norito Pium de 2745 ± 1 Ma a 2744 ± 1 Ma são consideradas idades de formação desse corpo, e divergem daquelas inicialmente obtidas por Pidgeon et al. (2000) (Tabela 1.2).

1.4.4 Suíte Pedra Branca

A Suíte Pedra Branca consiste em pequenos estoques espacialmente associados aos plútons da Suíte Planalto. A suíte é composta de granitóides sódicos fortemente deformados (tonalito e trondhjemitóide), com hornblenda e biotita como principais minerais máficos, titanita, allanita, zircão e apatita como minerais

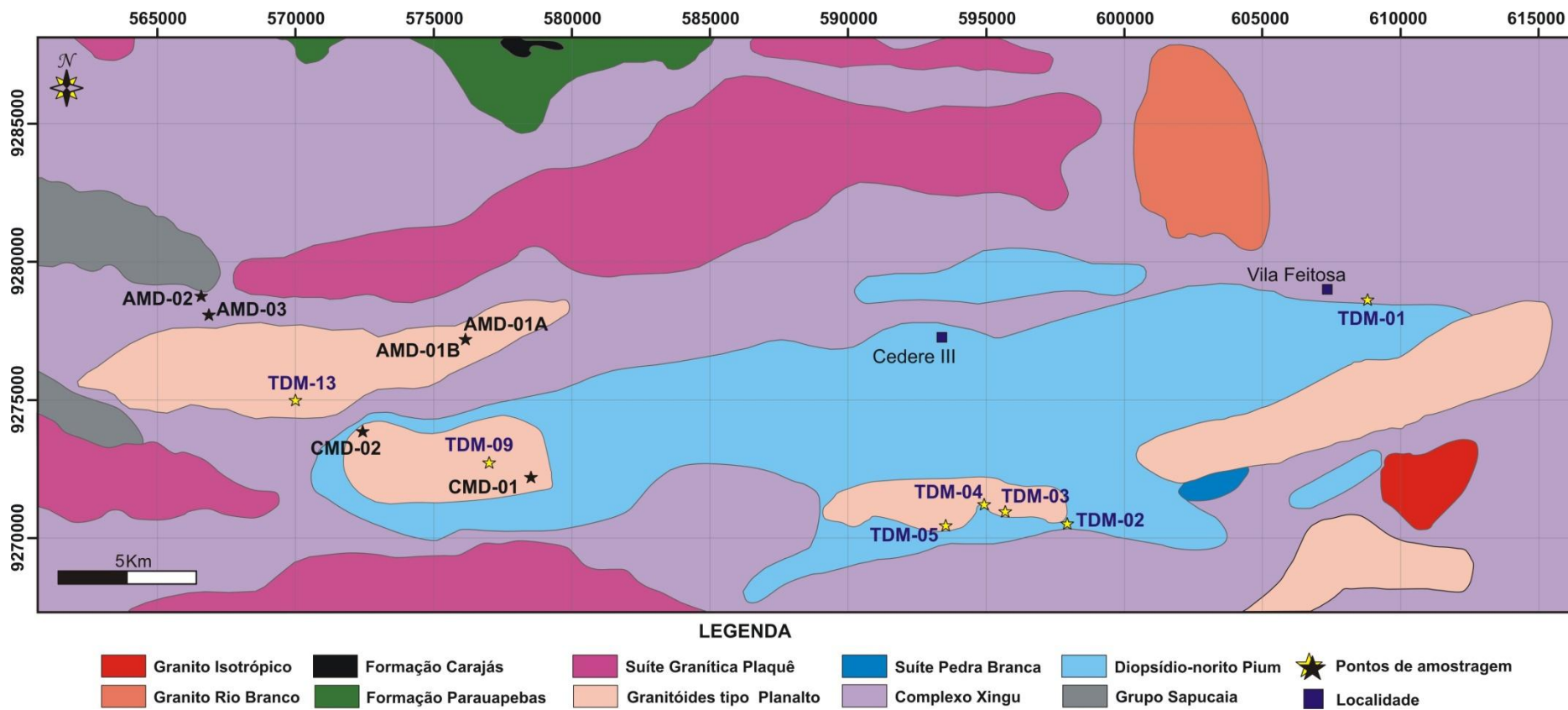
acessórios e, localmente, relíquias de clinopiroxênio (GOMES; DALL'AGNOL, 2007). Apresenta foliação subvertical E-W, relacionada à deformação dúctil (GOMES; DALL'AGNOL, 2007). Dados geocronológicos forneceram idades de 2749 ± 6 Ma e 2765 ± 39 Ma (Pb-Pb e U-Pb em zircão, respectivamente; SARDINHA et al., 2004). Feio (2011) obteve uma idade concórdia U-Pb em zircão de 2750 ± 5 Ma (Tabela 1.2).

1.4.5 Suíte Planalto

A Suíte Planalto consiste em vários plútons graníticos lenticulares, alongados de menos de 10 km na maior dimensão, geralmente limitada por zonas de cisalhamento e orientada concordantemente à EW. Estes plútons são intrusivos nas unidades granitóides mesoarqueanas do Diopsídio norito Pium e supracrustais neoarqueanas do Supergrupo Itacaiúnas e elas são espacialmente associadas às rochas máficas do Diopsídio-norito Pium, as rochas charnoquíticas e a Suíte Pedra Branca (FEIO et al., 2013). Estes são subalcalinos metaluminosos com afinidade tipo-A com idades de 2747 ± 2 Ma (HUHN et al., 1999) e 2734 ± 4 Ma (SARDINHA et al., 2004) (Tabela 1.2). Estes granitos foram caracterizados por Gomes (2003), na porção leste de Canaã dos Carajás como monzogranitos, sienogranitos e raros álcali-feldspato-granitos que possuem hornblenda, biotita ou ambas como principais máficos (M= 5-15%). São metaluminosos a fracamente peraluminosos, alcalinos, similares geoquimicamente aos granitos tipo-A e mais especificamente aos tipo-A2 e aos granitos arqueanos do tipo alcalino.

Estas unidades citadas podem ser observadas no mapa geológico e de amostragem da área de estudo na Figura 1.3.

Figura 1.3 - Mapa geológico e de amostragem da região do Diopsídio-norito Pium, Vila Cedere III.



Fonte: Modificado de Gabriel (2009) e Santos (2009).

Tabela 1.2 - Síntese dos dados geocronológicos dos granitóides do “Subdomínio de Transição”.

Unidades	Tipo de rocha	Método	Idade (Ma)	
Cristalino	Diorito	Pb-Pb zircão	2738±6 ⁽¹⁾	
Suíte Planalto	Granito	Pb-Pb zircão	2747±2 ⁽¹⁾	
	Hb-Bt monzogranito	Pb-Pb zircão	2734±2 ⁽²⁾	
	Bt-Hb sienogranito	Pb-Pb zircão	2754±2 ⁽²⁾	
	Bt-Hb sienogranito	Pb-Pb zircão	2733±2 ⁽³⁾	
		U-Pb zircão	2729±17 ⁽⁹⁾	
		U-Pb Shrimp zircão	2738±3 ⁽³⁾	
	Hb-Bt sienogranito	Pb-Pb zircão	2731±1 ⁽³⁾	
		U-Pb zircão	2710±10 ⁽³⁾	
		U-Pb Shrimp zircão	2730±5 ⁽⁹⁾	
		Bt sienogranito	Pb-Pb zircão	2736±4 ⁽³⁾
		U-Pb zircão	2706±5 ⁽³⁾	
Associação Charnoquítica	Opx-trondhjito	Pb-Pb zircão	2754±1 ⁽²⁾	
	Quartzo-gabro	U-Pb	2735±5 ⁽³⁾	
Complexo Estrela Serra do Rabo Igarapé Gelado	Granito	Pb-Pbzircão	2763±7 ⁽⁴⁾	
	Hb Sienogranito	U-Pb TIMS	2743±2 ⁽⁴⁾	
	Granito	Pb-Pb zircão	2731±26 ⁽⁴⁾	
Suíte Pedra Branca	Trondhjemito	Pb-Pb zircão	2749±6 ⁽⁵⁾	
	Trondhjemito	U-Pb TIMS zircão	2765±39 ⁽⁵⁾	
	Trondhjemito	U-Pb zircão	2750±5 ⁽⁹⁾	
		U-Pb zircão	2954±52 ⁽⁹⁾	
		U-Pb zircão	2701±6 ⁽⁹⁾	
Granitóides de Vila Jussara e Nova Canada	Monzogranitos Tonalítica a granodiorítica	Pb-Pb zircão	2754±2 ⁽¹³⁾	
			2733±2 ⁽¹⁴⁾	
Granitoides deVelhaCanadá	Monzogranitos a sienogranitos	Pb-Pb zircão	2747±2 ⁽¹⁵⁾	
			2748±2 ⁽¹⁶⁾	
Granitóides de Vila Feitosa	Monzogranitos a sienogranitos	Pb-Pb zircão	2749±3 ⁽¹⁶⁾	
			2734±2 ⁽¹⁷⁾	
Granitóides de Vila Cedere III	Granodiorito Monzogranito	Pb-Pb zircão	2734±4 ⁽¹⁸⁾	
			2734±2 ⁽¹⁹⁾	
Granitóides de Vila Cedere III	Monzogranito Monzogranito Sienogranito Tonalito	Pb-Pb zircão	2734±1	
			⁽¹⁹⁾ 2732±1 ⁽¹⁹⁾	
			2735±2 ⁽¹⁹⁾	
			2737±2 ⁽¹⁹⁾	
			2741±1 ⁽¹⁹⁾	
Diopsídio Norito Pium	Granulito	Pb-Pb rocha total	3050±114 ⁽¹⁰⁾	
	Granulito (Enderbitto)	Shrimp zircão	3002±14 ⁽¹¹⁾	
		Shrimp zircão	2859±9 ⁽¹¹⁾	
	Diopsídio norito	Pb-Pb zircão	2745±1 ⁽¹²⁾	
	Hb-gabronorito	Pb-Pb zircão	2744±1 ⁽¹²⁾	
	Quartzo-gabro	Pb-Pb zircão	2744±1 ⁽¹²⁾	
Granito Serra Dourada	Granito	U-Pb zircão	2860±22 ⁽⁷⁾	
	Leocomzogranito	U-Pb zircão	2831±6 ⁽⁹⁾	
Granito Cruzadão	Bt sienogranito	U-Pb zircão	2845±15 ⁽⁹⁾	
			2857±8 ⁽⁹⁾	
			2785±16 ⁽⁹⁾	
	Bt leucosienogranito	U-Pb zircão	2675±26 ⁽⁹⁾	
			2875±12 ⁽⁹⁾	
			3053±8 ⁽⁹⁾	
Granito Gnaissico Bom Jesus	Bt leucosienogranito	U-Pb Shrimp zircão	2833±6 ⁽⁹⁾	
			3017±5 ⁽⁹⁾	
			3074±6 ⁽⁹⁾	
Complexo Tonalítico Campina Verde	Bt-Hb tonalito	Pb-Pb zircão	2872±1 ⁽⁹⁾	
			U-Pb zircão	2850±7 ⁽⁹⁾
			U-Pb zircão	3002±23 ⁽⁹⁾
	Bt-Hb tonalito	Pb-Pb zircão	2724±15 ⁽⁹⁾	
			2854±2 ⁽⁹⁾	
			2966±5 ⁽⁹⁾	

	Bt granodiorito	U–Pb zircão Pb–Pb zircão	2849±18 ⁽⁹⁾ 2868±2 ⁽⁹⁾
Tonalito Bacaba	Tonalito Tonalito Tonalito	U–Pb zircão U–Pb zircão U–Pb zircão	2997±5 ⁽⁷⁾ 2993±7 ⁽⁷⁾ 3005±8 ⁽⁷⁾
Trondhemito Rio Verde	Bt granodiorito Bt trondhemito Bt trondhemito	U–Pb zircão U–Pb zircão Pb–Pb zircão Pb–Pb zircão U–Pb zircão U–Pb zircão	2820±22 ⁽⁹⁾ 2709±30 ⁽⁹⁾ 2869±4 ⁽⁹⁾ 2929±3 ⁽⁹⁾ 2923±15 ⁽⁹⁾ 2868±6 ⁽⁹⁾
Granito Canaã dos Carajás	Bt leucomonzogranito Bt leucosienogranito	Pb–Pb zircão U–Pb zircão U–Pb zircão U–Pb zircão	2928±1 ⁽⁵⁾ 2959±6 ⁽⁹⁾ 3030±15 ⁽⁹⁾ 2864±12 ⁽⁹⁾
Complexo Xingu	Granodiorito Loucossoma Granítico Bt trondhemito Gnaiss Granodiorítico	Pb–Pb zircão U–Pb TIMS zircão Pb–Pb zircão Pb–Pb zircão	2852±16 ⁽⁸⁾ 2859±2 ⁽⁸⁾ 2872±2 ⁽⁶⁾ 2974±15 ⁽⁸⁾

Fonte: ⁽¹⁾Huhn et al. (1999); ⁽²⁾Oliveira et al. (2010); ⁽³⁾Feio et al. (2012); ⁽⁴⁾Barros et al. (2009); ⁽⁵⁾Sardinha et al. (2004); ⁽⁶⁾Machado et al. (1991); ⁽⁷⁾Moreto et al. (2011); ⁽⁸⁾Avelar et al. (1999); ⁽⁹⁾Feio et al. (2012); ⁽¹⁰⁾Macambira e Lafon (1995); ⁽¹¹⁾Pidgeon et al. (2000); ⁽¹²⁾Santos (2012); ⁽¹³⁾Silva (2009); ⁽¹⁴⁾Santos (2010); ⁽¹⁵⁾Sousa (2010); ⁽¹⁶⁾Souza (2009); ⁽¹⁷⁾Santos (2009); ⁽¹⁸⁾Sardinha (2005); ⁽¹⁹⁾Galarza et al. (2012). A= idade recalculada para 2σ; b= zircão herdado; c= Abertura do sistema isotópico ou idade de metamorfismo, Bt= biotita; Hb= hornblenda; Opx= ortopiroxênio; qtz= quartzo.

Fonte: Santos (2012) atualizado.

1.4.6 Evolução Tectônica do Subdomínio de Transição

Segundo Feio et al. (2013) e Santos (2012) a evolução tectônica do “Subdomínio de Transição” na Província Carajás foi marcada por quatro eventos magmáticos principais. Destes, três são de idade mesoarqueana e um de idade neoarqueana. O primeiro evento teria ocorrido entre 3,05 e 3,0 Ga, com a formação das rochas do Ortogranulito Chicrim-Catete (VASQUEZ et al. 2008b) e do Tonalito Bacaba (MORETO et al., 2011). O segundo evento que teria ocorrido entre 2,96 e 2,93 Ga, relaciona-se à formação dos granitos Canaã dos Carajás e de rochas mais antigas da unidade Trondhemito Rio Verde (FEIO, 2011). O terceiro evento, entre 2,87 e 2,83 Ga, relaciona-se à formação da unidade Trondhemito Rio Verde e dos granitos Cruzadão, Bom Jesus e do Granito Serra Dourada (MORETO et al., 2011; FEIO, 2011). O evento neoarqueano entre 2,75 e 2,73 Ga, teria sido responsável pela formação do Diopsídio norito Pium (SANTOS, 2012; SANTOS et al., 2012; GALARZA et al., 2012), das suítes Planalto (HUHN et al., 1999; FEIO et al., 2012), Pedra Branca (SARDINHA et al., 2004; FEIO et al., 2012) e das rochas charnoquíticas.

Os dados geoquímicos de Feio (2011) permitiram a individualização de dois grupos principais de granitóides no “Subdomínio de Transição”. O primeiro grupo é

composto por unidades tonalíticas-trondjemíticas como as unidades Trondjemito Rio Verde, Tonalito Bacaba (MORETO et al., 2011) e a Suíte Pedra Branca. O segundo grupo é composto por rochas graníticas que incluem os granitos Serra Dourada, Canaã dos Carajás, Bom Jesus, Cruzadão e Planalto (MORETO et al., 2011; FEIO, 2011). Dentro do primeiro grupo as rochas da unidade Tonalito Bacaba e da Suíte Pedra Branca seriam distintas das séries TTG arqueanas, ao passo que o Trondjemito Rio Verde apresenta afinidade com esta classe de rochas (FEIO, 2011). Os granitos Canaã dos Carajás, Bom Jesus e uma variedade do granito Cruzadão com alta razão La/Yb tem afinidade cálcio-alcálica (FEIO *op. cit.*) As outras variedades do granito Cruzadão são transicionais entre os tipos cálcio-alcálicos e alcalinos, além de apresentar enriquecimento de HFSE e ETRP em algumas amostras. O granito Serra Dourada teria afinidade cálcio-alcálica e peraluminosa. O granito Planalto apresenta caráter ferroso e geoquimicamente similar a granitos tipo A (FEIO et al., 2013).

Para Feio et al. (2012), o magmatismo presente na região de Canaã dos Carajás, no “Subdomínio de Transição”, difere bastante do magmatismo arqueano clássico presente, por exemplo, no Domínio Rio Maria. De acordo com a autora o magmatismo TTG é escasso, não ocorrem sanukitóides e o terreno é dominado por rochas graníticas, e ainda a Suíte Planalto não teria correspondente no Domínio Rio Maria. A evolução tectônica dos domínios Rio Maria e Carajás teria sido distinta. A crosta arqueana de Canaã dos Carajás não teria caráter juvenil e seria uma crosta um pouco mais antiga em relação à crosta do Domínio Rio Maria. Segundo a mesma autora a crosta no “Subdomínio de Transição” existia desde o Mesoarqueano (entre 3,2 e 3,0 Ga) sendo retrabalhada no Neoarqueano (entre 2,75 e 2,70 Ga). Em seu estudo, a autora sugere ainda que a crosta da Bacia de Carajás se assemelha com mais propriedade à crosta do “Subdomínio de Transição”.

Assim, o modelo de Feio et al. (2013) para a evolução neoarqueana da Província Carajás seria relacionado à ascensão do manto astenosférico em ambiente extensional, formando a Bacia de Carajás. Entre 2,73 e 2,70 Ga, a autora sugere ainda que a entrada de magmas máficos na base da crosta foi responsável pela fusão parcial da crosta, gerando magmas de composição máfica a intermediária que teriam originado as suítes Planalto, Pedra Branca e rochas charnoquíticas. Ainda segundo esta autora, a associação entre a Suíte Planalto e rochas

charnoquíticas é devida ao magmatismo de alta temperatura que comumente ocorreria em limites de blocos tectônicos em interação convergente ou transcorrente.

2 JUSTIFICATIVA

O “Subdomínio de Transição” é considerado por Dall’Agnol et al. (2006) como uma extensão do Domínio Rio Maria e foi intensamente afetado pelos eventos magmáticos e tectônicos ocorridos durante o Neoarqueano e registrados na Bacia Carajás, porém ausentes no Domínio Rio Maria propriamente dito. No entanto, o real significado do “Subdomínio de Transição” não é bem compreendido, devido entre outros fatos à carência de informações geológicas, geoquímicas e geocronológicas que permitam esclarecer as relações entre as unidades deste subdomínio e aquelas dos domínios Rio Maria e Carajás.

Segundo Feio (2011), a maioria das rochas granitóides expostas na região de Canaã dos Carajás estava inserida no Complexo Xingu, o que demonstrava o grande desconhecimento existente a cerca da natureza e origem dessas rochas. Os estudos preliminares permitiram a individualização de rochas da série TTG, granitóides cálcio-alcalinos, granitos alcalinos tipo-A (metaluminosos e peraluminosos) e uma associação tonalítica-trondhjemítica com alto Zr, Y e Ti. Também associadas às rochas granitóides, há rochas máficas e ultramáficas cuja origem e posicionamento estratigráficos ainda não são totalmente conhecidos. Para a referida autora, esta grande variedade de rochas demonstra uma complexidade evolutiva que somente poderá ser esclarecida a partir de estudos mais detalhados dos diferentes tipos de rochas identificados nesta região.

Assim, diante deste quadro, os corpos granitóides alvo do presente trabalho necessitam de estudos petrográficos e geocronológicos mais detalhados, os quais incrementem uma melhor compreensão da evolução e gênese dos mesmos, além disso, tais estudos permitirão comparações mais detalhadas entre estes granitóides da região de Vila Cedere III no município de Canaã dos Carajás e os demais granitóides aflorantes em regiões circunvizinhas, contribuindo assim para futuros trabalhos geológicos nesta região.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVOS GERAIS

O objetivo principal deste TCC foi a ampliação dos conhecimentos sobre os Granitóides tipo Planalto com a obtenção de dados petrográficos e datações pelos métodos Pb-Pb em zircão e Sm-Nd em rocha total (idade modelo, T_{DM}). Com base nesses dados foi possível definir com mais precisão a idade de colocação destes granitóides e fazer algumas comparações com outros granitose/ou granitóides deste segmento da Província Carajás.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos incluem: (a) estudo petrográfico básico complementar em amostras representativas dos corpos granitóides associados e/ou inclusos às rochas do Diopsídio-norito Pium; (b) comparação das características petrográficas e geocronológicas obtidas destes granitóides com os demais granitóides arqueanos subalcalinos da região de Canaã dos Carajás; (c) determinar a idade de cristalização dos granitóides pelo método de evaporação-ionização em cristais de zircão da região do Diopsídio-norito Pium, tentando esclarecer a sua associação com os demais granitóides aflorantes nesta região; (d) determinar a idade modelo (T_{DM}) e parâmetro petrogenético $\epsilon_{Nd}(t)$ dos granitóides; (e) apresentar contribuições para os estudos de evolução crustal arqueana na área de estudo (“Subdomínio de Transição”).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

De acordo com os objetivos propostos, foram utilizados vários métodos e técnicas de estudo relacionadas ao trabalho de TCC e compatíveis com os assuntos abordados. A metodologia empregada consistiu em um levantamento bibliográfico, coleta de amostras além de estudos petrográficos e geocronológicos.

Foi realizado um levantamento bibliográfico referente à geologia da Província Carajás, principalmente no que diz respeito à granitogênese arqueana com ênfase em geocronologia e evolução crustal. Foram consultados também artigos que versam sobre geocronologia e petrogênese de rochas granitóides em geral e, especificamente, sobre os granitóides arqueanos da região de Canaã dos Carajás. O estudo foi realizado através de consultas de artigos científicos publicados em

periódicos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado e teses de doutorado, além de mapas geológicos produzidos em trabalhos anteriores.

Foram feitas duas campanhas de campo referentes a três pesquisas de Iniciação Científicas realizadas no período de outubro de 2009 a julho de 2012. O principal objetivo foi a coleta de amostras para o estudo geocronológico aqui apresentado, além de verificar as relações espaciais entre as unidades litoestratigráficas existentes.

As etapas laboratoriais envolveram: análises petrográficas realizadas por meio da descrição de amostras de mão e lâminas delgadas; análises geocronológicas com ênfase nos métodos Pb-Pb em zircão e Sm-Nd idade modelo (T_{DM}). Para a caracterização petrográfica foi realizado um estudo macroscópico prévio que serviu de base para a seleção de 14 amostras visando à confecção de lâminas delgadas para o estudo petrográfico. Posteriormente, foram feitas descrições e a classificação das amostras previamente selecionadas. Para isso, utilizou-se um microscópio petrográfico e foram realizadas análises modais nessas amostras, utilizando-se de um contador de pontos, da marca Swift, onde foram contados em média 1.800 – 2.000 pontos por amostra. Os dados assim obtidos foram posteriormente plotados no diagrama QAP para classificação (STRECKEISEN, 1976; LE MAITRE et al., 2002), permitindo assim classificar adequadamente as rochas estudadas, conforme estabelecido pela IUGS.

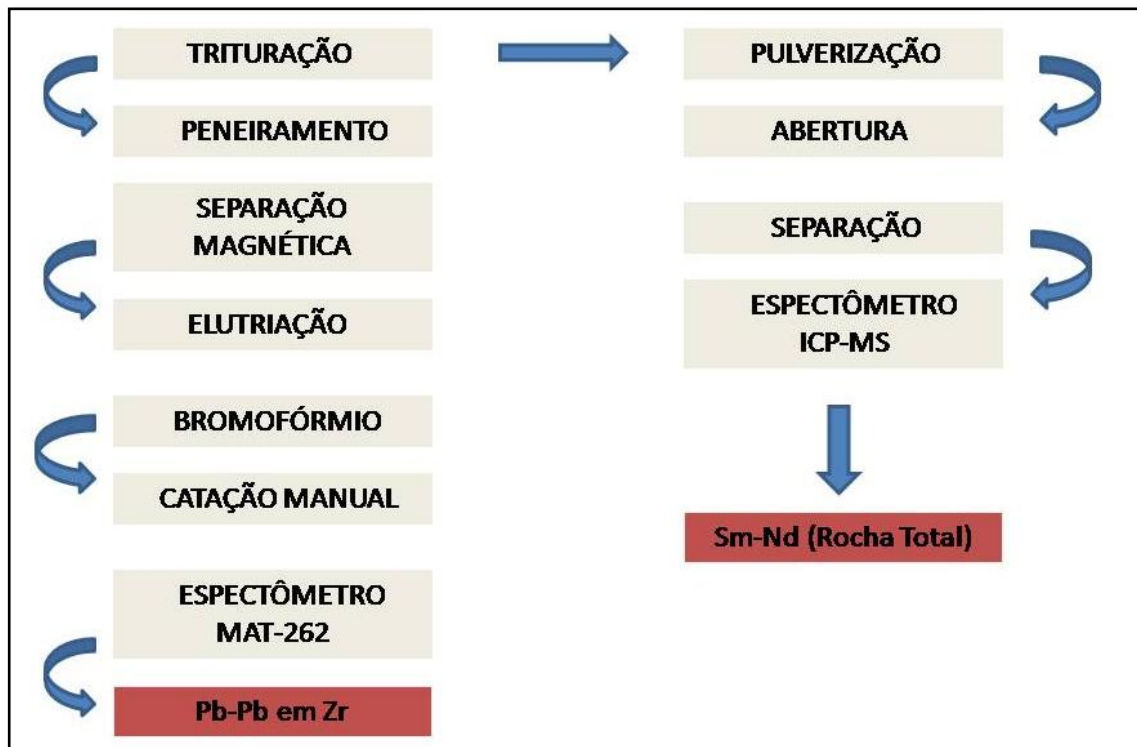
Em relação às análises geocronológicas e isotópicas, o método Pb-Pb em zircão envolveu processos de fragmentação e/ou pulverização, sendo esta etapa realizada na Oficina de Preparação de Amostras (OPA) no Instituto de Geociências da UFPA. As amostras foram posteriormente submetidas a processos de separação dos minerais magnéticos e não magnéticos com o auxílio do aparelho Frantz, elutriação e concentração dos minerais pesados por gravidade com a utilização do bromofórmio. Após a separação dos minerais densos, foram selecionados os cristais de zircão a serem analisados no Espectrômetro de Massa de Termo-Ionização (TIMS), para determinação da idade de cristalização da rocha.

Para o método Sm-Nd em rocha total, além da etapa de trituração foi realizado o quartejamento e pulverização das amostras. A pulverização foi realizada de forma manual com a utilização de Gral de Agatha. Foram utilizadas técnicas de abertura de amostras com a adição de traçadores, ataque com ácidos bi-destilados e separação

isotópica utilizando-se resinas trocadoras de íons. Para as análises foi utilizado um Espectrômetro de massa com fonte de Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-MS).

Assim, os resultados das análises petrográficas e geocronológicas foram tratados e são apresentados na forma de tabelas, gráficos e diagramas isotópicos adequados, como será visto ao longo da presente monografia. A figura 4.1 apresenta um fluxograma com as principais etapas dos métodos geocronológicos abordados neste trabalho.

Figura 4.1- Fluxograma abordando as principais etapas para os métodos geocronológicos Pb-Pb em zircão e Sm-Nd em rocha total.



5 PETROGRAFIA

O estudo petrográfico desenvolvido no presente trabalho envolveu a descrição macroscópica e microscópica de 14 amostras de rochas. Deste total, oito amostras são provenientes do relatório de Iniciação Científica PIBIC/FAPESPA (2009-2010) e PIBIC/CNPq (2011-2012), e teve como finalidade a classificação das rochas estudadas, bem como a identificação das associações minerais, aspectos texturais e microestruturais. As amostras estudadas foram AMD-01A, AMD-01B, AMD-02, AMD-03, CMD-01, CMD-02, TDM-01, TDM-02, TDM-03, TDM-04, TDM-05, TDM-09, TDM-13 e FDM-02.

5.1 ANÁLISE MODAL

As composições modais das rochas estudadas neste trabalho são mostradas na Tabela 5. A partir dos dados petrográficos pode-se constatar que os granitóides podem ser classificados predominantemente como um monzogranito com pequenas variações no campo do sienogranito, granodiorito e tonalito como mostra o diagrama de Streckeisen (1976), observado na Figura 5.2.

Estes granitóides ou “meta granitóides” são rochas leucocráticas (com índice de cor de 15-30), de cor cinza levemente rosada com cristais equigranulares a inequigranular de granulação predominantemente grossa, constituídos mineralogicamente por álcali-feldspato, quartzo, plagioclásio, biotita e hornblenda (Figura 5.1). Estas rochas apresentam-se de moderada a fortemente deformadas, ressaltando uma foliação milonítica. No nível microscópico estes corpos granitóides mostram o conteúdo mineralógico formado essencialmente por microclina, plagioclásio e quartzo. Biotita e hornblenda são os minerais máficos principais. Os minerais acessórios são representados principalmente por apatita, epidoto, zircão, titanita, alanita e minerais opacos.

As descrições macroscópicas e microscópicas dos litotipos amostrados e estudados nesse trabalho encontram-se no anexo na forma de fichas petrográficas, onde se encontram também as fotomicrografias e de amostras de mão, assim como as coordenadas com a localização dos pontos amostrados.

Figura 5.1 - Aspectos mesoscópicos dos granitóides ou “meta granitóides”. a) mostrando a granulação grossa e textura granular. b) e c) mostra feições deformacionais, ressaltando uma foliação. d) mostrando textura granular com o predomínio de plagioclásio na rocha.

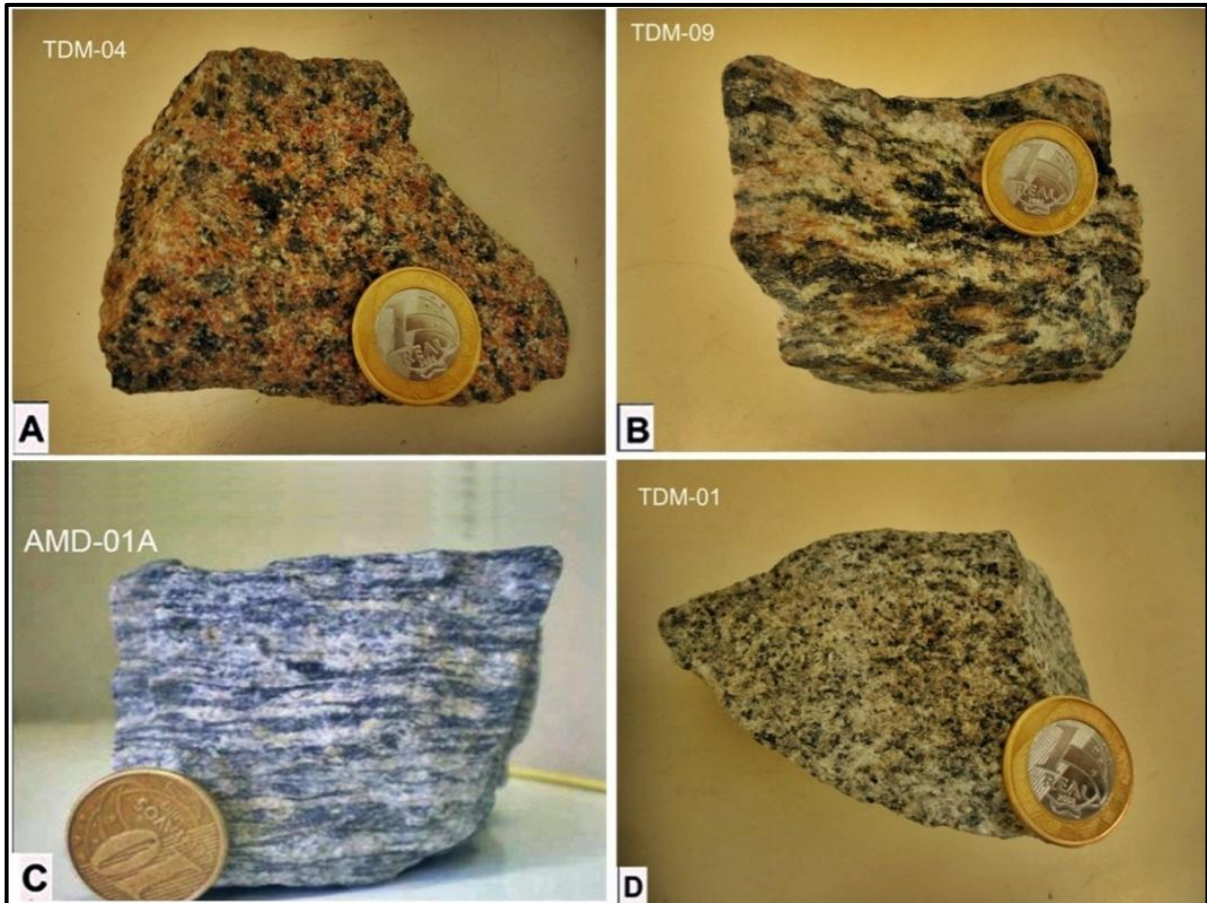
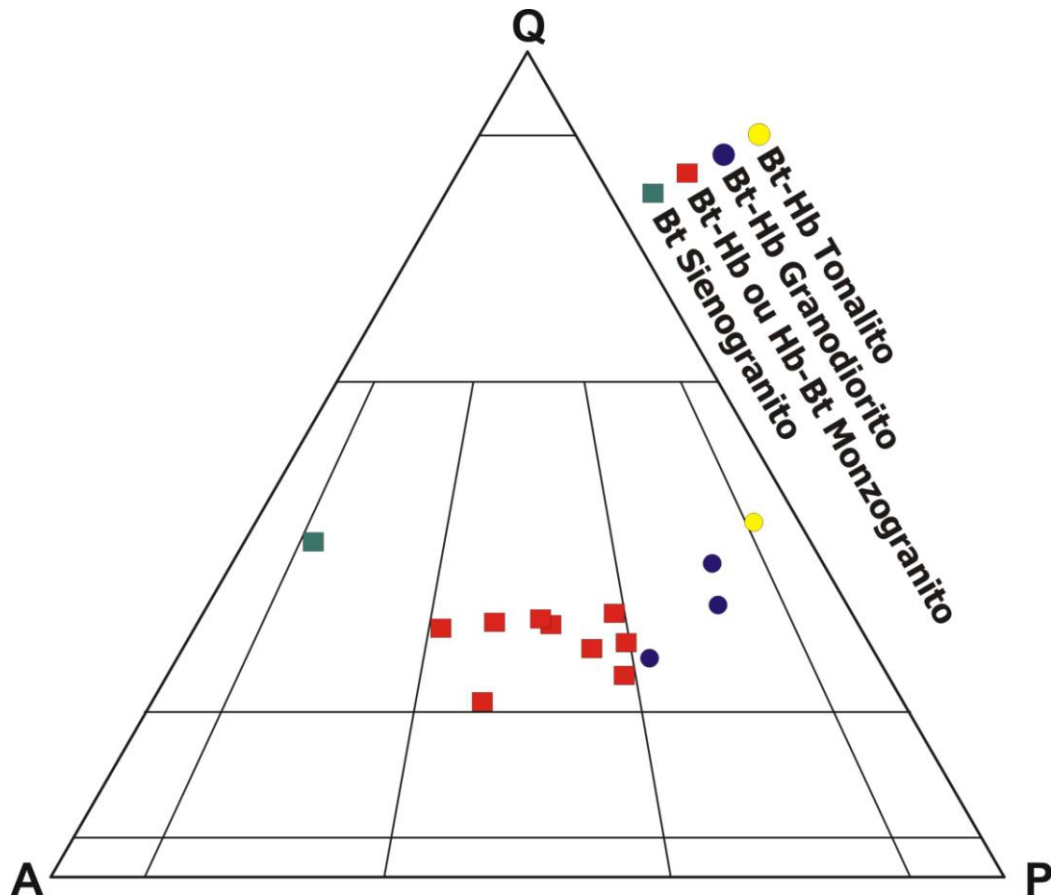


Tabela 5 – Composições modais dos granitóides ou “meta granitóides” da região de Vila Cedere III, Canaã dos Carajás.

Variedades	Bt-Hb Tonalito	Bt-Hb Sienogranito	Bt-Hb Granodiorito			Bt-Hb / Hb-Bi Monzogranito								
Amostras	AMD-01A	AMD-01B	CMD- 01	CMD- 02	TDM- 13	AMD- 02	AMD- 03	TDM- 01	TDM- 02	TDM- 03	TDM- 04	TDM- 05	TDM- -09	FDM- 02
Quartzo	37,5	39,0	31,1	25,9	23,7	29,1	24,0	25,4	25,9	23,8	26,6	21,0	25,6	30,7
Álcali-feldspato	3,6	50,0	9,3	10,4	21,4	30,1	27,2	31,1	22,5	25,7	27,5	24,3	38,6	23,9
Plagioclásio	44,7	7,0	42,0	40,9	45,3	33,5	31,3	24,7	37,4	27,3	28,6	40,6	21,8	40,5
Hornblenda	7,9	-	10,2	12,4	4,7	2,1	5,3	8,3	1,6	18,6	8,1	9,8	9,1	1,6
Biotita	4,0	2,8	5,0	7,3	3,2	3,1	9,5	5,3	10,6	2,6	8,1	-	4,3	2,8
Zircão	0,1	0,1	Tr	Tr	Tr	0,1	0,1	0,2	1,0	0,3	0,1	Tr	TR	0,2
Titanita	0,5	-	0,2	0,7	-	1,2	1,0	1,4	-	0,2	-	-	-	Tr
Apatita	0,1	-	0,1	0,2	-	-	-	Tr	-	Tr	-	-	-	-
Alanita	0,2	0,2	Tr	Tr	-	0,1	-	-	-	-	-	0,2	-	Tr
Epidoto	0,1	0,3	-	-	-	0,3	0,1	-	-	-	-	1,3	-	-
Opacos	1,0	0,6	0,2	0,1	0,8	0,3	1,5	1,5	1,0	1,1	0,7	0,7	-	-
Clorita	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	1,7	-	-
Escapolita	0,3	-	1,8	1,7	-	0,1	-	-	-	-	-	Tr	0,1	-
Nº de pontos	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800

Tr – Traços, Bt – Biotita, Hb – Hornblenda

Figura 5.2 - Diagrama QAP de Streckeisen (1976) de classificação de rochas plutônicas mostrando o posicionamento das amostras dos granitóides ou “meta granitóides” da região de estudo.



5.2 CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA

5.2.1 Biotita-hornblenda tonalito

Esta variedade é representada apenas pela amostra AMD-01A. É composta por quartzo, plagioclásio, álcali-feldspato, hornblenda, biotita. Em menor proporção ocorrem titanita, apatita, alanita, epidoto, zircão e minerais opacos. Texturalmente podem ser observadas as seguintes texturas: equigranular como a textura granular hipidiomórfica, caracterizada pelo predomínio de minerais subédricos; feições de intercrescimento micropertítico, onde se observa lamelas de plagioclásio disposta em um cristal hospedeiro de álcali-feldspato, além da presença de textura de sobrecrecimento tipo corona, caracterizada pela presença de minerais opacos manteados por coroas de titanitas.

O Plagioclásio é a fase dominante. Ocorre como cristais inequigranulares de granulação fina e média, hábito prismático, subautomorfos e muito fraturados (Figura

5.3-b), por vezes as maclas apresentam-se contorcidas caracterizando *kink bands*. Mantém contatos regulares entre si e irregulares com cristais de quartzo. Localmente possuem pequenas inclusões de quartzo, biotita e minerais opacos, em alguns pontos observa-se que estes cristais estão moderados a fortemente alterados pela presença de sericita além de escapolita, esta última também ocorre como mineral secundário produto da alteração do plagioclásio.

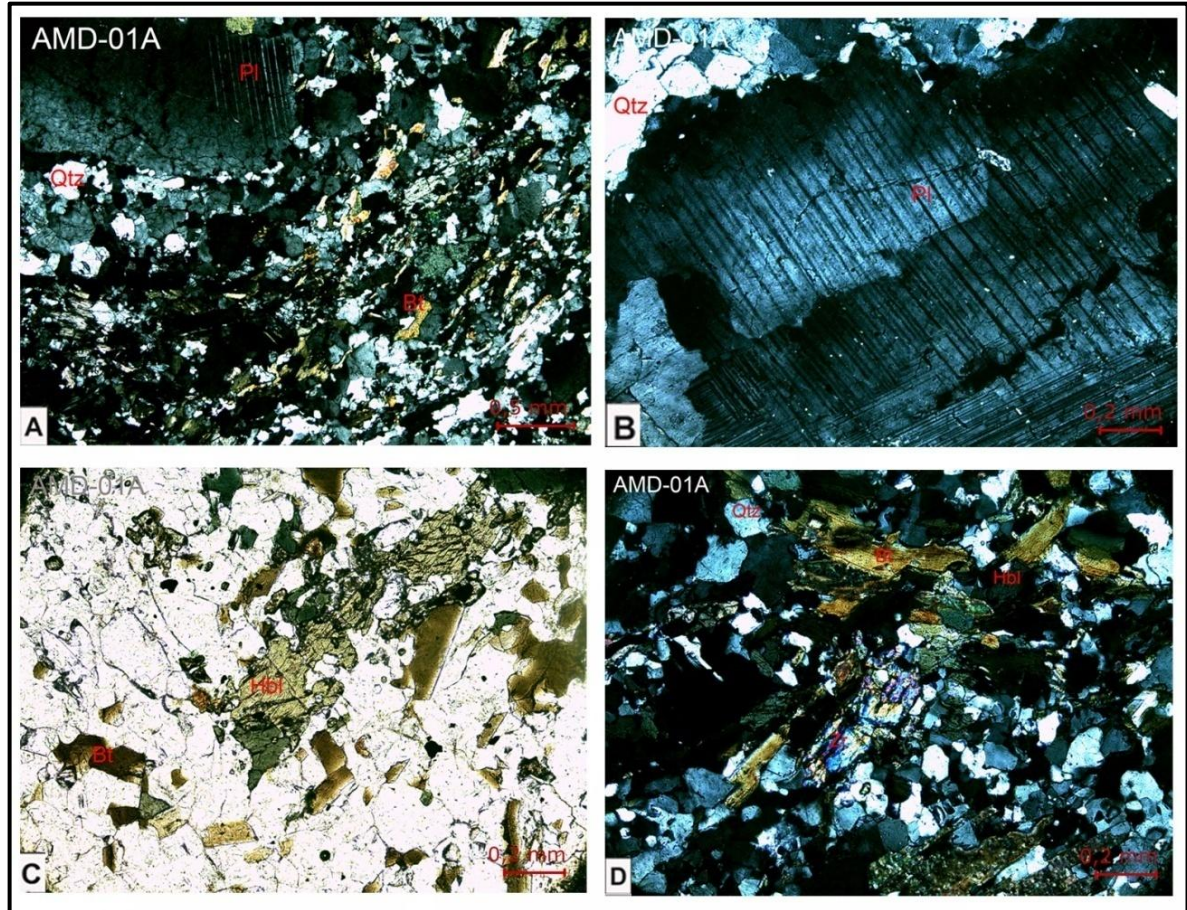
O Quartzo ocorre de duas formas: A primeira como cristais de granulação média que se organizam em bandas orientadas, mostrando hábito granular xenomorfo e apresenta contatos irregulares entre si. A segunda ocorre como material recristalizado que integra a parte mais fina da rocha, possui granulação fina e mostra-se suborientado. Estes contornam os cristais de plagioclásio que se alternam com os cristais de quartzo. (Figura 5.3-a).

Os cristais de Álcali-feldspato são xenomorfos, de granulação fina, com extinção ondulante moderada. Apresenta pequenas inclusões de plagioclásio e quartzo, com os quais mantém contato reto. Em alguns pontos podem ser observadas alterações para argilominerais.

A Hornblenda é o mineral máfico dominante com formas prismáticas, subautomorfas. Alguns cristais apresentam bordas corroídas. Seu pleocroísmo varia de castanho pálido a castanho (x), verde escuro (y) e verde azulado (z) (Figura 5.3-c). Possui inclusões de quartzo. Mantém comumente contato irregular com opacos e contato reto com apatita e biotita. Ao longo dos planos de clivagem ocorre alteração para biotita.

A Biotita apresenta-se preferencialmente como lamelas subautomorfas alongadas, suborientadas (Figura 5.3-d), integrando a parte mais fina da rocha e contornando os cristais de plagioclásio. Mostra pleocroísmo de moderado a forte, definido por tons amarelo pálido ($x = y$) a marrom esverdeado (z). Localmente apresenta maclamento simples e possui ainda pequenas inclusões de apatita e mantém contato reto com minerais opacos. Em algumas porções observaram-se cristais de biotita alterados para clorita (cloritização).

Figura 5.3 - Aspectos gerais da fácies Biotita - hornblenda tonalito. a) e b) com destaque para a presença de cristais de plagioclásio apresentando microfaturas. c) mostrando as características pleocroicas dos cristais de biotita e hornblenda (luz não polarizada). d) mostrando cristais de biotita, hornblenda e zircão subédrico.



5.2.2 Biotita-hornblenda granodiorito

Esta fácies corresponde às seguintes amostras: CMD-01, CMD-02, TDM-13. Estas rochas são constituídas de plagioclásio, álcali-feldspato, quartzo além de biotita e hornblenda. Os constituintes menores são representados por zircão, titanita, alanita, apatita e minerais opacos. Do ponto de vista textural, podem ser observadas desde texturas equigranulares como a textura granular hipidiomórfica caracterizada pelo predomínio de minerais subédricos (Figura 5.4-a); a texturas inequigranulares como a textura porfirítica, evidenciada pelos fenocristais principalmente de microclina; texturas de intercrescimento mirmequítico, onde se observa o intercrescimento de plagioclásio e quartzo, geralmente na forma de gotas ou formas vermiformes; feições micropertíticas, além da presença de texturas de sobrecrescimento tipo corona, onde se observa cristais de titanita bordejando

minerais opacos, sugerindo que estes, possivelmente são illmenita e/ou Titanomagnetita (Figura 5.4-c).

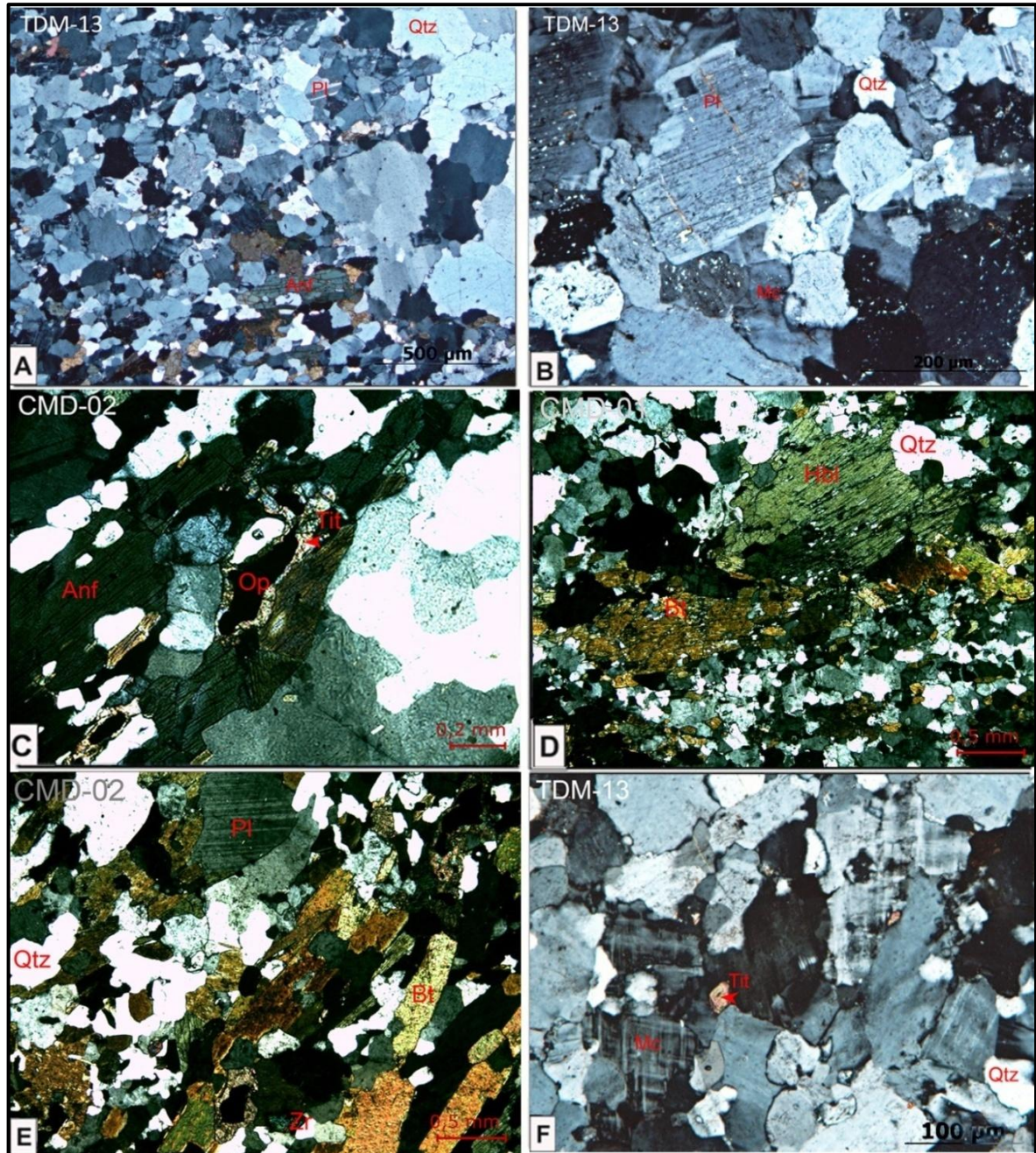
O Plagioclásio geralmente forma cristais anédricos e subédricos de granulação média e grossa por vezes com maclamento albita. Apresenta fraca alteração para argilomineral e localmente forte alteração para sericita (sericitização) (Figura 5.4-b), além da presença de escapolita, esta como mineral secundário produto da alteração destes cristais. Na amostra CMD-01 é possível observar cristais de plagioclásio zonados, com o núcleo mais cálcico, o que se conclui com a presença de alteração partindo do centro do cristal para as bordas. No que diz respeito aos contatos, estes se mostram retilíneos e irregulares entre si e com os demais minerais.

Os cristais de Microclina mostram-se inequigranulares com a presença até mesmo de fenocristais, algumas vezes podendo atingir até mesmo 2,2 mm (CMD-02), apresenta maclamento xadrez difuso (Figura 5.4-f) e alguns cristais mostram-se moderadamente alterados para argilominerais. Os contatos são predominantemente irregulares, além de contatos retilíneos.

O Quartzo ocorre como cristais inequigranulares anédricos e subédricos de granulação média e grossa e contatos retilíneos e por vezes interlobados com os cristais de plagioclásio. Em sua maioria encontram-se recristalizados e apresentam forte extinção ondulante e com contatos predominantemente retos evidenciando por vezes pontos ou junções tríplices.

A Hornblenda apresenta cristais subautomorfos a xenomorfos, com uma orientação incipiente. Por vezes encontra-se em contatos retos com a biotita ou irregulares entre si. Seu pleocroísmo vai de moderado à forte variando de um verde acastanhado (x), verde oliva (y), a um verde azulado (z). Comumente a hornblenda encontra-se corroída nas suas porções mais internas, principalmente ao longo dos planos de clivagens (CMD-01). Estes cristais possuem inclusões de quartzo e minerais opacos (Figura 5.4-d). Os cristais de Biotita possuem granulação predominantemente média ocorrem como lamelas alongadas (Figura 5.4-e), subautomorfos e apresentam pleocroísmo moderado à forte que varia amarelo claro (x) a um marrom avermelhado (z = y). Localmente podem ser observadas feições de deformação (*kink bands*). Em algumas porções podem-se observar cristais de biotita associados à hornblenda, podendo encontrar-se nos planos de clivagens da mesma, sendo produtos de uma alteração.

Figura 5.4 – Fotomicrografias da fácies Biotita-hornblenda granodiorito. a) e b) Aspecto geral com destaque para textura granularhipidiomórfica. c) Detalhe da textura de sobrecrescimento tipo corona ou borda de reação com cristais de titanita bordejando os minerais opacos. d) mostra o intercrescimento de quartzo e minerais opacos nos cristais de hornblenda. e) e f) ressaltando a ocorrência de titanita de duas formas: sobrecrescimento e forma bipiramidal.



5.2.3 Biotita-hornblenda ou hornblenda-biotita Monzogranito

Esta fácies é representada pelas amostras AMD-02, AMD-03, TDM-02, FDM-02 classificadas como Hornblenda-biotita monzogranitos; TDM-01, TDM-03, TDM-04, TDM-09 (Biotita-hornblenda monzogranitos) e TDM-05 (Hornblenda monzogranito). A principal característica destes litotipos está relacionada à disposição da biotita que em algumas amostras apresenta microestruturas em *Kink Bands*, ressaltando uma deformação na rocha. Além disso, ocorrem cristais estirados e suborientados de quartzo, caracterizados como microestruturas em *ribbon*. Estas rochas são formadas predominantemente por plagioclásio, além de quartzo, álcali-feldspato, biotita e hornblenda. As fases acessórias correspondem a zircão, epidoto, titanita e minerais opacos, ocorrendo também em algumas amostras cristais de alanita e apatita. Texturalmente podem ser observadas texturas equigranulares como a granular hipidiomórfica (Figura 5.5-a), além de intercrescimento micropertítico, caracterizada por exsoluções pertíticas resultando em grandes lamelas de albita, dando caráter mesopertítico aos cristais. Podem ser observadas também texturas de sobrecrescimento tipo corona ou borda de reação.

O Plagioclásio ocorre como cristais xenomorfos a subautomorfos, apresentando contatos retilíneos, irregulares ou difusos entre si e outros minerais. Exibe maclamento polissintético e em algumas porções é possível observar um zoneamento normal concêntrico. Porém, em algumas amostras essas maclas encontram-se obliteradas (TDM-04), ou por vezes ocorrem pouco visíveis, em decorrência da alteração resultando em minerais secundários como sericita e epidoto, além da presença de cristais de escapolita, estes provavelmente produtos da alteração destes cristais. Vale ressaltar que não foi possível fazer a composição do plagioclásio para estas amostras, uma vez que os grãos encontravam-se de moderado a fortemente alterados.

Os cristais Microclina em geral são subautomorfos, apresentando maclamento xadrez difuso e contatos retos com quartzo e biotita e irregulares com hornblenda (Figura 5.5-e). Estes cristais também ocorrem como produtos da recristalização juntamente com os cristais de quartzo em algumas amostras, além da presença de cristais alterados para argilominerais.

O Quartzo ocorre como cristais xenomorfos a subautomorfos, inequigranulares de granulação fina a média, com alguns cristais estirados acompanhando a orientação dos minerais micáceos denominados quartzo em fita ou

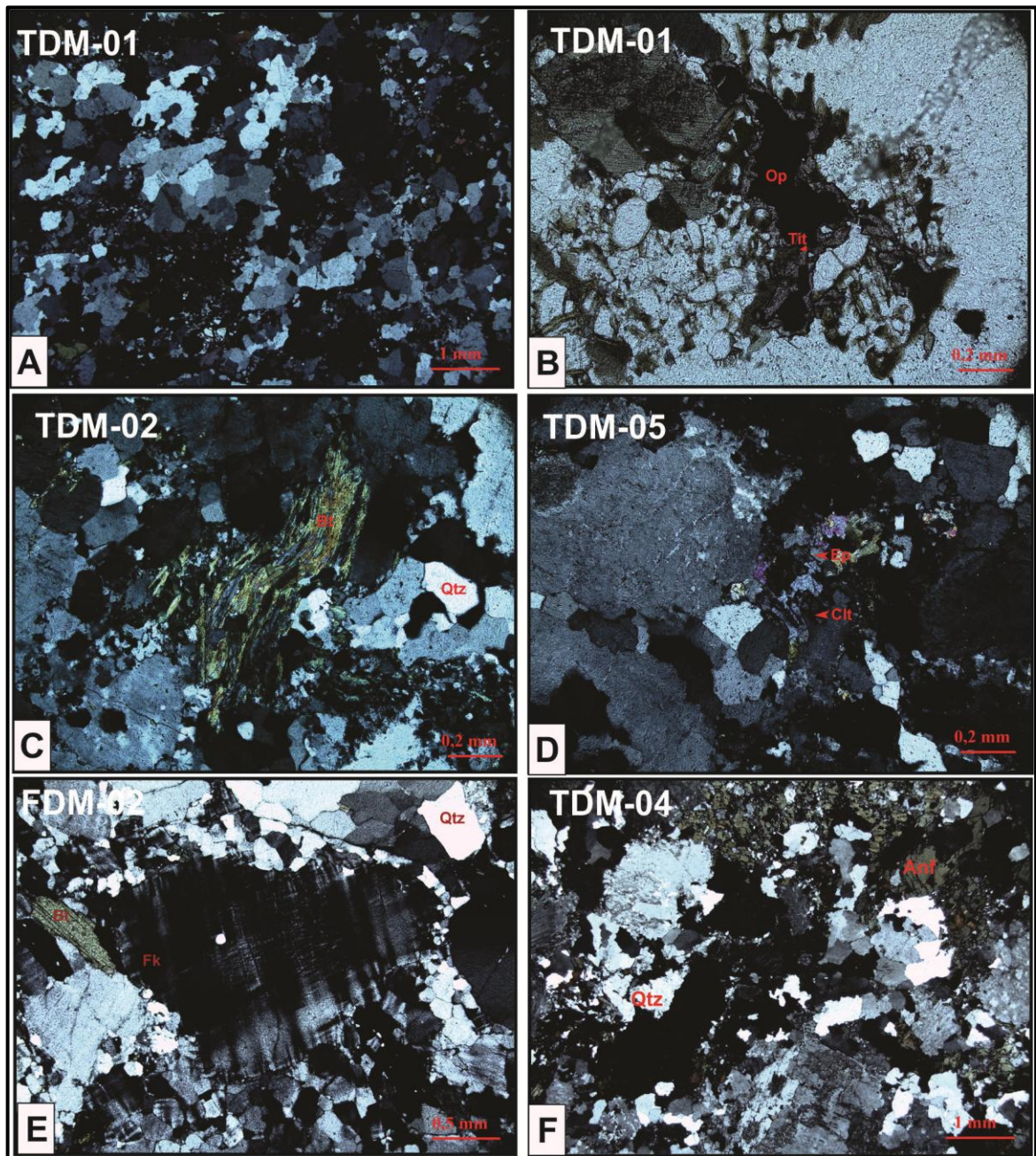
quartzo *ribbon* (Figura 5.5-f). Este mineral também ocorre como um agregado de cristais de granulação mais fina produtos da recristalização e exibem forte extinção ondulante com contatos predominantemente retilíneos, algumas vezes até mesmo apresentando junções tríplices (Pontos tríplices).

A Biotita apresenta-se na forma de lamelas subautomorfas por vezes, com bordas corroídas em algumas amostras. Seu pleocroísmo é definido pelas seguintes absorções: creme pálido (x) e marrom avermelhado (y=z). Exibem por vezes moderada orientação ressaltando cristais apresentando clivagens deformadas (*kink bands*) e alguns casos estes cristais estão parcialmente cloritizados (Figura 5.5-c). Os contatos entre si e/ou anfibólio são retilíneos mostrando por vezes contatos irregulares e interlobados com outros minerais.

A Hornblenda ocorre como cristais subautomorfos, inequigranulares, de granulação fina e média. Seu pleocroísmo se define em verde pálido (x) a verde azulado (y=z). Em algumas amostras é possível observar a presença microfraturas preenchidas na maioria das vezes por óxido de ferro.

Minerais como o zircão, alanita, titanita, apatita, minerais opacos e epidoto, ocorrem em proporções menores. Os cristais de epidoto podem ser representados por dois tipos morfológicos: Epidoto1: apresenta-se como cristal primário, subautomorfo (Figura 5.5-d), com pleocroísmo leve e pequenas inclusões de biotita. Epidoto2: mostra-se como produto de alteração principalmentedo plagioclásio (TDM-05).

Figura 5.5 – Aspectos microscópicos gerais das Fácies biotita-hornblenda ou hornblenda-biotita Monzogranito, ilustrando a granulação média e grossa e texturas granular hipidiomórfica e de sobrecrescimento destas rochas, além de feições deformacionais.



5.2.4 Biotita sienogranito

Através da análise petrográfica foi caracterizada uma amostra deste litotipo, a AMD-01B. Esta rocha é composta por álcali-feldspato (fase dominante), quartzo, plagioclásio e biotita. Os constituintes menores são representados por zircão, alanita, epidoto, minerais opacos e titanita. Do ponto de vista textural predomina a textura granular hipidiomórfica (Figura 5.6-a), além da textura porfirítica.

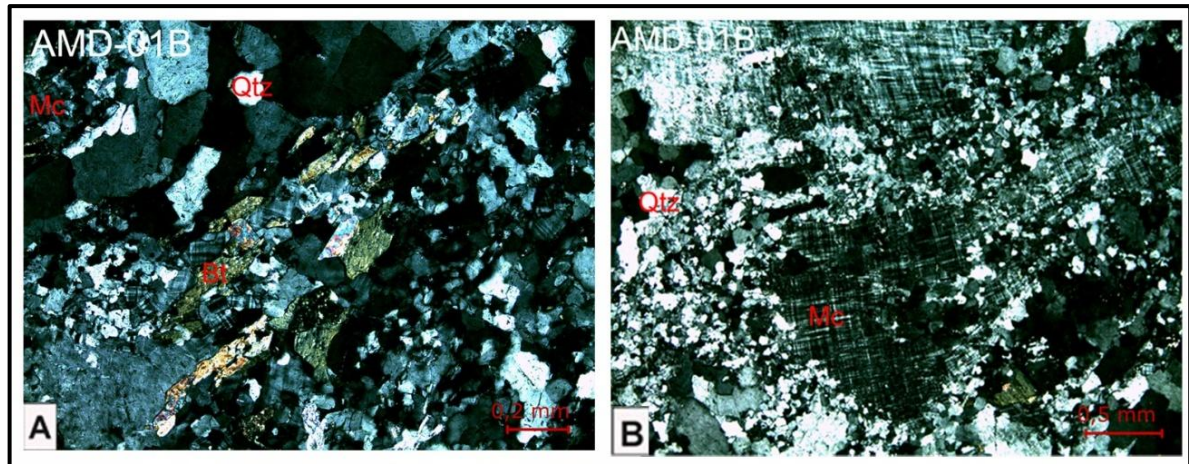
O Álcali-feldspato (microclina) é a fase dominante e ocorre como pórfiros envoltos por minerais recristalizados de si próprios e de quartzo, bem como componente da porção mais fina da rocha. São subautomorfos e podem apresentar bordas corroídas, com dimensões aproximadamente >3mm. Os cristais apresentam, em grande maioria, maclamento do tipo xadrez. Em algumas porções podem-se observar inclusões de quartzo, além de cristais alterados para argilominerais.

O Quartzo ocorre como cristais automorfos de tamanho <1mm. Possui forte extinção ondulante. Ocorre principalmente de duas formas: como fitas orientadas (*ribbon*) e como agregados cristalinos, integrantes da parte mais fina da rocha, estes circundam os cristais de plagioclásio e microclina (Figura 5.6-b) e reagem com as bordas dos mesmos. Mantém contatos irregulares entre si e com plagioclásio. Também ocorrem na forma de inclusões.

Os cristais de Plagioclásio ocorrem em menor proporção. Os cristais são inequigranulares, de granulação fina e média, xenomorfos e subautomorfos. Apresentam maclamentos Carlsbad e maclamentos polissintético e podem ainda exibir zoneamento normal concêntrico. Mantém contatos retilíneos, irregulares e tríplexes entre si, devido à porção recristalizada do mesmo.

A Biotita ocorre com cristais inequigranulares, de granulação média e grossa com lamelas subautomorfas prismáticas orientadas a suborientadas ressaltando uma foliação incipiente na rocha. Seu pleocroísmo é moderado variando de tons creme amarelado (x = y) a marrom avermelhado (z). Pode apresentar localmente maclamento simples e inclusões de quartzo e apatita (AMD-01B).

Figura 5.6 – Fotomicrografias da fácies Biotita sienogranito.a) e b)com destaque para textura porfírica, com alguns fenocristais de microclina.



6 GEOCROLOGIA

Neste trabalho de TCC, foram utilizadas as metodologias Pb-Pb por evaporação-ionização em cristais de zircão, para a obtenção da idade de cristalização e Sm-Nd em rocha total, para se estabelecer a idade modelo T_{DM} e o parâmetro petrogenético $\epsilon_{Nd}(t)$ das rochas estudadas.

6.1 GEOCROLOGIA Pb-Pb EM ZIRCÃO

Com o objetivo de caracterizar e posicionar no tempo os granitóides ou meta granitóides associados e intrusivos ao Diopsídio-norito Pium, se aplicou o método de datação por evaporação-ionização de Pb em zircão, utilizando um Espectrômetro de Massa de Termo-Ionização com multicoletor, TIMS, da marca ThermoFinnigan modelo MAT 262 do Laboratório de Geologia Isotópica, PARÁ-ISO, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará.

6.1.1 Coleta e preparação das amostras

Foram coletados cerca de 30 Kg de amostras. Estas amostras foram trituradas e pulverizadas e assim seguiram-se para a etapa de peneiramento na Oficina de Preparação de Amostras (OPA/UFGPA), as frações granulométricas utilizadas foram entre 180-125 μ m e 125-75 μ m, em seguida foram separadas com auxílio de um elutriador. Na etapa seguinte foi utilizado o separador magnético Isodynamic Frantz do Laboratório PARÁ-ISO, para a separação dos minerais magnéticos, e após a separação, a amostra foi levada para a concentração por líquidos pesados (bromofórmio). Os cristais de zircão foram então triados manualmente sob uma lupa binocular, selecionados e separados para a análise espectrométrica.

6.1.2 Procedimentos Analíticos

O método de datação por evaporação de Pb foi desenvolvido por Köber (1987), sendo sua adaptação ao PARÁ-ISO apresentada por Gaudette et al. (1998). O princípio do método é baseado no processo de evaporação-ionização do chumbo contido em um cristal de zircão, em etapas sucessivas de aquecimento em um Espectrômetro de Massa por Termo-Ionização (TIMS). Essa técnica posiciona frente a frente dois filamentos de rênio, sendo um de evaporação em forma de canoa, onde

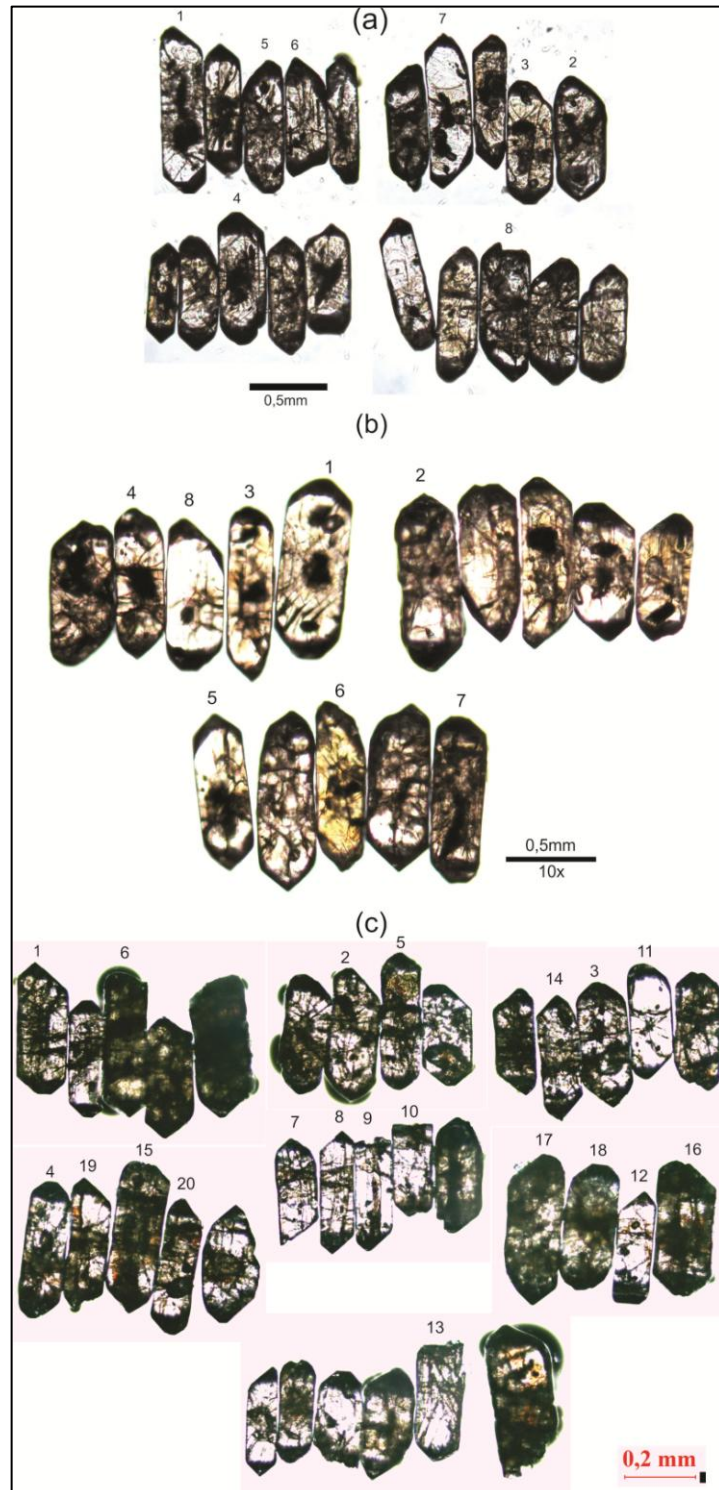
o cristal de zircão é aprisionado, e um de ionização, a partir do qual o Pb é analisado (KÖBER, 1987). Geralmente, são realizadas três etapas de evaporação a 1450°C, 1500°C e 1550°C, com intervalos de tempo de 3 a 5 minutos de evaporação para cada etapa. O Pb evaporado deposita-se imediatamente no filamento de ionização, o qual é mantido a temperatura ambiente. Dependendo da quantidade de Pb que o cristal contém e de sua capacidade em se fixar no filamento de ionização, pode-se realizar até três ou mais etapas de evaporação. Passado o tempo de evaporação, o filamento é desligado e o filamento de ionização é aquecido a uma temperatura em torno de 1050°C até 1200°C, e o Pb ali depositado é ionizado. Em cada etapa de ionização são obtidos 5 blocos de dados (análise em contador de íons), gerando um bloco com 8 razões $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$. A partir das médias das razões $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ dos blocos define-se uma idade para cada etapa de ionização. Em geral, são consideradas as idades obtidas nas etapas de mais alta temperatura que são as mais representativas da idade de cristalização do mineral, eliminando-se as etapas de mais baixa temperatura. Esses resultados são representados em um diagrama Idade (Ma) versus os zircões analisados com desvios a 2σ e as correções do Pb de contaminação e inicial são feitas mediante uso do modelo do Pb em estágio duplo proposto por Stacey e Kramers (1975), utilizando a razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$. As razões $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ foram corrigidas para um fracionamento de massa de $0,07 \pm 0,03\%$ por u.m.a., determinados a partir de análises repetidas do padrão NBS-982. Para o tratamento estatístico dos resultados analíticos, como o cálculo da idade, erro analítico e diagrama utilizaram-se os softwares Zircão (PARÁ-ISO) e Isoplot de Ludwig (2004).

6.1.3 Resultados

As amostras utilizadas para datação são representadas por: TDM-01, TDM-03 (Biotita-hornblenda monzogranito) e TDM-13 (Biotita-hornblenda granodiorito). As respectivas localizações das amostras analisadas encontram-se no mapa da Figura 1.3. Os cristais de zircão selecionados para estas análises apresentam-se em geral com hábitos prismáticos e formas bipiramidais zonados. São transparentes a marrom claro e algumas faces encontram-se microfraturadas e apresentam inclusões escuras e transparentes. Estes cristais possuem proporções comprimento-largura variáveis. Procurou-se eleger cristais de acordo com o padrão, ou seja, sem evidências de metamictização, sem muitas inclusões e poucas fraturas. Foram

colocados em média 1 cristal em cada filamento para garantir a quantidade razoável de Pb para análise no espectrômetro de massa, já que o tamanho dos cristais de zircão eram relativamente grandes (Figura 6.1).

Figura 6.1 - Fotomicrografias de cristais de zircão das amostras estudadas. a) e b) Biotita-hornblenda monzogranito (TDM-01 e TDM-03); c) Biotita-hornblenda granodiorito (TDM-13).



a) Biotita-hornblenda monzogranito (TDM-01, TDM-03)

Para a análise pelo método de evaporação-ionização de Pb em zircão foram escolhidos 8 cristais dentre os 42 selecionados da amostra TDM-01. Dentre os cristais analisados (TDM01/1, TDM01/2, TDM01/3, TDM01/4, TDM01/5, TDM01/6, TDM01/7, TDM01/8) todos obtiveram dados satisfatórios para o cálculo da idade de cristalização da rocha. A partir desses resultados determinou-se o valor da idade média, bem definida nas etapas de mais alta temperatura que, lançadas num diagrama Idade (Ma) versus zircão indicaram uma idade média de $2741,9 \pm 0,5$ Ma com MSWD = 1,12 (Tabela 6.1, Figura 6.2).

Para a amostra TDM-03 dentre os 40 cristais selecionados, foram analisados 8 cristais de zircão, destes somente os cristais TDM03/1, TDM03/2, TDM03/3, TDM03/4, TDM03/5, TDM03/7 e TDM03/8 obtiveram dados satisfatórios para o cálculo da idade de cristalização da rocha, pois todos eles obtiveram emissão de chumbo suficiente para a análise isotópica. Assim, os cristais analisados forneceram uma idade média de $2739,7 \pm 0,7$ Ma com MSWD = 1,5. O cristal TDM03/6 foi eliminado devido o mesmo apresentar idade abaixo da média dos demais cristais analisados (Tabela 6.2, Figura 6.3).

b) Biotita-hornblenda granodiorito (TDM-13)

Dos 44 cristais de zircão selecionados desta amostra, foram analisados 20, destes somente cinco cristais: TDM13/8, TDM13/9, TDM13/11, TDM13/12 e TDM13/18, obtiveram dados satisfatórios para o cálculo da idade de cristalização da rocha. De posse desses resultados determinou-se o valor da idade média de $2739,5 \pm 0,9$ Ma com MSWD = 2,0 (Tabela 6.3, Figura 6.4). Os demais cristais analisados foram eliminados do cálculo da idade por apresentarem razões $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ superiores a 0,0004 ou idades abaixo da média dos demais cristais.

Tabela 6.1 - Resultados analíticos Pb-Pb dos cristais de zircão da amostra TDM-01. (c): razão $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ e $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ corrigidas do Pb comum; (*): etapa de evaporação eliminada subjetivamente, (#): etapa de evaporação eliminada por apresentar razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ superior a 0,0004, Temp.: temperatura.

Zircão	Temp.	Razões	$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2σ	$(^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_c$	2σ	$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_c$	2σ	Idade	2σ	
TDM01/1	*1450	0/38	0,000134	0,000004	0,12752	0,00082	0,18438	0,00101	2692,9	9,1	
	1500	36/36	0,000006	0,000003	0,13116	0,00116	0,18992	0,00014	2741,9	1,2	
	1550	26/26	0,000003	0,000002	0,12871	0,00021	0,18988	0,00013	2741,5	1,2	
TDM01/2	*1450	0/40	0,000332	0,000011	0,11395	0,00084	0,18379	0,00056	2687,8	5,0	
	*1500	0/34	0,000064	0,000005	0,10898	0,00034	0,18916	0,00019	2735,2	1,6	
	1550	34/34	0,000025	0,000010	0,11523	0,00054	0,18998	0,00018	2742,3	1,6	
TDM01/3	*1500	0/28	0,000088	0,000022	0,11748	0,00593	0,19028	0,00169	2744,9	14,6	
	1550	28/28	0,000023	0,000004	0,11858	0,00050	0,19010	0,00033	2743,4	2,8	
TDM01/4	1500	40/40	0,000022	0,000003	0,11857	0,00027	0,18980	0,00015	2740,8	1,3	
	1550	22/22	0,000021	0,000003	0,11912	0,00046	0,18988	0,00014	2741,5	1,2	
TDM01/5	*1450	0/12	0,000245	0,000007	0,06704	0,00074	0,17559	0,00042	2611,9	4,0	
	*1500	0/38	0,000109	0,000003	0,13864	0,00067	0,18613	0,00027	2708,5	2,4	
	1550	36/36	0,000086	0,000002	0,19088	0,00029	0,18989	0,00022	2741,6	1,9	
TDM01/6	*1450	0/8	0,000295	0,000042	0,08289	0,00139	0,18015	0,00066	2654,5	6,1	
	1500	36/36	0,000030	0,000004	0,11517	0,00111	0,18995	0,00020	2742,1	1,8	
	1550	34/34	0,000035	0,000005	0,11826	0,00116	0,19015	0,00016	2743,8	1,3	
TDM01/7	*1450	0/30	0,000074	0,000011	0,12189	0,00094	0,18917	0,00037	2735,4	3,2	
	1500	38/38	0,000000	0,000000	0,14814	0,00030	0,18976	0,00025	2740,4	2,2	
TDM01/8	*1500	0/36	0,000096	0,000006	0,09379	0,00033	0,18750	0,00017	2720,8	1,5	
	1550	34/34	0,000011	0,000002	0,09080	0,00110	0,18993	0,00014	2741,9	1,2	
364/628									Idade média =	2741,9	0,5

Figura 6.2 - Espectro de idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (em Ma) para os zircões da amostra TDM-01 (Biotita-hornblenda monzogranito). As barras verticais representam os erros para cada cristal de zircão analisado e a linha horizontal representa a idade média da amostra.

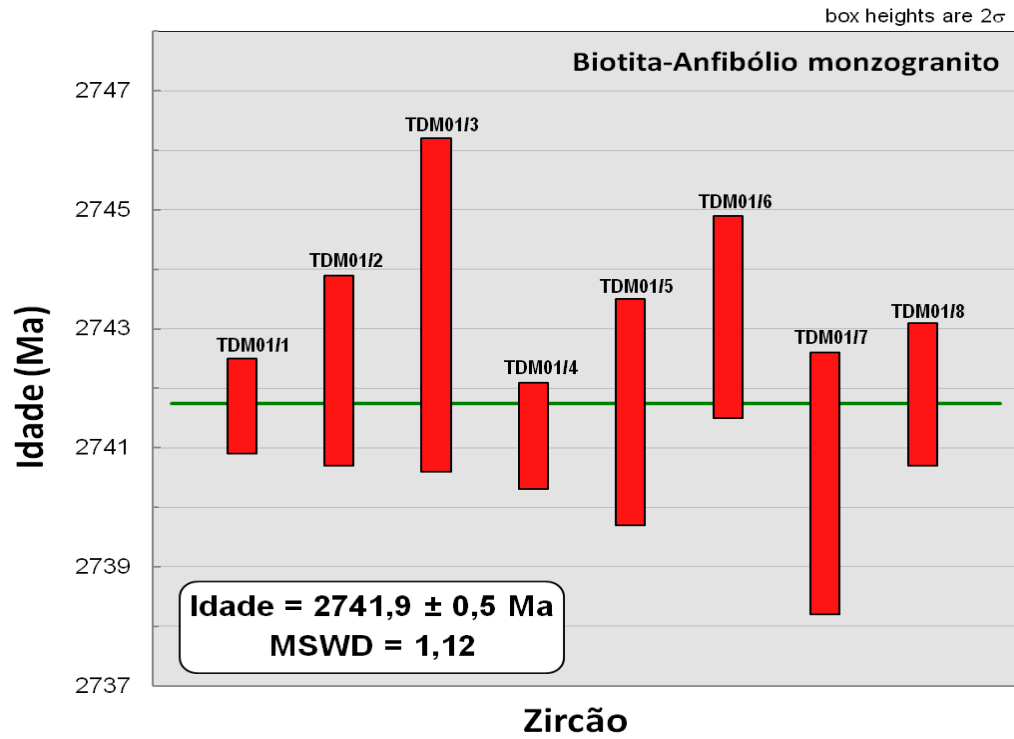


Tabela 6.2 - Resultados analíticos Pb-Pb dos cristais de zircão da amostra TDM-03. As legendas são as mesmas da Tabela 6.1.

Zircão	Temp.	Razões	$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2σ	$(^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_c$	2σ	$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_c$	2σ	Idade	2σ	
TDM03/1	*1500	0/20	0,000017	0,000002	0,13055	0,00054	0,17754	0,00076	2630,2	7,1	
	1550	32/32	0,000012	0,000002	0,11156	0,00053	0,18964	0,00026	2739,4	2,3	
TDM03/2	1500	36/36	0,000014	0,000003	0,11226	0,00081	0,18961	0,00016	2739,2	1,4	
	1550	34/34	0,000014	0,000002	0,11758	0,00021	0,18952	0,00016	2738,4	1,4	
TDM03/3	*1450	0/8	0,000309	0,000092	0,08031	0,00329	0,17899	0,00134	2643,9	12,4	
	*1550	0/34	0,000297	0,000016	0,10880	0,00160	0,18487	0,00037	2697,3	3,3	
	1500	32/32	0,000024	0,000004	0,10988	0,00043	0,18965	0,00019	2739,6	1,7	
TDM03/4	#1450	0/4	0,002779	0,000100	0,07364	0,00362	0,15779	0,00133	2432,4	14,3	
	*1500	0/40	0,000143	0,000010	0,20675	0,00059	0,18753	0,00044	2721,0	3,9	
	1550	40/40	0,000029	0,000024	0,21842	0,00087	0,18975	0,00039	2740,4	3,4	
TDM03/5	*1450	0/12	0,000214	0,000024	0,13917	0,00166	0,17965	0,00060	2649,9	5,5	
	1500	32/32	0,000011	0,000002	0,11198	0,00040	0,18984	0,00016	2741,2	1,4	
TDM03/7	#1450	0/8	0,000484	0,000086	0,12469	0,00319	0,17916	0,00137	2645,5	12,6	
	*1500	0/34	0,000107	0,000023	0,12349	0,00106	0,18647	0,00100	2711,7	8,8	
	1550	32/32	0,000012	0,000004	0,13241	0,00030	0,18957	0,00026	2738,8	2,2	
TDM03/8	*1450	0/24	0,000316	0,000020	0,14709	0,09366	0,18524	0,00146	2700,6	13,0	
	1500	34/34	0,000037	0,000004	0,17428	0,00229	0,18971	0,00015	2740,1	1,3	
272/456									Idade média =	2739,7	0,7

Figura 6.3 - Espectro de idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (em Ma) para os zircões da amostra TDM-03 (Biotita-hornblenda monzogranito). As barras verticais representam os erros para cada cristal de zircão analisado e a linha horizontal representa a idade média da amostra.

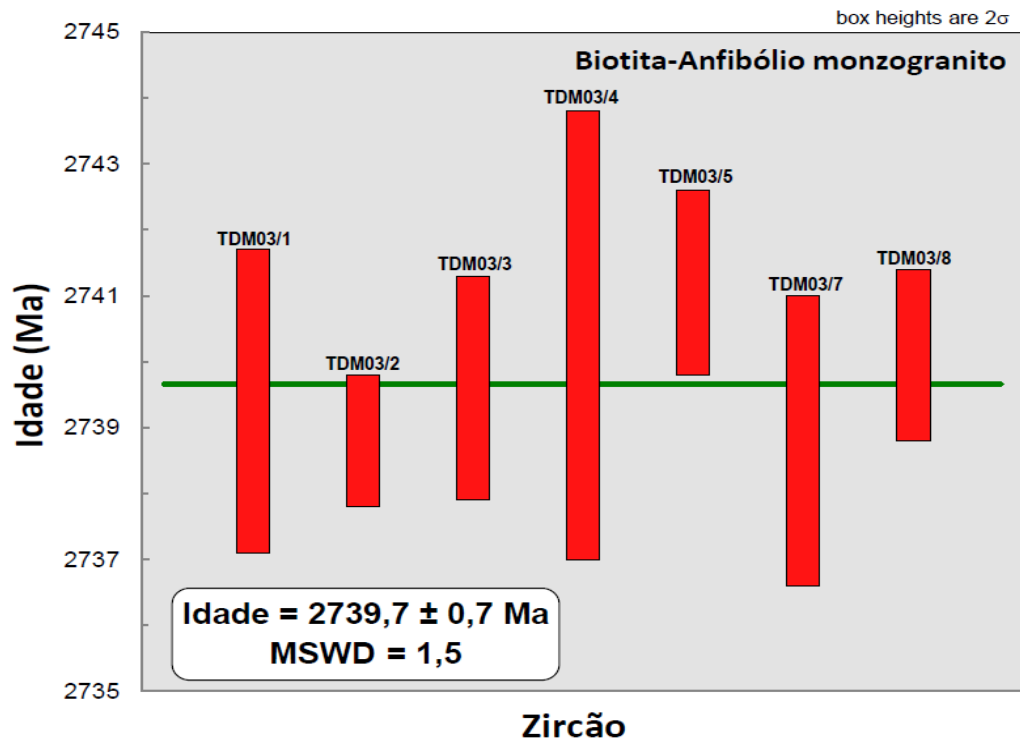
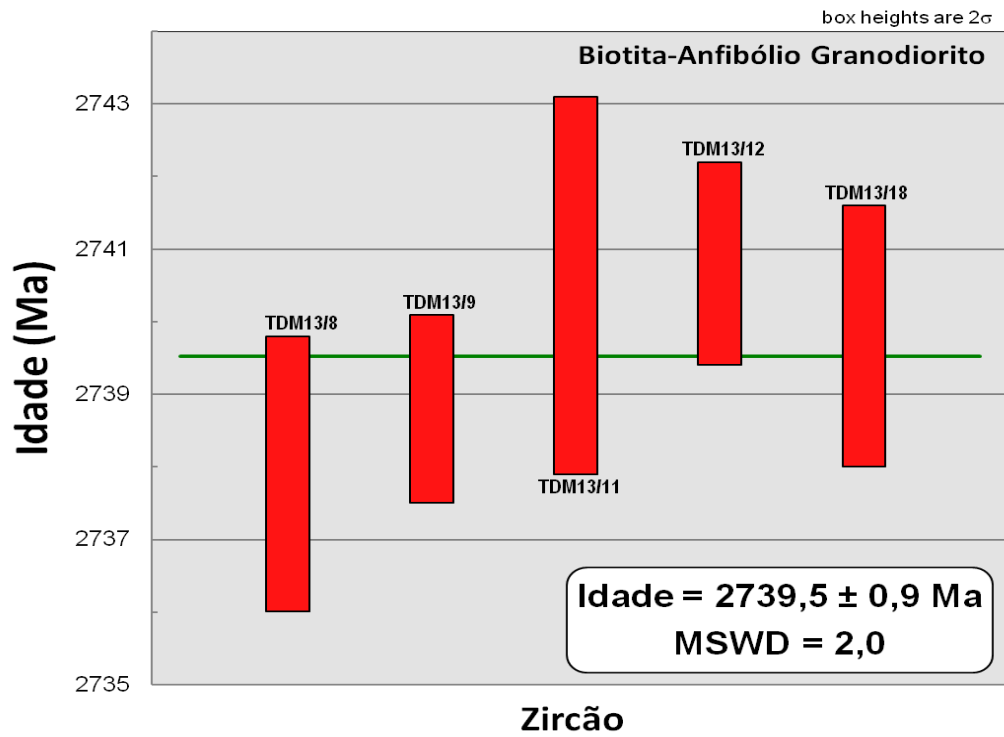


Tabela 6.3 - Resultados analíticos Pb-Pb dos cristais de zircão da amostra TDM-13. As legendas são as mesmas da Tabela 6.1.

Zircão	Temp.	Razões	$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2σ	$(^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_c$	2σ	$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_c$	2σ	Idade	2σ	
TDM13/1	#1450	0/6	0,001547	0,001360	0,14479	0,00087	0,12436	0,01840	2020,0	262,2	
	*1500	0/4	0,000077	0,000010	0,17461	0,00033	0,17366	0,00035	2593,6	3,4	
	*1500	0/32	0,000123	0,000009	0,17518	0,00014	0,17363	0,00016	2593,3	1,6	
TDM13/2	*1450	0/8	0,000106	0,000008	0,16908	0,00025	0,16776	0,00027	2535,7	2,7	
	*1500	0/36	0,000112	0,000005	0,18297	0,00016	0,18159	0,00017	2667,7	1,5	
TDM13/3	*1500	0/32	0,000205	0,000024	0,18438	0,00073	0,18166	0,00020	2668,3	1,8	
TDM13/4	*1500	0/34	0,000071	0,000007	0,18727	0,00016	0,18634	0,00020	2710,6	1,8	
	*1550	0/38	0,000084	0,000008	0,18822	0,00026	0,18711	0,00033	2717,4	2,9	
TDM13/5	*1500	0/34	0,000030	0,000010	0,18384	0,00035	0,18350	0,00027	2685,0	2,5	
	#1550	0/24	0,000826	0,000027	0,18760	0,00027	0,18072	0,00203	2659,7	18,7	
TDM13/6	*1450	0/12	0,000258	0,000030	0,15343	0,00095	0,15013	0,00103	2347,7	11,7	
	*1500	0/38	0,000069	0,000004	0,18158	0,00035	0,18076	0,00037	2660,1	3,4	
	*1550	0/30	0,000128	0,000029	0,18368	0,00062	0,18118	0,00101	2663,9	9,2	
TDM13/8	*1500	0/8	0,000124	0,000032	0,14912	0,00073	0,14752	0,00084	2317,8	9,8	
	*1500	0/40	0,000060	0,000006	0,18662	0,00019	0,18588	0,00020	2706,2	1,8	
	1550	38/38	0,000014	0,000005	0,18964	0,00021	0,18947	0,00022	2737,9	1,9	
TDM13/9	*1500	0/36	0,000119	0,000027	0,18609	0,00127	0,18434	0,00120	2692,6	10,8	
	1550	38/38	0,000013	0,000002	0,18973	0,00015	0,18956	0,00015	2738,8	1,3	
TDM13/10	#1500	0/8	0,003571	0,000164	0,18535	0,00095	0,13969	0,00242	2223,6	30,0	
	*1550	0/36	0,000154	0,000027	0,18369	0,00049	0,18170	0,00032	2668,9	2,9	
TDM13/11	*1500	0/38	0,000028	0,000004	0,18667	0,00045	0,18630	0,00049	2710,2	4,3	
	1550	36/36	0,000013	0,000002	0,18991	0,00033	0,18977	0,00030	2740,5	2,6	
TDM13/12	*1450	0/34	0,000069	0,000008	0,18059	0,00029	0,17961	0,00020	2649,6	1,8	
	1500	34/34	0,000012	0,000003	0,18997	0,00016	0,18980	0,00016	2740,8	1,4	
TDM13/15	*1450	0/20	0,000216	0,000025	0,17241	0,00022	0,17032	0,00051	2561,3	5,0	
	*1500	0/38	0,000047	0,000005	0,18234	0,00046	0,18179	0,00040	2669,7	3,7	
TDM13/16	*1450	0/16	0,000176	0,000010	0,17022	0,00057	0,16834	0,00157	2541,5	15,6	
	*1500	0/38	0,000033	0,000008	0,17966	0,00022	0,17926	0,00026	2646,4	2,4	
	*1550	0/16	0,000061	0,000030	0,17779	0,00048	0,17711	0,00053	2626,2	5,0	
TDM13/17	*1500	0/8	0,000026	0,000002	0,17345	0,00462	0,17312	0,00462	2588,4	44,6	
	*1550	0/30	0,000028	0,000002	0,18237	0,00092	0,18204	0,00090	2671,9	8,2	
TDM13/18	*1450	0/32	0,000061	0,000006	0,18332	0,00019	0,18258	0,00016	2676,8	1,4	
	1500	38/38	0,000014	0,000002	0,18987	0,00021	0,18969	0,00022	2739,8	1,9	
	1550	08/ago	0,000228	0,000040	0,19238	0,00031	0,18963	0,00058	2739,3	5,0	
TDM13/19	*1450	0/12	0,000292	0,000012	0,16150	0,00082	0,15709	0,00086	2424,8	9,3	
	*1500	0/38	0,000044	0,000005	0,18316	0,00050	0,18258	0,00044	2676,8	4,0	
	*1550	0/36	0,000049	0,000009	0,18650	0,00058	0,18559	0,00062	2703,7	5,5	
TDM13/20	*1500	0/32	0,000027	0,000002	0,18557	0,00021	0,18522	0,00027	2700,4	2,4	
192/1036									Idade média =	2739,5	0,9

Figura 6.4 - Espectro de idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (em Ma) para os zircões da amostra TDM-13 (Biotita-hornblenda granodiorito). As barras verticais representam os erros para cada cristal de zircão analisado e a linha horizontal representa a idade média da amostra.



6.2 GEOCROLOGIA Sm-Nd

A aplicação desta metodologia objetiva o cálculo de idades modelo (T_{DM}), as quais podem ser interpretadas como idades de formação de crosta, mesmo em rochas que sofreram eventos de retrabalhamento crustal, como também determinar o parâmetro $\epsilon_{Nd}(t)$ que consiste na comparação da razão $^{143}Nd/^{144}Nd$ atual ou da época de sua formação da amostra estudada, com a do reservatório condrítico uniforme padrão ou manto empobrecido (CHUR ou DM), que seria representativo da Terra Global (DEPAOLO et al., 1981). Se na época de cristalização da rocha o magma parental tiver uma razão $^{143}Nd/^{144}Nd$ mais elevada que o condrito, o ϵ_{Nd} será positivo, significando que a fonte deste magma possuía a razão Sm/Nd mais elevada que o condrito, ou seja, a fonte seria o manto superior. Por outro lado, quando a razão $^{143}Nd/^{144}Nd$ do magma parental for menor que a do condrito, o valor de ϵ_{Nd} será negativo e, portanto, a fonte destas rochas tinha uma razão Sm/Nd menor do que a do condrito, como é o caso de magma de origem crustal.

6.2.1 Coleta e preparação de amostras

Este método envolve a preparação prévia, com a trituração seguida de pulverização, moagem e quarteamento de cerca 1 kg de amostra. A etapa de trituração foi realizada na Oficina de Preparação de Amostras (OPA) do Instituto de Geociências da UFPA. O quarteamento e pulverização foram realizados no Laboratório de Geologia Isotópica (Pará-Iso). A pulverização foi feita de forma manual com a utilização de Gral de Agatha, até que se atingisse uma granulação muito fina necessária para o ataque químico.

6.2.2 Procedimentos Analíticos

As técnicas analíticas de abertura/separação Sm-Nd em rocha total foram realizadas no Laboratório Pará-Iso, utilizado o spike $^{150}Nd/^{149}Sm$ em 100 mg de rocha seguindo a metodologia descrita por Oliveira et al. (2009). A esta mistura foi adicionado HF + HNO₃ em frasco de Teflon dentro de recipiente PARR a 150 °C por uma semana. Após a evaporação, uma nova adição de HF + HNO₃ foi realizada e a solução foi colocada para secar e em seguida diluída com HCl (6N). Concluída a secagem foi diluída com HCl (2N). Após a última evaporação, os elementos terras raras (ETR) foram separados dos outros elementos por troca cromatográfica usando

a resina Dowex 50WX-8, HCl (2N) e HNO₃ (3N). Após isso, Sm e Nd foram separados dos outros ETR por troca cromatográfica aniônica usando resina Dowex AG1-X4 com a mistura de HNO₃ (7N) e metanol. As frações concentradas de Sm e Nd coletadas são então evaporadas. Em seguida, 1 mL de HNO₃** concentrado é adicionado em cada fração, separada de Sm e Nd, e as amostras são levadas ao espectrômetro ICP-MS para leitura de suas razões isotópicas em média de oito a seis blocos cada amostra. Durante o período das análises isotópicas, as razões ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd, normalizadas para ¹⁴⁶Nd/¹⁴⁴Nd = 0,7219, (o fracionamento de massa foi corrigido no modo exponencial), os padrões de Nd “La Jolla” e solução de calibração Neptune forneceram valores de ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd de 0,511834±0,000005 e 0,511732±0,000009 (2σ, média de 50 leituras), respectivamente.

6.2.3 Resultados

As análises Sm-Nd em rocha total foram realizadas em 12 amostras de rochas das principais variedades que compõem os granitóides. Destas, seis são provenientes do relatório de Iniciação científica PIBIC/CNPq (2011-2012) e são representadas pelas seguintes amostras: AMD-01A, AMD-01B, AMD-02, AMD-03, CMD-01, CMD-02. As demais amostras: TDM-01, TDM-02, TDM-03, TDM-09, TDM-13 e FDM-02, são correspondentes ao presente trabalho. O objetivo foi determinar as suas idades-modelos T_{DM} e o valor de $\epsilon_{Nd}(t)$, sendo estes calculados através das idades de cristalização obtidas neste trabalho.

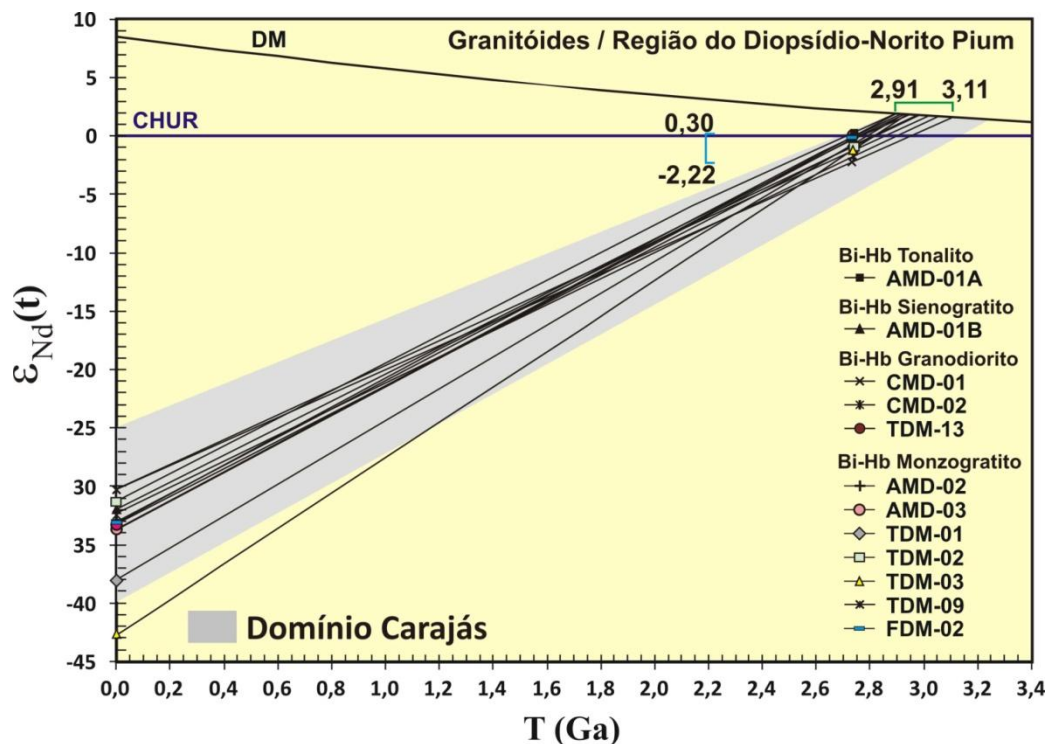
Os valores de Sm variam de 4,68 a 34,05 ppm e de Nd entre 33,9 a 199,92 ppm. Estes valores são elevados e considerados esperados para esse tipo de rocha. As idades modelos T_{DM} calculadas através da equação de DePaolo (1981) para as rochas estudadas situam-se no intervalo de tempo entre 3,11 a 2,91 Ga. Já os valores de $\epsilon_{Nd}(t)$ variam entre -2,22 e 0,30 (Tabela 6.4, Figura 6.5).

Tabela 6.4- Resultados analíticos Sm-Nd das amostras dos granitóides da região de Vila Cedere III.

Amostra	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}(2\sigma)$	$f_{(\text{Sm}/\text{Nd})}$	$\epsilon_{\text{Nd}}(0)$	T_{DM} (Ga)	$\epsilon_{\text{Nd}}(t)$	Idade (Ma)
Biotita-hornblenda tonalito									
AMD-01 ^a	11,55	65,17	0, 10713	0, 511033 (08)	-0,46	-31,31	2,91	0,30	2741 ^a
Biotita -hornblenda sienogranito									
AMD-01B	4,68	36,16	0, 07829	0, 510440 (20)	-0,60	-42,88	2,96	-1,18	2738 ^a
TDM-09	9,65	51,24	0, 11387	0, 511085 (05)	-0,42	-30,29	3,03	-1,09	2740*
Biotita-hornblenda granodiorito									
CMD-01	11,26	60,16	0, 11319	0, 511019 (11)	-0,42	-31,58	3,11	-2,22	2734 ^a
CMD-02	10,01	55,15	0, 10971	0, 510977 (09)	-0,44	-32,40	3,07	-1,73	2739 ^a
TDM-13	11,68	67,44	0, 10467	0, 510932 (06)	-0,47	-33,28	2,98	-0,83	2740
Hornblenda-biotita / Biotita-hornblenda monzogranito									
AMD-02	8,42	49,98	0, 10181	0, 510908 (10)	-0,48	-33,75	2,94	-0,38	2732 ^a
AMD-03	8,07	48,54	0, 10050	0, 510906 (24)	-0,49	-33,79	2,91	0,08	2735 ^a
TDM-01	7,10	47,02	0, 09126	0, 510687 (07)	-0,54	-38,06	2,96	-0,88	2740
TDM-03	9,72	55,01	0, 10686	0, 510999 (07)	-0,46	-31,97	2,95	-0,29	2740
TDM-02	5,89	33,90	0, 10507	0, 510935(11)	-0,47	-33,22	2,99	-0,91	2740*
FDM-02	34,05	199,92	0, 10296	0, 510941(04)	-0,48	-33,10	2,92	-0,11	2734**

^aGalarza et al. (2012), *Idade Inferida, **Santos et al. (2010)

Figura6.5 – Diagrama $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ vs. Idade (Ga) mostrando as composições isotópicas de Nd e idade modelo T_{DM} para as variedades granitóides tipo planalto. Curvas de evolução do manto empobrecido, DM (DEPAOLO, 1981) e Reservatório Condritico Uniforme, CHUR (DEPAOLO; WASSERBURG, 1976).



7 DISCUSSÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Do ponto de vista petrográfico os granitóides ou meta granitóides mostram composições monzograníticas com algumas variações tonalíticas, granodioríticas e sienograníticas. Estes possuem em sua composição mineralógica: plagioclásio, microclina, quartzo, hornblenda, biotita e em menor proporção titanita, zircão, epidoto, apatita e/ou alanita.

Os granitóides apresentam uma forte similaridade com os plútons alongados com características tipo A, que ocorrem ao sul do domínio Carajás. Feio et al. (2012) agrupa estes granitóides no conjunto Planalto. Estes são caracterizados pela ocorrência expressiva de monzogranitos a sienogranitos, granodioritos, tonalitos e leucomonzogranitos subordinados. Estes corpos graníticos individualizados como Planalto, foram estudados por Sardinha (2005) e Santos (2009) nas proximidades da Vila Feitosa; Gomes (2003) a leste da cidade de Canaã dos Carajás; Silva (2009) na região de Vila Jussara; granitos de alto K estudados por Souza (2009) na região de Velha Canadá e Galarza et al. (2011, 2012) na região de Vila Cedere III, esta última, abrangendo a área de estudo do presente trabalho.

As amostras pertencentes à fácies biotita-hornblenda ou hornblenda-biotita monzogranito são mais freqüentes nos corpos graníticos estudados em Vila Cedere III, apresentam quantidades significativas de minerais máficos, principalmente de biotita e hornblenda. Essas características mineralógicas também foram observadas em outros granitóides como aqueles que ocorrem a leste de Canaã dos Carajás (GOMES, 2003), nas proximidades de Vila Jussara (SILVA, 2009); Vila Feitosa (SARDINHA, 2005; SANTOS, 2009); Vila Planalto (HUHN et al., 1999; OLIVEIRA, 2003) e Velha Canadá (SOUZA, 2009). Assemelhanças acima citadas podem ser confirmadas no diagrama modal Q-A-P (STRECKEISEN, 1976; Figura 5.2) que mostra também afinidades nas proporções dos minerais essenciais justificando a superposição composicional dessas rochas.

Em relação à fácies Biotita-hornblenda tonalito, a ocorrência de rochas tonalíticas enriquecidas em hornblenda e biotita, representada pela amostra AMD-01A, associadas às rochas de composição monzogranítica dos granitóides, também apresentam similaridade com os granitóides da Suíte Pedra Branca. Esta suíte consiste em pequenos estoques espacialmente associados com os plútons da Suíte Planalto, sendo composta de granitóides sódicos fortemente deformados (tonalito e trondhjemito) (GOMES; DALL'AGNOL, 2007).

Os resultados geocronológicos obtidos dos Granitóides tipo Planalto da região de Vila Cedere III através das análises isotópicas pelo método de evaporação-ionização de Pb em zircão permitiram a obtenção de idades médias de $2741,9 \pm 0,5$ Ma (TDM-01); $2739,7 \pm 0,7$ Ma (TDM-03) e $2739,5 \pm 0,9$ Ma (TDM-13), interpretadas como a idade de cristalização destas rochas. Estas idades são similares as idades obtidas por Feio et al. (2012), Pb-Pb em zircão, para alguns corpos graníticos da Suíte Planalto da região de Canaã dos Carajás: 2733 ± 2 Ma; 2731 ± 1 Ma e 2736 ± 4 Ma, assim, como também com as idades que variam entre 2732 ± 1 Ma e 2754 ± 2 Ma para vários granitóides que afloram nas regiões circunvizinhas de Vila Feitosa, Jussara, Nova e Velha Canadá e Cedere III (SARDINHA, 2005; SANTOS, 2009; SILVA, 2009; SOUZA, 2009). A Tabela 7 apresenta uma compilação dos dados geocronológicos existentes para os granitóides que afloram na região de Canaã dos Carajás.

Na área de estudo estes granitóides ocorrem associados e/ou inclusos às rochas do Diopsídio-Norito Pium. Para Santos (2012) há uma ligação genética entre o magmatismo formador das rochas da Suíte Planalto e aquele formador do Diopsídio-norito Pium, o que aponta similaridades nos processos de formação das duas unidades. Entretanto, apesar das idades serem bem próximas, a autora sugere que os noritos e rochas associadas tenham se formado entre 2754 e 2733 Ma, ou seja, um pouco antes dos granitos do tipo Planalto formados entre 2736 e 2710 Ma. (FEIO et al., 2012).

Com base nas idades de cristalização e dados petrográficos pôde-se correlacionar cronologicamente os granitóides neste trabalho com alguns dos demais granitóides do Domínio Carajás, como as rochas dos granitos Igarapé Gelado, Serra do Rabo e Planalto. Segundo Feio et al. (2013) estes granitóides são geoquimicamente semelhantes à Suíte Planalto (Tipo-A) e apresentam idades de 2731 ± 26 Ma (Pb-Pb em zircão; BARROS et al., 2009) e de 2743 ± 2 Ma (U-Pb TIMS; SARDINHA et al., 2006).

O Granito Serra do Rabo é constituído essencialmente por álcali-feldspato granitos e sienogranitos e superpõem-se apenas com as amostras AMD-01B e TDM-09. No caso do Granito Igarapé Gelado (BARBOSA, 2004), este é formado por granodioritos e monzogranitos com tonalitos, leucomonzogranitos e sienogranitos subordinados. Esta unidade, apesar de apresentar similaridades e sobreposição com alguns litotipos estudados apresenta uma idade de 2731 ± 26 Ma (1 grão), pelo

método Pb-Pb em zircão, interpretada como idade mínima de cristalização (Tabela 7).

Como método auxiliar ao estudo petrogenético dos granitóides tipo Planalto, foi aplicado o método isotópico Sm-Nd (rocha total), para a determinação da origem magmática, bem como, o tempo de residência crustal baseado em idades modelo, que podem representar o tempo de diferenciação crosta-manto ou mesmo o tempo de geração de crosta.

As idades modelo T_{DM} entre 3,11 a 2,91 Ga obtidas para os granitóides de Vila Cedere III sugerem que as mesmas são derivadas de fontes mantélicas, enquanto que os valores de $\epsilon_{Nd}(t)$ entre -2,22 e 0,30 indicam o envolvimento de fontes crustais em sua gênese. Com base nos dados geocronológicos e de geoquímica isotópica pode-se sugerir para estes granitóides um típico ambiente transpressional, associado ao estágio de inversão da Bacia, como discutido por (FEIO et al., 2013). Isto sugere que os granitóides foram formados nesse ambiente relacionado à deformação regional neoarqueana que afetou o Domínio Carajás.

Assim, estas idades modelo confirmam um importante período de formação de crosta no Mesoarqueano como fora proposto por Sato e Tassinari (1997), Galarza (2002), Barros et al. (2004), Macambira et al. (2009), para a região do Domínio Carajás (3,2 - 2,9 Ga); por Feio et al. (2013) e Galarza et al. (2012), para o Domínio de Transição (3,1 - 2,9 Ga), bem como por Macambira e Lancelot (1996), Dall'Agnol et al. (1999), Souza et al. (2001), Rämö et al. (2002), Rolando e Macambira (2003) para a região do Domínio Rio Maria (3,0 - 2,9 Ga).

Tabela 7 – Características geocronológicas dos granitóides do “Subdomínio de Transição” e Domínio Carajás comparadas com as amostras estudadas.

Granitóides	Forma do corpo	Tipo de rocha	Tipologia	Idade (Ma)
Complexo Granítico Estrela	Elíptica, alongada próxima a E-W	Monzogranitos, sienogranitos, tonalitos e granodioritos	Tipo-A	2763±7 ⁽¹⁾
Granito Serra do Rabo	Elíptica, alongada próxima a E-W	Álcali-feldspato granitos e sienogranitos	Tipo-A	2743±2 ⁽²⁾
Granito Igarapé Gelado	Alongada, direção SE-NW	Granodioritos e monzogranitos, tonalitos, leucomonzogranitos e sienogranitos	Tipo-A	2731±26 ⁽³⁾
Granito Planalto de Vila Planalto	Subcircular	Sienogranitos e monzogranito	Tipo-A(?)	2747±2 ⁽⁴⁾
Granitóides tipo planalto de Canaã dos Carajás	Dois corpos alongados, direção NE-SW	Monzogranito (predominantes) e sienogranitos	?	2734±4 ⁽⁵⁾
Granitóides tipo Planalto de Vila Feitosa	Corpo alongado, direção E-W	Monzogranito (predominantes) e sienogranitos	Tipo-A (?)	2734±2 ⁽⁶⁾ 2734±4 ⁽⁹⁾
Granitoide tipo Planalto de Velha Canadá	Alongado, direção E-W	Tonalítica a granodiorítica	?	2748±2 ⁽⁷⁾ 2749±3 ⁽⁷⁾
Granito de alto K de Vila Jussara	Dois corpos de forma alongada, na direção E-W, e subcircular	Monzogranito (predominantes) e sienogranitos	Tipo-A(?)	2754±2 ⁽⁸⁾
Granitóides de Vila Jussara e Nova Canadá	Alongado, direção próxima a E-W	Monzogranitos a Tonalitos	?	2733±2 ⁽¹⁰⁾ 2747±2 ⁽¹¹⁾
Granitóides de Vila Cedere III	Corpos alongados, direção E-W (inclusos e associado no diopsídio-norito Pium)	Granodiorito Granodiorito Monzogranito Monzogranito Sienogranito Tonalito Monzogranito Monzogranito Granodiorito	?	2740±1 ⁽¹²⁾ 2733±1 ⁽¹²⁾ 2732±1 ⁽¹²⁾ 2735±2 ⁽¹²⁾ 2736±2 ⁽¹²⁾ 2741±1 ⁽¹²⁾ 2742±1 ⁽¹⁴⁾ 2734±1 ⁽¹⁴⁾ 2740±1 ⁽¹⁴⁾
Suíte Pedra Branca	Alongado, direção próxima a E-W	Tonalítica e trondhjemitica	Tipo-A(?)	2749±6 ⁽⁵⁾ 2765±39 ⁽⁵⁾ 2750±5 ⁽¹³⁾ 2954±52 ⁽¹³⁾ 2701±6 ⁽¹³⁾

Fonte: (1) Barros et al. (2004); (2) Sardinha (2002); (3) Barros et al. (2009); (4) Huhn et al. (1999); (5) Sardinha et al. (2004); (6) Santos (2009); (7) Souza, (2009); (8) Silva, (2009); (9) Sardinha (2005); (10) Santos, (2010); (11) Sousa (2010); (12) Galarza et al. (2011); (13) Feio et al. (2013); (14) Este trabalho.

8 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração e interpretação dos dados obtidos neste trabalho através de análises petrográficas e geocronológicas dos granitóides ou meta granitóides, além de estudos previamente realizados por outros autores, permitiram as seguintes conclusões:

a) Os granitóides estudados apresentam composição relativamente homogênea, predominantemente monzogranítica com pequenas variações no campo dos sienogranitos, granodioritos e tonalitos. As análises petrográficas, demonstram que não há um contraste textural e composicional acentuado entre as variedades identificadas neste trabalho. Entretanto, devido principalmente a variação na proporção de seus constituintes minerais, as rochas estudadas foram agrupadas em quatro fácies: i) Biotita-hornblenda tonalito, ii) Biotita-hornblenda granodiorito, iii) Biotita-hornblenda ou Hornblenda-biotita Monzogranito e iv) Biotita sienogranito.

b) O estudo geocronológico realizado pelo método de evaporação-ionização de Pb em zircão forneceu idades médias de $2741,9 \pm 0,5$ Ma e $2739,7 \pm 0,7$ Ma para os Biotita-anfibólio monzogranito (TDM-01 e TDM-03) e $2739,5 \pm 0,9$ Ma para o Biotita-anfibólio granodiorito (TDM-13). Estas idades foram interpretadas como a idade de cristalização para essas rochas, o que permite a correlação com o último evento magmático proposto por Feio et al. (2013), durante o Neoarqueano (2,75-2,73 Ga) quando ocorreu a cristalização das rochas das Suítes Planalto, Pedra Branca e charnoquíticas.

c) As análises Sm-Nd forneceram idades modelos T_{DM} entre 3,11 a 2,91 Ga para as rochas estudadas, sugerindo que as mesmas são derivadas de fontes mantélicas, enquanto que os valores de $\epsilon_{Nd}(t)$ entre -2,22 e 0,30 são indicativos do envolvimento de fontes crustais durante sua formação. As idades modelo obtidas neste trabalho confirmam um importante período de formação de crosta no Mesoarqueano na Província Carajás.

d) Os resultados obtidos também confirmam os trabalhos de outros autores e reforçam que a crosta mesoarqueana de Canaã dos Carajás foi fortemente retrabalhada durante o Neoarqueano (2,75-2,70 Ga). O calor gerado pela colocação de magmas máficos induziu a fusão parcial da crosta inferior máfica-intermediária originando os granitóides da Suíte Planalto e as rochas associadas (FEIO et al., 2013).

Com base nas discussões acima, as amostras estudadas apresentaram idades muito semelhantes e são contemporâneas às idades já lançadas na literatura para o “Subdomínio de Transição”. Assim, as rochas granitóides ou “meta granitóides” associados e intrusivos no Diopsídio-norito Pium precisam ser reorganizadas estratigraficamente e podem ser correlacionadas principalmente com os granitóides subalcalinos da Suíte Planalto e/ou criar uma nova suíte de granitóides para esta região que fica a oeste de Canaã do Carajás, como por exemplo, “Suíte Granítica Pium”.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J.A.C.; DALL'AGNOL, R.; DIAS, S.B.; ALTHOFF, F.J. Origin of the Archean leucogranodiorite– granite suites: evidence from the Rio Maria terrane and implications for granite magmatism in the Archean. *Lithos*, v.120, p.235 – 257, 2010.
- ALMEIDA, J.A.C.; DALL'AGNOL, R.; OLIVEIRA, M.A.; MACAMBIRA, M.J.B.; PIMENTEL, M.M.; RĂMÖ, O.T.; GUIMARÃES, F.V.; LEITE, A.A.S. Zircon geochronology and geochemistry of the TTG suites of the Rio Maria granite–greenstone terrane: implications for the growth of the Archean crust of Carajás Province, Brazil. *Precambrian Research*, v. 120, p. 235–257, 2011.
- ALTHOFF, F.J.; BARBEY, P.; BOULLIER, A.M. 2.8–3.0 Ga plutonism and deformation in the SE Amazonian craton: the Archean granitoids of Marajoara (Carajás Mineral province, Brazil). *Precambrian Research*, v. 104, p. 187–206, 2000.
- ARAÚJO, O.J.B.; MAIA, R.G.N. Programa de levantamentos geológicos básicos do Brasil, Serrados Carajás, folha SB-22-Z-A, Estado do Pará: texto explicativo, Brasília, DF: DNPM/CPRM, 1991. 164p
- AVELAR, V.O. Geocronologia Pb-Pb por evaporação em monocristal de zircão do magmatismo da região de Tucumã, SE do Estado do Pará, Amazônia Oriental. 1996. 149f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Belém, 1996.
- AVELAR, V.G.; LAFON, J.M.; CORREIA JUNIOR, F.C.; MACAMBIRA, E.M.B. O Magmatismo arqueano da região de Tucumã-Província Mineral de Carajás: novos resultados geocronológicos. *Revista Brasileira de Geociências*, v.29, n. 2, p. 454-460, 1999.
- BARBOSA, J.P.O. Geologia Estrutural, Geoquímica, Petrografia e Geocronologia de granitóides da região do Igarapé Gelado, norte da Província Mineral de Carajás. 2004. 96p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Belém, 2004.
- BARROS, C.E.M.; MACAMBIRA, M.J.B.; BARBEY, P.; SCHELLER, T. Dados isotópicos Pb-Pb em zircão (evaporação) e Sm-Nd do Complexo Granítico Estrela, Província Mineral de Carajás, Brasil: Implicações petrológicas e tectônicas. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 34, p. 531-538, 2004.
- BARROS, C.E.M.; SARDINHA, A.S.; BARBOSA, J.P.O.; MACAMBIRA, M.J.B. Structure, petrology, geochemistry and zircon U/Pb and Pb/Pb geochronology of the synkinematic Archean (2.7 Ga) A-type granites from the Carajás Metallogenic Province, northern Brazil. *Canadian Mineralogist*, v.47, p.1423–1440, 2009.
- COSTA, J.B.S.; ARAÚJO, J.B.; SANTOS, A.; JORGE JOÃO, X.S.; MACAMBIRA, M.J.B.; LAFON, J.M. A Província Mineral de Carajás: aspectos tectono-estruturais, estratigráficos e geocronológicos. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi*, v. 7, p.199-235, 1995.

DALL'AGNOL, R.; RÄMÖ, O.T.; MAGALHÃES, M.S.; MACAMBIRA, M.J.B. Petrology of the anorogenic, oxidised Jamon and Musa granites, Amazonian craton: implications for the genesis of Proterozoic A-type granites. *Lithos*, v.46 p. 431-462, 1999.

DALL'AGNOL, R.; OLIVEIRA, M.A.; ALMEIDA, J.A.C.; ALTHOFF F.J.; LEITE, A.A.S.; OLIVEIRA, D.C.; BARROS, C.E.M. Archean and Paleoproterozoic granitoids of the Carajás metallogenic province, eastern Amazonian craton. In: Dall'Agnol, R., Rosa-Costa L.T., Klein E.L. (eds.). *Symposium on Magmatism, Crustal Evolution, and Metallogenesis of the Amazonian Craton. Abstracts*, Belém, PRONEX-UFGPA/SBG-NO, 150p, 2006.

DALL'AGNOL, R.; TEIXEIRA, N.P.; RÄMÖ, O.T.; MOURA, C.A.V.; MACAMBIRA, M.J.B.; OLIVEIRA, D.C. Petrogenesis of the Paleoproterozoic, rapakivi, A-type granites of the Archean Carajás Metallogenic Province, Brazil. *Lithos*, v. 80, p. 01–129, 2005.

DEPAOLO, D.J. Neodymium isotope in the Colorado Front Range and crust–mantle evolution in the Proterozoic. *Nature*, v. 291, p. 193-196, 1981.

DEPAOLO, D.J.; WASSERBURG, G.J. Nd isotope variations and petrogenetics models. *Geophys. Res. Lett.*, v. 3, p. 249-252, 1976.

FARESin, A.C. Mapeamento geológico, petrografia e geocronologia das rochas granitóides do Complexo Xingu e da Seqüência Greenstone do Grupo Sapucaia a sul de Nova Canadá, Água Azul do Norte - Província Mineral de Carajás. 2009.110 f. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará, CampiMarabá, 2009.

FEIO, G.R.L. Magmatismo granitóide arqueano da área de Canaã dos Carajás: implicações para a evolução crustal da Província Carajás. 2011.299p. Tese (Doutorado em Geoquímica e Petrologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Belém, 2011.

FEIO, G.R.L.; DALL'AGNOL, R.; DANTAS, E.L.; MACAMBIRA, M.J.B.; SANTOS, J.O.S.; ALTHOFF F.J.; SOARES, J.E.B. Archean granitoid magmatism in the Canaã dos Carajás area: Implications for crustal evolution of the Carajás province, Amazonian craton, Brazil. *Precambrian Res.*, v. 227, p. 157-185, 2013.

FEIO, G.R.L.; DALL'AGNOL R.; DANTAS E.L.; OLIVEIRA D.C.; MACAMBIRA M.B.; GOMES A.C.B.; SARDINHA A.S.; SANTOS R.D.; SANTOS P.A. Geochemistry, geochronology, and origin of the Neoproterozoic Planalto Granite suite, Carajás, Amazonian craton: A-type or hydrated charnockitic granites?. *Lithos*, v. 151, p. 57-73, 2012.

FEIO, G.R.L.; DALL'AGNOL, R.; SOARES, J.E.B.; GOMES, A.C.B. Geologia do magmatismo granitóide da região de Canaã do Carajás, Província Carajás. In: 45 Cong. Bras. Geol., Belém. Anais, SBG/NO, CD-ROM, 2010.

GABRIEL, E.O. Rochas granitóides do Complexo Xingu da Porção Oeste de Vila Cedere III, Canaã dos Carajás-PA, Província Mineral De Carajás. 2009.127p.

Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará, Campus de Marabá, Marabá, 2009.

GALARZA, T.M.A. Geocronologia e geoquímica isotópica dos depósitos de Cu-Au Igarapé Bahia e Gameleira, província mineral de Carajás (PA), Brasil.2002.214p.PhD *Thesis* - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Belém, 2002.

GALARZA, M.A.; MACAMBIRA, M.J.B.; VILLAS, R.N. Dating and isotopic characteristics (Pb and S) of the Fe oxide–Cu–Au–U–REE Igarapé Bahia ore deposit, Carajás mineral province, Pará state, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 25, p. 377-397, 2008.

GALARZA, M.A.; SANTOS, A.N.; MARTINS, A.C.F.; OLIVEIRA, D.C.; SANTOS, P.J.L. Geocronologia do Magmatismo tipo Planalto associado ao Complexo Pium, porção Oeste de Vila Cedere III, Canaã dos Carajás, Província Carajás.In: XII Simp. Geol. Amaz., Boa Vista, Resumo Expandido,CD-ROM, 2011.

GALARZA, M.A.; OLIVEIRA, D.C.; SANTOS, R.D.; MARTINS, A.C.; SANTOS, A.N.; SANTOS, P.J.L.Geocronologia do Diopsídio-Norito Pium e Granitóides Associados, Canaã dos Carajás, Província Carajás.In: Cong. Bras. Geol., 46, Santos, Anais, SBG, Cd-Rom, 2012.

GAUDETTE, H.E.; LAFON, J.M.; MACAMBIRA, M.J.B.; MOURA, C.A.; SCHELLER, T. Comparasion of single filament Pb evaporation/ionization zircon ages with conventional U-Pb results: exemples from Precambriam of Brazil. *Jour. South Amer. Earth Sci.*, v. 11, p. 351-363, 1998.

GOMES, A.C.B.; DALL'AGNOL, R. Nova associação tonalítica-trondhjemítica na região de Canaã dos Carajás: TTGs com altos conteúdos de Ti, Zr e Y.*Revista Brasileira de Geociências*, v. 37(1), p. 182-193, 2007.

GOMES, A.C.B. Geologia, petrografia e geoquímica dos granitóides de Canaã dos Carajás, SE do estado do Pará. 2003. 160p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências,Belém,2003.

GIBBS, A.K.; WIRTH, K.R.; HIRATA, W.K.; OLSZEWSKI JR., W.J. Age and composition of the Grão Pará Group volcanics, Serra dos Carajás. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 16, p. 201–211, 1986.

HUHN, S.R.B.; MACAMBIRA, M.J.B.; DALL'AGNOL, R. Geologia e geocronologia Pb-Pb do granito alcalino Planalto, região da Serra do Rabo, Carajás, PA.In: SBG, 5, Simp. Geol. Amaz., Manaus, Res. Exp., p.463-466, 1999.

KÖBER, B. Single grain evaporation combined with Pb emitter bedding $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ investigations using thermal ion mass spectrometry and implications to zirconology. *Contrib. Miner. Petrology*,v.96, p. 63-71, 1987.

LEITE, A.A.S.Geoquímica, petrogênese e evolução estrutural dos granitóides arqueanos da região de Xinguara, SE do Cráton Amazônico. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências. Belém, 2001.

LEITE, A.A.S.; DALL'AGNOL, R.; ALTHOFF, F.J. Geoquímica e aspectos petrogenéticos do Granito Xinguara, Terreno Granito-Greenstone de Rio Maria–Cráton Amazônico. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 23 (3), p. 429-436, 1999.

LEITE, A.A.S.; DALL'AGNOL, R.; MACAMBIRA, M.J.B.; ALTHOFF, F.J. Geologia e Geocronologia dos granitóides Arqueanos da região de Xinguara (PA) e suas implicações na evolução do Terreno Granito-Greenstone de Rio Maria. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 34, p. 447-458, 2004.

LE MAITRE, R.W.; STRECKEISEN, A.; ZANETTIN, B.; LE BAS, M.J.; BONIN, B.; BATEMAN, P.; BELLINI, G.; DUDEK, A.; EFREMOVA, J.; KELLER, J.; LAMEYRE, J.; SABINE, P.A.; SCHMIDT, R.; SORENSEN, H.; WOOLLEY, A.R. Igneous Rocks. A Classification and Glossary of Terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the systematics of igneous rocks. *Cambridge University Press, Cambridge*, 252 pp, 2002.

LUDWIG, K.R. Isoplot/Excel 3.A Geochronological toolkit for Microsoft Excel. *Berkeley Geochronology Center*, 70p, (Special Publication n. 4), 2004.

MACAMBIRA, M.J.B.; LAFON, J.M. Geocronologia da Província Mineral de Carajás; Síntese dos dados e novos desafios. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, v. 7, p. 263-287, 1995.

MACAMBIRA, M.J.B.; LANCELOT, J. Time constraints for the formation of the Archean Rio Maria crust, southeastern Amazonian Craton, Brazil. *International Geology Review*, v. 38, p. 1134-1142, 1996.

MACAMBIRA, E.M.B.; VALE A.G. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. São Felix do Xingu. Folha SB.22-Y-B. Estado do Pará. Brasília, DF:DNPM/CPRM, 384p, 1997.

MACAMBIRA, M.J.B.; BARROS, C.E.M.; SILVA, D.C.C.; SANTOS, M.C.C. Novos dados geológicos e geocronológicos para a região ao norte da Província de Carajás, evidências para o estabelecimento do limite Arqueano-Paleoproterozóico no sudeste do Cráton Amazônico. Simpósio de Geologia da Amazônia, vol. 7, Sociedade Brasileira de Geologia. Resumos Expandidos, cdrom. Belém, 2001.

MACAMBIRA, M.J.; VASQUEZ, M.L.; SILVA, D.C.C.; GALARZA, M.A.; BARROS, C.E.M.; CAMELO, J.F. Crustal growth of the central-eastern Paleoproterozoic domain, SW Amazonian craton: Juvenile accretion vs. Reworking. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 27, p. 235–246, 2009.

MACHADO, N.; LINDENMAYER, Z.; KROGH, T.E.; LINDENMAYER, D. U-Pb geochronology of Archean magmatism and basement reactivation in the Carajás area, Amazon shield, Brazil. *Precamb. Res.*, v. 49, p. 329-354, 1991.

MORETO, C.P.N.; MONTEIRO, L.V.S.; XAVIER, R.P.; AMARAL, W.S.; SANTOS, T.J.S.; JULIANI, C.; SOUZA FILHO, C.R. Mesoarchean (3.0 and 2.86 Ga) host rocks of the iron oxide–Cu–Au Bacaba deposit, Carajás Mineral Province: U–Pb geochronology and metallogenetic implications. *Mineralium Deposita*, v.46, p. 789-811, 2011.

NOGUEIRA, A.C.R.; TRUCKENBRODT, W.; PINHEIRO, R.V.L. Formação Águas Claras, Pré- Cambriano da Serra dos Carajás: redescrição e redefinição litoestratigráfica. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi*, v. 7, p.177–277, 1995.

OLIVEIRA, M.A. Caracterização petrográfica, estudo de suscetibilidade magnética e natureza dos minerais óxidos de Fe e Ti do Granito Planalto, Serra dos Carajás-PA.2003. 47p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Belém, 2003.

OLIVEIRA, D.C.; SANTOS, P.J.L.; GABRIEL, E.O.; RODRIGUES, D.S.; FAREIN, A.C.; SILVA, M.L.T.; SOUSA, S.D.; SANTOS, R.V.; SILVA, A.C.; SOUZA, M.C.; SANTOS, R.D.; MACAMBIRA, M.J.B. Aspectos geológicos e geocronológicos das rochas magmáticas e metamórficas da região entre os municípios de Água Azuldo Norte e Canaã dos Carajás, Província Mineral de Carajás, In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 45, CD-ROM, Belém-PA, 2010.

OLIVEIRA, M.A.; DALL'AGNOL, R.; ALTHOFF, F.J.; LEITE, A.A.S. Mesoarchean sanukitoid rocks of the Rio Maria Granite-Greenstone Terrane, Amazonian craton, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 27, p. 146-160, 2009.

PIDGEON, R.T.; MACAMBIRA, M.J.B.; LAFON, J.M. Th-U-Pb isotopic systems and internal structures of complex zircons from an enderbite from the Pium Complex, Carajás Province, Brazil: evidence for the ages of granulite facies metamorphism and the protolith of the enderbite. *Chem. Geol.*, v. 166, p. 159-171, 2000.

RAMÖ, O.T.; DALL'AGNOL, R.; MACAMBIRA, M.J.B.; LEITE, A.A.S.; OLIVEIRA, D.C. 1.88 Ga oxidized A-type granites of the Rio Maria region, eastern Amazonian Craton, Brazil: positively anorogenic. *Journal of Geology*, v.110, p. 603–610, 2002.

RICCI, P.S.F.; CARVALHO, M.A. Rocks of the Pium-Area, Carajás Block, Brazil – A Deep seated High-T Gabbroic Pluton (Charnockitoid-Like) with Xenoliths of Enderbitic Gneisses Dated at 3002 Ma – The Basement Problem Revisited. In: VIII Simpósio de Geologia da Amazônia, CD-ROM (in Portuguese). 2006.

RODRIGUES, D.S.; OLIVEIRA, D.C.; GABRIEL, E.O. Geologia e geocronologia do magmatismo granítico "tipo Plaqué?" a SW da vila Cedere III, Água Azul do Norte – PMC. In: SBG, Simp. Geol. Amaz, 10, Manaus, Resumos Expandidos, CD-ROM. 2009.

ROLANDO, A.P.; MACAMBIRA, M.J.B. Archean crust formation in Inajá range area, SSE of Amazonian Craton, Brazil, based on zircon ages and Nd isotopes. In: *South American Symposium on Isotope Geology, 4, Expanded Abstract*. Salvador, cdrom. 2003.

SANTOS, J.O.S.; HARTMANN, L.A.; GAUDETTE, H.E.; GROVES, D.I.; MCNAUGHTON, N.J.; FLETCHER, I.R.A. New understanding of the provinces of the Amazon Craton based on integration of field mapping and U–Pb and Sm–Nd geochronology. *Gondwana Research*, v. 3, p. 453–488, 2000.

SANTOS, R.D. Geologia, petrografia e caracterização geoquímica das rochas máficas (granulitos?) do Complexo Pium – regiões de Vila Feitosa e Cedere III, Canaã dos Carajás - Província Mineral de Carajás. 2009. 75p. Trabalho de

Conclusão do Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará, Campos, Marabá, 2009.

SANTOS, R.D. Geologia, geoquímica e geocronologia do diopsídio-norito Pium, Canaã dos Carajás, Província Carajás. 2012. 82 p. Dissertação (mestrado em geoquímica e petrologia) - Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

SANTOS, R.D.; GALARZA, M.A.; OLIVEIRA, D.C. Caracterização Geoquímica, Geocronológica e Isotópica do Diopsídio-Norito Pium - Província Carajás. In: Cong. Bras. Geol., 46, Santos, Anais, SBG, CD-ROM. 2012.

SANTOS, R.D.; OLIVEIRA, D.C. Geologia, petrografia e caracterização geoquímica das rochas máficas do Complexo Pium - Província mineral de Carajás. In: Cong. Bras. Geol., 45, Belém, Anais, SBG-NO, CD-ROM. 2010.

SANTOS, R.D.; OLIVEIRA, D.C.; BORGES, R.M.K. Geologia e Petrografia das rochas máficas e ultramáficas do Complexo Pium-Província Mineral de Carajás. In: Cong. Bras. Geol., 44, Curitiba. Anais, SBG, 535p, 2008.

SARDINHA, A.S. Geologia, Geoquímica e Geocronologia do Granito Serra do Rabo, Província Mineral de Carajás. 2002. 108p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, PPGG, Centro de Geociências, Belém, 2002.

SARDINHA, A.S. Geocronologia das séries magmáticas e evolução crustal da região de Canaã dos Carajás, Província Mineral de Carajás-PA. 2005. Tese (Doutorado) - UFPA Centro Geociências, PPGG. Belém, 2005.

SARDINHA, A.S.; BARROS, C.E.M.; KRYMSKY, R. Geology, Geochemistry, and U-Pb geochronology of the Archean (2.74 Ga) Serra do Rabo granite stocks, Carajás Province, northern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 20, p. 327-339, 2006.

SARDINHA, A.S.; DALL'AGNOL, R.; GOMES, A.C.B.; MACAMBIRA, M.J.B.; GALARZA, M.A. Geocronologia Pb-Pb e U-Pb em zircão de granitóides arqueanos da região de Canaã dos Carajás, Província Mineral de Carajás. In: SBG, 42 Cong. Bras. Geol., CD ROM. Araxá-MG, 2004.

SATO, K.; TASSINARI, C.C.G. Principais eventos de acreção continental no Cráton Amazônico, baseados em idade modelo Sm-Nd, calculada em evoluções de estágio único e estágio duplo. In: COSTA, M.L. & ANGÉLICA, R.S. (coords.). *Contribuições à Geologia da Amazônia*, v.1, p. 91-142, 1997.

SILVA, M.L.T. Geologia, Petrografia e Geocronologia do Magmatismo de Alto K da Região de Vila Jussara, NE do Município de Água Azul do Norte - Província Mineral de Carajás. 2009. 114p. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará, Campus de Marabá. Marabá, 2009.

SOUZA, M.C. Geologia, Petrografia e Geocronologia do Granito de Alto K da Região de Velha Canadá, Município de Água Azul do Norte - Província Mineral de Carajás. 2009. 109p. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará, Campus de Marabá. Marabá, 2009.


- SOUSA, S.D. Geologia, petrografia e geocronologia das rochas granitóides do Complexo Xingu da porção a leste da cidade de Água Azul do Norte (PA) – Província Mineral de Carajás. 2010. 98p. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará, Campus de Marabá. Marabá, 2010.
- SOUZA, Z.S.; POTREL, A.; LAFON, J.M.; ALTHOFF, F.J.; PIMENTEL, M.M.; DALL'AGNOL, R.; OLIVEIRA, C.G. Nd, Pb and Sr isotopes in the Identidade Belt, an Archean greenstone belt of Rio Maria region (Carajás Province, Brazil): implications for the geodynamic evolution of the Amazonian Craton. *Precambrian Research*, v. 109, p. 293–315, 2001.
- STACEY, J.S.; KRAMERS, J.D. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two stage model. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 26, p. 207– 221, 1975.
- STRECKEISEN, A.L. To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Review*, v. 12, p. 1-33, 1976.
- TALLARICO, F.H.B.; FIGUEIREDO, B.R.; GROVES, D.I.; KOSITCIN, N.; MCNAUGHTON, N.J.; FLETCHER, I.R.; REGO, J.L. Geology and Shrimp U-Pb geochronology of the Igarapé Bahia deposit, Carajás Copper-Gold belt, Brazil: an Archean (2.57 Ga) example of iron-oxide Cu-Au-(U-REE) mineralization. *Econ. Geol.*, v. 100, p. 7-28, 2005.
- TASSINARI, C.C.G.; MACAMBIRA, M.A. Evolução tectônica do Craton Amazônico. In: Mantesso-Neto, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C.D.R.; Brito Neves, B.B. (Eds.). *Geologia do Continente Sul Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques Almeida*. São Paulo, p. 471-486, 2004.
- TRENDALL, A.F.; BASEI, M.A.S.; LAETER, J.R.; NELSON, D.R. SHRIMP zircon U–Pb constraints on the age of the Carajás formation, Grão Pará group, Amazon Craton. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 11, p. 265–277, 1998.
- VASQUEZ, M.L.; MACAMBIRA, M.J.B.; GALARZA, M.A. Granitóides transamazônicos da Região Iri-Xingu, Pará - Novos dados geológicos e geocronológicos. In: HORBE, A.M.C., SOUZA, V.S. (Coord). *Contribuições à geologia da Amazônia*, v. 4, p. 16-31, 2005.
- VASQUEZ, M.L.; MACAMBIRA, M.J.B.; ARMSTRONG, R.A. Zircon geochronology of granitoids from the western Bacajá domain, southeastern Amazonian craton, Brazil: Neoproterozoic to Orosirian evolution. *Precambrian Research*, v. 161(3-4), p. 279-302, 2008a.
- VASQUEZ, L.V.; ROSA-COSTA, L.R.; SILVA, C.G.; RICCI, P.F.; BARBOSA, J.O.; KLEIN, E.L.; LOPES, E.S.; MACAMBIRA, E.B.; CHAVES, C.L.; CARVALHO, J.M.; OLIVEIRA, J.G.; ANJOS, G.C.; SILVA, H.R. 2008. Geologia e Recursos Minerais do Estado do Pará. In: Vasquez M.L., Rosa-Costa L.T (Org.). *Sistema de Informações Geográficas SIG: texto explicativo dos mapas Geológico e Tectônico e de Recursos Minerais do Estado do Pará*, 328p, 2008b.

ANEXOS

ANEXO A - FICHAS PETROGRÁFICAS

FICHA PETROGRÁFICA		
Sigla da Amostra	AMD-01 A	
Localização (toponímia)		
Coordenadas (Lat/Long)	9277038	576266

Descrição (Amostra de Mão):	Imagem da Amostra
<p>Rocha ígnea fanerítica, holocristalina, leucocrática (30%), de coloração cinza e porções pretas. Possui textura equigranular de granulação média, com cristais variando de 1-3,7 mm, raramente cristais porfiríticos ocorrem.</p>	 <p style="text-align: left; font-size: small;">a</p>

Descrição (Microscopia Ótica):	Fotomicrografia
<p>O Plagioclásio é a fase dominante e apresenta-se como cristais inequigranulares de granulação de fina e média, hábito prismático, subautomorfos e muito fraturados. Mostram intercrescimento gráfico e textura albita periclina, por vezes as maclas apresentam-se contorcidas caracterizando <i>kink bands</i>. Mantém contatos regulares entre si e irregulares com cristais de quartzo. Localmente possuem pequenas inclusões de quartzo, biotita e opacos. Em algumas porções estes cristais estão moderados a fortemente alterados pela presença de sericita. A escapolita também ocorre como alteração do plagioclásio.</p> <p>O Quartzo ocorre de duas formas: A primeira como cristais de granulação média que se organizam em bandas orientadas, mostrando hábito granular xenomorfo e apresenta contatos irregulares entre si. A segunda ocorre como material recristalizado que integra a parte mais fina da rocha, possui granulação fina e mostra-se suborientado. Contornam os fenocristais de plagioclásio que se alternam com as bandas de quartzo.</p> <p>O Álcali-feldspato é xenomorfo, de granulação fina, com extinção ondulante moderada. Apresenta pequenas inclusões de plagioclásio e quartzo, com os quais mantém contatos retos. Estes cristais apresentam modera alteração para argilo-minerais.</p> <p>A Hornblenda é o máfico dominante. Apresenta</p>	

<p>forma prismática, subautomorfas com dimensões de 0,2-1,2 mm. Alguns cristais apresentam bordas corroídas. Seu pleocroísmo varia de castanho pálido a castanho (x), verde escuro (y) e verde azulado (z). Possui inclusões de quartzo e mantém contatos irregulares com opacos e contatos retos com apatita e biotita. Ao longo dos planos de clivagem ocorre alteração para biotita.</p> <p>A Biotita apresenta-se preferencialmente como lamelas subautomorfas alongadas, que seguem a orientação das bandas de quartzo, integrando a parte mais fina da rocha e contornando os fenocristais de plagioclásio. Mostra pleocroísmo moderado a forte, definido por tons amarelo pálido (x = y) a marrom esverdeado (z). Localmente apresenta maclamento simples. Possui ainda pequenas inclusões de apatita e mantém contato reto com minerais opacos. A clorita ocorre a partir da alteração da biotita.</p> <p>O Zircão, Apatita, Alanita, Epidoto, Titanita e opaco, são subautomorficos e, comumente, estão associados ao anfibólio e biotita. Nos minerais opacos há presença de óxido de ferro e, por vezes, são manteados por coroas de titanitas formando textura corona.</p>	
--	--

Aspectos Texturais/Microestruturais: Textura granular hipidiomórfica e textura de sobrecrecimento tipo corona.

Mineralogia Essencial	% modal	Minerais Acessórios:
Plagioclásio	44,5%	Titanita, minerais opacos, zircão, apatita, alanita e epidoto
Quartzo	37,7%	
Álcali-feldspato	3,6%	
Anfibólio	6,6%	
Biotita	5,8%	Minerais Secundários:
		Óxido de ferro, argilominerais, sericita, escapolita, clorita

Classificação (tipo de rocha):	Biotita-hornblendatonalito
Classificação (nome da rocha):	Granitóide tipo Planalto

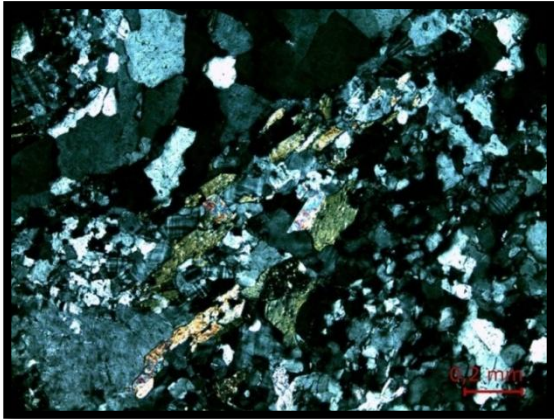
Petrogênese:
Granitóide intrusivo tipo planalto de idade neoarqueana.

Data 07/02/2013

Petrógrafo: Edson Alves Rodrigues

FICHA PETROGRÁFICA		
Sigla da Amostra	AMD-01B	
Localização (toponímia)		
Coordenadas (Lat/Long)	9277038	576266

Descrição (Amostra de Mão):	Imagem da Amostra
<p>Rocha ígnea, fanerítica, holocristalina, de aspecto anisotrópico, leucocrática de coloração cinza esbranquiçada com leve alternância de tons rosa e preto. Possui textura equigranular, de granulação média, com cristais variando de 1-4 mm, raramente cristais porfíricos ocorrem.</p>	

Descrição (Microscopia Ótica):	Fotomicrografia
<p>Álcali-feldspato é a fase dominante, ocorre como pórfiros envoltos por minerais recristalizados de si próprios e de quartzo, bem como componente da porção mais fina da rocha. São subautomorfos de bordas corroídas, com dimensões >3mm. Os cristais apresentam, em grande maioria, maclamento do tipo albita periclina e secundariamente textura micropertítica, oriunda de exsolução que gera moderada quantidade de lamelas de albita. Há inclusões de quartzo e sericita. A alteração se evidencia, fracamente, por argilo-minerais.</p> <p>O Quartzo ocorre como cristais automórficos de tamanho <1mm. Possui forte extinção ondulante. Ocorre como fitas orientadas (<i>ribbon</i>), e com integrante da parte mais fina da rocha. Mantém contatos irregulares entre si e com plagioclásio. Na forma microcristalina circundam os pórfiros e reagem com as bordas deles. Também ocorre em forma de inclusões fluídas.</p> <p>O Plagioclásio exibe cristais inequigranulares, de granulação fina a média, xenomorfos a subautomorfos. Apresentam maclamento polissintético. Exibe ainda zoneamento normal concêntrico. Mantém contatos retilíneos, irregulares e tríplexes entre si, devido a recristalizado do mesmo.</p> <p>A Biotita é o único mineral máfico representativo da amostra. Ocorre como cristais</p>	

<p>inequigranulares, de granulação média a grossa, lamelas subautomorfas prismáticas orientadas a sub-orientadas segundo a foliação. Seu pleocroísmo é moderado variando de tons creme amarelado (x = y) a marrom escuro (z). Apresenta, localmente, maclamento simples e inclusões de quartzo e apatita.</p> <p>Os minerais acessórios desta rocha, além do zircão e alanita, são o epidoto, apatita e minerais opacos e titanita. A alanita ocorre localmente, inclusa no feldspato e no quartzo. Já o zircão aparece, também, incluso na biotita.</p>	
<p>Aspectos Texturais/Microestruturais: Granular hipidiomórfica, texturas de intercrescimento micropertítica e zoneamento normal concêntrico.</p>	

Mineralogia Essencial	% modal	Minerais Acessórios:
Álcali-Feldspato	49%	Zircão, alanita, epidoto, apatita, titanita e minerais opacos
Quartzo	40%	
Plagioclásio	7%	
Biotita	2,8%	
		Minerais Secundários:
		Argilominerais

Classificação (tipo de rocha):	Biotita sienogranito
Classificação (nome da rocha):	Granitóide tipo Planalto


Petrogênese:
Granitóide intrusivo tipo planalto de idade neoarqueana.

Data 07/02/2013

Petrógrafo: Edson Alves Rodrigues

FICHA PETROGRÁFICA		
Sigla da Amostra	AMD-02	
Localização (toponímia)		
Coordenadas (Lat/Long)	9278592	576704

Descrição (Amostra de Mão):	Imagem da Amostra
<p>Rocha ígnea, fanerítica, holocristalina de aspecto anisotrópico, leucocrática de coloração cinza com concentrações de tons pretos e róseo, levemente. Possui textura equigranular, de granulação média, os cristais têm dimensões de 1-3,8 mm, raramente cristais porfiríticos ocorrem.</p>	

Descrição (Microscopia Ótica):	Fotomicrografia
<p>O Plagioclásio é a fase dominante. Os cristais são xenomorfos a subautomorfos. Apresentam maclamento polissintético, o qual é pouco visível em decorrência da forte alteração provocada, principalmente por sericita e epidoto, secundariamente. Exibe ainda zoneamento normal concêntrico. Mantém contatos retilíneos, irregulares e tríplexes entre si, devido aos cristais recristalizados. No Plagioclásio a forte alteração é provocada, principalmente, por sericita e epidoto secundário e também escapolita.</p> <p>A Microclina ocorre como cristais subautomorfos com dimensões de 0,5-1,2 mm. Apresenta maclamento xadrez difuso e contato reto com quartzo e biotita, e contato irregular com anfibólio. A alteração é acentuada da borda para o centro e representada por argilo-minerais.</p> <p>O Quartzo ocorre como cristais xenomorfos a subautomorfos, inequigranulares de granulação fina a média, com tamanhos entre 0,8-2,1mm. Ocorre nos interstícios do feldspato, biotita e anfibólio e também como produto de recristalização. Exibe forte extinção ondulante e contato reto e tríplex entre si.</p> <p>A Biotita apresenta-se na forma de lamelas subautomorfas, por vezes, com bordas corroídas. Seu pleocroísmo é definido pelas seguintes absorções creme pálido (x) e marrom avermelhado (y=z). Associada ao anfibólio, opacos e titanita. Mantém contato reto entre si, com o anfibólio e com titanita. Percebem-se, localmente, pequenas inclusões de zircão e microestruturas de deformação</p>	

<p>(<i>kink bands</i>).</p> <p>A Hornblenda apresenta cristais subautomorfos, com dimensões entre 0,2-0,9mm e suas bordas são corroídas. Seu pleocroísmo se define em verde pálido (x) a verde azulado (y=z). Suas moderadas fraturas são preenchidas, na maioria das vezes, por óxido de ferro. Apresenta pequenas inclusões de apatita e quartzo. Mantém contato reto com biotita e contato irregular com feldspato.</p> <p>Os minerais acessórios São representados por zircão, alanita, titanita, apatita, minerais opacos e epidoto. Este último ocorre em dois tipos morfológicos: Epidoto1: Apresenta-se como cristal primário, subautomorfo. Com pleocroísmo leve e pequenas inclusões de biotita. Epidoto2: Apresenta-se como produto de alteração do plagioclásio e biotita.</p>	
<p>Aspectos Texturais/Microestruturais: Granular hipidiomórfica, zoneamento normal concêntrico e feições microestruturais em <i>Kink Bands</i></p>	

Mineralogia Essencial	% modal	Minerais Acessórios:
Plagioclásio	33,3%	Epidoto, zircão, alanita, titanita, apatita, minerais opacos
Álcali- feldspato	30,1%	
Quartzo	29,3%	
Biotita	3,1%	
Anfibólio	2,1%	
		Minerais Secundários:
		Clorita, argilominerais, sericita, epidoto, escapolita e óxido de ferro

Classificação (tipo de rocha):	Hornblenda-biotita monzogranito
Classificação (nome da rocha):	Granitóide tipo Planalto

Petrogênese:
Granitóide intrusivo tipo planalto de idade nearqueana.

Data 07/02/2013

Petrógrafo: Edson Alves Rodrigues

FICHA PETROGRÁFICA		
Sigla da Amostra	AMD-03	
Localização (toponímia)		
Coordenadas (Lat/Long)	9277904	566975

Descrição (Amostra de Mão):	Imagem da Amostra
<p>Rocha ígnea, fanerítica, holocristalina, de aspecto anisotrópico, leucocrática de coloração cinza esbranquiçada com alternâncias de rósea e preto. Possui textura equigranular de granulação média, os cristais têm dimensões de 1-3,9 mm, raramente ocorrem cristais porfiríticos.</p>	 <p>A photograph of a rock sample labeled 'a' in the bottom left corner. The rock is light-colored with dark spots and a coarse, granular texture. A gold coin is placed next to it for scale.</p>

Descrição (Microscopia Ótica):	Fotomicrografia
<p>O Plagioclásio é a fase dominante. Desenvolve cristais inequigranulares, de granulação média a fina e subautomorfos. Mostra zoneamento normal concêntrico freqüente. Nos pórfiros ocorre augen de neoblastos de plagioclásio e de biotita. O álcali-feldspato apresenta cristais inequigranulares, de granulação fina a média, subautomorfos. Os cristais finos, produtos de recristalização integra a parte mais fina da rocha e está associado ao quartzo. Na maioria das vezes os cristais exibem maclamento xadrez difuso e, moderadamente, exsolução peritítica resultando em grandes lamelas de albita dando caráter mesopertítico aos cristais. No plagioclásio e Álcali-feldspato ocorre alteração de sericita e argilo-minerais que ocorre do centro para a borda.</p> <p>O Quartzo ocorre como cristais xenomorfos a subautomorfos, inequigranulares de granulação fina a média. Ocorre nos interstícios do feldspato e plagioclásio. Exibe forte extinção ondulante e contatos retos e tríplexes entre si e com o plagioclásio.</p> <p>A Biotita apresenta cristais subautomorfos, com lamelas finas a médias moderadamente orientadas. Apresenta pequenas inclusões de quartzo e titanita. Possui um forte pleocroísmo que varia de amarelo claro (x) a marrom avermelhado (z = y). Mantém contatos irregulares com minerais opacos e localmente encontra-se nos interstícios de plagioclásios com</p>	 <p>An optical micrograph showing the mineral texture of the rock. It features large, irregular plagioclase crystals with concentric zoning and smaller, more equigranular alkali feldspar crystals. A scale bar in the bottom right corner indicates 5 mm.</p>

<p>contatos interlobados. Há também micro deformação em suas clivagens (<i>kink bands</i>). A alteração é representada principalmente por clorita e epidoto.</p> <p>A Hornblenda apresenta cristais subautomorfos, inequigranulares de granulação fina e média. Seu pleocroísmo varia de verde claro, castanho pálido a castanho (x), verde escuro (y) e verde oliva a verde azulado (z). Apresenta em suas clivagens deformações (<i>kink bands</i>). Mantém contato reto com apatita e contato irregular com biotita e titanita. Possui ainda pequenas inclusões de quartzo, além de alteração para epidoto e alanita.</p> <p>Os minerais acessórios são representados por zircão, epidoto além titanita e minerais opacos. Sendo que o zircão apresenta halos pleocróicos, e os minerais opacos são circundados por coroas de titanita evidenciando textura corona.</p>	
<p>Aspectos Texturais/Microestruturais: Granular hipidiomórfica além de textura de sobrecrecimento em corona, textura de intercrecimento mirmequítico, zoneamento normal concêntrico.</p>	

Mineralogia Essencial	% modal	Minerais Acessórios:	
Plagioclásio	30,3%	Zircão, epidoto, titanita e minerais opacos	
Álcali-feldspato	27,2%		
Quartzo	25%		
Biotita	8,5%		
Anfibólio	6,3%		
		<th data-bbox="823 1350 1449 1384">Minerais Secundários:</th>	Minerais Secundários:
		Clorita, sericita e argilominerais, alanita.	


Classificação (tipo de rocha):	Hornblenda-biotita monzogranito
Classificação (nome da rocha):	Granitóide tipo Planalto

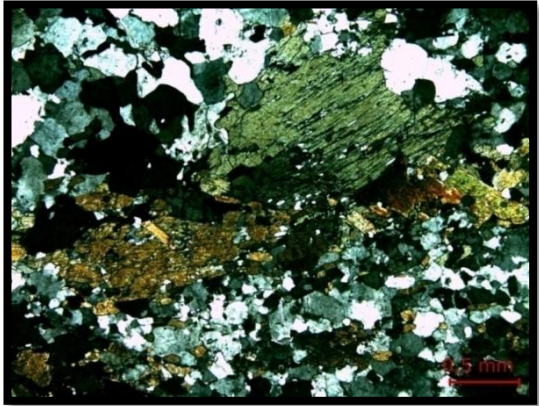
Petrogênese:
Granitóide intrusivo tipo planalto de idade neoarqueana.

Data 07/02/2013

Petrógrafo: Edson Alves Rodrigues

FICHA PETROGRÁFICA		
Sigla da Amostra	CMD-01	
Localização (toponímia)		
Coordenadas (Lat/Long)	9272094	578623

Descrição (Amostra de Mão):	Imagem da Amostra
<p>Rocha ígnea, holocristalina, de aspecto anisotrópico, moderado a fortemente deformado, evidenciado pela orientação dos minerais máficos, leucocrática (com índice de cor 30), de coloração cinza esbranquiçada com alternâncias de tons rósea e preto. Possui textura equigranular de granulação média, com cristais variando 1-2 mm, raramente cristais porfiríticos ocorrem.</p>	

Descrição (Microscopia Ótica):	Fotomicrografia
<p>O Plagioclásio se apresenta com cristais equigranulares, de granulação média, subautomorfos. Encontra-se em contatos retilíneos e irregulares entre si e com as demais fácies minerais, apresenta extinção ondulante moderada. Possui maclamento albita e mais raramente albita-periclina. Localmente, observam-se feições mirmequíticas e em geral sua alteração é para sericita. Apresenta-se zonado, com o núcleo mais cálcico, o que se conclui com a presença de alteração partindo do centro do cristal para as bordas. Comumente se observa a presença de escapolita, resultante de alteração.</p> <p>O Quartzo é xenomorfo, de granulação média. Os cristais são comumente encontrados agregados entre si e com o plagioclásio, com contatos retos e por vezes irregulares. Localmente encontram-se recristalizados, sua extinção é reta e fracamente ondulante.</p> <p>O Álcali-feldspato é automórfico, de granulação fina, com extinção ondulante. Apresenta inclusões de plagioclásio e anfibólio. Apresenta modera argilização e micropertitas. Possuem contatos retos e por vezes curvos com o quartzo e plagioclásio.</p> <p>Os cristais de Hornblenda são subautomorfos, com dimensões de 0,8mm a 3mm. Encontra-se associada à biotita, titanita e opacos, onde seus contatos são comumente retilíneos. Seu pleocróismo é de verde claro (x), verde escuro (z) a verde oliva (y). Comumente a Hornblenda encontra-se corroída nas suas porções mais</p>	

<p>internas, principalmente ao longo dos planos de clivagens. Observam-se também inclusões de quartzo, minerais opacos, titanita, biotita e zircão.</p> <p>Os cristais de Biotita são subautomorfos, com lamelas finas a médias. Possui um forte pleocroísmo que varia de um amarelo claro (x) a um marrom avermelhado ($z = y$). Sua extinção é reta picotada. Observaram-se cristais de biotita próximos à Hornblenda, podendo encontrar-se nos planos de clivagens da mesma, sendo produtos de uma possível alteração. Localmente encontram-se nos interstícios de plagioclásios com contatos interlobados e em algumas porções apresenta <i>kink bands</i>. Em algumas porções estes cristais encontram-se cloritizados.</p> <p>A Apatita encontra-se, muitas vezes, subautomorfa nas formas prismática, hexagonal e por vezes, acicular com divisibilidade basal. É incolor, possui extinção reta e relevo moderado. A Titanita apresenta-se comumente associada à biotita, hornblenda e minerais opacos. Geralmente, possui seções losangulares, podendo mostrar-se quadrática a retangulares. Observou-se, também, coroas de titanita circundando opacos, formando uma textura corona. Os cristais de zircão, em geral são prismáticos e subautomorfos.</p>	
<p>Aspectos Texturais/Microestruturais: Textura granular alotriomórfica, textura em corona, textura de intercrescimento mirmequítico e zoneamento concêntrico.</p>	

Mineralogia Essencial	% modal	Minerais Acessórios:
Plagioclásio	42,0	Apatita, titanita, zircão e minerais opacos (0,1 -0.2%)
Quartzo	30,9	
Álcali-feldspato	9,3	
Hornblenda	10,2	
Biotita	5,0	Minerais Secundários:
		Escapolita, sericita, argilo-minerais e clorita

Classificação (tipo de rocha):	Biotita-hornblenda granodiorito
Classificação (nome da rocha):	Granitóide tipo Planalto

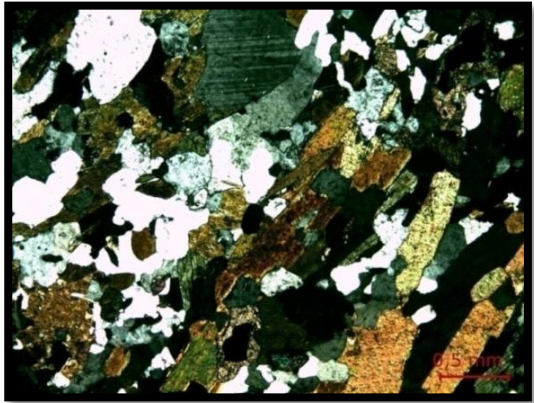
Petrogênese:
Granitóide intrusivo tipo planalto de idade neoarqueana.

Data 07/02/2013

Petrógrafo: Edson Alves Rodrigues

FICHA PETROGRÁFICA		
Sigla da Amostra	CMD-02	
Localização (toponímia)		
Coordenadas (Lat/Long)	9273734	572709

Descrição (Amostra de Mão):	Imagem da Amostra
<p>Rocha ígnea holocristalina, de aspecto anisotrópico, leucocrática (30%), fortemente deformada evidenciado pelas altas concentrações de minerais máficos orientados. Apresenta-se de coloração cinza esbranquiçada com alternâncias de tons róseos e pretos. Possui textura inequigranular, granulação fina a média com cristais variando de 0,4-1,2 mm, localmente há ocorrência de fenocristais com dimensões que chegam a 2,2 mm.</p>	

Descrição (Microscopia Ótica):	Fotomicrografia
<p>Os cristais de Plagioclásio formam grãos inequigranulares, de granulação média a grossa, xenomorfo a subautomorfo, com extinção fraca a moderada. Possui contatos retilíneos e irregulares entre si e com as demais faces minerais por vezes se observa cristais recristalizados, evidenciado pelo contato tríplice. Observou-se também a presença de intercrescimento gráfico, maclamento albita. Em sua maioria apresenta fraca alteração para argilo-mineral e localmente forte alteração para sericita além da escapolita.</p> <p>Os cristais de Álcali-feldspato apresentam-se inequigranulares, de granulação fina a média, subautomorfo, com a presença de fenocristais, cujas dimensões vão até 2,2 mm. Apresenta maclamento xadrez incipiente e está moderadamente alterado para argilo-mineral. Entre os cristais de álcali-feldspato e as demais fases predomina contatos irregulares.</p> <p>Os cristais de Quartzo são inequigranulares de granulação média a grossa, subautomorfo, fortemente zonados, apresentando comumente contatos retos entre si e localmente interlobados com o plagioclásio. Em sua maioria encontram-se recristalizados, o que se conclui devido à presença de contatos tríplice.</p> <p>A Hornblenda apresenta cristais inequigranulares com granulação fina grossa, subautomorfos a xenomorfos, com uma orientação incipiente. Por vezes, encontra-se em contatos retos com a biotita ou irregulares entre si. Seu pleocroísmo vai de moderado à forte variando de um verde</p>	

<p>acastanhado (x), verde oliva (y), a verde azulado (z). A hornblenda possui inclusões de quartzo, alguns opacos e titanita. Suas dimensões variam de 0,2 a 7,2mm.</p> <p>A Biotita possui cristais inequigranulares de granulação média a grossa, com cristais alongados, subautomorfo e ocorre próximo principalmente a hornblenda, seguindo uma orientação que segue a foliação da rocha. Mostra pleocroísmo moderado a forte com tons amarelo pálido (x) e marrom avermelhado (y = z). Os cristais mais finos ocupam os interstícios e também estão contidos nos planos de clivagens da hornblenda. Ao longo das lamelas se observou inclusões de alanita e zircão formando halos pleocróicos e também se encontra associada à titanita. A principal alteração é a cloritização.</p> <p>A Titanita apresenta cristais bem formados, prismático, subautomorfo. Localmente com contatos retilíneos com o zircão e minerais opacos, biotita e hornblenda. Por vezes sua cor de interferência encontra-se mascarada e, também se apresenta bordejando os minerais opacos de forma bem expressiva ressaltando a textura em corona. O zircão é subautomorfo, prismático, com extinção reta e associa-se a biotita e hornblenda. Os cristais de apatita são subautomorfos, prismáticos, e estão associados à biotita e hornblenda. A alanita ocorre raramente, em geral inclusa, na forma xenomorfa.</p>	
<p>Aspectos Texturais/Microestruturais: Textura granular hipidiomórfica, textura de sobrecrecimento em corona, zoneamento concêntrico.</p>	


Mineralogia Essencial	% modal	Minerais Acessórios:
Plagioclásio	40,9	Zircão, titanita, minerais opacos, apatita, alanita (<1%).
Álcali-feldspato	10,4	
Quartzo	25,9	
Hornblenda	12,4	
Biotita	7,3	Minerais Secundários:
		Clorita, sericita, escapolita, argilo-mineral

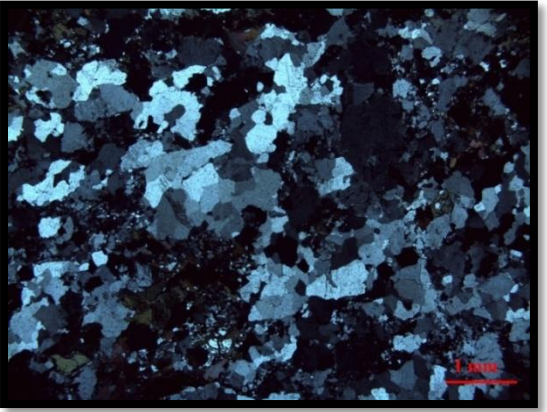
Classificação (tipo de rocha):	Biotita-hornblenda granodiorito
Classificação (nome da rocha):	Granitóide tipo Planalto

Petrogênese:
Granitóide intrusivo tipo planalto de idade neoarqueana.

Petrógrafo: Edson Alves Rodrigues

FICHA PETROGRÁFICA		
Sigla da Amostra	TDM-01	
Localização (toponímia)		
Coordenadas (Lat/Long)	9278617	606875

Descrição (Amostra de Mão):	Imagem da Amostra
<p>Rocha fanerítica, holocristalina, leucocrática (com índice de cor 20), equigranular de granulação média, apresentando uma cor cinza clara com porções pretas. A rocha é isotropa (maciça), e apresenta textura granular. Sua composição é representada por Plagioclásio, quartzo, álcali-feldspato, biotita, anfibólio, titanita, minerais opacos, zircão. Além de sericita e epidoto como minerais secundários.</p>	

Descrição (Microscopia Ótica):	Fotomicrografia
<p>O Plagioclásio é subédrico e apresenta cristais com maclamento polissintético e em alguns cristais ocorrem porções sericitizadas e epidotizadas. Estes cristais mostram contatos predominantemente irregulares além de contatos suturados e difusos.</p> <p>O Quartzo ocorre de duas formas. A primeira como cristais anédricos com alguma extinção ondulante e contatos predominantemente irregulares e raros retilíneos. A segunda é representada por agregados de cristais com forte extinção ondulante que resultaram da recristalização deste mineral. Neste caso os contatos são predominantemente retilíneos, por vezes desenvolvendo junções tríplexes.</p> <p>O Álcali-feldspato ocorre em menor proporção, é anédrico e apresenta extinção ondulante com contatos predominantemente irregulares.</p> <p>A Hornblenda é anédrica e apresenta pleocroísmo que varia de verde azulado a verde amarelado. Em algumas porções é possível observar a alteração de cristais de anfibólio para biotita.</p> <p>A Biotita é anédrica e subédrica e pode ocorrer como lamelas com um pleocroísmo que varia de marrom avermelhado a creme amarelado.</p> <p>A Titanita também ocorre, esta é subédrica e ocorre bordejando os minerais opacos, ressaltando a textura de sobrecrecimento em corona ou de borda de reação. Estes minerais opacos possivelmente podem ser ilmenita e/ou titanomagnetita.</p>	

Outros minerais acessórios são representados por zircão e apatita.	
Aspectos Texturais/Microestruturais: Granular alotriomórfica e textura de sobrecrecimento em corona	

Mineralogia Essencial	% modal	Minerais Acessórios:
Plagioclásio	24,7	Titanita, minerais opacos, zircão e apatita
Álcali-feldspato	31,1	
Quartzo	25,4	
Biotita	5,3	
Anfibólio	8,3	Minerais Secundários:
		Sericita e epidoto, clorita

Classificação (tipo de rocha):	Biotita-hornblenda monzogranito
Classificação (nome da rocha):	Granitóide tipo Planalto

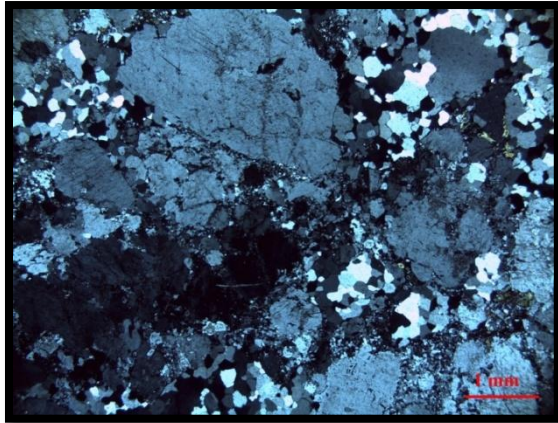
Petrogênese:
Granitóide intrusivo tipo planalto de idade neoarqueana

Data: 09/02/13

Petrógrafo: Edson Alves Rodrigues

FICHA PETROGRÁFICA		
Sigla da Amostra	TDM-02	
Localização (toponímia)		
Coordenadas (Lat/Long)	9270509	597908

Descrição (Amostra de Mão):	Imagem da Amostra
<p>Rocha fanerítica, holocristalina, leucocrática (com índice de cor 10), inequigranular de granulação grossa, apresentando uma cor rósea com porções pretas. A rocha é isótropa (maciça).</p>	

Descrição (Microscopia Ótica):	Fotomicrografia
<p>O Plagioclásio é anédrico e subédrico e apresenta maclamento polissintético, em alguns cristais é possível observar porções saussuritizadas. No que diz respeito às relações de contatos, estes irregulares com alguns contatos retilíneos.</p> <p>A Microclina é anédrica e apresenta maclamento xadrez difuso, os contatos principalmente com os outros minerais são suturados e/ ou irregulares. Em alguns pontos observam-se intercrescimentos de microclina nos cristais de plagioclásio.</p> <p>O Quartzo ocorre de duas formas. A primeira como cristais anédricos com contatos suturados e irregulares e a segunda é representada por um agregado de cristais com forte extinção ondulante. Estes ocorrem principalmente nas bordas dos cristais de álcali feldspato e plagioclásio.</p> <p>A Biotita é anédrica e subédrica e apresenta um pleocroísmo que varia de marrom avermelhado a amarelo pálido. Em algumas porções observam-se estes cristais alterados formando clorita. Do ponto de vista deformacional, alguns cristais contorcidos e deformados.</p> <p>A Hornblenda é anédrica e apresenta um pleocroísmo que varia de verde azulado a verde musgo. Os contatos com outros minerais e entre si são retilíneos e por vezes irregulares.</p> <p>Os minerais acessórios são representados por zircão, minerais opacos.</p>	

Aspectos Texturais/Microestruturais: Granular hipidiomórfica

Mineralogia Essencial	% modal	Minerais Acessórios:
Microclina	25,9	Zircão, minerais opacos e escapolita (?)
Plagioclásio	22,5	
Quartzo	37,4	
Biotita	10,6	
Anfibólio	1,6	Minerais Secundários:
		Clorita e sericita


Classificação (tipo de rocha):	Hornblenda – biotita monzogranito
Classificação (nome da rocha):	Granitóide tipo Planalto

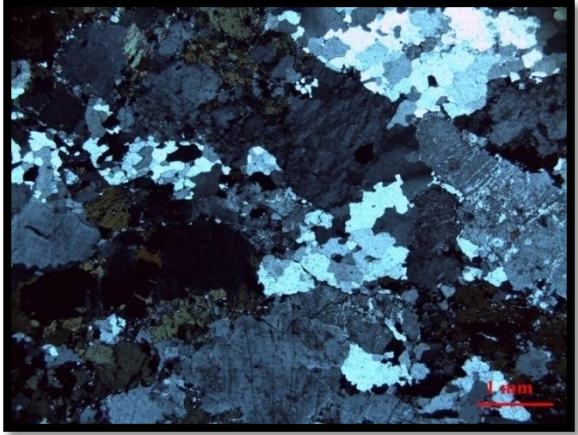
Petrogênese:
Granitóide intrusivo tipo planalto de idade neoarqueana

Data: 09/02/13

Petrógrafo: Edson Alves Rodrigues

FICHA PETROGRÁFICA		
Sigla da Amostra	TDM-03	
Localização (toponímia)		
Coordenadas (Lat/Long)	9270968	595672

Descrição (Amostra de Mão):	Imagem da Amostra
<p>Rocha fanerítica, holocristalina, leucocrática (com índice de cor 25), equigranular, de granulação grossa, apresentando uma cor rósea com porções escuras (pretas). A rocha isotropa maciça e apresenta textura granular.</p>	

Descrição (Microscopia Ótica):	Fotomicrografia
<p>O Plagioclásio é subédrico e apresenta maclamento polissintético, em algumas porções de forma restrita ocorrem cristais com feições de sericitização. Os contatos destes cristais entre si e em relação a outros minerais são retilíneos e irregulares.</p> <p>O Quartzo é anédrico e ocorre como agregados com forte extinção ondulante, produtos da recristalização. Algumas vezes é possível observar a presença de junções tríplexes. Estes cristais também ocorrer como formas vermiformes no álcali-feldspato, ressaltando uma textura de intercrescimento mirmequítico. Os contatos destes cristais são irregulares e retilíneos.</p> <p>A Hornblenda é anédrica e apresenta um pleocroísmo forte que varia de verde azulado a amarelo pálido. Em algumas porções a hornblenda parece ser produto da transformação da biotita. A Biotita é euedral e seus cristais mostram um pleocroísmo que varia de marrom avermelhado a amarelo pálido.</p> <p>Os principais minerais acessórios são zircão, minerais opacos, apatita e titanita.</p>	
<p>Aspectos Texturais/Microestruturais: Granular hipidiomórfica e textura de intercrescimento mirmequítico.</p>	

Mineralogia Essencial	% modal	Minerais Acessórios:
Quartzo	23,8	Zircão, titanita, minerais opacos e apatita e alanita
Plagioclásio	27,3	
Álcali-feldspato	25,7	
Hornblenda	18,6	
Biotita	2,6	Minerais Secundários:
		Sericita

Classificação (tipo de rocha):	Biotita-hornblenda monzogranito
Classificação (nome da rocha):	Granitóide tipo Planalto

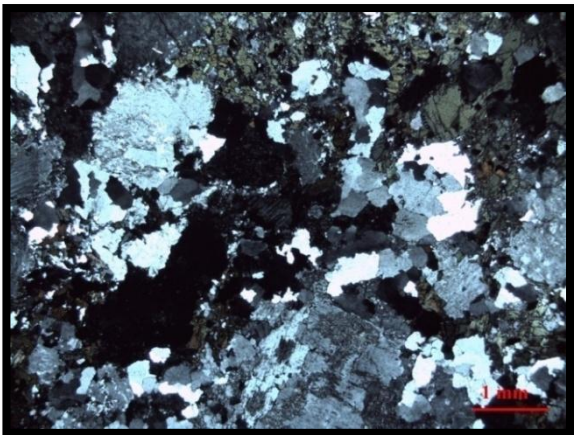
Petrogênese:
Granitóide intrusivo tipo planalto de idade nearqueana

Data: 09/02/13

Petrógrafo: Edson Alves Rodrigues

FICHA PETROGRÁFICA		
Sigla da Amostra	TDM-04	
Localização (toponímia)		
Coordenadas (Lat/Long)	9271212	594927

Descrição (Amostra de Mão):	Imagem da Amostra
<p>Rocha fanerítica, holocristalina, leucocrática (com índice de cor 15), equigranular, de granulação grossa, apresentando uma coloração rósea com porções pretas. A rocha é isotropa (maciça) e tem uma textura granular.</p>	

Descrição (Microscopia Ótica):	Fotomicrografia
<p>O Plagioclásio é anédrico e subédrico e encontra-se bastante sericitizado. Em alguns pontos algumas maclas encontram-se obliteradas, devido ao processo de sericitização nestes cristais. Os contatos destes cristais apresentam-se retilíneos e alguns pontos estes contatos são difusos.</p> <p>O Álcali-feldspato é anédrico (predominantemente), os contatos são principalmente irregulares.</p> <p>O Quartzooocorre da seguinte maneira: aparece em algumas porções como um agregado de cristais com forte extinção ondulante que é indicativa de recristalização. Em outras porções ainda pode-se observar cristais anédricos. O quartzo ainda ocorre na forma vermiforme nos cristais de plagioclásio quando estes se encontram em contato com os cristais de álcali-feldspato. Os contatos são suturados e retilíneos, em alguns pontos é possível notar a presença de pontos tríplexes.</p> <p>A Hornblenda é anédrica e subérica e apresenta pleocroísmo que varia de verde azulado a verde musgo. Em algumas porções observam-se minerais opacos nas bordas destes cristais.</p> <p>Os cristais de Biotita são anédricos e subédricos, apresenta coloração marrom avermelhada, com pleocroísmo forte para creme amarelado nos cortes longitudinais.</p> <p>Os minerais acessórios são principalmente zircão e minerais opacos.</p>	
Aspectos Texturais/Microestruturais:	

Granular Hipidiomórfica com a presença de texturas de intercrescimento mirmequítico.

Mineralogia Essencial	% modal	Minerais Acessórios:
Plagioclásio	28,6	Zircão e minerais opacos (<1%)
Quartzo	26,6	
Álcali-feldspato	27,5	
Biotita	8,1	
Anfibólio	8,1	Minerais Secundários:
		Argilominerais e sericita

Classificação (tipo de rocha):	Biotita-hornblenda monzogranito
Classificação (nome da rocha):	Granitóide tipo Planalto

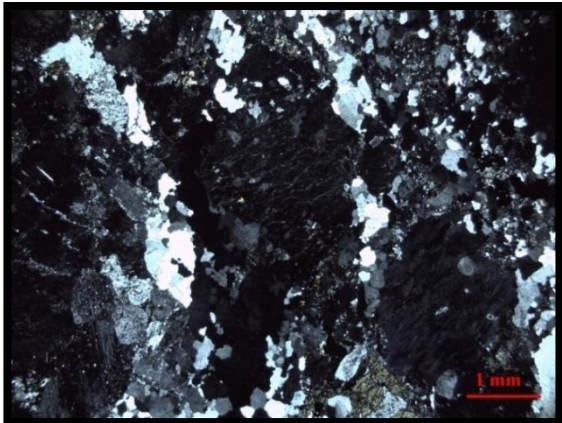
Petrogênese:
Granitóide intrusivo tipo planalto de idade neoarqueana.

Data: 09/02/13

Petrógrafo: Edson Alves Rodrigues

FICHA PETROGRÁFICA		
Sigla da Amostra	TDM-05	
Localização (toponímia)		
Coordenadas (Lat/Long)	9270459	593526

Descrição (Amostra de Mão):	Imagem da Amostra
<p>Rocha fanerítica, holocristalina, leucocrática (com índice de cor 25)., equigranular de granulação média, apresentando uma cor levemente rósea com porções pretas. A rocha é isotropa (maciça) e apresenta uma textura granular.</p>	

Descrição (Microscopia Ótica):	Fotomicrografia
<p>O Plagioclásio ocorre em maior proporção, é anédrico e subédrico com formas irregulares, alongadas e arredondadas, apresenta maclamento polissintético com a grande maioria dos cristais sericitizado com alguns pontos epidotizados. Estes cristais apresentam contatos retilíneos entre si e suturados em relação a outros minerais, algumas vezes formam pórfiros, estes com algumas inclusões de quartzo.</p> <p>Os cristais de Quartzo são anédricos ou subédricos, seus contatos são retilíneos desenvolvendo por vezes pontos tríplices com forte extinção ondulante com desenvolvimento de subgrãos, indicativos de recristalização destes minerais. Em outros pontos os contatos mostram-se suturados com a presença de cristais maiores alguns se encontram levemente estirados ou deformados.</p> <p>A Microclina ocorre em menor proporção, apresentando maclamento xadrez difuso e os contatos são predominantemente suturados a irregulares.</p> <p>O Anfibólio (hornblenda) é anédrico e apresenta um pleocroísmo que varia de verde azulado a verde musgo. Os contatos com outros minerais e entre si são retilíneos e por vezes irregulares. Em alguns pontos ocorre a presença de clorita, provavelmente produto da alteração de biotita.</p> <p>Os principais minerais acessórios são representados por Zircão, Epidoto, Titanita e minerais opacos. Sendo o epidoto anédrico com contatos irregulares, ocorrendo de forma primária e secundária esta última, como produto da</p>	

alteração do plagioclásio.	
Aspectos Texturais/Microestruturais:	
Granular alotriomórfica	

Mineralogia Essencial	% modal	Minerais Acessórios:
Plagioclásio	40,6	Zircão, epidoto, titanita, minerais opacos, escapolita
Quartzo	21,0	
Álcali-feldspato	24,3	
Anfibólio	9,8	
		Minerais Secundários:
		Clorita, sericita e epidoto

Classificação (tipo de rocha):	Hornblenda monzogranito
Classificação (nome da rocha):	Granitóide tipo Planalto

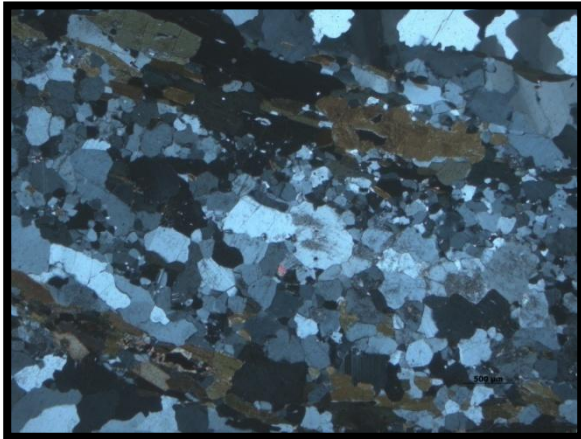
Petrogênese:
Granitóide intrusivo tipo planalto de idade neoarqueana

Data: 09/02/13

Petrógrafo: Edson Alves Rodrigues

FICHA PETROGRÁFICA		
Sigla da Amostra	TDM-09	
Localização (toponímia)		
Coordenadas (Lat/Long)	9272719	577028

Descrição (Amostra de Mão):	Imagem da Amostra
<p>São constituídas por rochas faneríticas, holocristalinas leococrática (com índice de cor 20) inequigranular de granulação grossa apresentando uma alternância de coloração rósea com porções escuras. A rocha exibe uma orientação incipiente com textura geral granular.</p>	

Descrição (Microscopia Ótica):	Fotomicrografia
<p>Os cristais de Álcali-feldspato são predominantemente anédricos, desenvolvendo por algumas vezes cristais subédricos. Em alguns pontos observa-se alteração para argilominerais. O Plagioclásio é anédrico ou subédrico com formas irregulares, arredondadas e raramente alongadas, os contatos são predominantemente suturados e em alguns contatos retilíneos. Maclamentos Carlsbad e polissintéticos são visíveis.</p> <p>O Quartzo é anédrico e subédrico e ocorre de duas formas principais. A primeira é representada por cristais de quartzo anédricos além de cristais estirados (<i>ribbon</i>), estes ocorrem próximos aos cristais lamelares de biotita. Os contatos são predominantemente retilíneos com alguns contatos suturados. A segunda corresponde a cristais de quartzo recristalizado e apresenta extinção ondulante e contatos retilíneos por vezes com pontos tríplices em algumas porções.</p> <p>A Biotita apresenta cristais euédricos ou subédricos com pleocroísmo forte que varia de castanho claro a marrom escuro. Os cristais de Anfibólio (hornblenda) são anédricos ou subédricos com pleocroísmo forte que varia de verde amarelado a verde azulado. Em alguns pontos pode ser produto de alteração da biotita. Em geral estes minerais ocorrem orientadas e contornam os</p>	

<p>níveis quartzo-feldspáticos</p> <p>A Titanita aparece como mineral acessório na forma de cristais anédricos ou subédricos e apresentam cor de interferência anômala. O Zircão apresenta cristais euédricos e subédricos. Menos freqüentes ocorrem cristais de Escapolita com a forma predominantemente anedrica, estes localizados em algumas porções restritas e produtos da alteração do plagioclásio.</p>	
<p>Aspectos Texturais/Microestruturais:</p> <p>Granular hipidiomórfica</p>	

Mineralogia Essencial	% modal	Minerais Acessórios:
Álcali-feldspato	38,6	Escapolita, zircão e titanita
Plagioclásio	21,8	
Quartzo	25,6	
Biotita	4,3	
Anfibólio	9,1	Minerais Secundários:
		Sericita

Classificação (tipo de rocha):	Biotita-hornblenda monzogranito
Classificação (nome da rocha):	Granitóide tipo Planalto

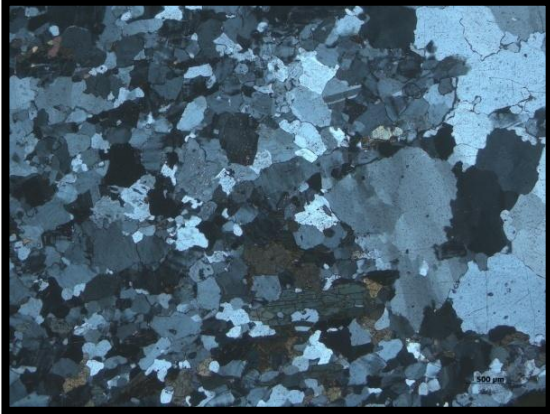
Petrogênese:
Granitóide intrusivo tipo Planalto de idade neoarqueana

Data: 09/02/13

Petrógrafo: Edson Alves Rodrigues

FICHA PETROGRÁFICA		
Sigla da Amostra	TDM-13	
Localização (toponímia)		
Coordenadas (Lat/Long)	9275290	570849

Descrição (Amostra de Mão):	Imagem da Amostra
<p>São constituídas por rochas faneríticas, holocristalina leucocrática (com índice de cor 20), inequigranular de granulação fina e média apresentando uma coloração com alternância de porções pretas e róseas. A rocha apresenta uma orientação incipiente.</p>	

Descrição (Microscopia Ótica):	Fotomicrografia
<p>A Microclina ocorre em maior proporção na amostra, em geral é anédrica desenvolvendo algumas formas subédricas, os contatos são suturados em raros contatos retilíneos. Apresenta um crescimento xadrez característico.</p> <p>O Quartzo é anédrico e subédrico e ocorre de duas formas principais. A primeira é representada por cristais de quartzo com contatos predominantemente irregulares. A segunda corresponde a cristais de quartzo cristalizado com forte extinção ondulante e contatos retilíneos por vezes com pontos tríplexes em algumas porções.</p> <p>O Plagioclásio ocorre como cristais anédricos ou subédricos, apresentando contatos polissintéticos e albita-carlsbad, seus contornos são irregulares mostrando contatos suturados e raros contatos retilíneos.</p> <p>O Anfibólio (Hornblenda) apresenta cristais subédricos com um pleocroísmo forte, que varia de amarelado a verde azulado. Estes estão dispostos de forma orientada concordantemente a direção. A Biotita é rara ou ocorre em proporções reduzidas na forma de lamelas, estão dispostas próximas aos cristais de anfibólio.</p> <p>A Titanita ocorre com cristais anédricos ou subédricos, apresentando em alguns pontos a forma piramidal, apresenta cor de interferência característica (anômala). Assim como os cristais de anfibólio (hornblenda), também estão orientados e tornam as porções quartzo-feldspáticas. O Zircão assim como a titanita ocorre como acessório e</p>	

esenta granulação fina e forma euédrica e /ou édrica.	
Aspectos Texturais/Microestruturais: Granular alotriomórfica	

Mineralogia Essencial	% modal	Minerais Acessórios:
Microclina	21,4	Titanita,zircão
Quartzo	23,7	
Plagioclásio	45,3	
Hornblenda	4,7	
Biotita	3,2	Minerais Secundários:

Classificação (tipo de rocha):	Biotita-hornblenda granodiorito
Classificação (nome da rocha):	Granitóide tipo Planalto

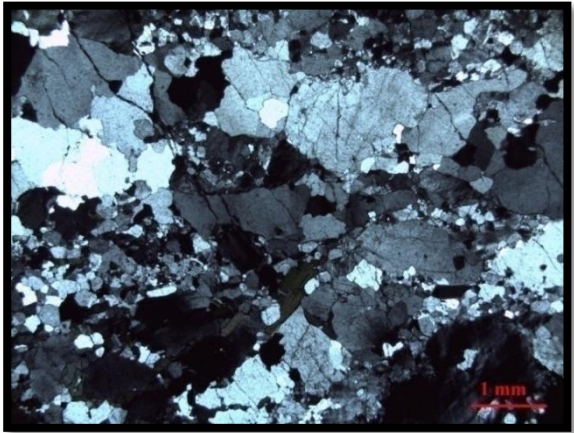
Petrogênese:
Granitóide intrusivo tipo Planalto de idade neoarqueana

Data: 09/02/13

Petrógrafo: Edson Alves Rodrigues

FICHA PETROGRÁFICA		
Sigla da Amostra	FDM-02	
Localização (toponímia)		
Coordenadas (Lat/Long)	9275474	610178

Descrição (Amostra de Mão):	Imagem da Amostra
<p>Rocha fanerítica, holocristalina leucocrática, (com índice de cor 15), equigranular de granulação grossa, apresentando uma coloração rósea com porções pretas. A rocha é isótropa (maciça) e apresentam minerais estirados indicativos de uma deformação.</p>	

Descrição (Microscopia Ótica):	Fotomicrografia
<p>O Plagioclásio é predominantemente subédrico com raros cristais anedrais. Apresenta maclamento simples (Carlsbad) e polissintético e em algumas porções observam-se cristais sericitizado no centro e nas maclas. Os contatos são predominantemente retilíneos e difusos. Os cristais apresentam maclas levemente contorcidas ressaltando uma deformação da rocha.</p> <p>A Microclina é anédrica e subédrica e apresenta maclamento xadrez difuso. Os contatos são predominantemente irregulares a suturados. Em alguns pontos restritos ocorrem cristais alterados para argilo minerais.</p> <p>O Quartzo é anédrico e subédrico e ocorre de três formas. A primeira é representada por cristais de quartzo de forma anedral, além de cristais estirados (<i>ribbon</i>). Os contatos são predominantemente retilíneos com alguns contatos suturados. A segunda corresponde a cristais de quartzo recristalizado com extinção fortemente ondulante, apresenta contatos retilíneos por vezes com pontos tríplices em algumas porções. A terceira corresponde a intercrescimento vermiforme de quartzo no plagioclásio quando este estiver em contato com o Álcali-feldspato.</p> <p>A Biotita é anédrica e subédrica e algumas com</p>	

<p>hábito lamelar e apresenta um pleocroísmo que varia de marrom avermelhado a amarelo pálido. Os contatos entre sie com outros minerais são predominantemente retilíneos e estes cristais ocorrem próximos aos cristais de anfibólio.</p> <p>Os cristais de Anfibólio são predominantemente subédricos e apresentam um pleocroísmo que varia de verde azulado a verde musgo. Os seus contatos são em sua maioria retilíneos.</p> <p>Os minerais acessórios são representados principalmente por zircão e titanita</p>	
<p>Aspectos Texturais/Microestruturais:</p> <p>Apresenta textura granular hipidiomórfica, onde se destacam cristais predominantemente subédricos.</p>	

Mineralogia Essencial	% modal	Minerais Acessórios:
Microclina	23,9	Titanita Zircão
Plagioclásio	40,5	
Quartzo	30,7	
Biotita	2,8	
Hornblenda	1,6	Minerais Secundários:
		Sericita

Classificação (tipo de rocha):	Hornblenda – biotita monzogranito
Classificação (nome da rocha):	Granitóide tipo Planalto

Petrogênese:
Granitóide intrusivo tipo planalto de idade neoarqueana.

Data: 09/02/13

Petrógrafo: Edson Alves Rodrigues