



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – IG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

GEOLOGIA, PETROLOGIA E GEOCRONOLOGIA DOS
GRANITOS DA REGIÃO DE NOVO MUNDO (MT) E
IMPLICAÇÕES PARA A EVOLUÇÃO MAGMÁTICA E
REGIONAL

ANNA LORENA GOMES DA COSTA TESTA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO N° 420

Brasília, DF
Dezembro de 2018



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – IG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

GEOLOGIA, PETROLOGIA E GEOCRONOLOGIA DOS
GRANITOS DA REGIÃO DE NOVO MUNDO (MT) E
IMPLICAÇÕES PARA A EVOLUÇÃO MAGMÁTICA E
REGIONAL

ANNA LORENA GOMES DA COSTA TESTA

Área de concentração: Mineralogia e Petrologia

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO N° 420

Orientadora: Profa. Dra. Márcia Abrahão Moura (IG/UnB)
Co-orientador: Dr. Antônio João Paes de Barros (METAMAT)

Banca Examinadora

Profa. Dra. Márcia Abrahão Moura (Orientadora - IG/UnB)
Prof. Dr. Mauro Cesar Geraldes (UERJ)
Prof. Dr. Nilson Francisquini Botelho (IG/UnB)
Prof. Marcio Martins Pimentel – Suplente (IG/UnB)

Citação

Da Costa Testa, Anna Lorena Gomes. 2018. Geologia, Petrologia e Geocronologia dos Granitos da região de Novo Mundo (MT) e implicações para a evolução magmática e regional. Dissertação de mestrado, Instituto de Geociências – IG, Universidade de Brasília – UnB, Brasília – DF.

Brasília- DF, 2018

RESUMO

Três diferentes corpos graníticos cálcialcalinos foram caracterizados na região de Novo Mundo, região leste da Província Mineral de Alta Floresta, no Cráton Centro-Sul da Amazônia: um monzogranito peraluminoso ($2003 \pm 4,3$ Ma), um monzogranito cálcialcalino (~ 1994 Ma) e o granito Novo Mundo ($1987 \pm 7,4$ Ma a 1964 ± 1 Ma) correlacionados com granitos do arco magmático Cuiú-Cuiú, descrito na Província Mineral do Tapajós, com possível subducção do sul para o norte. O monzogranito peraluminoso contém muscovita primária, bandas de composição raras e foliação incipiente. Tem afinidade cálcialcalina, com $TDM = 2,29$ Ga e $\epsilon Nd (2,03Ga) = 0,20$ a $0,16$. É classificado como granito de arco vulcânico do período inicial do arco magmático Cuiú-Cuiú, com características híbridas entre manto-derivado e crustal. O monzogranito cálcio-alcálico contém biotita como principal mineral máfico e raros agregados de anfibólio. Possui afinidade química metaluminosa a peraluminosa com tendência magnésiana, representando granito cálcialcalino típico do arco magmático Cuiú-Cuiú. Tem TDM e $\epsilon Nd (1,99$ Ga) variando de $2,20$ a $2,16$ Ga e de $1,81$ a $0,44$, respectivamente, o que indica mais material mantélico em sua formação, possivelmente influenciado por materiais crustais. O granito Novo Mundo é um corpo granítico altamente modificado, por vezes contendo granada secundária de tipo espessartita, com intensa alteração hidrotermal. Seu $TDM = 2,29$ a $2,23$ Ga e $\epsilon Nd (1,98Ga) = -0,03$ a $-1,1$ indicam contribuição crustal. É classificado geoquimicamente como peraluminoso, arco vulcânico a granito pós-tectônico e aqui interpretado como tendo sido formado no final do arco magmático Cuiú-Cuiú, com evolução magmática de $1,99$ a $1,96$ Ga. O magmatismo granítico nesta região é classificado como um arco vulcânico subalcalino, com afinidade cálcio-alcálica, revelando intenso retrabalhamento crustal ao final do

Ciclo Transamazônico que produziu granitos com características geoquímicas mistas de granitos tipo I e tipo S.

O presente estudo amplia o conhecimento da granitogênese no Craton Amazônico e do ambiente tectônico e evolução dos granitos associados à mineralização de ouro na Província Mineral de Alta Floresta e em regiões semelhantes. Os novos dados também serão importantes para os modelos de prospecção e exploração mineral relacionados ao granito no Aráton Amazônico.

PALAVRAS-CHAVES

Cráton Amazônico; Província Aurífera Alta Floresta; Geocronologia U-Pb; Litogeoquímica; Química mineral; Isótopos Sm-Nd

ABSTRACT

Three different magmatic arc calc-alkaline granitic bodies, were characterised in the Novo Mundo region, eastern section of the Alta Floresta Mineral Province, in the Central-South Amazonian Craton: a peraluminous monzogranite (2003 ± 4.3 Ma), a calc-alkaline monzogranite (~ 1994 Ma), and the Novo Mundo granite (1987 ± 7.4 Ma to 1964 ± 1 Ma) correlated with the Cuiú-Cuiú magmatic arc, described in the Tapajós Mineral Province, with possible subduction from the south to the north. The peraluminous monzogranite contains primary muscovite, rare compositional banding, and incipient foliation. It has calc-alkaline affinity, with $TDM = 2.29$ Ga and $\epsilon_{Nd}(2.03Ga) = 0.20$ to 0.16 . It is classified as volcanic-arc granite from the initial period of the Cuiú-Cuiú magmatic arc, with hybrid characteristics between mantle-derived and crustal. The calc-alkaline monzogranite contains biotite as the main mafic

mineral and rare amphibole aggregates. It has metaluminous-to-peraluminous chemical affinity with magnesian trend, representing calc-alkaline granite typical of the Cuiú-Cuiú magmatic arc. Has TDM and $\epsilon\text{Nd}(1.99 \text{ Ga})$ ranging from 2.20 to 2.16 Ga and from 1.81 to 0.44, respectively, which indicate more mantellic material in its formation, possibly influenced of crustal materials. The Novo Mundo granite is a highly modified granitic body, sometimes containing secondary spessartite garnet, with intense hydrothermal alteration. Its TDM = 2.29 to 2.23 Ga and $\epsilon\text{Nd}(1.98\text{Ga}) = -0.03$ to -1.1 indicate crustal contribution. It is geochemically classified as peraluminous, volcanic arc to post-tectonic granite and is here interpreted as having been formed by the end of the Cuiú-Cuiú magmatic arc, with magmatic evolution from 1.99 to 1.96 Ga. The granitic magmatism in this region is classified as a subalkaline volcanic arc, with calc-alkaline affinity, revealing intense crustal reworking at the end of the Trans-Amazonian Cycle that produced granites with geochemical mixed characteristics of I- and S-Type granites.

The present study increase the knowledge of the granitogenesis in the Amazonian Craton and of the tectonic environment and evolution of the granites associated with gold mineralisation in the Alta Floresta Mineral Province and in similar regions. The new data will also be important for granite-related mineral exploration and prospection models in the Amazonian craton.

KEYWORDS

Amazonian Craton; Alta Floresta Mineral Province; U-Pb Geochronology; Lithogeochemistry; Mineral chemistry; Sm-Nd isotopes

Dedico ao meu filho João Henrique, presente de Deus para coroar o fim desta jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por esta oportunidade de ampliar meus conhecimentos e pela maravilhosa experiência acadêmica que vivenciei.

Agradeço à professora Márcia Abrahão Moura pela orientação, apoio e conhecimento transmitido durante a realização deste trabalho.

Agradeço ao geólogo Antônio João Paes de Barros pela co-orientação e auxílio, cuja contribuição foi de grande importância.

À Companhia Matogrossense de Mineração (Metamat) e à Cooperativa de Garimpeiros do Vale do Rio Peixoto (Coogavepe) pelo apoio logístico nas etapas de campo. À empresa Graben Mineração S/A (GMS) pela disponibilização dos testemunhos de sondagem.

À CAPES pelo suporte financeiro, com a concessão de bolsa de mestrado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geologia e aos laboratórios de Microsonda Eletrônica e Geocronologia da Universidade de Brasília.

Aos amigos João, Willian, Rael e Elcio que auxiliaram durante a etapa de campo.

Aos colegas Mara Letícia, Simone, Eduardo Seimetz e Daniel Richard que me ajudaram na adaptação ao programa de mestrado, forneceram artigos e tiraram dúvidas. A toda turma do apartamento 201, em especial ao Mateus Reis pelo auxílio na preparação de amostras e ao Ítalo Lopes por esclarecer dúvidas sobre o programa de mestrado e sobre a geologia, em especial na interpretação dos dados geocronológicos.

Aos meus familiares, em especial meus pais Guima e Lourdes, minha sogra Edna e cunhada Nathalia pelo suporte, incentivo e força durante este período.

Ao meu esposo Guilherme que me apoiou incondicionalmente e esteve ao meu lado durante toda esta jornada.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
AGRADECIMENTOS.....	v
CAPITULO 1	1
1.1 - INTRODUÇÃO	1
1.1.1 - Apresentação e Justificativas	1
1.1.2 - Estruturação da Dissertação	2
1.1.3 – Objetivos	3
1.1.4 - Localização e Vias de Acesso.....	3
1.1.5 - Materiais e Métodos	4
1.1.5.1 - Dados de Campo e Mapeamento	4
1.1.5.2 – Confecção de lâminas delgadas e Descrição Petrográfica	5
1.1.5.3 – Microsonda Eletrônica.....	5
1.1.5.4 - Análise Química de Rocha Total.....	6
1.1.5.5 – Geologia Isotópica	7
1.2 - CONTEXTO GEOLÓGICO	9
1.2.1 – Cráton Amazonas	9
1.2.1.1– Província Geocronológica Tapajós-Parima.....	12
1.2.1.2 – Província Geocronológica Rondônia-Juruena	13
1.2.2 – Domínio Tapajós.....	14
1.2.3 – Domínio Peixoto de Azevedo	16
1.2.3.1 - Rochas do Embasamento	19
1.2.3.2 – Granito Novo mundo.....	21
1.3 – Referências Bibliográficas	23
CAPÍTULO 2 - ARTIGO	31
2.1 – INTRODUCTION	32
2.2 – GEOLOGICAL CONTEXT.....	33
2.3 – MATERIALS AND METHODS	37
2.4 – RESULTS	39
2.4.1 – Petrography	40
2.4.1.1 – Granites	40
2.4.1.3.1 – Mafic and acid dykes	46
2.4.2 – Mineral Chemistry	48
2.4.3 – Litogeochemistry	58

2.4.3.1 - Tectonic environment	64
2.4.4 – Isotopic Geochronology	66
2.4.4.1 – U-Pb	66
2.4.4.2 – Sm-Nd	67
2.5 - DISCUSSION	68
2.5.1 – Petrographic and Lithogeochemical Characteristics	68
2.5.2 – Petrogenetic Characteristics and Implications for Regional Geological Context	72
2.6 – CONCLUSIONS	75
CAPÍTULO 3 – CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	84
ANEXOS	lxxxvii
ANEXO 1	i
ANEXO 2	viii
ANEXO 3	x
ANEXO 4	xvi
ANEXO 5	xxi
ANEXO 6	xxvi
ANEXO 7	xxix
ANEXO 8	xxxii
ANEXO 9	xxxiv

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.2 - Mapa de Localização da área de estudo e principais vias de acesso (Modificado de Miguel Jr, 2011; e Paes de Barros, 2007).</i>	4
<i>Figura 1.2 - Províncias geocronológicas do Cráton Amazonas, A – Proposta de Tassinari e Macambira (1999); B – Conceção de Santos et al., (2006).</i>	11
<i>Figura 1.3 – Representação esquemática da evolução do Domínio Tapajós demonstrando a relação cronológica entre os arcos magmáticos e bacias sedimentares (Santos, 2004).</i>	16
<i>Figura 1.4 – Estágios da evolução tectônica da Província Aurífera Alta Floresta (Assis, 2015).</i>	18
<i>Figure 2.1 – Map of Tectonic – Metamorphic Domains of the Província Aurífera Alta Floresta (Alta Floresta Mineral Province; PAAF) within the context of the Rondônia-Juruena and Tapajós-Parima geochronological provinces (Santos, 2000), adapted from Rizzoto et al. (2017).</i>	35
<i>Figure 2.2 – Geological map of the study area drawn using geological and structural data from this study and from Paes de Barros (2007) and Miguel Jr (2011).</i>	40
<i>Figure 2.3 – Peraluminous monzogranite, in A: Field exposure; B: Photomicrography with microscopic appearance (NX); C: Microcline phenocryst with apatite, quartz and plagioclase inclusion (NX); D: primary muscovite (NX).</i>	41

Figure 2.4 – Calc-alkaline monzogranite: A: Macroscopic view of the rock; B: Macroscopic view with compositional banding; C: Microscopic view of the rock with microcline crystals, plagioclase, titanite, biotite and quartz (NX); D: Microcline crystals, plagioclase, saussurite and titanite (NX); E: Hornblende crystals associated with chloritic alteration and epidotisation (NX); F: Compositional banding marked by biotite and recrystallised quartz (NX).	43
Figure 2.5 – Novo Mundo granite. Relationships between contact and alteration of the Novo Mundo granite: A: Core sample, contact with calc-alkaline monzogranite; B: Peraluminous monzogranite xenolith; B.: Macroscopic view of the rock; C: Microscopic view of the rock (NX); D: E: Garnet crystals (spessartite) Strong plagioclase sericitisation and recrystallised quartz orientation (NX); F: Microcline phenocrysts with quartz and plagioclase inclusions (NX);; G: Strong plagioclase sericitisation and recrystallised quartz orientation H: Muscovite associated with sericitisation.	45
Figure 2.6 – Dykes of mafic and intermediate composition. Dioritic dyke: A: Macroscopic view of the dioritic rock and B: microscopic view with crystals of plagioclase, pyroxene and amphibole (NX). Andesitic dyke: C: Macroscopic view of the dioritic rock with strong alteration and D: Microscopic view with chloritised phenocrysts and aphanitic matrix, also altered (N//).	47
Figure 2.7 – Biotite classification diagrams for the different types of granites investigated in this study. A: The feal composition (total Fe + Mn + Ti –AlVI) vs mgli (Mg – Li) by Tischendorf (1997), and B: Based on the nature by Nachit (1986); C: AlT vs Mg magmatic series discrimination diagrams by Nachit (1986), D: Based on the magmatic series by Abdel-Rahman (1994).	49
Figure 2.8 – Amphibole classification for calc-alkaline monzogranite based on composition, according to Leake et al. (1997).	53
Figure 2.9 – Mica classification diagrams. In A: Based on the composition (feal vs mgli) (Tischendorf et al., 1997); B: Based on the nature (Mg-Ti-Na) (Miller et al.,1981).	55
Figure 2.10 – Chlorite classification diagrams based on composition. In A: Fe/(Fe+Mg) vs Si by Ruiz and Nieto (2006); and B: AFM by Zane & Weiss (1998).	57
Figure 2.11 – Granite classification diagrams. In A: Chemical classification of alkalis vs silica by Le Maitre (1989); B: AFM diagram by Irvine and Baragar (1971); C: Aluminosity Index Diagram by Maniar -Piccoli (1989). Diagrams proposed by Frost et al. (2001). In D: Fe-number diagram [FeO/(FeO+MgO) vs SiO ₂]; E: MALI diagram [(Na ₂ O+K ₂ O-CaO) vs SiO ₂].	59
Figure 2.12 – Harker diagram for major oxides of granites in the Novo Mundo region	62
Figure 2.13 – Harker diagram for trace elements of the study samples	63
Figure 2.14 – Multi-element diagrams with: A: Chondrite- and B: Primitive Mantle-normalised values, according to Sun and McDonough (1989).	64
Figure 2.15 – Tectonic discrimination diagrams: A and B: Pearce et. al. (1984); C: Harris et al. (1986); and D: Thiéblemont & Cabanis (1990).	65
Figure 2.16 – A and B: Peraluminous monzogranite, sample LNM-25. In A: Slightly zoned and elongated, euhedral zircon crystals; B: Isochron of the assessed age; C and D: Novo Mundo granite, sample LNM-46, C: Slightly zoned euhedral zircon crystals; D: Isochron of the assessed age.	66
Figure 2.17 – Schematic representation of granite generation in the Novo Mundo region during the evolution of the Cuiú-Cuiú magmatic arc. A: Initial and intermediate stages characterised by peraluminous monzogranite (2.03 Ga) and calc-alkaline monzogranite (1.99 Ga) generation, respectively; B: final stage characterised by Novo Mundo granite intrusion (1.98 to 1.96 Ga).75	

LISTA DE TABELAS

<i>Table 2.1 – Mineral chemistry data for biotite</i>	50
<i>Table 2.2 – Mineral chemistry data for amphibole</i>	52
<i>Table 2.3 – Mineral chemistry data for muscovite</i>	54
<i>Table 2.4 – Mineral chemistry data for chlorite</i>	56
<i>Table 2.5 – Lithochemical data on granites of the Novo Mundo region</i>	60
<i>Table 2.6 – Isotopic Sm-Nd data for granites of the Novo Mundo region</i>	67

CAPITULO 1

1.1 - INTRODUÇÃO

1.1.1 - Apresentação e Justificativas

A Província Aurífera Alta Floresta (PAAF), assim denominada por Dardenne & Schobbenhaus (2001), ou Província Aurífera Juruena - Teles Pires (Silva & Abram, 2008), localizada na porção sul do Cratón Amazonas, centro-norte do estado de Mato Grosso, dispõem de um grande valor metalogenético e econômico evidenciado por centenas de ocorrências e depósitos de ouro. Esta província constitui uma das principais regiões produtoras de ouro, principalmente no seu Setor Leste, região entre os municípios de Peixoto de Azevedo – Novo Mundo, onde a exploração se dá fundamentalmente por meio de extração garimpeira, tendo produzido cerca de 6340 Kg de ouro nos anos de 2016 e 2017 (STN/IOF Ouro). As ocorrências auríferas nesta região se dispõem preferencialmente segundo o alinhamento denominado Peru-Trairão, com direção NW-SE (Paes de Barros, 2007; Miguel Jr., 2011), geralmente associadas a rochas graníticas hidrotermalizadas (Moura et al., 2006; Paes de Barros, 2007; Silva & Abram, 2008, Assis, 2015; Trevisan, 2015) .

A caracterização destes corpos graníticos do ponto de vista geológico, geoquímico, geocronológico e metalogenético tem implicação relevante para a exploração mineral da região, pois contribui para melhor contextualizar os depósitos nas províncias geocronológicas / geológicas e os modelos evolutivos atualmente propostos (Tassinari & Macambira, 1999; Santos et al., 2000; Santos et al., 2001; Santos et al., 2006), assim como para o avanço do entendimento dos tipos de depósitos existentes na PAAF. Desta forma, a fim de progredir nos estudos dos granitos e mineralizações de ouro associadas na Província, esta dissertação tem como objeto de estudo geológico e petrológico o granito Novo Mundo, que hospeda diversas ocorrências e garimpos de

ouro. As áreas mineralizadas ocorrem em geral associadas a rochas graníticas hidrotermalizadas, com maior ou menor sulfetação (pirita), ou na forma de corpos de minério filonianos a venulares hospedados em estruturas dúcteis a rúpteis, que delimitam principalmente a borda norte deste pluton (Paes de Barros, 2007).

Estudos prévios contemplaram campanhas de exploração mineral, como o alvo Claudio pesquisado pela empresa RTDM em 2001; o alvo Luizão, pesquisado pelas empresas RJK em 1997, RTZ em 2001 e GMS (2011 a 2013); o alvo Edmar, pesquisado pela empresa Cougar em 2007; e os alvos Valdeci, Raimunda, Júlio, Boca Rica e Edmar, pesquisados e sondados pela empresa GMS entre os anos de 2011 a 2013, duas teses de doutorado (Paes de Barros, 2007; Assis, 2015), uma dissertação de mestrado (Trevisan, 2012) e um trabalho de conclusão de curso (Moura, 2004).

Visando colaborar com a melhor caracterização da granitogênese do corpo mapeado como granito Novo Mundo, este estudo abrange o estudo petrográfico detalhado do granito e dos litotipos associados, bem como a caracterização da composição química mineral e de rocha total, além de dados geocronológicos e isotópicos pertinentes.

1.1.2 - Estruturação da Dissertação

A presente dissertação está estruturada em dois capítulos, sendo o primeiro introdutório compreendendo a apresentação do tema, objetivos do trabalho, materiais e métodos utilizados, e revisão bibliográfica sobre o Cráton Amazonas, as Províncias Geocronológicas e Domínios Tectônicos referentes à área de estudo. O segundo capítulo encontra-se na forma de artigo científico, intitulado “*Geologia, petrologia e geocronologia dos granitos cálcioalcalinos peraluminosos da região de Novo Mundo (MT) e implicações para a evolução magmática e regional*”. Além de dados introdutórios ao trabalho, expõem os resultados obtidos, seguidos pela discussão destes

dados e conclusões dos autores. As referências utilizadas encontram-se relacionadas no término de cada capítulo.

1.1.3 – Objetivos

Esta dissertação tem como objetivo geral a melhor caracterização geológica e petrológica do granito denominado Novo Mundo e litologias associadas, com o intuito de avançar no entendimento entre a granitogênese e as mineralizações de ouro hospedadas nesse granito.

Os objetivos específicos da dissertação são:

- ✓ Caracterização petrológica, geoquímica e isotópica do Granito Novo Mundo e demais granitos associados identificados.
- ✓ Datação dos litotipos principais.
- ✓ Proposição de um modelo para a evolução geológica dos granitos da região de Novo Mundo.

1.1.4 - Localização e Vias de Acesso

A região de estudo localiza-se na porção centro-norte do estado de Mato Grosso, no município de Novo Mundo, próximo à área urbana. O acesso à área, a partir de Cuiabá, é realizado pela rodovia BR – 163 (Cuiabá - Santarém) no sentido N-S, por aproximadamente 700 km, passando pelos municípios de Nova Mutum, Sinop, Peixoto de Azevedo até Guarantã do Norte, onde segue-se pela rodovia MT – 419, por cerca de 65 km no sentido L-W, tendo-se acesso ao município de Novo Mundo e a área de estudo por estradas vicinais (Figura 1).

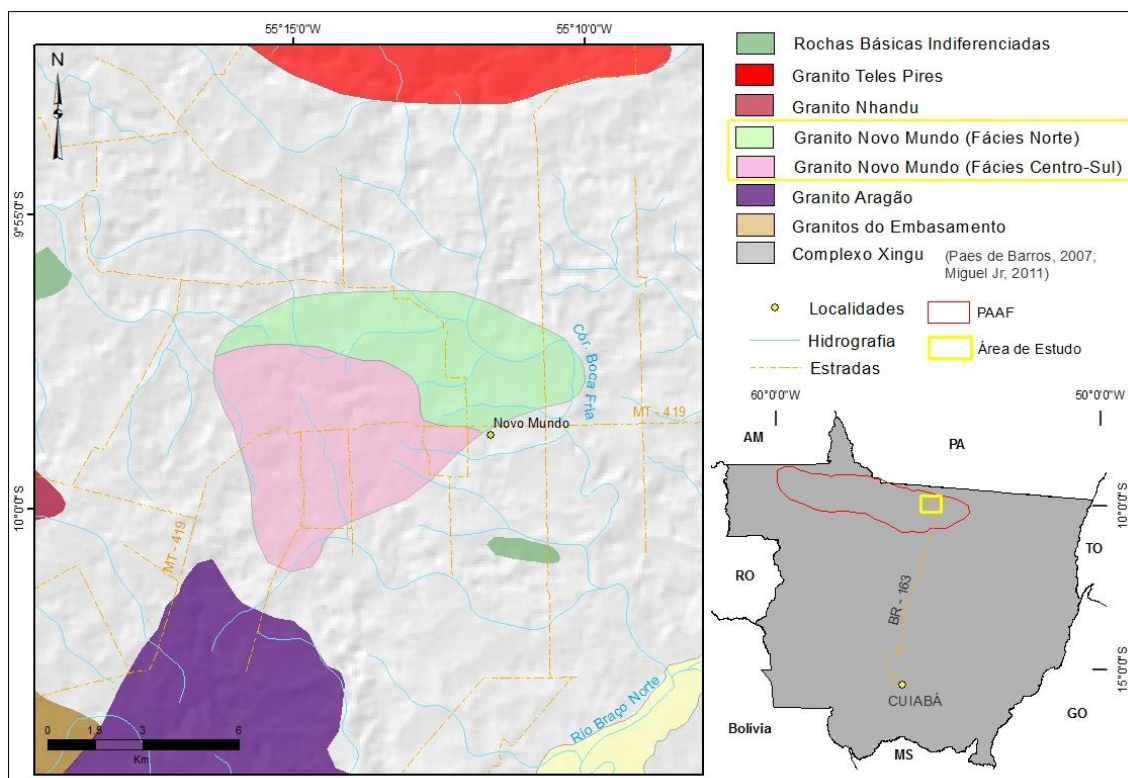


Figura 1.2 - Mapa de Localização da área de estudo e principais vias de acesso (Modificado de Miguel Jr, 2011; e Paes de Barros, 2007).

1.1.5 - Materiais e Métodos

Para alcançar os objetivos deste trabalho foram utilizados os seguintes métodos.

1.1.5.1 - Dados de Campo e Mapeamento

Foram realizados trabalhos de campo no período de julho de 2016, resultando na descrição de 59 afloramentos e coleta de 27 amostras, das quais 13 foram confeccionadas seções delgadas para descrição petrográfica. Esta etapa objetivou também um levantamento preliminar dos limites cartográficos do corpo granítico utilizando bases geológicas com coordenadas no sistema SIRGAS 2000, reinterpretadas, a partir de imagens oriundas de levantamentos aerogeofísicos disponibilizados pela CPRM, no endereço eletrônico <http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Sensoriamento-Remoto-e-Geofisica-29>, e tratadas por Miranda (2018 – em prep.).

Na sede regional da empresa Graben Mineração S/A (GMS) em Peixoto de Azevedo – MT, foram descritos oito furos de sondagem da Campanha feita sobre o Alvo Dionísio (DNFD 01, 03, 07, 09, 13, 14, 15, 19), totalizando 1.073,20 metros, com a coleta de 114 amostras representativas, das quais 52 foram confeccionadas seções delgadas para descrição petrográfica.

1.1.5.2 – Confeção de lâminas delgadas e Descrição Petrográfica

No Laboratório de Laminação do Instituto de Geociências da UnB (LABLAM), foram confeccionadas 65 lâminas delgadas polidas das amostras representativas coletadas em campo e dos testemunhos de sondagem.

As descrições petrográficas foram realizadas no Laboratório de Microscopia do Instituto de Geociências da UnB, em microscópio petrográfico Olympus BX-50.

1.1.5.3 – Microsonda Eletrônica

As análises de Microsonda Eletrônica (MSE) foram realizadas no Laboratório de Microsonda Eletrônica do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília (LASON – UnB) em uma microsonda eletrônica JEOL, modelo superprobe JXA-8230, utilizando voltagem de 15 Kv e corrente de 10 nA. As análises foram realizadas em três etapas, nos meses de fevereiro, junho e julho de 2017, onde 29 lâminas foram polidas, metalizadas com uma camada fina de carbono e bombardeadas por um feixe de elétrons na Microsonda Eletrônica, produzindo raios X. A composição de cada mineral analisado é determinada por comparação com as intensidades de raios X de minerais com composições conhecidas (padrões) e expressas em porcentagem por óxidos. Dois sistemas analisadores são utilizados, o de Dispersão por Energia (EDS), que fornece análises qualitativas e semi-quantitativas, e o de Dispersão por Comprimento de Onda (WDS), que fornece análises quantitativas. Neste trabalho, cristais de biotita, clorita, muscovita, plagioclásio, anfibólio, óxidos e sulfetos foram analisados pelo sistema

WDS, com a finalidade de calcular a distribuição catiônica e fórmula química dos minerais, e ainda classificar as fases minerais utilizando planilhas do Excel, com a geração de gráficos ternários e binários. Uma amostra de granada foi analisada pelo método EDS. Os padrões utilizados foram os padrões internos do laboratório, confeccionados com base em padrões internacionais.

1.1.5.4 - Análise Química de Rocha Total

Análises químicas de rocha total foram realizadas em dez amostras representativas consideradas menos alteradas, sendo três amostras de mão coletadas em campo e seis extraídas de testemunhos de sondagem, preparadas no Laboratório de Separação de Minerais (LPA) do Instituto de Geociências da UnB, onde foram pulverizadas em moinho vibratório, utilizando panela de vídia, e posteriormente quarteadas. As análises foram realizadas no Laboratório ALS Global. Foram analisados óxidos maiores por ICP-AES e elementos menores e terras raras por ICP-MS após fusão com metaborato de lítio, além de metais básicos submetidos à digestão por ácidos e análise por ICP-AES. No método ICP-AES (*Inductively Coupled Plasma –Emission Spectrometry*) as amostras são introduzidas em um espectrômetro, onde são ionizadas por uma fonte de plasma induzido em ar. As propriedades da energia eletromagnética emitida em virtude desta ionização permite a determinação e quantificação dos elementos na amostra. O método ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry*) por sua vez, analisa os elementos a partir da sua massa. Os átomos após a ionização são acelerados por uma câmara com magneto, onde as partículas desenvolvem seu trajeto de acordo com sua carga e massa, e cada detector capta um feixe de íons específico para cada massa, determinando quantitativamente cada elemento na amostra (Thomas, 2001). Os dados foram tratados com auxílio do software IGPET 2006 com a geração de diagramas binários e ternários para estudo litogeoquímico.

1.1.5.5 – Geologia Isotópica

Para a obtenção de dados isotópicos de Sm-Nd foram selecionadas sete amostras representativas, visando à obtenção de Idades Modelo (T_{Dm}) e Epsilon Neodímio (ϵ_{Nd}), para auxiliar na interpretação da granitogênese que formou os granitos na região de Novo Mundo. Sm e Nd são elementos terras raras que ocorrem em minerais formadores de rochas. Um dos isótopos de Sm, o ^{147}Sm , não é estável e decai para o ^{143}Nd , emitindo uma partícula α . O Nd é mais incompatível e se concentra na fase líquida durante a fusão parcial, enquanto Sm permanece no resíduo sólido. Assim, a partir da composição da Terra não-diferenciada (CHUR – Chondritic Uniform Reservoir), a fusão parcial de rochas condriticas gera um líquido mais félsico, pobre em Sm, e um resíduo máfico rico em Sm, que ao decair provocaria enriquecimento em ^{143}Nd (Ringwood, 1975; Birch, 1958). O fato da razão Sm/Nd somente se modificar significativamente durante uma eventual diferenciação manto-crosta, permite que se possa datar, para qualquer rocha, a época em que seu magma parental diferenciou-se do manto superior (Faure, 1986). O ϵ_{Nd} Consiste basicamente na comparação da razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ da amostra estudada para a época de sua formação ou de seu valor atual, com o reservatório condritico uniforme padrão (CHUR) (DePaolo, 1981). As idades modelo determinam o tempo no passado onde a razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ da rocha era igual a razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ do CHUR, calculando-se uma regressão até a intersecção com uma curva de evolução isotópica do Nd em função do tempo geológico, previamente estabelecida para o manto superior (manto depletado) (e.g. DePaolo, 1981,a; Hofmann et al. 1986).

Para a obtenção dos dados isotópicos de Sm e Nd, as amostras foram preparadas no Laboratório de Separação de Minerais (LPA) do Instituto de Geociências da UnB, pulverizadas em moinho vibratório, utilizando panela de vídia, e enviadas ao Laboratório de Geocronologia do Instituto de Geociências da UnB, que realizou as

etapas de separação do Sm e Nd com a dissolução em ácidos e segregação em colunas separatórias cromatográficas, e posterior análise de isótopos por TIMS (*Thermal Ionization Mass Spectrometry*) em um espectômetro de massa de ionização por fonte térmica, TRITON™ *Plus Multicollector*, onde a amostra é depositada em um filamento metálico e ionizada por uma corrente elétrica. Os íons são carregados através de uma câmara por um gás inerte (He) e acelerados em decorrência de um magneto, que provoca o desvio das partículas de sua trajetória, proporcionalmente a sua carga e inversamente proporcional à sua massa (Ludwig, 2008). Os resultados obtidos foram tratados no ISOPLOT 4.15.

Para as datações geocronológicas pelo método U-Pb em zircão foram selecionadas três amostras, sendo uma de monzogranito peraluminoso mais preservado, e uma amostra do granito Novo Mundo, ambas da porção norte da região de estudo, além de uma segunda amostra do granito Novo Mundo com a presença de granada, localizada na parte sul da área de estudo. O método U-Pb é baseado no decaimento de U e Th para isótopos estáveis de Pb. U e Th são membros da série dos actínídeos e por terem configurações eletrônicas similares, apresentam também características químicas similares. Estes elementos ocorrem principalmente em minerais acessórios como zircão, torita, allanita, monazita, apatita e titanita. O U tem três isótopos radioativos, sendo o mais abundante o ^{238}U , que gera ^{206}Pb como produto final estável, e o ^{235}U que tem como produto final, o ^{207}Pb . O Th existe como ^{232}Th que por decaimento tem como produto final, ^{208}Pb . Com a descoberta de que o sistema de decaimento do urânio é pareado surgiu à possibilidade de duas determinações de idade através da medida dos mesmos em equações derivadas da lei da radioatividade. Se o sistema estiver fechado, as duas idades obtidas deverão ser iguais, ou seja, concordantes (Davis, William &

Krogh, 2003). A curva concórdia representa o lugar geométrico dos pontos com idades concordantes, obtidos pelos dois cronômetros $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ e $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$.

Para a obtenção dos dados isotópicos de U e Pb, as amostras foram preparadas no Laboratório de Separação de Minerais (LPA) do Instituto de Geociências da UnB de acordo com os seguintes passos: britagem das amostras em britador de mandíbula, bateamento manual, separação magnética no Frantz, separação em peneiras de 90 e 125 μm , posterior concentração manual de zircões na lupa, montagem do mount e resinagem com epofix, seguido de polimento. Os *mounts* contendo cerca de 100 cristais de zircão foram enviados ao Laboratório de Geocronologia do Instituto de Geociências da UnB onde foi realizado o imageamento em Microscópio Eletrônico e análises U-Pb utilizando LAM-HR-ICPMS (Neptune) (*Laser Ablation – high -resolution- Inductively coupled plasma mass spectrometry*) acoplado a um sistema de ablação a laser New Wave Up-213. Esta técnica consiste em incidir um feixe de laser sobre a amostra, vaporizando e ionizando o material, que é então transportado para um espectrômetro, e acelerado através de um magneto até atingir um coletor que mede a intensidade do feixe elétrico correspondente a cada massa medida, ^{238}U , ^{232}Th , ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb e ^{202}Hg em contagens por segundos (cps). Esses estudos permitiram a obtenção de idades absolutas e auxiliaram na interpretação da gênese do magma granítico.

1.2 - CONTEXTO GEOLÓGICO

1.2.1 – Cráton Amazonas

O Cráton Amazonas constitui uma importante unidade geológica inserida na Plataforma Sul-Americana, de grande implicação tectônica e metalogenética, compreendendo as províncias minerais do Tapajós, Alta Floresta e Carajás. É limitado a sul por faixas neoproterozóicas (Paraguai - Araguaia) e recoberto por bacias sedimentares fanerozóicas, das quais nos limites brasileiros destaca-se a Bacia do

Amazonas e Solimões na região central, que divide o Cráton em Escudo das Guianas e Escudo Brasil Central ou Guaporé, e a Bacia do Parecis, que separa a sudeste o Cráton da Faixa Paraguai (Santos et al, 2000).

O Cráton Amazonas foi conceituado inicialmente por Amaral (1974) como uma grande plataforma arqueana, retrabalhada no proterozóico, a qual o autor compartimentou, baseado em datações K-Ar e Rb-Sr, em: Amazônia Oriental, Amazônia Central e Amazônia Ocidental. A partir deste modelo, com adição de novos dados geocronológicos e estruturais, novas divisões foram propostas. Cordani (1979) propôs que o Cráton Amazonas se originou a partir de sucessivas acreções de cinturões orogênicos proterozóicos em torno de um núcleo arqueano (Província Amazônia Central), dividindo o Cráton em quatro províncias: Maroni-Itacaiúnas (1,8-2,1 Ga), Amazônia Central (2,1 Ga), Rio-Negro e Juruena (1,7-1,4 Ga) e Rondoniana (1,401,1 Ga). Teixeira et al. (1989) consideraram a Província Amazônia Central como uma unidade estável e as demais como faixas móveis, individualizando a Província Carajás da Província Maroni-Itacaiúnas por datações U-Pb, agrupando-a a Província Amazônia Central, além da separação da Faixa Móvel Sunsás (1,2-0,9 Ga) da Faixa Rondoniana. Tassinari e Macambira (1999) a partir de dados de Rb-Sr sugeriram a individualização da Província Ventuari-Tapajós (1,9-1,8 Ga) definida como arco magmático, propondo a seguinte compartimentação de leste para oeste: Província Transamazônica (Maroni-Itacaiúnas), Amazônia Central (Bloco Carajás + Xingu-Iricoumé), Ventuari-Tapajós, Rio-Negro-Juruena, Rondoniana-San Ignacio e por fim Sunsás (Figura 1.2A). Baseado em novos dados U-Pb e Sm-Nd, Santos et al. (2000, 2006) sugeriram uma nova compartimentação separando a província Carajás da Amazônia Central, individualização do segmento Tapajós da região de Ventuari na Venezuela, e dividindo a província Rio-Negro-Juruena nas Províncias Rio-Negro e Rondonia-Juruena, além de

ampliar a Faixa Sunsás. Os autores propõem uma configuração que comporta dois núcleos arqueanos e cinco províncias geotectônicas proterozóicas: Carajás (3-2,5 Ga), Amazônia Central (>2,5 Ga), Trasmazonas (2,26-2,01 Ga), Tapajós-Parima (2,03-1,88 Ga), Rio-Negro (1,82-1,52 Ga), Rondonia-Juruena (1,82-1,54 Ga), Sunsás e K'Mudku (1,45-1,1 Ga) (Figura 1.2B).

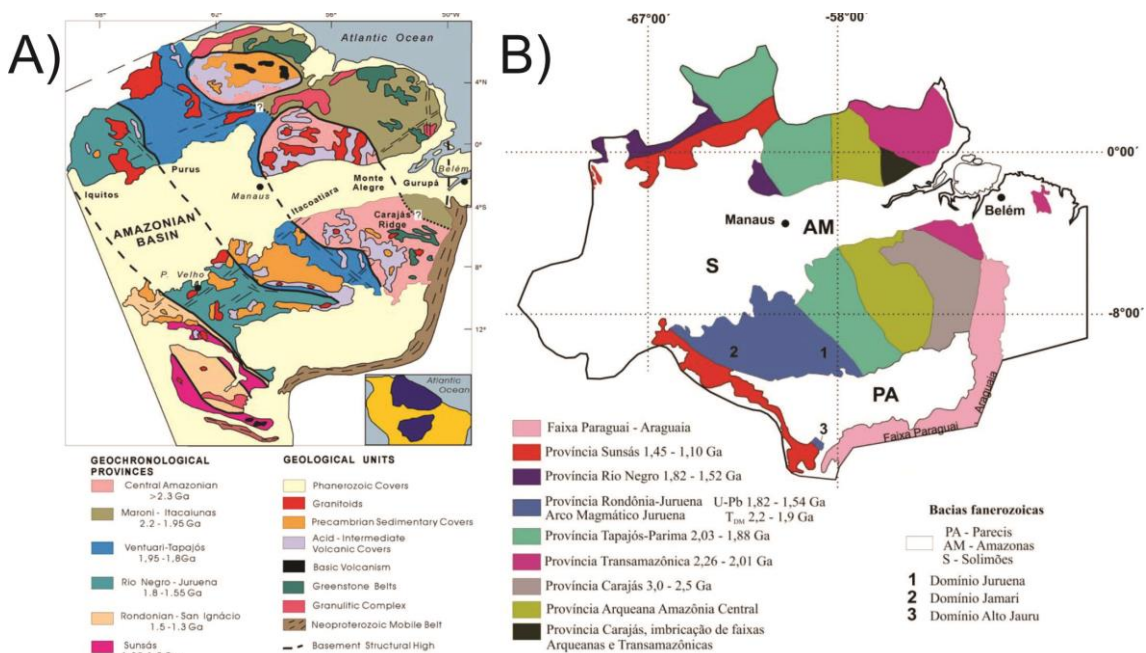


Figura 1.2 - Províncias geocronológicas do Cráton Amazonas, A – Proposta de Tassinari e Macambira (1999); B – Concepção de Santos et al., (2006).

Fernandes et al. (2011) e Juliani et al. (2013, 2014) constataram a ausência de terrenos de arco de ilha, metamorfismo e deformação correlacionados a processos de colisão entre as províncias Amazônia Central e Tapajós-Parima (Ventuari-Tapajós). Baseado em dados geofísicos os autores identificaram lineamentos de direção E-W, os quais correlacionaram a coalescência de dois arcos proterozóicos denominados Arcos Tapajônicos, com extensão até a região de Carajás. De acordo com os autores, esses arcos foram produzidos por subducção, de sul para norte, de placa oceânica sob uma placa arqueana a paleoproterozóica, sendo o arco mais antigo localizado a norte (2,13-1,95 Ga) e o mais novo a sul (1,89-1,87 Ga) (Juliani e Fernandes, 2010; Juliani et al,

2013). Este modelo se opõe à concepção proposta inicialmente por Tassinari e Macambira (1999) e Santos et al. (2000, 2006) que propõem províncias de direção NW.

A área objeto deste estudo está inserida no contexto das Províncias geológicas Ventuari-Tapajós (1,95-1,8 Ga) e Rio Negro-Juruena (1,8-1,55 Ga), segundo Tassinari e Macambira (1999), ou pertencente às Províncias Tapajós-Parima (2,03-1,88 Ga) e Rondônia-Juruena (1,82-1,54 Ga), de acordo com a concepção de Santos et. al. (2000; 2006). Em ambas as compartimentações geocronológicas propostas, os dados geológicos, geoquímicos e isotópicos indicam que as unidades plutono-vulcânicas presentes nessas províncias foram geradas por processos contínuos de acreção crustal no paleoproterozóico e mesoproterozóico em volta de um núcleo Arqueano (Tassinari & Macambira 1999; Santos et al., 2006; Silva & Abram 2008). Para este trabalho, admitiremos a proposta de Santos et al. (2000, 2006).

1.2.1.1– Província Geocronológica Tapajós-Parima

Esta província possui grande relevância metalogenética, com diversas ocorrências auríferas e grande produção de ouro aluvionar desde a década de 1950. De acordo com Santos et al. (2001; 2006), a formação da Província de Tapajós-Parima é marcada pelo desenvolvimento de duas orogenias distintas que incorporaram quatro arcos magmáticos seguidos de magmatismo alcalino pós-orogênico. O primeiro é o arco de ilha Cuiú-Cuiú (2,03-1,95 Ga) e o segundo o arco magmático continental Creporizão (1,98-1,95 Ga), que juntos correspondem à primeira orogênese denominada Mundurucus. A segunda orogênese denominada Tropas ocorre após um intervalo de 50 Ma, com a geração de uma arco de ilha primitivo, Arco Tropas (1,9-1,89 Ga), seguido pela geração do arco continental Parauari (1,88-1,87 Ga). São identificados assim três eventos principais de magmatismo granítico cálcioalcalino: 1,99 a 1,95 Ga; 1,9 a 1,89 Ga; e 1,87 a 1,85 Ga. Na sequência houve a intrusão de granitos e extrusão de rochas

vulcânicas félsicas referentes ao magmatismo Uatumã (1,87-1,86 Ga) marcando o início do período pós-colisional (Santos, 2003). Este período pós-orogênico compreendido entre 1,87 a 1,76 Ga, divide-se em: 1) Vulcano-plutonismo Uatumã referente à Suíte Maloquinha (1,87 Ga) e Grupo Iriri (1,87 Ga); 2) Magmatismo toleítico do Crepori (1,78-1,76 Ga); 3) Plutonismo cratônico rapakivi e vulcanismo associado à Suíte Teles Pires (1,80-1,77 Ga).

Santos et al. (2000) atribuíram idades mais antigas a essa província (2,03-1,87 Ga), desvinculando-a da região de Ventuari (1,8 Ga) na Venezuela, como proposto por Tassinari e Macambira (1999). Santos et al. (2001, 2004) descrevem a província como um cinturão orogênico paleoproterozóico que se estende desde o sudeste (região de Peixoto de Azevedo, Mato Grosso) até o noroeste (região de Parima, Roraima e Venezuela), compreendendo quatro domínios: Parima e Uaimiri no estado de Roraima, Tapajós no Pará e Peixoto de Azevedo em Mato Grosso, separados por bacias sedimentares. Os autores correlacionam ainda os domínios a sul, Tapajós e Peixoto de Azevedo, em virtude de apresentarem características semelhantes como: contemporaneidade evolutiva, rochas de tendência cálcicalcalina típicas de arco magmático com trend norte-noroeste, e metalogenia de ouro pórfiro ou tipo lode. A área objeto desta pesquisa está inserida no Domínio Peixoto de Azevedo, correspondente à porção leste da PAAF.

1.2.1.2 – Província Geocronológica Rondônia-Juruena

A província Rondônia-Juruena foi dividida em dois domínios: Jamari a oeste, e Roosevelt-Juruena a leste (Scandolaro et al, 1999). É interpretada como um contexto orogênico convergente definido por Souza et al. (2005) como Arco Magmático Juruena (1,85-1,75 Ga). A orogênese Juruena inicia-se com movimentos compressivos de SW para NE, empurrando uma placa oceânica (Complexo Bacareí-Mogno) em

direção à porção sul da Província Tapajós-Parima, ocasionando uma subducção com a interação de fontes mantélicas e crustais, gerando magmas híbridos ao longo do Arco magmático Juruena.

O Domínio Jamari é composto por um terreno granito-gnássico de médio a alto grau, com idades entre 1,78-1,75 Ga, agrupadas no Complexo Jamari, Metavulcanossedimentares do Grupo Beneficiente e Formação Mutum-Paraná, além de granitos da Suíte Serra da Providência (Isotta et al., 1978; Lacerda Filho, 2004) .

O conhecimento geológico sobre o Domínio Roosevelt-Juruena ainda é escasso, se restringindo a um terreno plutono-vulcânico deformado com idades entre 1,85-1,75 Ga, composto por embasamento (Complexo Monte Verde, Bacaeri-Mogno e Grupo Alto Jauru), granitos cálcialcalinos (Suíte Juruena, Paranaíta e Sienito Cristalino descritas como mais antigas; e São Pedro, Tonalito Vitória, Suíte Romão, Gr. Nhandu e Apiacás admitidos como mais novos), vulcânicas (Colíder) e coberturas vulcano sedimentares (Grupo Roosevelt), e granitos pós-orogênicos (Suíte Teles Pires e Gr. Aripuanã), além das rochas sedimentares da Formação Dardanelos (Santos, 2003; JICA/MMAJ, 2000; Santos et al. 2000; Saes et al. 2002).

1.2.2 – Domínio Tapajós

O Domínio Tapajós definido por Santos et al (2001, 2004) corresponde aos limites atualmente propostos para a Província Aurífera Tapajós (PAT) ou Província Mineral Tapajós (PMT), abrangendo parte do sudoeste do estado do Pará e um pequeno trecho do estado do Amazonas, com orientação NW-SE (Faraco et al., 1997; Guimarães et al., 2015).

Tassinari e Macambira (2004) e Almeida et al. (2001) interpretam a evolução da província como relacionada a um arco magmático em diferentes estágios de uma orogênese (Orogênese Cuiú-Cuiú), com expressivo magmatismo pós-colisional, seguido de riftes continentais paleoproterozóicos, associados a em eventos extensionais. Em

contra partida, Santos et al. (2000, 2001, 2006) atribuem a sucessão de diversos arcos magmáticos (2,05 - 1,87 Ga) (Figura 1.3), oriundos das orogêneses Mundurucus e Tropas, como responsáveis pela formação desta província mineral (Figura 3). A orogênese Mundurucus teve início com o magmatismo de arco de ilha (Arco Cuiú-Cuiú), com a sedimentação de turbiditos em retroarco ou fossa oceânica, originando as rochas supracrustais do Grupo Jacareaganga e granitos e ortognaisses do Complexo Cuiú-Cuiú que compõem o embasamento, (Santos et al., 2000; Almeida et al., 2000). Idades U-Pb dos granitos do Arco Cuiú-Cuiú apontam uma formação entre $2,03 \pm 7$ a $2,05 \pm 7$ Ga, com origem em fontes juvenis paleoproterozóicas de acordo com dados isotópicos de Nd (Juliani et al, 2014), apresentando deformação dúctil e metamorfismo, que correspondem ao primeiro evento deformacional, segundo Klein et al. (2002), entre 2,0 a 1,97 Ga. Progredindo, ocorreu a formação dos arcos Jamaxim (2,0-1,98 Ga) e Creporizão (1,98-1,95 Ga) com magmatismo cálcialcalino de médio a alto K. Neste estágio ocorre o segundo evento deformacional da PAT de caráter rúptil-dúctil com zonas de cisalhamento NW-SE, sinistral, responsável pelo alojamento dos plútons dos arcos Creporizão e Tropas. O arco Parauari (1,88 Ga) é resultante de uma orogenia colisional oceano-continente, sendo considerado por Juliane et al. (2014) o evento magmático mais expressivo, comportando intrusões tardias relacionados a mineralizações auríferas, como os granitos Palito, Batalha e Rosa de Maio, representantes de um magmatismo cálcialcalino de alto K formado em ambiente extensional pós-colisional por *underplating*, com fontes mantélicas sub-litosféricas e de crosta continental de arcos magmáticos mais antigos (Vasquez et al., 2002). Segue-se um episódio extensional, com a intrusão da Suíte Maloquinha e vulcânicas félsicas do Grupo Iri e Formação Bom Jardim. Uma fase de rifts continentais originaram os diques e soleiras do Crepori (1,78) e magmatismo Tipo A, como o Granito Porquinho

que hospeda mineralização de Sn, Nb e Ta (Santos et al. 2000, 2001; 2004; Juliani et al., 2014). Diversos depósitos de ouro foram reconhecidos nesta província, classificados como lode, epitermais, pórfiros e relacionados a intrusões graníticas. Coutinho et al. (2000) e Klein et al. (2002) sugerem 2 fases mineralizantes, em 1,97-1,95 Ga e 1,88 Ga. Já Santos et al. (2001) considera apenas 1 fase em 1,86 Ga.

Dados de ϵ_{Nd} em litotipos intrusivos e efusivos são predominantemente negativos (Tokashiki, 2015; Misas, 2015; Sato, 1998), o que corrobora a interpretação de um tectonismo de placas com a geração de arcos magmáticos em uma zona de subducção oceano-contidente, com retrabalhamento crustal (Cassini, 2016).

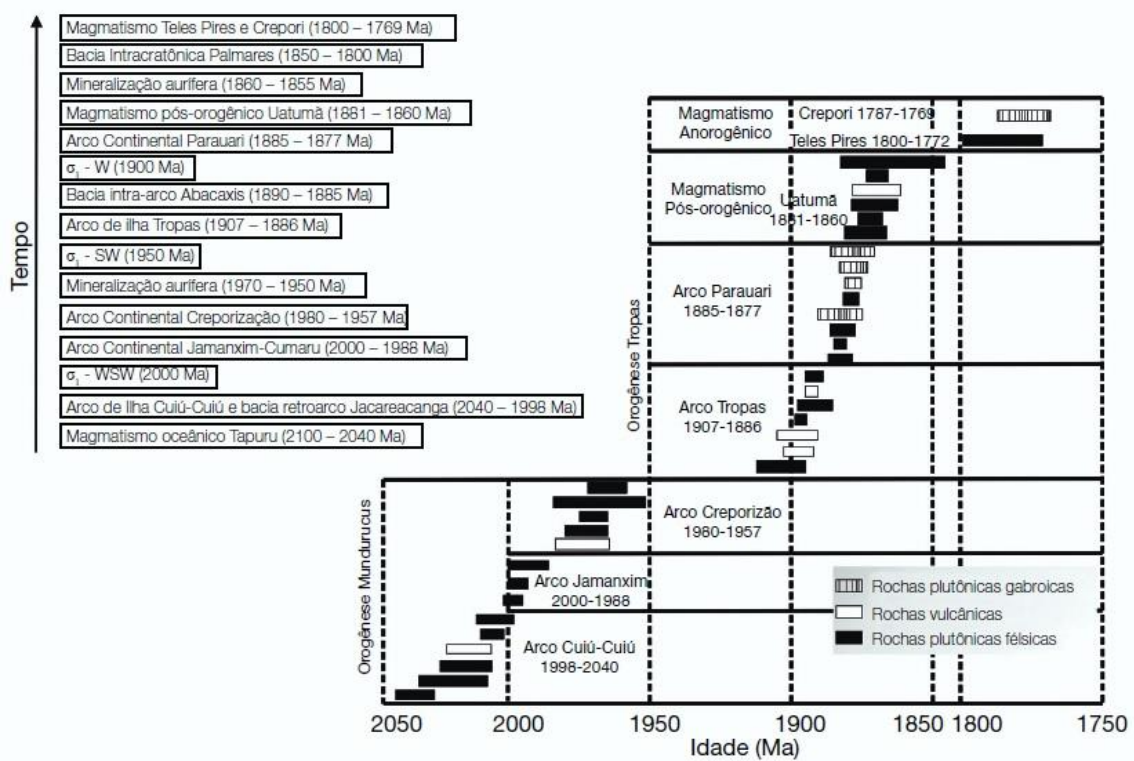


Figura 1.3 – Representação esquemática da evolução do Domínio Tapajós demonstrando a relação cronológica entre os arcos magmáticos e bacias sedimentares (Santos, 2004).

1.2.3 – Domínio Peixoto de Azevedo

O Domínio Peixoto de Azevedo (Santos et al. 2001, 2004) corresponde à porção leste da Província Aurífera Alta floresta (PAAF), assim denominada por Dardenne &

Schobbenhaus (2001), ou Província Aurífera Juruena-Teles Pires (Silva & Abram, 2008). Dardenne & Schobbenhaus (2001) caracterizam esta província como uma faixa alongada que se estende por mais de 500 km, com direção NW-SE, limitada a norte pelo gráben do Cachimbo, que a separa da Província Aurífera do Tapajós, e a sul pelo gráben dos Caiabis. Está localizada na porção centro-sul do Cráton Amazonas, setor centro-norte do estado de Mato Grosso, abrangendo as folhas 1:250.000 de Rio São João da Barra (SC.21-V-D), Alta Floresta (SC.21-X-C), Ilha 24 de Maio (SC.21-Z-A) e Vila Guarita (SC.21-Z-B) (Dardenne & Schobbenhaus, 2001; Paes de Barros, 2007).

A PAAF é constituída por sequencias plutono-vulcânicas paleo a mesoproterozóicos, com embasamento definido por dois complexos metamórficos (1) Barueri-Mogno (2,24 Ga – Pimentel, 2001) em princípio, não exposto no Domínio Peixoto, e (2) Cuiú-Cuiú (1,99 Ga – Souza et al., 2005). As unidades plutônicas neste domínio correspondem a granitos cálcialcalinos de médio a alto-K, meta a peraluminosos, com idade variando entre 1,97 a 1,93 Ga.(e.g. Gr. Pé Quente, Novo Mundo, Aragão – Assis, 2015; Paes de Barros, 2007 e Miguel Jr, 2011). Estas unidades são cortadas por granitos mais jovens (1,9 a 1,87 Ga) pós-colisionais (e.g. Gr. Guarantã, Nhandu e Matupá – Assis, 2015; Silva e Abram 2008, Moura, 1998) e granitos Tipo A (1,78 a 1,75 Ga) (e.g. Teles Pires – Paes de Barros, 2007; Souza et al., 2005;) e coberturas vulcânicas (Suíte Colíder – Moreton & Martins, 2003). Toda esta sequência encontra-se recoberta por rochas sedimentares da Formação Dardanelos e do Grupo Beneficente.

Paes de Barros (2007) destaca que o Terreno Peixoto não apresenta complexos metamórficos, rochas gnáissicas são restritas e a deformação perceptível é concentrada em zonas de cisalhamento. Não se tem registro neste terreno de associações características de arcos vulcânicos, associado à margem continental ativa, nem granitos

que tipifiquem uma tectônica colisional. Dados geocronológicos indicam a existência de embasamento heterogêneo, em parte arqueano.

Assis (2015) atribui três eventos importantes ligados à granitogênese na PAAF, representados na Figura 1.4: 1) embasamento granítico e granitos antigos (Orosiriano) relacionados ao Arco Cuiú-Cuiú (2,1-1,95 Ga); 2) intrusões granodioríticas a tonalíticas hospedeiras de mineralizações (Orosiriano tardio) correspondentes ao Arco Juruena (1,9-1,8 Ga); e 3) rochas sub-vulcânicas, vulcânicas e unidades porfíricas (Estateriano) relacionadas ao ambiente pós-colisional do Arco Juruena (1,78-1,175).

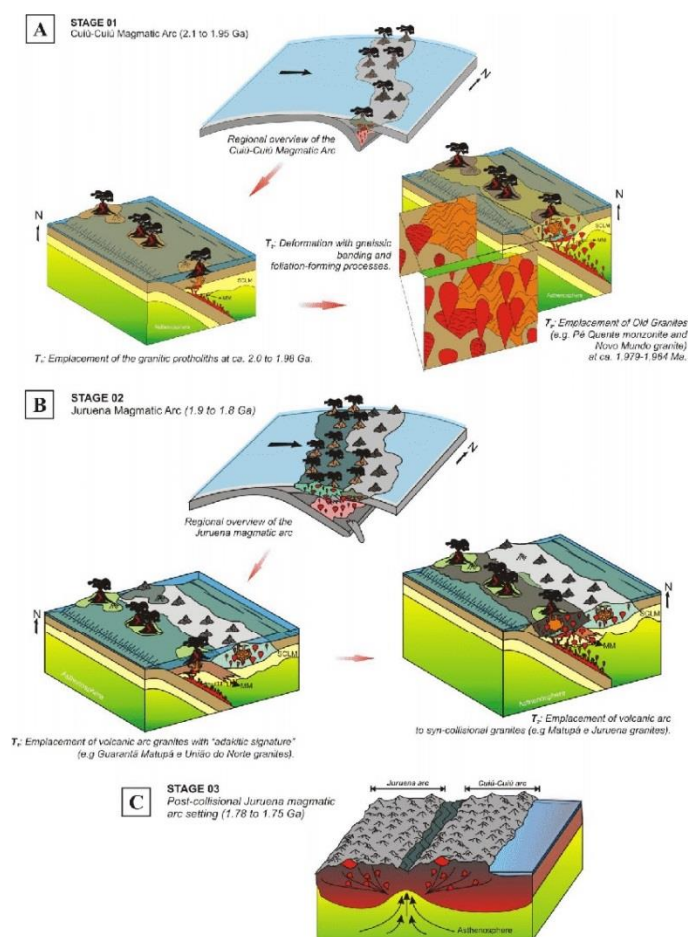


Figura 1.4 – Estágios da evolução tectônica da Província Aurífera Alta Floresta (Assis, 2015).

A importância metalogenética e econômica da PAAF é evidenciada por centenas de ocorrências de ouro, em sua grande maioria dispostas ao longo de duas grandes

zonas de descontinuidade crustal, de direção W-NW, uma acompanhando a borda sul do gráben do Cachimbo, e outra, ao longo da borda norte do gráben dos Caiabis. Por outro lado, as mineralizações auríferas correspondentes ao Domínio Peixoto de Azevedo, região dos municípios de Peixoto de Azevedo, Nova Santa Helena, Matupá, Guarantã do Norte, Terra Nova do Norte, Nova Guarita e Novo Mundo evidenciam um alinhamento segundo a direção NW, estendendo-se da região garimpeira do Trairão, a norte, até a região garimpeira do Peru, denominada assim alinhamento Peru-Trairão (Paes de Barros, 2007). A relação entre a mineralização e a granitogênese tem sido evidenciada a partir de diversos estudos, podendo-se concluir que os depósitos de ouro da PAAF foram formados em sistemas magmáticos-hidrotermais, desenvolvidos em diferentes níveis da crosta (Bittencourt, 2016).

1.2.3.1 - Rochas do Embasamento

O embasamento da porção leste da PAAF corresponde a áreas arrasadas e com escassez de afloramentos, representado pelo complexo Cuiú-Cuiú (1.992 ± 7 Ma; Souza *et al.*, 2005), composto por gnaisses graníticos a tonalíticos, migmatitos, intrudidos por granitos foliados cálcioalcalinos de composição tonalítica a monzogranítica (Paes de Barros, 2007) além de xistos, rochas máficas, ultramáficas e formações ferríferas bandadas (Dardenne & Schobbenhaus, 2001).

Datações U-Pb SHRIMP em zircão de gnaisse granítico a tonalítico revelam idades entre 1992 ± 7 Ma (Alta Floresta; Souza *et al.*, 2005) e 1984 ± 7 Ma (гнаisse Alto Alegre; Paes de Barros, 2007), o gnaisse Nova Guarita e o Biotita tonalito foliado, com idades $1.980.3 \pm 8.8$ Ma e 1.977 ± 8.1 Ma (Assis, 2015), respectivamente, similares e correlacionáveis àquelas obtidas por Santos *et al.*, (1997) para o Complexo Cuiú-Cuiú (2.033 ± 7 e 2.005 ± 7 Ma) descrito para a Província do Tapajós. Outros dados geocronológicos como o gnaisse Gavião com idade de cristalização de 2.816 ± 4 Ma e

$T_{DM} = 2,65 \text{ Ga}$ e $\epsilon_{Nd} (1984 \text{ Ma}) = - 4,35$, (Paes de Barros, 2007) correlacionável ao Complexo Xingu (Província Carajás), sugerem um embasamento heterogêneo com presença de crosta arqueana.

Paes de Barros (2007) caracterizou os granitos do embasamento como produtos de retrabalhamento do Complexo Cuiú-Cuiú, de composição entre monzogranitos a tonalitos, isotrópicos a anisotrópicos, com marcante orientação de quartzo, biotita e hornblenda. Apresenta intervalos ricos em magnetita, além de enclaves de sericita xistos, clorita xistos, talco-clorita xistos, anfíbolitos e metapiroxenitos.

O gnaiss Nova Guarita ($1.980.3 \pm 8.8 \text{ Ma}$), localizado no município de Novo Mundo, foi caracterizado por Assis (2015) como de composição sienita a monzogranítica, constituído por quartzo, K-feldspato, plagioclásio e biotita, tendo titanita, apatita, zircão magnetita e rutilo como fases acessórias e sericita, muscovita, epidoto, clinosoizita, clorita, pirita e hematita como fases hidrotermais. O autor tipificou ainda um corpo intrusivo ao gnaiss Nova Guarita, denominado Biotita tonalito foliado ($1.977 \pm 8.1 \text{ Ma}$), composto por plagioclásio, quartzo, microclínio e biotita, com apatita, titanita, zircão e magnetita como fases acessórias, e epidoto, clinosoizita, sericita e clorita como fases hidrotermais. Na mesma região de Nova Guarita, Deitos et al. (2016), caracterizam um biotita gnaiss de composição granodiorítica, com idade de cristalização U-Pb de $2.036 \pm 7,8 \text{ Ma}$ correlacionado ao Complexo Cuiú-Cuiú.

No âmbito dos depósitos Dionísio e Basílio, Trevisan (2012) caracterizou as rochas hospedeiras da mineralização como sendo rochas tipo hornblenda monzogranito-tonalito e biotita-hornblenda granodiorito-tonalito, respectivamente, que se encontram intensamente afetadas por diversos estágios de alteração hidrotermal, a exemplo, reporta, alterações potássica, sericítica, clorítica, propilítica, carbonatação e silicificação, além de intrusões de diques de composição máfica a intermediária e

aplitos. A composição destas rochas varia entre monzogranito a tonalito, tendo plagioclásio, feldspato potássico, quartzo, hornblenda e biotita como fase principal, e apatita, magnetita e titanita, que podem ocorrer tanto como fase acessória primária quanto como mineral secundário. Alguns exemplos de feições deformacionais que ocorrem nessas rochas correspondem a sombras de pressão ao redor dos fenocristais de feldspato hidrotermal, quartz-ribbon, mica-fish e lamelas de geminação deslocadas e arqueadas no plagioclásio ígneo.

1.2.3.2 – Granito Novo mundo

O Granito Novo Mundo localiza-se na porção centro-sul do Cráton Amazonas, norte do Estado de Mato Grosso, em um interflúvio entre o rio Braço Norte, afluente do rio Peixoto de Azevedo, e o rio Nhandu, afluente da margem direita do rio Teles Pires. Este corpo granítico, até então tido como pertencente à Suíte Intrusiva Juruena (Silva et al, 1974), foi distinguido por Paes de Barros et al. (2004) e teve seus limites definidos por Moura (2004) por meio de dados gamaespectrométricos.

Souza et. al. (2005) classificam este corpo granítico como pertencente à Suíte Intrusiva Nhandu, que é definida por corpos intrusivos, de posicionamento crustal epizonal, que ocorre nas imediações de Carlinda, sul de Alta Floresta, e nas porções noroeste e sudeste da Folha Vila Guarita, com orientação geral NW-SE. Estes corpos graníticos correspondem a termos tardi-orogênicos ou pós-colisionais de caráter calcialcalino de alto-K e de tendência shoshonítica, intrusivos no Complexo Cuiú-Cuiú e as Suítes Colider, Juruena e Paranaíta. Predominam granitos e monzogranitos e com termos granodioríticos e sienograníticos subordinados, com ocorrência de enclaves e sills de gabros e gabrodioritos porfiríticos, que indicam uma atividade magmática bimodal. A composição mineralógica básica é formada por feldspato potássico, plagioclásio, quartzo e biotita e com hornblenda menos frequente. Apresenta como

minerais acessórios magnetita, seguida de allanita, titanita, apatita, muscovita, rutilo e zircão. O mapa geológico-tectônico proposto pela realização conjunta do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e do Serviço Geológico e Mineiro da Argentina (SEGEMAR), sob a égide da Comissão da Carta Geológica do Mundo (CGMW) em 2016 mantém a classificação deste granito como Granito Nhandu, estendendo seus limites a leste próximo ao rio Braço Norte, interflúvio do Rio Peixoto de Azevedo, com dimensões aproximadas 18 x 10 m, alongado na direção NW-SE.

Para Paes de Barros (2007), este plúton corresponde a um corpo intrusivo a rochas do embasamento (granodioritos e tonalitos), com dimensões aproximadas de 12 x 5 km, que se encontra alongado segundo a direção W-NW, concordante com a principal zona de cisalhamento dúctil descrita por Miguel Jr (2011) como ZCNM1, que afeta terrenos mais antigos da região. A matriz apresenta uma tênue orientação marcada pela recristalização e orientação do quartzo, o que sugere um alojamento com controle estrutural, sob regime de tensões, oriundos de estágios tardios da zona de cisalhamento que bordejia o corpo granítico a NE e SW. Esta deformação é aparentemente homogênea, de caráter dúctil-rúptil, sem constatação de milonitização.

Paes de Barros (2007) individualizou este corpo granítico em duas porções, Centro-Sul e Norte. A porção Centro-Sul é constituída principalmente por sienogranitos (1.964 ± 1 Ma - Pb/Pb), com monzogranito (1.970 ± 3 Ma - Pb/Pb), quartzo monzonito e monzonito (1.956 ± 12 Ma - U-Pb) subordinados. O sienogranito exhibe idade TDM = 2,76 Ga e $\epsilon_{Nd(1.964)} = -7,62$; enquanto o monzogranito apresenta idade TDM = 2,55 Ga e $\epsilon_{Nd(1.964)} = -4,48$. Estes dados indicam tanto a participação de crosta continental quanto da presença de fonte arqueana para a geração desse magma. Apresenta ainda enxame de diques basálticos e andesíticos, por vezes balizando corpos de minérios. Na porção norte

predominam monzogranito, com granodioritos e sienogranitos subordinados, com diques de gabros e dioritos.

Para o autor, a principal fácies do granito Novo Mundo é caracterizada pelo sienogranito equigranular fino, leucocrático, com estrutura orientada evidenciada pelo estiramento de cristais de quartzo, que se mostram, localmente, de tonalidade azul. Com teores aproximados de SiO₂ entre 73 e 76%, Al₂O₃ 13,02 %, MgO = 0,61 %, CaO = 0,36 %, Na₂O= 2,63 % e K₂O= 7,15 %. Apresenta em média baixas concentrações de Sr (45-75 ppm), Zr (100-200 ppm), Nb (10-20 ppm), Y (10-30 ppm) e Ga (15-20 ppm), além de quantidades moderadas de Rb (200-250 ppm) e Ba (400-750 ppm) . Desta forma, o corpo granítico é classificado como levemente peraluminoso, da série alcali-cálcico a sub-alcalino, médio a alto K. Baseando nos critérios estabelecidos por Chappell & White (1974, 2001), o autor acentua semelhanças entre o granito Novo Mundo e os granitos Tipo I pela sua natureza cálcialcalina a subalcalina, associação com intrusivas básicas e vulcânicas andesíticas e titanita como fase acessória, bem como com os granitos Tipo S, pela ausência de enclaves microgranulares e restitos, ausência de hornblenda e biotita, teores altos de K₂O (5,6-7,1 %), médios de Rb (197-222 ppm) e baixos de Sr (53-103 ppm).

1.3 – Referências Bibliográficas

- Almeida M. E., Brito MFL, Ferreira AL & Monteiro MAS (Orgs.). 2000. Projeto Especial Província Mineral do Tapajós (PROMIN-TAPAJÓS). Geologia e recursos minerais da Folha Vila Mamãe Anã (SB.21-V-D), Estados do Amazonas e Para. Escala 1:250.000. Brasília, CPRM, 67 p.
- Almeida M.E., Ferreira A.L., Brito, M.F.L., Monteiro M.A.S. 2001. Proposta de evolução tectono-estrutural da Província Tapajós com base na geologia das folhas Vila Mamãe

- Anã e Jacareacanga (1:250.000), região limite dos estados do Amazonas e Pará. In: N.J. Reis e M.A. S. Monteiro (orgs.).
- Amaral G. Geologia Pré-Cambriana da região amazônica. 1974. Tese de Livre Docência, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 212p.
- Assis, R. R. D. 2015. Depósitos auríferos associados ao magmatismo félsico da Província de Alta Floresta (MT), Cráton Amazônico: litogeoquímica, idade das mineralizações e fonte dos fluidos. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas - SP.
- Bettencourt, J. S., Juliani, C., Xavier, R. P., Monteiro, L. V., Neto, A. C. B., Klein, E. L., & Pereira, V. P. 2016. Metallogenic systems associated with granitoid magmatism in the Amazonian Craton: An overview of the present level of understanding and exploration significance. *Journal of South American Earth Sciences*, 68, 22-49.
- Birch, F. Differentiation of the mantle. *Geological Society of America Bulletin*, v. 69, n. 4, p. 483-486, 1958.
- Bühn, B., Pimentel, M.M., Matteini, M., Dantas, E.L., 2009. High spatial resolution analysis of Pb and U isotopes for geochronology by laser ablation multi-collector inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-MC-ICP-MS). *An. Acad. Bras.Cienc.* 81, 1–16.
- Cassini, L. V. 2016. Alteração hidrotermal e gênese da mineralização aurífera do Patrocínio, Província Mineral do Tapajós (PA) (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Chappell, B. 1974. Two contrasting granite types. *Pacific Geol.*, 8, 173-174.
- Chappell, B. W., & White, A. J. 2001. Two contrasting granite types: 25 years later. *Australian Journal of Earth Sciences*, 48(4), 489-499.
- Cordani, U.G., Tassinari, C.C.G., Teixeira, W., Basei, M.A.S., and Kawashita, K., 1979. Evolução Tectônica da Amazônia com base nos dados geocronológicos: Actas, II Congresso Geológico Chileno, p.137- 148.

Da Costa Testa, A. L. G. 2018. Geologia, petrologia e geocronologia dos granitos da região de Novo Mundo (MT) e implicações para a evolução magmática regional.

- Coutinho, M. G. N.; Santos, J. O. S.; Fallick, A. E.; Lafon, J. M. 2000. Orogenic gold deposits in Tapajós Mineral Province, Amazon, Brazil. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31, 2000. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SBG.
- Dardenne, M. A., & Schobbenhaus, C. 2001. Metalogênese do Brasil. Editora UnB.
- Davis D.W., William I.S. & Krogh T.E. 2003. Historical Development of Zircon Geochronology. In: Hanchar, J.M. & Hoskin, P.W.O. (Eds.). Reviews in Mineralogy and Geochemistry: Zircon. Mineralogical Society of America, 53:145-181.
- Deitos, B. K. ; Zan, W. G. ; Pierosan, Ronaldo ; Barros, A. J. P. ; Geraldês S, M. C. 2016. Mapeamento, petrografia e geocronologia U-Pb da região limítrofe entre os arcos magmáticos Cuiú-Cuiú e Juruena - Nova Guarita, Mato Grosso. In: 48º Congresso Brasileiro de Geologia, 2016, Porto Alegre. Anais, v. 1.
- DePaolo, D. J. 1981. Nd isotopic studies: Some new perspectives on earth structure and evolution. EOS, Transactions American Geophysical Union, v. 62, n. 14, p. 137-137. EOS, 62:137-140."
- Duarte, T. B. (2015). Metalogenia das províncias minerais do Brasil: província aurífera Juruena-Teles Pires-Aripuanã; geologia e recursos da Ilha Porto Escondido-SC. 21-VC-III: estado do Mato Grosso. Informe de Recursos Minerais, Série Províncias Minerais do Brasil, nº IV. Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Brasília - DF.
- Faraco, M.T.L; Carvalho, J.M de A; Klein, E.L. 1997. Carta Metalogenética da Província Aurífera do Tapajós. In: M.L. Costa & R.S. Angélica (eds.), Contribuições á Geologia da Amazônia. Belém, SBG-NO, p. 423 – 437.
- Faure, G. 1986. Principles of Isotope Geology. New york, John Wiley & Sons, p.587.
- Fernandes, C.M.D., Juliani, C., Monteiro, L.V.S., Lagler, B., Echeverri-Misas, C.M. 2011. High-K calcalkaline to A-type fissure-controlled volcano-plutonism of the São Félix do Xingu region, Amazonian craton, Brazil: Exclusively crustal sources or only mixed Nd model ages? Jour. S. Am.Earth Sci., 32: 351–368.

- Filho J. L. (org.). 2004. Geologia e recursos minerais do estado do Mato Grosso: texto explicativo do mapa geológico e de recursos minerais do estado do Mato Grosso. Cuiabá, CPRM e SICME-MT, escala 1:1.000.000".
- Guimarães, S. B., Klein, E. L., Lisboa, C. L., Souza, S. M. D., Castro, J. M. R. D., Queiroz, J. D., & Lima, R. G. C. 2015. Metalogenia das províncias minerais do Brasil: área sudeste do Tapajós, estado do Pará. Informe de Recursos Minerais, Série Províncias minerais do Brasil, nº V. Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Brasília - DF.
- Hofmann, A.W.; Jockum, K.P.; Seufert, M.; White, W.M. 1986. Nd and Pb in oceanic basalts: new constrains on mantle evolution. *Earth Plan. Sci. Lett.*, 79:33-45.
- Isotta, C. A., Kato, H. T., Carneiro, J. M., & Barros, R. J. 1978. Projeto província estanífera de Rondônia: relatório final.
- Japan International Cooperation Agency. 2000. Report on the mineral exploration in the Alta Floresta area, Federative Republic of Brazil: final report. [Tokyo],137 p. JICA. Metal Mining Agency of Japan – MMAJ.
- Juliani, C. & Fernandes C.M.D. 2010. Well-preserved Late Paleoproterozoic volcanic centers in the São Félix do Xingu region, Amazonian Craton, Brazil. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 191: 167-179.
- Juliani, C., Carneiro, C.C., Carreiro-Araújo, S.A., Fernandes, C.M.D., Monteiro, L.V.S., Crósta, A.P., 2013. Estruturação dos arcos magmáticos paleoproterozóicos na porção sul do Craton Amazônico: implicações geotectônicas e metalogenéticas. In: *Simpósio de Geologia da Amazônia*, 13, Anais. Belém, PA, Brasil: SBG/Núcleo Norte [CD-ROM]."
- Juliani, C., Vasquez M.L., Klein E.L., Villas R.N.N., Echeverri-Misas C.M., Santiago E.S.B., Monteiro L.V.S., Carneiro C. de C., Fernandes C.M.D., User G. 2014. Metalogênese da Província Tapajós. In: *Silva, M.G., Rocha Neto, M.B., Jost, H., Kuyumjian, R.M. (Org.) Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras, Programa Geologia do Brasil, Recursos Minerais, Serviço Geológico do Brasil, CPRM*, p. 229-263.

- Junior, E. M. 2011. Mineralizações auríferas do lineamento Peru-Trairão Província Aurífera de Alta Floresta-MT, controle estrutural e idade U-Pb das rochas hospedeiras. Dissertação de mestrado, Instituto de geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP.
- Klein, E. L.; Vasquez, M. L.; Rosa-Costa, L. T. da; Carvalho, J. M. de A. 2002. Geology of Paleoproterozoic gneiss- and granitoid-hosted gold mineralization in Southern Tapajós Gold Province, Amazonian Craton, Brazil. *International Geology Reviews*. v. 44, p. 544-558.
- Ludwig, K.R., 2008, Manual for Isoplot 3.7: Berkeley Geochronology Center, Special Publication No. 4. rev. August 26, 2008, 77 pp.
- Miranda, G. M. T. 2018. Em preparação: Caracterização da assinatura geofísica das Suítes plutono-vulcanossedimentar de idades paleoproterozóicas da porção leste da província Aurífera Alta Floresta e mineralizações auríferas associadas. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Brasília (UnB), Brasília - DF.
- Misas, C. M. E. 2015. Geologia e alteração hidrotermal nas rochas vulcânicas e plutônicas paleoproterozoicas na porção Sul da Província Mineral do Tapajós (PA). Dissertação de doutorado, Iniversidade de São Paulo, São Paulo - SP.
- Moreton L.C. & Martins E.G. 2005. Geologia e Recursos Minerais da Folha Vila Guarita – Folha SC.21-Z-B. Brasília, CPRM/DEPAT/DIEDIG, escala 1:250.000.
- Moura, M. A. 1998. O maciço granítico Matupá no depósito de ouro Serrinha (MT): petrologia, alteração hidrotermal e metalogenia. Tese de Doutorado, Instituto de geociências, Universidade de Brasília, Brasília - DF.
- Moura, R. 2004. Integração de dados aerogeofísicos, multiespectrais e geoquímicos no segmento leste da Província aurífera Alta Floresta (MT): implicações geológicas e metalogenéticas regionais. Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas.
- Paes de Barros, A. J. 2007. Granitos da região de Peixoto de Azevedo: Novo Mundo e mineralizações auríferas relacionadas-Província Aurífera Alta Floresta (MT). Tese de

Doutorado Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas -
SP

Pimentel M.M. 2001. Resultados geocronológicos do Projeto Promin Alta Floresta. Brasília:
UnB. Relatório Interno.

Ringwood, A. E. 1975. Composition and Petrology of the Earth's Mantle. McGraw-Hill, New
York. 618 p.

Saes G.S., Leite J.A.D., Quadros A.P. 2002. Litocronoestratigrafia da sedimentação
mesoproterozóica do sudoeste do cráton Amazônico. In: SBG, 41º Congresso
Brasileiro de Geologia, 41, Anais, João Pessoa, 332.

Santos J.O.S. 2003. Geotectônica dos Escudos das Guianas e Brasil-Central. In: Bizzi LA.,
Schobbenhaus C., Vidotti R.M., Gonçalves J.H. (eds.) Geologia, Tectônica e
Recursos Minerais do Brasil (texto, mapas & SIG). Brasília, Serviço Geológico do
Brasil – CPRM/MME, p.169-226

Santos J.O.S., Silva L.C., Faria M.S.G., Macambira M. 1997. Pb-Pb single crystal evaporation
isotopic study of the post-tectonic, sub-alkaline, A-type moderna granite (Mapuera
Intrusive Granite), State of Roraima, northern Brazil. In: Intern. Symp. granites and
associated mineralizations (ISGAM) 2, Salvador, Bahia, Extended abstracts, p. 273-
275.

Santos, J. D., Hartmann, L. A., Faria, M. D., Riker, S. R., Souza, M. D., Almeida, M. E., &
McNaughton, N. J. 2006. A compartimentação do Cráton Amazonas em províncias:
avanços ocorridos no período 2000-2006. Simpósio de Geologia da Amazônia, 9,
2006.

Santos, J. O. S., Groves, D. I., Hartmann, L. A., Moura, M. A., & McNaughton, N. J. 2001.
Gold deposits of the Tapajós and Alta Floresta Domains, Tapajós–Parima orogenic
belt, Amazon Craton, Brazil. Mineralium deposita, 36(3-4), 278-299.

Santos, J. O. S., Hartmann, L. A., Gaudette, H. E., Groves, D. I., Mcnaughton, N. J., & Fletcher,
I. R. 2000. A new understanding of the provinces of the Amazon Craton based on

- integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd geochronology. *Gondwana Research*, 3(4), 453-488.
- Sato, K. 1998. Evolução crustal da plataforma sul americana, com base na geoquímica isotópica Sm-Nd (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Scandolara, J. E, Rizzotto, G. J., Bahia, R. B. C., Quadros, M. L. E. S., Amorim, J. L., Dall'Igna, L. G. 1999. Geologia e Recursos minerais do Estado de Rondonia: texto explicativo e mapa geológico na escala 1:1,000,000. programa de Levantamentos Geológicos do Brasil. CPRM-Serviço Geológico do Brasil, Brasília, Brasil.
- Silva G. H. et al. 1974. Esboço geológico de parte da Folha SC. 21 Juruena. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 28., Porto Alegre, Anais. Porto Alegre: SBG, 1974. V.4, p. 309-320.
- Silva, M.G. & Abram M.B. 2008. Projeto metalogenia da Província Aurífera Juruena-Teles Pires, Mato Grosso. Goiânia, Serviço Geológico Brasileiro, CPRM, 212p.
- Souza, J. O., Frasca, A. A. S., and Oliveira, C. C. 2005. Projeto Província Mineral de Alta Floresta (PROMIN e Alta Floresta). Geologia e Recursos Minerais da Folha Alta Floresta (Relatório Integrado). PLGB. CPRM, 159.
- STN/IOF. Secretaria do Tesouro Nacional. Disponível em: <http://www.tesouro.fazenda.gov.br/consulta-as-transferencias-realizadas>. Acesso em: 17 de janeiro de 2018.
- Tassinari, C. C. G., & Macambira, M. J. B. 2004. A evolução tectônica do Cráton Amazônico. *Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, 28, 471-485.
- Tassinari, C. C., & Macambira, M. J. 1999. Geochronological provinces of the Amazonian Craton. *Episodes-Newsmagazine of the International Union of Geological Sciences*, 22(3), 174-182.
- Teixeira, W., Tassinari, C. C. G., Cordani, U. G., & Kawashita, K. 1989. A review of the geochronology of the Amazonian Craton: tectonic implications. *Precambrian Research*, 42(3-4), 213-227.

Da Costa Testa, A. L. G. 2018. Geologia, petrologia e geocronologia dos granitos da região de Novo Mundo (MT) e implicações para a evolução magmática regional.

Thomas, R. (2001). A beginner's guide to ICP-MS. *Spectroscopy*, 16(4), 38-42.

Tokashiki, C. D. C. 2015. Mineralizações low- e intermediate sulfidation de ouro e de metais de base em domos de riolito paleoproterozóicos na porção sul da província mineral do Tapajós (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Trevisan V.G. 2012. Metalogênese do ouro no Granito Novo Mundo, setor leste da Província Aurífera de Alta Floresta (MT), Cráton Amazônico: alteração hidrotermal e petrografia do minério. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas - SP, 110p.

Trevisan, V. G. 2015. Estudo comparativo entre mineralizações filonares de Au±Cu e Au+ metais base do setor leste da Província Aurífera de Alta Floresta (MT), Cráton Amazônico. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas - SP.

Vasquez, M. L.; Ricci, P. S. F.; Klein, E. L. Granitóides pós-colisionais da porção leste da Província Tapajós. *Contribuições à geologia da Amazônia*, v. 3, p. 67-83, 2002.

CAPÍTULO 2 - ARTIGO

“PETROGRAPHY, GEOCHEMISTRY AND ISOTOPIC SIGNATURES OF PALEOPROTEROZOIC GRANITES FROM NOVO MUNDO: EVIDENCES FOR OROSINIAN ARC-MAGMATISM IN THE SOUTHERN AMAZONIAN CRATON”

*Anna Lorena Gomes da Costa Testa**

Márcia Abrahão Moura¹

Antônio João Paes de Barros²

1 Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, 70910-900, Brasília-DF - Brasil

2 Companhia Mato-Grossense de Mineração, Cuiabá-MT - Brasil

*Corresponding author: annalorenagomes@hotmail.com

2.1 – INTRODUCTION

The (Alta Floresta Mineral Province (Dardenne & Schobbenhaus, 2000; 2001), also known as the Juruena - Teles Pires Gold Province (Silva & Abram, 2008), located in the southern part of the Amazonian Craton, has a high metallogenic and economic value, as shown by hundreds of gold occurrences and deposits. It produced approximately 6,340 kg of gold in 2016 and 2017 (STN/IOF Ouro). This province is one of the main gold-producing regions of the country, wherein gold occurrences predominantly occur along Peru-Trairão alignment, with a NW-SE orientation (Paes de Barros, 2007; Miguel Jr., 2011) usually associated with hydrothermally-altered granitic rocks (Moura et al., 2006; Paes de Barros, 2007; Silva & Abram, 2008; Assis, 2015; Bittencourt, 2016).

Specifically, the eastern section of the PAAF shows an extensive set of gold deposits that occur in the form of veins or disseminations, predominantly associated with granite suites, and more subordinately, with volcanic sequences, both of Paleoproterozoic age. In the context of Au \pm Cu deposits, some representative occurrences of these numerous mineralisations are hosted in a granitic terrain designated Novo Mundo granite by Paes de Barros et al. (2004); (Figure 1), which hosts gold occurrences and artisanal mines, such as Raimunda, Luizão and Basílio..

The geological, geochemical, geochronological and metallogenic characterisation of the granites is important for mineral exploration in the region and helps to better contextualise the deposits in the geochronological/geological provinces and current evolutionary models (Tassinari & Macambira, 1999; Santos et al., 2000; Santos et al., 2001; Santos et al., 2004).

The geological context of the granites and their tectonic setting are still controversial in the literature. The geological studies are generally in regional scale or focused on specific mineral deposits. Tectonic context and regional geology

The present study aims to increase the knowledge about the geology, petrology, geochronology and tectonic evolution of the granites from the Novo Mundo region directly associated or not to gold deposits. The results are important to contribute to better understanding the nature and tectonic evolution of granites and other rocks related or not to gold deposits in the paleoproterozoic of this part of the Amazonian craton, and can be applied to similar regions worldwide. This study is also important for mineral prospecting, as it brings detailed geological data about the paleoproterozoic granites most probably genetically related to gold deposits.

2.2 – GEOLOGICAL CONTEXT

The Alta Floresta Mineral Province was first characterised by Dardenne & Schobbenhaus (2001) as a long strip stretching for more than 500 km in a NW-SE direction, bordered to the north by the Cachimbo graben, which separates it from the Tapajós Gold Province, and to the south by the Caiabis graben. The province is included within the borders of the Tapajós-Parima (2.03-1.88 Ga) and Rio-Negro (1.82-1.2 Ga) geochronological provinces, according to Santos et. al. (2000, 2006). According to the model of Tassinari & Macambira (1999), is located between the Ventuari-Tapajós (1.95-1.8 Ga) and Rio Negro-Juruena (1.8-1.55 Ga) geochronological provinces. In all proposed geochronological subdivisions, geological, geochemical and isotopic data indicate that the plutonic-volcanic units found in these provinces were generated by the continuous processes of Paleoproterozoic magmatic arcs that progressively collided with an Archean continental block (Central Amazonian Province). The evolution of the magmatic arcs is related to mantle differentiation, accretion and crustal reworking

processes. The Alta Floresta Mineral Province consists of Paleoproterozoic to Mesoproterozoic plutonic-volcanic sequences, with a basement defined by two metamorphic complexes: (1) Barueri-Mogno (2.24 Ga; Pimentel, 2001), which is not exposed in the eastern section of the province, and (2) Cuiú-Cuiú (1.99 Ga; Souza et al., 2005). The plutonic units are described as medium- to high-K calc-alkaline, meta-to-peraluminous rocks, with ages ranging from 1.97 to 1.93 Ga (e.g., Pé Quente, Novo Mundo, Aração Granites; Assis, 2015; Paes de Barros, 2007 and Miguel Jr, 2011). These units are intruded by calc-alkaline granites of 1.9 to 1.87 Ga (e.g., Guarantã, Nhandu and Matupá Granites; Assis, 2015; Silva and Abram 2008, Moura, 1998), and younger granites with geochemical characteristics interpreted of A-Type granites (1.78 to 1.75 Ga) (e.g., Teles Pires; Paes de Barros, 2007; Souza et al., 2005) and volcanic sequences (Colíder Suite; Moreton & Martins, 2005). The entire sequence is covered by sedimentary rocks of the Dardanelos Formation and the Beneficente Group (Saes et al., 2002) (Figure 2.1)

The Eastern section of the Alta Floresta province is defined by Santos et al. (2001, 2004) as corresponding to the Peixoto de Azevedo Domain, with no metamorphic complexes, rare gneissic rocks and noticeable deformation concentrated in shear zones (Paes de Barros, 2007). Assis (2015) described three key events linked to granitogenesis in the province: 1) granitic basement and ancient granites (Orosirian) that are related to the Cuiú-Cuiú Arc (2.1 to 1.95 Ga); 2) mineralisation-hosting granodioritic-to-tonalitic intrusions (Late Orosirian) that correspond to the Juruena Arc (1.9 to 1.8 Ga); and 3) sub-volcanic and volcanic rocks and porphyritic units (Statherian) that are related to the post-collisional environment of the Juruena Arc (1.78 to 1.175).

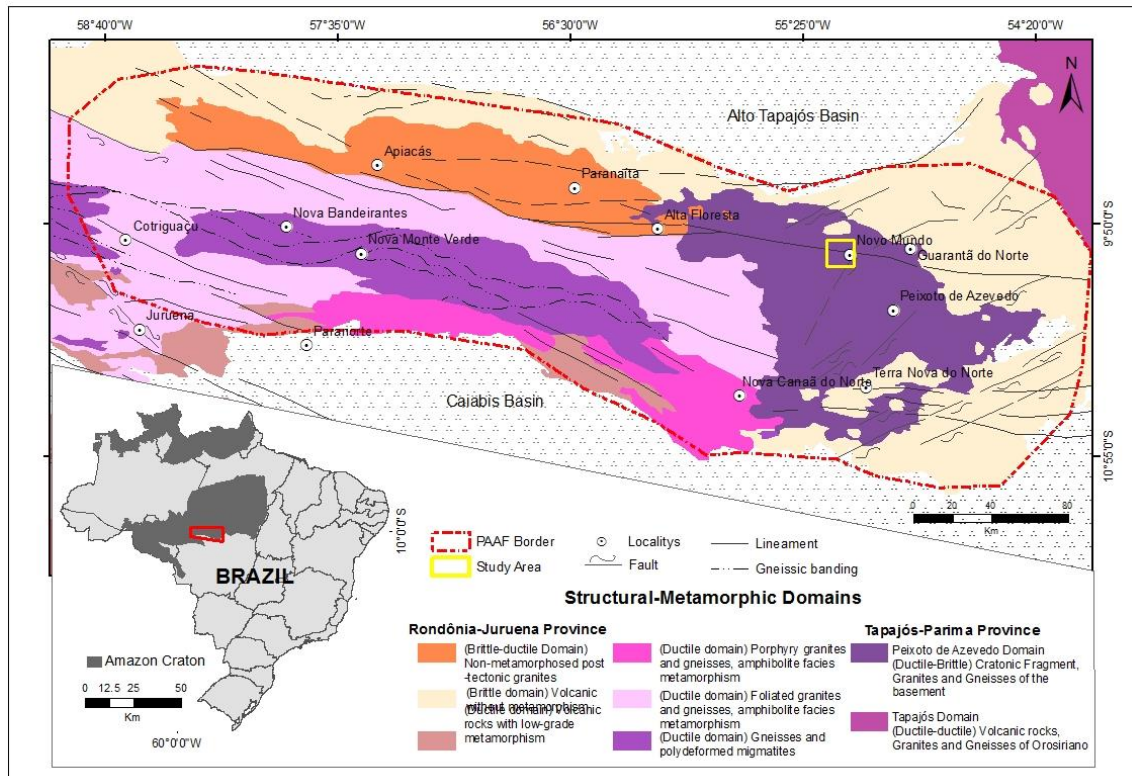


Figure 2.1 – Map of Tectonic – Metamorphic Domains of the Província Aurífera Alta Floresta (Alta Floresta Mineral Province; PAAF) within the context of the Rondônia-Juruena and Tapajós-Parima geochronological provinces (Santos, 2000), adapted from Rizzoto et al. (2017).

The basement consists of flat areas with scarce outcrops composed of the Cuiú-Cuiú complex. It consists of granitic-to-tonalitic migmatitic gneisses that are intruded by calc-alkaline foliated granites of a tonalitic to monzogranitic composition (Paes de Barros, 2007), as well as schists, mafic and ultramafic rocks and banded iron formations (Dardenne & Schobbenhaus, 2001).

Sensitive high-resolution ion microprobe (SHRIMP) U-Pb zircon dating of granitic to tonalitic gneisses reveals ages ranging from 1992 ± 7 Ma (Alta Floresta; Souza et al., 2005) to 1984 ± 7 Ma (Alto Alegre Gneiss; Paes de Barros, 2007), in addition to granodioritic gneiss biotite with an age of 2036 ± 7.8 Ma (Nova Guarita, Deitos et al., 2016) and Nova Guarita Gneiss and foliated tonalitic biotite with respective ages of 1980.3 ± 8.8 Ma and 1977 ± 8.1 Ma (Assis, 2015). These are similar to and correlated with those assessed by Santos et al. (1997) for the Cuiú-Cuiú Complex (2033

± 7 and 2005 ± 7 Ma) that is described in Tapajós Province. Other geochronological data, such as a crystallisation age of 2816 ± 4 Ma, $T_{DM} = 2.65$ Ga and $\epsilon_{Nd} (1984 \text{ Ma}) = -4.35$ of the Gavião gneiss (Paes de Barros, 2007), suggest a heterogeneous basement with an Archean crustal heritage. Therefore, it is correlated with the Xingu Complex.

Geochemically, Proterozoic granites intruding in the Cuiú-Cuiú Complex are classified as calc-alkaline, oxidised, medium- to high-K, magnesian to slightly ferrous, meta- to peraluminous I-Type granites that were generated in a volcanic arc environment and possibly derived from partial fusion of metasomatised mantle (lower section of the continental crust) (Paes de Barros, 2007; Assis, 2015).

Paes de Barros et al. (2004) characterised one Paleoproterozoic granitic body spatially related to gold deposits in the Novo Mundo region, which he named Novo Mundo granite. This pluton had been previously included in the Juruena Intrusive Suite by Silva et al. (1974) and was subsequently integrated in the Nhandu Intrusive Suite by Souza et al. (2005). According to Paes de Barros (2007), the Novo Mundo granite corresponds to a rock unit that intrudes basement rocks (granodiorites and tonalites), oriented in the W-NW direction, parallel to the main ductile shear zone described by Miguel Jr. (2011) that affects older terranes in the region. A slight orientation, marked by quartz recrystallisation and orientation, suggests accommodation with structural control under a regime of tensions, originating from late stages of the shear zone that borders the granitic body to the NE and to the SW. The author divided this granitic body into two sections, the South-Central and the North sections. In the North section, monzogranites, as well as granodiorites and subordinated syenogranites with gabbro dykes and diorites prevail. The South-Central section primarily consists of syenogranites (1964 ± 1 Ma - Pb/Pb), with subordinate monzogranite (1970 ± 3 Ma - Pb/Pb), monzonite quartz and monzonite (1956 ± 12 Ma - U-Pb). The syenogranite has a T_{DM}

age = 2.76 Ga and $\epsilon_{\text{Nd}}(1.964) = -7.62$, whereas the monzogranite has a T_{DM} age = 2.55 Ga and $\epsilon_{\text{Nd}}(1.964) = -4.48$. A monzonite, also in the South section of the body, produced a U-Pb (SHRIMP) age of 1956 ± 12 Ma (mean square weighted deviation (MSWD) = 1.7), T_{DM} age = 2.55 Ga and $\epsilon_{\text{Nd}}(1956) = -4.58$. These data indicate a continental crust contribution and the presence of an Archean source during the generation of granitic magma. These ages made it possible for the author to correlate the Novo Mundo granite with granites of the Creporizão Intrusive Suite of the Tapajós Province, with Pb-Pb-Zircon ages ranging from 1997 ± 3 to 1968 ± 15 Ma (Vasquez et al. 2000) and U-Pb ages ranging from 1973 ± 8 to 1957 ± 6 Ma (Santos 2000). The Creporizão Suite is considered to intrude the Cuiú-Cuiú Complex and includes calc-alkaline granites. It consists of syenogranites and monzogranite with granodiorites and subordinate tonalites, marked and sectioned by shear zones, in a regional NW-SE orientation (Ricci et al., 1999).

According to Paes de Barros (2007), the Novo Mundo syenogranite is classified as slightly peraluminous, calc-alkaline-to-subalkaline, medium- to high-K syenogranite, with similarities to the I-Type granites of Chappell & White (1974, 2001) based on their calc-alkaline-to-subalkaline nature; their association with basic intrusive rocks, andesitic volcanic rocks, titanite (as accessory phase), and S-Type granites; the absence of microgranular enclaves, restites, hornblende and biotite; and their high K_2O (5.6 to 7.1%), medium Rb (197 to 222 ppm) and low Sr (53 to 103 ppm) contents. The South-Central section also shows swarms of basaltic and andesitic dykes, sometimes marking ore bodies.

2.3 – MATERIALS AND METHODS

The present study consisted primarily of geological field work in a selected area, where the main gold deposits of the region occur. Representative lithologies were sampled and seven drill holes were described in the field. Fifty-five samples of granitic rocks and dikes were selected for the confection of polished thin sections and petrographic studies, run at the Geosciences Institute of the University of Brasília (UnB).

Twenty-nine thin sections of different representative samples were selected for mineral analyses, at the Electron Microprobe Laboratory of the Geosciences Institute, University of Brasília, using a JEOL electron microprobe, JXA-8230 SuperProbe model. Silicates (biotite, chlorite, muscovite, plagioclase and amphibole), oxides (hematite, ilmenite) and sulphides (pyrite, chalcopyrite) were analysed using the wavelength dispersive spectroscopy (WDS) model, with 15 Kv and 15 nA, calibrated with international standards routinely used in the laboratory. Garnet described in one sample was analysed using energy dispersion spectroscopy (EDS).

Whole-rock chemical analyses were performed for ten samples prepared at the Mineral Separation Laboratory of Institute of Geosciences, UnB, where they were pulverised in a cemented carbide pan. The samples were sent to the ALS Global Laboratory, where major oxides were analysed by inductively coupled plasma-emission spectrometry (ICP-AES), trace and rare-earth elements were analysed by inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS) after fusion with lithium metaborate, in addition to base metals with acid digestion and analysis by ICP-AES. Data were treated using the software IGPET 2006 for generating diagrams for lithogeochemical study.

U-Pb zircon and whole-rock Sm-Nd isotope analyses were performed at the Geochronology Laboratory of the Geosciences Institute of University of Brasília (UnB). For U-Pb zircon dating, the following representative samples were selected: LNM-25

(peraluminous monzogranite), LNM-46 (Novo Mundo granite), and LNM-05 (Novo Mundo granite with garnet). Zircon crystals were separated by hand picking and were pooled into epoxy resin mounts with up to 100 crystals in size fractions of 90 and 125 μm . U-Pb zircon dating was performed using a multicollector - laser ablation microprobe - high-resolution - inductively coupled plasma mass spectrometer (LAM-HR-ICPMS) (Neptune) coupled to a New Wave Up-213 laser ablation system. Data were reduced according to the methods by Buhn et al. (2009), and the crystallisation age was determined from Concordia diagrams using Isoplot software (Ludwig, 2008). Sm-Nd isotope analyses were performed for seven samples that were representative of the studied granites and were analysed using a Triton Plus Multicollector Thermal Ionisation Mass Spectrometer (TIMS). The collected data were treated based on the determined U-Pb ages.

2.4 – RESULTS

Geological, petrographic, geochemical and isotopic data made it possible to recognise three different types of rocks in the region, previously mapped as the Novo Mundo granite. They are an older, peraluminous monzogranite, a calc-alkaline monzogranite and a strongly altered granite, designated Novo Mundo granite (Figure 2.2). The contacts between the granites are not well defined and are irregularly observed in drill hole samples. They are scarce in outcrops and restricted to a few enclaves. The contacts were delimited based on the concentration of lithological occurrences and on lithogeophysical maps (Miranda, 2019, in preparation).

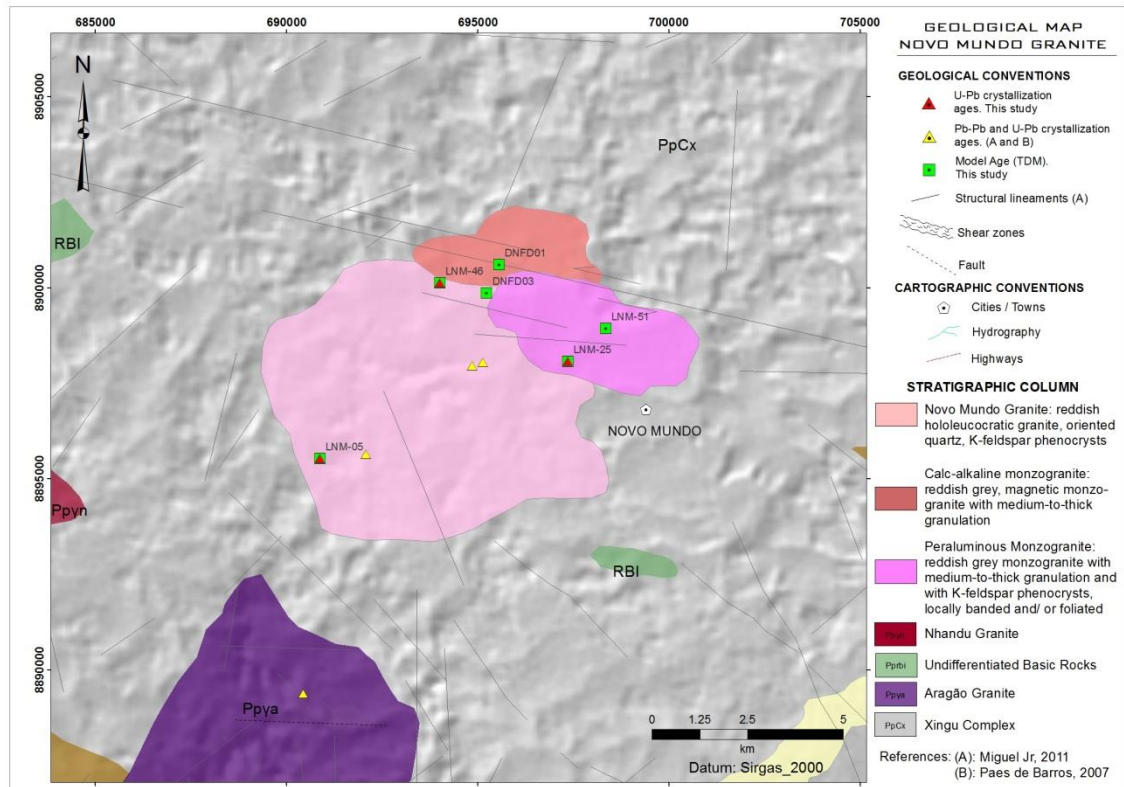


Figure 2.2 – Geological map of the study area drawn using geological and structural data from this study and from Paes de Barros (2007) and Miguel Jr (2011)

2.4.1 – Petrography

2.4.1.1 – Granites

The peraluminous monzogranite outcrops in the northeast section of the mapped area occurs as metric blocks along mounds bordered by silicification zones. It is reddish-grey, medium to coarse-grained, inequigranular, leucocratic (Figure 2.3). It sometimes presents compositional bands or thin foliation (Figures 2.3A and 2.3B). The banding consists of light bands composed of plagioclase and potassium feldspar, and dark bands, that contain biotite and recrystallised and oriented quartz. The granite consists of quartz (27 to 30%), plagioclase (25 to 30%), microcline (25 to 30%), biotite (5 to 10%), muscovite (2 to 5%) and magnetite (1 to 5%). Zircon, apatite, allanite, monazite and xenotime occur as accessory phases, whereas titanite, chlorite, sericite, epidote, rutile, carbonate, ilmenite, pyrite and chalcopyrite occur as secondary minerals.

Microcline occurs phenocrysts up to 5 mm in diameter, part of which resulted from microclinalisation.

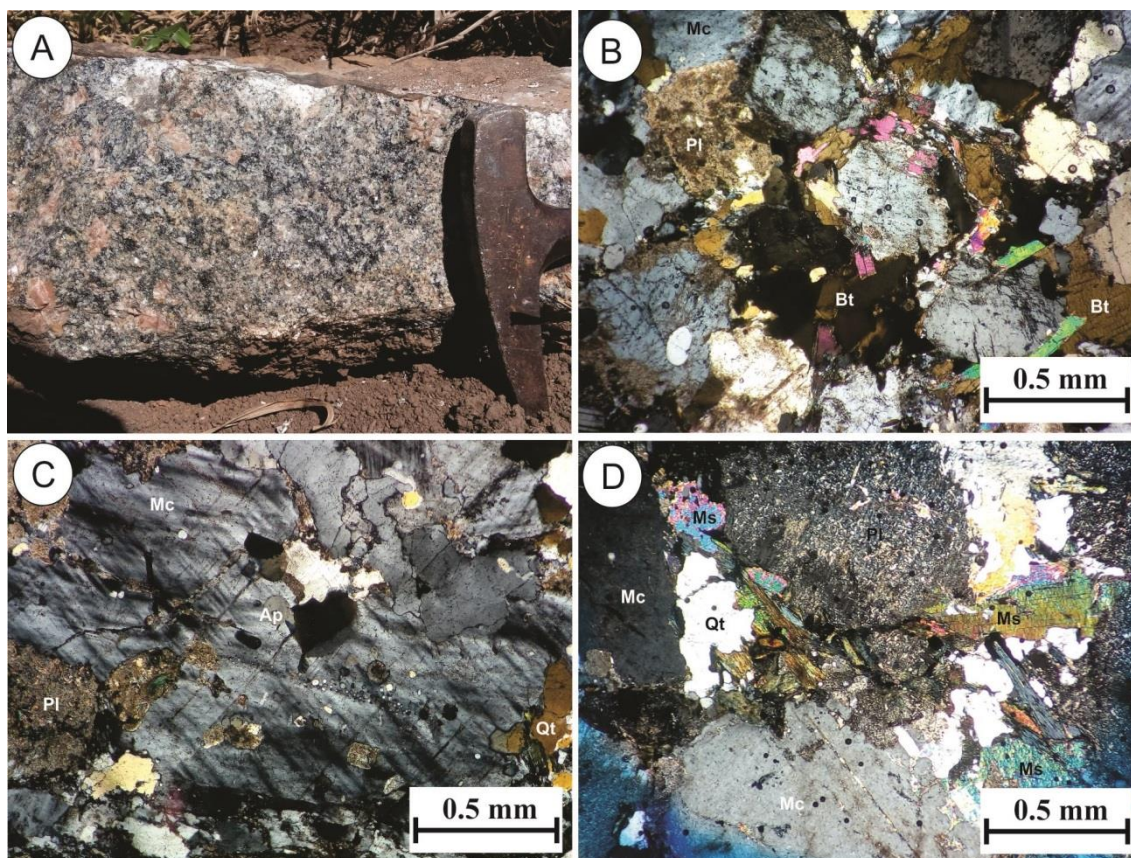


Figure 2.3 – Peraluminous monzogranite, in A: Field exposure; B: Photomicrography with microscopic appearance (NX); C: Microcline phenocryst with apatite, quartz and plagioclase inclusion (NX); D: primary muscovite (NX).

The phenocrysts are characterised by chessboard twinning, sometimes with perthitic intergrowth, mostly forming large masses with undefined contacts, with plagioclase, biotite, apatite and quartz inclusions (Figure 2.3 C). Quartz is subhedral to anhedral (1 to 0.5 mm), with common undulating extinction. It is also recrystallised, forming subgrains, and also occurs filling fractures of the primary minerals. The plagioclase is subhedral to anhedral (1.0 to 2.0 mm), characterised by albite-law twinning and was submitted to weak-to-moderate sericitisation. According to the feldspar classification diagram proposed by Deer (1992) has an anorthite content of An25-35 and is classified as oligoclase. A sample with compositional banding (LNM-

24) contains andesine, with an anorthite content of An₄₀₋₅₀. Biotite is subhedral, with lamellae ranging from 0.5 to 1 mm, and shows light- to dark-brown pleochroism. Chloritised biotite is light to dark green. The igneous muscovite shows euhedral lamellae with sizes ranging from 0.5 to 1.0 mm (Figure 2.3 D). Secondary minerals include apatite, allanite, monazite, muscovite and xenotime, with sizes ranging from 0.1 to 0.3 mm.

The calc-alkaline monzogranite was observed on the north border of the study area and in drill-hole samples, in which amphibole concentrations have been sporadically identified, although, in general, amphibole is absent or rare, while biotite is the main mafic mineral (Figure 2.4A-F). This monzogranite is reddish-grey, medium-to-coarse grained, containing microcline and plagioclase phenocrysts (Figure 2.4A), sometimes with compositional banding (Figure 2.4B). The compositional banding is defined by light to reddish bands that consist of potassium feldspar and plagioclase and by finer, dark bands that consist of recrystallised quartz, fine feldspar and biotite (Figure 2.4C). The granite consists of quartz (28 to 25%), plagioclase (26 to 23%) and microcline (22 to 20%) as essential minerals, amphibole (< 0.1%) and biotite (10 to 5%) as varietal minerals, and magnetite, allanite, titanite, zircon and apatite as accessory minerals. Secondary minerals are sericite, epidote, ilmenite, chlorite, pyrite and chalcopyrite. Quartz is subhedral, with undulose extinction and a mean size of approximately 0.1 mm. Plagioclase ranges from 0.5 to 1 mm and is saussuritised (Figure 2.4 D), although it frequently preserves its original albite-law twinning. This is classified as andesine with An₄₀₋₃₀, tending to An₂₅ (oligoclase) in the most altered parts that contain hornblende. Microcline contains chessboard twinning and subhedral crystals with sizes of up to 2.5mm (Figure 2.4 E). Biotite occurs as subhedral lamellae with a mean size of 0.1 mm, showing green-to-brown pleochroism and forming

aggregates with concentrated oxides and sulphides. Concentration of amphibole sporadically occurs, with pleochroism ranging from yellowish-green to dark green. It shows subhedral habit with a mean size ranging from 0.5 mm to 2.0 mm, commonly with chloritic alteration and epidotisation (Figure 4 F). In the other samples, it occurs as relict crystals smaller than 0.1 mm, completely chloritised and epidotised.

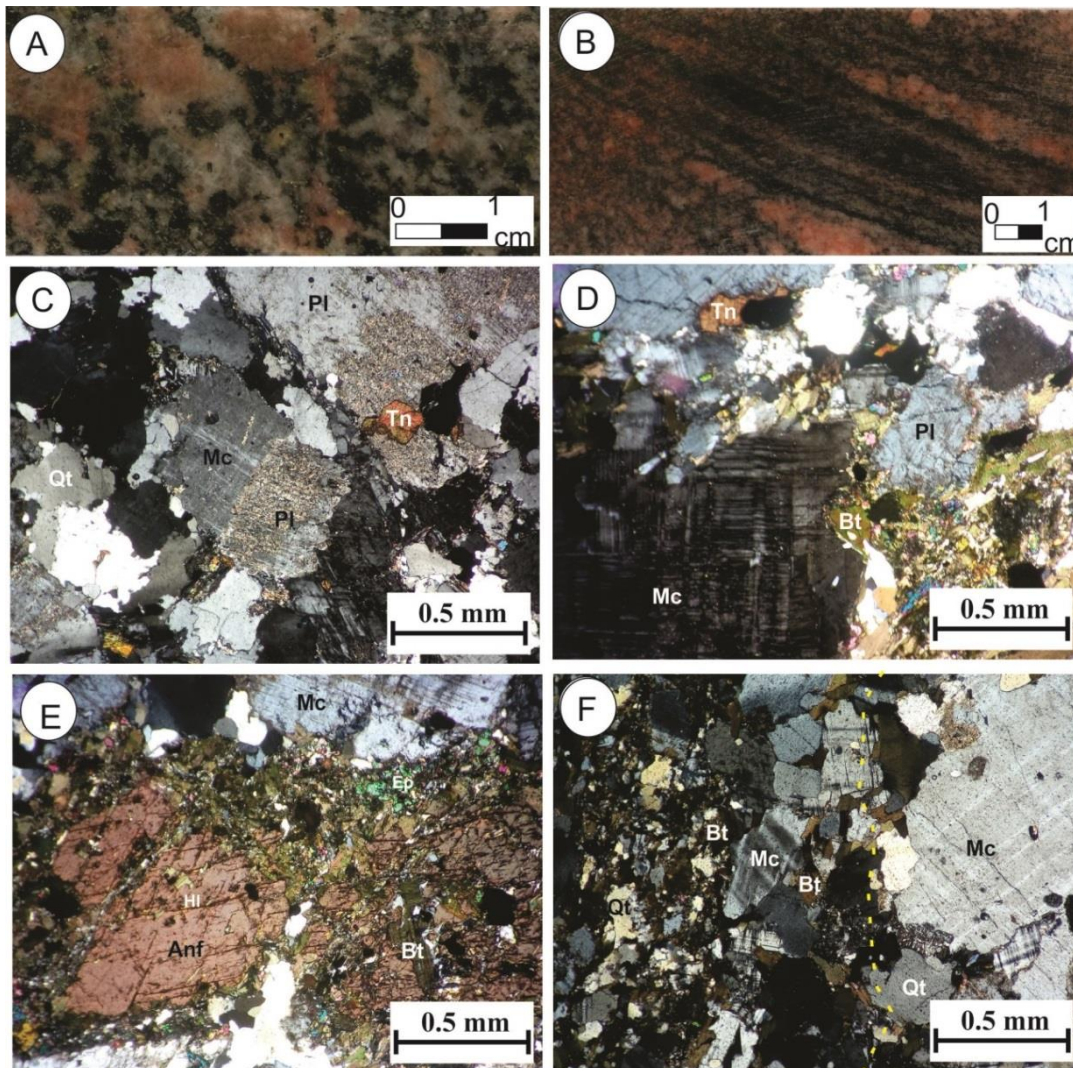


Figure 2.4 – Calc-alkaline monzogranite: A: Macroscopic view of the rock; B: Macroscopic view with compositional banding; C: Microscopic view of the rock with microcline crystals, plagioclase, titanite, biotite and quartz (NX); D: Microcline crystals, plagioclase, saussurite and titanite (NX); E: Hornblende crystals associated with chloritic alteration and epidotisation (NX); F: Compositional banding marked by biotite and recrystallised quartz (NX).

The granite here described as Novo Mundo granite corresponds to a strongly altered granitic body that is cut by thick mafic to intermediate dykes

(diorites/gabbros/andesites) and centimetre-scale acid dykes (rhyolite/aplite), as well as millimetre- to centimetre-scale quartz veins. The granite occurs in metric outcrops in the form of *lajedo* or in road cuts, commonly with fractures that are oriented in various directions. It has irregular contact with the calc-alkaline monzogranite (Figure 2.5 A) and contains peraluminous monzogranite xenoliths (Figure 2.5 B). It is strongly hydrothermally-altered, which obliterates its primary characteristics and mineralogy, precluding clear identification of the composition of the original granite. It is reddish, medium-grained and sometimes shows mineral lineation (Figure 2.5 C), characteristics that are attributed to the main observed alterations (microclinisation + sericitisation + chloritisation + silicification): feldspar microclinisation, plagioclase sericitisation, biotite chloritisation and silicification and quartz recrystallization (Figure 2.5 D). Its accessory minerals include zircon, apatite and monazite. Secondary minerals are titanite, epidote, chlorite and muscovite. Garnet was identified in a sample from the south edge of the granite (Figure 2.5 E). It is subhedral to anhedral, highly fractured subgrains, that are interstitial to feldspar and quartz, with sizes smaller than 0.1 mm. An energy-dispersive X-ray spectrometer (EDS) coupled to a scanning electron microscope (SEM) made it possible to identify the garnet as spessartite garnet, with approximately 40% Mn. The association of garnet with alterations, such as sericitisation, suggests the secondary origin for the mineral. Microclinisation is identified by phenocrysts or microcline masses with lobulated, irregular contacts and quartz and plagioclase inclusions with sizes of up to 5.0 mm (Figure 2.5 F). The plagioclase is classified as albite, with An₀₅, is strongly affected by sericitisation but sometimes preserves albite twinning and shows slight arching, with mean sizes ranging from 0.1 to 0.3 mm (Figure 2.5 G). Macroscopically, sericitised plagioclase and microcline phenocrysts render the rock redder.

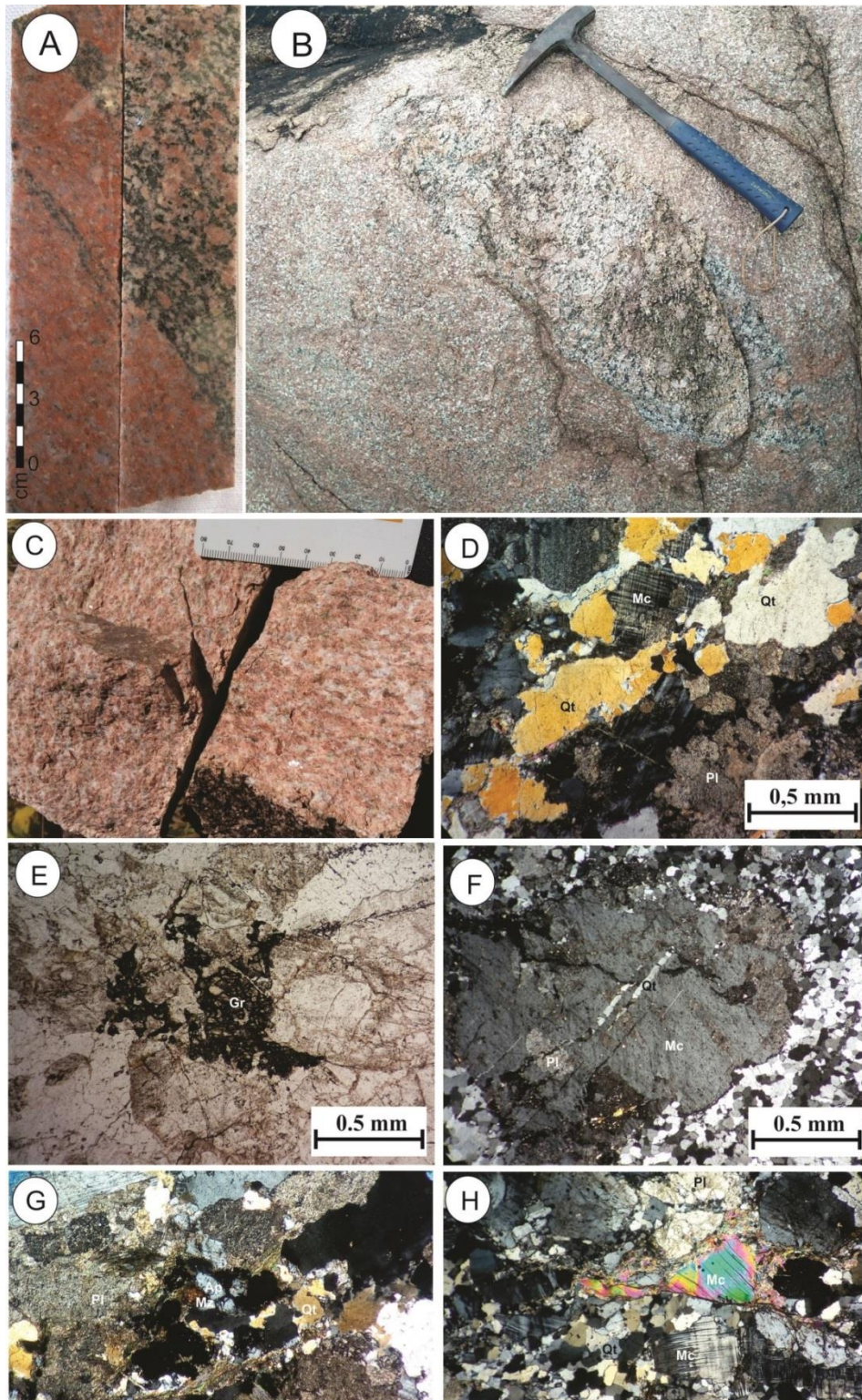


Figure 2.5 – Novo Mundo granite. Relationships between contact and alteration of the Novo Mundo granite: A: Core sample, contact with calc-alkaline monzogranite; B: Peraluminous monzogranite xenolith; B:: Macroscopic view of the rock; C: Microscopic view of the rock (NX); D: E: Garnet crystals (spessartite) Strong plagioclase sericitisation and recrystallised quartz orientation (NX); F: Microcline phenocrysts with quartz and plagioclase inclusions

(NX); G: Strong plagioclase sericitisation and recrystallised quartz orientation H: Muscovite associated with sericitisation.

Silicification and quartz recrystallisation also occur, as indicated by elongated and aligned crystals, with varying sizes in mosaic, macroscopically forming a mineral orientation (Figure 2.5 H). Biotite occurs in small amounts (< 0.1%), fully chloritised as greenish platy crystals, with a size of approximately 0.1 mm. Biotite is relatively more abundant in samples from the south edge of the pluton, where subhedral, platy muscovite crystals are also observed with sizes of up to 0.5 mm (Figure 2.5 H). Various epidote, carbonate, muscovite, quartz and chlorite venulae resulting from alterations are also observed.

2.4.1.3.1 – Mafic and acid dykes

Dykes are centimetres to metres thick and intersect the Novo Mundo granite in various orientations. The dykes of acid composition (rhyolite/ aplite) are less common and are only a few centimetres thick, whereas the dykes of mafic to intermediate composition (diorite/gabbro/andesite) are more abundant and occur in thicker layers. Intervals up to 35 m in thickness are observed in drill-hole samples, sometimes marking or hosting mineralisation. Quartz veins are also observed in various orientations and with varying thickness.

Mafic dykes have a dioritic to gabbroic composition that is manifested as a black-greyish, isotropic, phaneritic rock with moderate magnetism and fine-to-medium holocrystalline granulation (Figure 2.6 A). Intervals of up to 35 m are observed in drill-hole samples and in outcrops, in centimetric-to-metric blocks. Mafic dykes vary in granulation and composition and may contain amphiboles (Figure 2.6 B), usually consisting of plagioclase (50 to 65%) but ranging from andesine (An₅₀₋₃₀) to labradorite (An₆₅₋₅₀), quartz (1 to 5%), pyroxene (10 to 20%) that predominantly has

an augitic composition, amphibole (10 to 15%) that ranges from actinolite-hornblende to magnesium-hornblende, and biotite (5 to 10%), as well as apatite as an accessory mineral and epidote as a secondary mineral. Mafic dykes also contain oxides such as magnetite and ilmenite, in addition to pyrite and chalcopyrite.

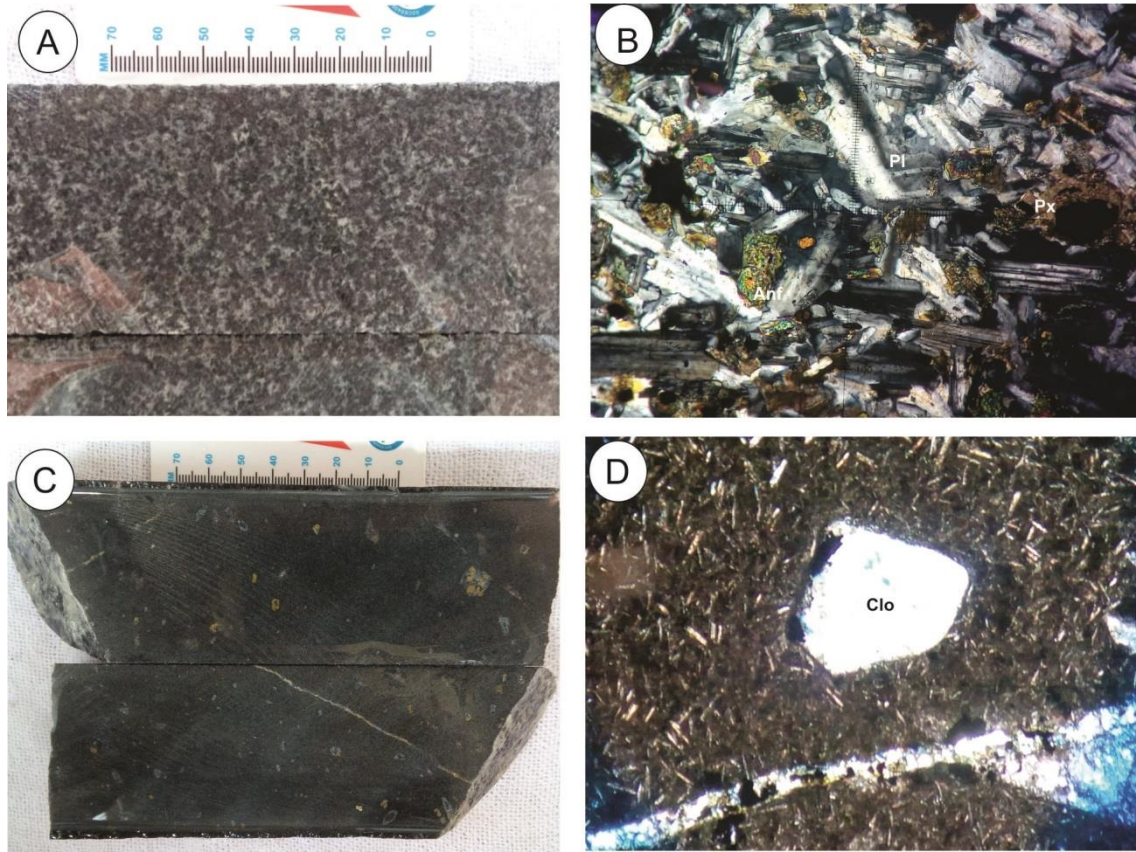


Figure 2.6 – Dykes of mafic and intermediate composition. Dioritic dyke: A: Macroscopic view of the dioritic rock and B: microscopic view with crystals of plagioclase, pyroxene and amphibole (NX). Andesitic dyke: C: Macroscopic view of the dioritic rock with strong alteration and D: Microscopic view with chloritised phenocrysts and aphanitic matrix, also altered (N//).

The dykes also show hydrothermal alterations, some similar to those found in Novo Mundo granite (Mic+Ser+Clo+Sil), as well as strong sericitisation and epidotisation. Pervasive sericitisation of the dioritic dykes associated with the occurrence of Au included in pyrite was identified in a core sample.

Intervals up to 2.5 m were identified of an apparent subvolcanic rock, showing strong hydrothermal alteration and intruded as diorite and gabbro dykes. The exact composition of these dykes cannot be clearly identified due to their hydrothermal alteration. Nevertheless, they may correspond to dykes of andesitic composition (Figure 2.6 C). The grey dikes have fine granulation and a porphyritic texture with chlorite phenocrysts and altered plagioclase, as well as quartz, epidote and carbonate immersed in a sericitised matrix (Figure 2.6 D).

Well-defined and rare aplite intervals with centimetric thicknesses were observed, composed of a pink, isotropic, non-magnetic and very fine rock consisting of quartz, alkaline feldspar and plagioclase. Red, fine to very fine, narrow dykes of rhyolitic composition also occur, consisting of quartz, potassium feldspar and plagioclase.

2.4.2 – Mineral Chemistry

The results of electron microprobe analysis of primary biotite, muscovite, plagioclase and amphibole, and secondary chlorite are presented in this section. Representative analyses are shown in tables 2.1, 2.2, 2.3 and 2.4.

Regarding the mineral chemistry, the biotite of the peraluminous monzogranite has a relatively high TiO_2 content, ranging from 3.30 to 2.30%. It also contains approximately 23% FeO, 16% Al_2O_3 , 0.32% MnO, , 6.9% MgO and 8.8% K_2O . The calc-alkaline monzogranite has similar TiO_2 , Al_2O_3 and K_2O (Table 1.1) contents, albeit with slightly lower FeO (20%) and higher MgO (10%) contents. In the sample with concentrated amphibole, the biotite is strongly chloritised, with lower TiO_2 (2%), FeO (17%) and Al_2O_3 (14%) and higher MgO (12%) and F (0.7%) contents. Similarly, in the Novo Mundo granite, biotite is highly chloritised. Only a few crystals included in

feldspar and quartz provided adequate data, averaging 1.9% TiO₂, 9.5% K₂O, 13.2% Al₂O₃, 15% FeO and 14.5% MgO.

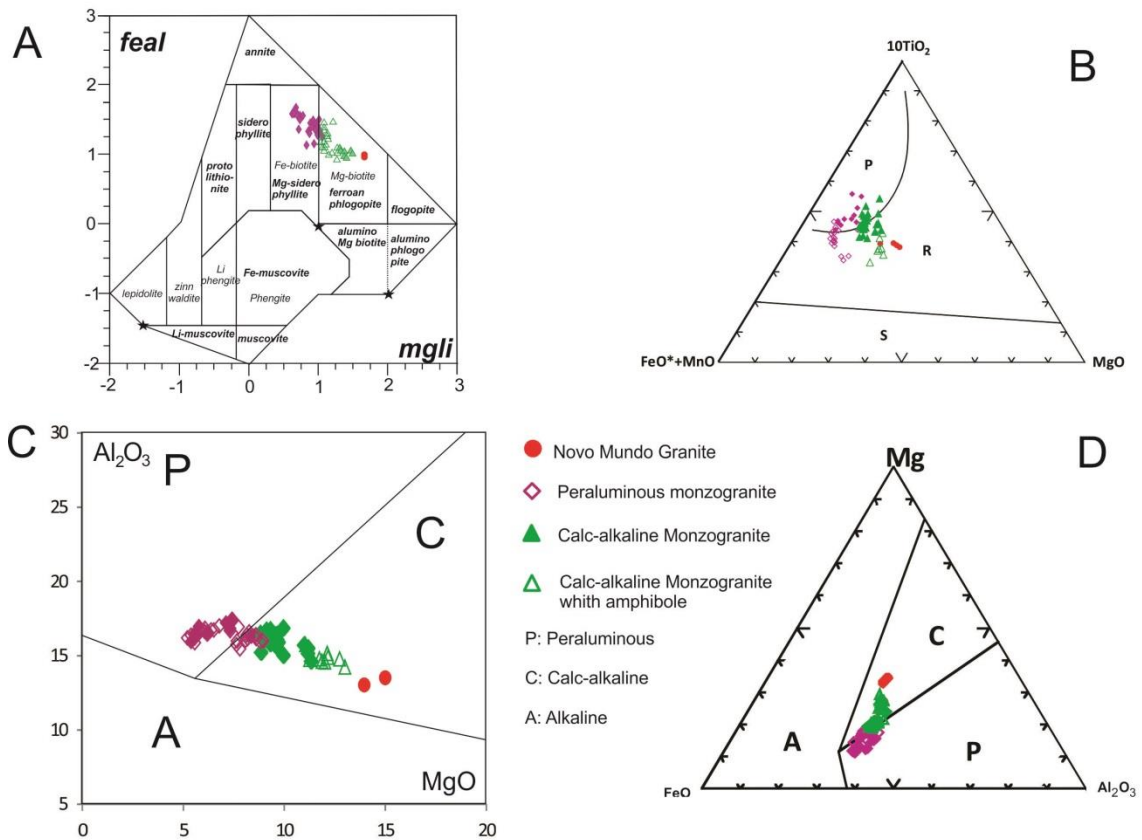


Figure 2.7 – Biotite classification diagrams for the different types of granites investigated in this study. A: The *feal* composition (total Fe + Mn + Ti – AlVI) vs *mgli* (Mg – Li) by Tischendorf (1997), and B: Based on the nature by Nachit (1986); C: AlT vs Mg magmatic series discrimination diagrams by Nachit (1986), D: Based on the magmatic series by Abdel-Rahman (1994).

According to the *mgli* (Mg – Li) vs *feal* ($Fe_{tot} + Mn + Ti - {}^{VI}Al$) mica classification diagram of Tischendorf (1997) (Figure 2.7 A), the biotite of peraluminous monzogranite predominantly occurs in the Mg-Siderophyllite field, showing a higher Fe content with little Al substitution. The biotite of calc-alkaline monzogranite is classified as Fe-phlogopite, and the more altered the biotite is, the higher its Mg content is, as

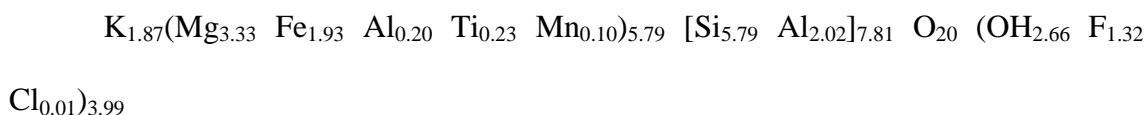
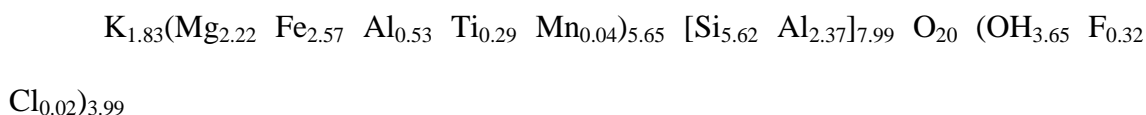
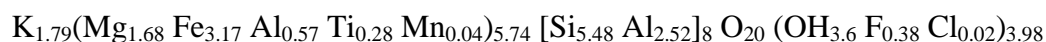
occurs in the sample with amphibole. The biotite of the Novo Mundo granite is classified as Fe-phlogopite, but it has a higher Mg content.

Table 2.1 – Mineral chemistry data for biotite

AMOSTRA	Peraluminous Monzogranite			Calc-alkaline Monzogranite				Novo Mundo Granite	
	LMN-24	LMN-25	LNM-53	DNFD01-120	DNFD01-120	DNFD01-152	DNFD01-54	DNFD03-53	DNFD03-53
SiO ₂	34,237	34,402	34,354	35,304	35,093	36,699	37,598	37,507	37,511
TiO ₂	2,684	2,64	3,474	3,167	2,704	2,672	2,085	1,883	1,963
Al ₂ O ₃	16,298	16,565	16,827	16,396	15,902	16,061	14,621	13,504	13,014
FeO	22,284	25,073	20,906	20,296	20,286	19,968	17,312	14,693	15,341
MnO	0,338	0,387	0,278	0,448	0,279	0,196	0,619	0,835	0,802
MgO	8,369	6,204	7,314	8,818	9,464	9,32	11,867	15,003	13,96
CaO	0,014	0,011	0,119	0,372	0	0,042	0	0,009	0,021
Na ₂ O	0,073	0,075	0,09	0,11	0,109	0,114	0,134	0,176	0,261
K ₂ O	8,808	8,918	9,174	9,13	8,918	9,55	9,301	9,681	9,367
BaO	0,139	0,255	0,255						
F	0,597	0,248	0,548	0,465	0,433	0,563	0,585	2,86	2,553
Cl	0,027	0,05	0,092	0,103	0,083	0,135	0,088	0,047	0,041
Cr ₂ O ₃				0	0,022	0,055	0,056	0	0,02
NiO				0,126	0,038	0,00	0,046	0,008	0,00
Subtotal	93,87	94,83	93,43	9474	93,33	95,38	94,13	94,85	0,00
O=F,Cl	0,26	0,12	0,25	0,22	0,20	0,27	0,27	1,21	1,08
Total	93,61	94,71	93,18	94,52	93,130	95,108	93,864	93,639	-1,084
Si	5,439	5,465	5,458	5,497	5,533	5,651	5,783	5,752	5,829
Al ^{iv}	2,561	2,535	2,542	2,503	2,4667507	2,3494187	2,2173403	2,2475208	2,1710592
Al ^{vi}	0,491	0,567	0,609	0,506	0,4886301	0,5654126	0,4332458	0,1937003	0,2125977
Ti	0,321	0,315	0,415	0,371	0,3206431	0,3094075	0,2411706	0,2171943	0,229407
Cr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0027427	0,0066956	0,0068099	0	0,0024572
Fe	2,961	3,331	2,778	2,643	2,6750481	2,5712772	2,2268223	1,884641	1,9937013
Mn	0,045	0,052	0,037	0,059	0,0372628	0,0255627	0,0806426	0,1084776	0,1055641
Mg	1,982	1,469	1,732	2,047	2,2244563	2,1391647	2,7207788	3,4301274	3,2337454
Zn	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0	0	0	0
Sn	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0	0	0	0
Ga	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0	0	0	0
Ni	0,000	0,000	0,000	0,016	0,0048198	0	0,0056912	0,000987	0
Cu	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0	0	0	0
Li*	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0	0	0	0
Ca	0,002	0,002	0,020	0,062	0	0,0069292	0	0,001479	0,0034966
Na	0,022	0,023	0,028	0,033	0,0333247	0,0340349	0,0399621	0,0523403	0,0786416
K	1,785	1,807	1,859	1,813	1,79	1,88	1,82	1,89	1,86
Sr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,009	0,016	0,016	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rb	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Cs	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
OH*	3,693	3,862	3,700	3,744	3,7618951	3,6906114	3,6925022	2,6005228	2,734528
F	0,300	0,125	0,275	0,229	0,2159217	0,2741548	0,2845557	1,3872584	1,2546726
Cl	0,007	0,013	0,025	0,027	0,0221832	0,0352337	0,022942	0,0122187	0,0107994
AMOSTRA	Peraluminous Monzogranite			Calc-alkaline Monzogranite				Novo Mundo Granite	
	LMN-24	LMN-25	LNM-53	DNFD01-120	DNFD01-120	DNFD01-152	DNFD01-54	DNFD03-53	DNFD03-53
TOTAL	19,618	19,583	19,495	19,551	19,580489	19,534046	19,579782	19,782825	19,716221
Y total	5,800	5,735	5,572	5,642	5,7536027	5,6175202	5,7151613	5,8351276	5,7774729
X total	1,818	1,848	1,923	1,909	1,8268864	1,9165258	1,8646208	1,9476975	1,9387479
Mg	1,982	1,469	1,732	2,047	2,2244563	2,1391647	2,7207788	3,4301274	3,2337454
Al total	3,052	3,102	3,151	3,009	2,9553807	2,9148313	2,6505861	2,4412211	2,3836569
Fe/Fe+Mg	0,599	0,694	0,616	0,564	0,5459834	0,5458675	0,4500812	0,3546045	0,381391
Al IV	2,561	2,535	2,542	2,503	2,4667507	2,3494187	2,2173403	2,2475208	2,1710592
Mn/Mn+Fe	0,015	0,015	0,013	0,022	0,0137384	0,0098438	0,0349486	0,0544261	0,0502862
Total Al	3,052	3,102	3,151	3,009	2,9553807	2,9148313	2,6505861	2,4412211	2,3836569

The following structural formulas were determined for the peraluminous monzogranite, calc-alkaline monzogranite and Novo Mundo granite, respectively:



The results from the set of analyses were plotted in the discriminant diagram for biotite composition proposed by Nachit (1986), in the discriminant diagrams of magmatic series proposed by Abdel-Rahman (1994) and in the Al_T vs Mg diagram proposed by Nachit (1986) (Figures 2.7B, C e D). The results show that the peraluminous monzogranite is located in the field of primary to re-equilibrated biotites, primarily affected by the decrease in TiO_2 content, with a peraluminous to slightly calc-alkaline character. The calc-alkaline monzogranite is also located in the field of primary to re-equilibrated biotites in the most altered parts, albeit with a predominantly calc-

alkaline character. The Novo Mundo granite, in turn, is located in the field of re-equilibrated primary biotites of an exclusively calc-alkaline affinity.

Table 2.2 – Mineral chemistry data for amphibole

Sample	DNFD01 54,22 anf 1	DNFD01 54,22 anf 2	DNFD01 54,22 anf 3
SiO ₂	49,955	44,837	46,281
TiO ₂	0,698	1,357	1,289
Al ₂ O ₃	5,452	8,922	8,05
FeO	15,909	16,687	16,743
MnO	0,713	0,77	0,791
MgO	11,963	10,101	10,8
CaO	11,414	11,169	10,836
Na ₂ O	0,698	1,094	1,085
K ₂ O	0,64	1,163	1,035
F	0,231	0,172	0,291
Cl	0,126	0,082	0,049
Cr ₂ O ₃	0,078	0	0
Structural formulae			
Si	15,073	14,198	14,768
Al ^{iv}	0	0	0
Al ^{vi}	1,939	3,33	3,027
Ti	0,158	0,323	0,309
Cr	0,019	0	0
Fe ³⁺	4,014	4,419	4,468
Fe ²⁺	0	0	0
Mn	0,182	0,207	0,214
Mg	5,381	4,768	5,137
Ni	0	0	0
Zn	0	0	0
Li* (not implemented)	0	0	0
Ca	3,69	3,789	3,705
Na	0,408	0,672	0,671
K	0,246	0,47	0,421
Ba	0	0	0
Sr	0	0	0
Pb	0	0	0
F	0,22	0,172	0,294
Cl	0,064	0,044	0,026
OH*	1,715	1,784	1,68
Total	33,11	34,175	34,721
Calculation scheme	∑13	∑13	∑13
Amphibole group	Ca	Ca	Ca
(Ca+Na) (B)	3,69	3,931	3,797

Na (B)	0	0,141	0,093
(Na+K) (A)	0,655	1	1
Mg/(Mg+Fe ₂)	1	1	1
Fe ₃ /(Fe ₃ +Al _{VI})	0,674	0,57	0,596
Sum of S ₂	26,766	27,245	27,924

Amphibole occurs in calc-alkaline monzogranite, abundantly in a drill-hole sample and rarely in the other samples. It shows strong chloritic alteration and epidotisation. Thus, few viable data were collected using an electronic microprobe (Table 2.2). The analysed crystals were classified as crystals of calcic composition identified as magnesium-hornblende in the diagram by Leake et al. (1997) for $Ca \geq 1.5$, $(Na + K)_A < 0.5$, and $Ca_A < 0.5$ (Figure 2.8). Amphibole shows a moderate Mg/Mg + Fe ratio of approximately 0.63 and a mean Al_T of 1.3 atom per formula unit (a.p.f.u.).

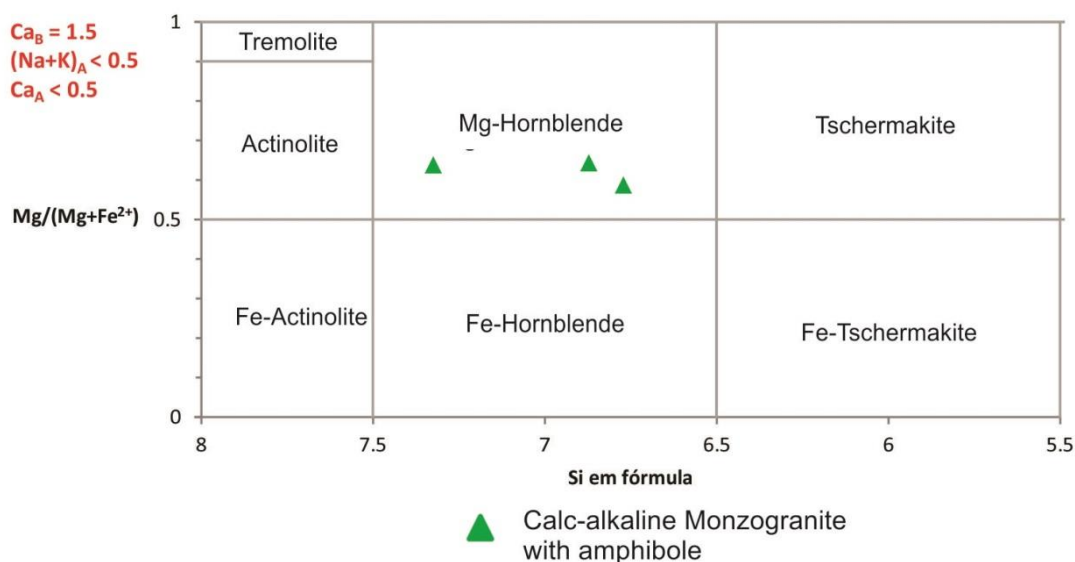


Figure 2.8 – Amphibole classification for calc-alkaline monzogranite based on composition, according to Leake et al. (1997).

In the primary muscovite the TiO₂ content ranges from 0.5 to 1.4%, the K₂O content is 10%, and the Al₂O₃ content is 31%. The *mgli* (*Mg* – *Li*) vs *feal* (*Fe*_{tot} + *Mn* + *Ti* – *VI**Al*) diagram by Tischendorf et al. (1997) was used to classify the muscovite (Figure 2.9 A). In this diagram, the peraluminous monzogranite samples were distributed in the fields of muscovite to Fe-muscovite. In the ternary *Mg-Ti-Na* diagram

for muscovite by Miller et al. (1981), the muscovite is classified as primary (Figure 2.9 B). In some samples from the Novo Mundo granite, especially in the sample containing garnet (LNM-05), muscovite with 0.2-0.5 mm lamellae and a TiO₂ content ranging from 0.59 to 0.4%, reaching nearly 0.9%, is also observed.

Table 2.3 – Mineral chemistry data for muscovite

SAMPLE	Peraluminous Monzogranite							Novo Mundo Granite		
	LMN-24	LMN-25	LMN-25	LNM-31	LNM-31	LNM-53	LNM-53	LNM-56	LMN-12	LNM-05
SiO ₂	45,40	45,26	44,97	44,00	43,57	44,78	43,85	63,08	45,46	45,63
TiO ₂	0,57	1,09	0,82	1,46	1,38	1,11	1,27	0,11	0,41	0,56
Al ₂ O ₃	30,04	30,86	31,29	31,42	30,79	31,76	31,23	17,50	26,03	27,22
FeO	4,63	4,01	3,94	3,25	3,35	3,31	3,31	0,04	5,27	6,38
MnO	0,10	0,06	0,06	0,03	0,02	0,05	0,00	0,00	0,05	0,19
MgO	1,12	0,79	0,70	0,59	0,70	0,80	0,66	0,01	2,05	1,53
CaO	0,00	0,03	0,00	0,02	0,07	0,02	0,03	0,04	0,05	0,00
Na ₂ O	0,27	0,27	0,38	0,43	0,52	0,57	0,49	0,24	0,27	0,19
K ₂ O	9,55	10,01	9,95	10,12	9,90	9,82	9,89	14,96	9,97	10,10
BaO	0,30	0,15	0,15	0,18	0,16	0,11	0,09	0,37	0,10	0,01
F	0,06	0,06	0,20	0,05	0,09	0,03	0,00	0,00	0,24	0,23
Cl	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
V ₂ O ₃	0,16	0,05	0,07	0,04	0,02	0,05	0,03	0,00	0,07	0,00
TOTAL	92,194	92,635	92,524	91,588	90,567	92,41	90,845	96,351	89,978	92,041
SiO ₂	0,7556258	0,753279	0,7485353	0,7322903	0,7251664	0,7453229	0,7298435	1,0499168	0,7566411	0,7594208
TiO ₂	0,0071491	0,0136847	0,0102542	0,0183047	0,0173282	0,01386	0,0158382	0,0013772	0,0050707	0,0070239
Al ₂ O ₃	0,2945861	0,3026285	0,3068851	0,3081797	0,3020008	0,3114653	0,3062868	0,1716261	0,2553354	0,2669674
FeO	0,0643792	0,0557767	0,0548859	0,0451698	0,0466592	0,0461164	0,0460607	0,0005011	0,0733714	0,0888363
MnO	0,0013533	0,0007753	0,0007753	0,0003524	0,0002396	0,000733	0	1,41E-05	0,000733	0,0027065
MgO	0,0277916	0,0197022	0,017469	0,0145906	0,0173697	0,0199256	0,0163772	0,0003226	0,0509181	0,0380397
CaO	0	0,0004815	1,783E-05	0,000321	0,0012126	0,000428	0,0005884	0,0006598	0,0008559	0
Na ₂ O	0,0043078	0,004324	0,0060987	0,0068732	0,0083253	0,0092126	0,0079058	0,0038722	0,0043078	0,0029848
Li ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₂ O	0,1014162	0,1063102	0,1056308	0,1074462	0,1050894	0,1042401	0,1049832	0,158839	0,105875	0,1072551
BaO	0,00195	0,0009978	0,0009457	0,0011935	0,0010239	0,0006913	0,0005609	0,0024392	0,0006718	7,174E-05
Cs ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rb ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0,0029477	0,003053	0,0102642	0,0025792	0,0048426	0,0015265	0	0	0,0123697	0,0118434
Cl	0,0004513	5,641E-05	0	0,0002821	0,0001128	2,821E-05	0,0002821	0	0,0001974	0
Sc ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V ₂ O ₃	0,0010475	0,0003403	0,0004804	0,0002869	0,0001201	0,0003269	0,0001668	0	0,0004804	2,002E-05
OH	1,9856855	1,9869933	1,9569119	1,9878997	1,97878	1,9935082	1,9988007	2	1,945172	1,9492657
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cl	0,0019006	0,000236	0	0,0011928	0,0004831	0,0001178	0,0011993	0	0,0008614	0
F	0,0124139	0,0127707	0,0430881	0,0109074	0,0207369	0,0063741	0	0	0,0539665	0,0507343
Si	3,1822532	3,1510196	3,1422661	3,0968341	3,1052826	3,1122174	3,1032449	4,482076	3,3010687	3,2531933
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Be	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Al	0,8177468	0,8489804	0,8577339	0,9031659	0,8947174	0,8877826	0,8967551	0	0,6989313	0,7468067
Al	1,6635014	1,6828527	1,7188033	1,7033997	1,6917171	1,7133656	1,7078658	1,3561852	1,5290199	1,540454
Ti	0,0301079	0,0572442	0,0430458	0,0774102	0,074202	0,0578748	0,0673431	0,0054414	0,0221226	0,0300889
Cr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	0,008823	0,0028468	0,0040332	0,0024266	0,0010285	0,0027303	0,0014184	0	0,0041916	0,0001715
Zr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

SAMPLE	Peraluminous Monzogranite							Novo Mundo Granite		
	LMN-24	LMN-25	LMN-25	LNM-31	LNM-31	LNM-53	LNM-53	LNM-56	LMN-12	LNM-05
Sc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Li	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mg	0,1170418	0,0824158	0,0733328	0,0617031	0,07438	0,0832024	0,0696346	0,0012745	0,2221452	0,1629538
Ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Co	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe2+	0,2711274	0,233318	0,2304046	0,1910219	0,1998026	0,1925664	0,1958469	0,0019799	0,3201041	0,3805554
Mn	0,0056991	0,0032431	0,0032546	0,0014903	0,0010262	0,0030608	0	5,569E-05	0,003198	0,0115941
Ca	0	0,002014	7,486E-05	0,0013574	0,0051924	0,001787	0,002502	0,0026067	0,0037342	0
Na	0,0362842	0,036175	0,0512036	0,058133	0,0713003	0,0769378	0,0672296	0,0305982	0,0375884	0,0255728
K	0,8542112	0,8894067	0,8868523	0,9087735	0,9000203	0,8705431	0,892763	1,2551418	0,9238213	0,9189149
Rb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ba	0,0082124	0,0041741	0,0039698	0,0050473	0,0043847	0,0028867	0,0023848	0,0096372	0,0029307	0,0003073
Cs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NH4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mgli	0,1170418	0,0824158	0,0733328	0,0617031	0,07438	0,0832024	0,0696346	0,0012745	0,2221452	0,1629538
feal	-1,356567	-1,3890473	-1,4420982	-1,4334773	-1,4166863	-1,4598636	-1,4446758	-1,3487082	-1,1835952	-1,1182156

The muscovite of the Novo Mundo granite is classified as Fe-muscovite (Figure 2.9A), although it plots in the field of secondary muscovite in the diagram proposed by Miller et al. (1981) (Figure 2.9B). Accordingly, although the muscovite of the sample with garnet is classified as re-equilibrated, it has a higher Ti content and occurs near the limit of the field of primary muscovite, suggesting that it consists of magmatic muscovite remnants.

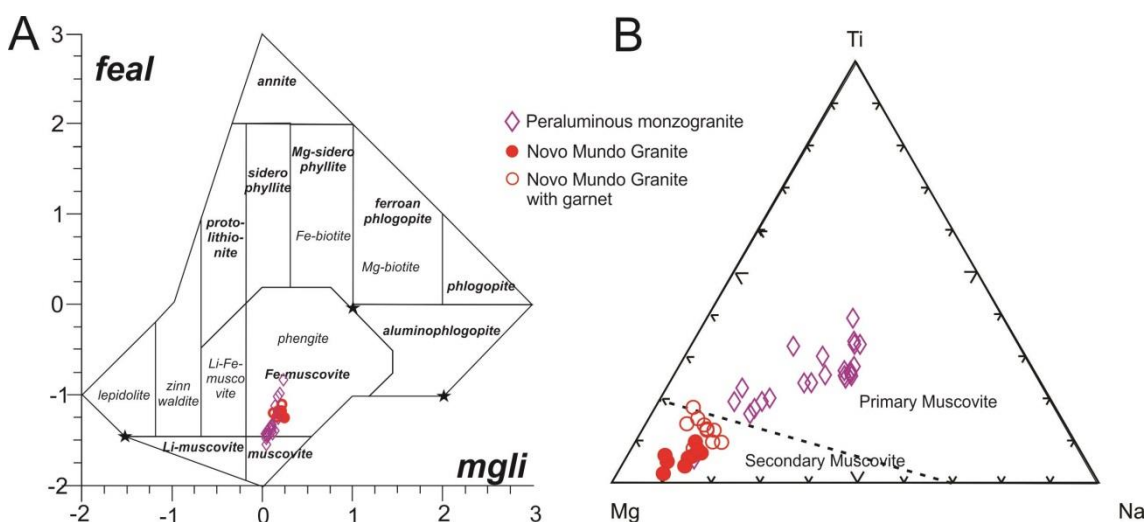


Figure 2.9 – Mica classification diagrams. In A: Based on the composition (*feal* vs *mgli*) (Tischendorf et al., 1997); B: Based on the nature (Mg-Ti-Na) (Miller et al., 1981).

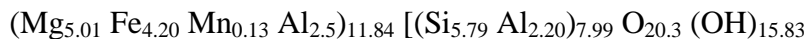
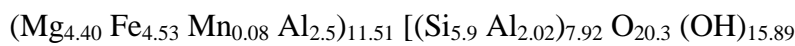
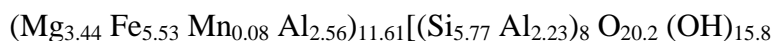
The chlorite of the mapped area is mainly a product of primary biotite alteration. According to the Fe/(Fe + Mg) vs Si classification diagram by Ruiz and Nieto (2006) and the AFM (Al + Fe + Mg) diagram by Zane & Weiss (1998) (Figure 10), the chlorite of peraluminous monzogranite is located in the field of trioctahedral chlorites with its higher Fe content, classified as chamosite, with Fe/(Fe+Mg) ranging from 0.5 to 0.70. In the Novo Mundo granite, clinochlore prevails, with a Fe/(Fe + Mg) content ranging from approximately 0.35 to 0.55. The calc-alkaline monzogranite contains chlorite of intermediate composition between chamosite and clinochlore, tending towards clinochlore, with a higher Mg content for chlorites derived from amphibole alteration.

Table 2.4 – Mineral chemistry data for chlorite

Sample Element	Peraluminous Monzogranite			Novo Mundo Granite			Calc-alkaline Monzogranite			
	LNM-31_C5_b t 4	LMN-25_C4_ch l 3	LNM-53_C2_b t 3	LMN-12_C3_ch l 3	DNFD0 3 53	LNM-09_C2_ch l 1	DNFD0 1 61	DNFD0 1 152	DNFD0 1 120	DNFD0 1 54.22 C3 chl 1
SiO ₂	25,934	23,555	25,544	27,087	27,866	26,548	25,052	26,51	28,257	31,369
TiO ₂	0,375	0,224	0	0,022	0,086	0	0,121	0,027	0,655	0,755
Al ₂ O ₃	17,452	19,505	17,951	17,13	17,681	19,15	18,576	18,981	17,8	16,411
FeO	30,031	33,293	28,331	23,479	19,711	18,686	23,009	28,14	25,578	19,843
MnO	0,338	0,627	0,342	0,181	0,8	0,188	0,64	0,441	0,396	0,813
MgO	11,045	8,023	13,044	16,772	17,8	17,867	15,614	13,84	13,065	15,38
CaO	0,225	0,182	0,036	0,082	0,022	0,058	0,102	0,046	0,23	0,121
Na ₂ O	0	0,012	0	0,059	0,038	0,003	0,04	0	0,05	0,037
K ₂ O	0,079	0,036	0,039	0,052	0,034	0,002	0,011	0,022	1,336	3,409
BaO	0	0,021	0		0	0,017				
F	0,107	0	0,113	0,209	0,313	0,152	0,175	0,018	0,227	0,311
Cl	0,008	0	0,007	0,03	0,014	0,02	0,013	0	0,007	0,022
V ₂ O ₃	0,033	0,058	0,05	0,07	0,011	0,02	0,124	0,012	0	0,048
Tot	84,816	84,816	84,816	85,253	84,376	82,711	83,477	88,113	87,66	88,531
OH	15,898	15,921	15,844	15,846	15,782	15,888	15,872	15,988	15,844	15,788
S	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cl	0,009	0,003	0,003	0,011	0,005	0,007	0,005	0,000	0,003	0,008
F	0,093	0,076	0,153	0,143	0,213	0,104	0,123	0,012	0,153	0,204
Si	5,973	5,795	6,040	5,867	5,983	5,753	5,558	5,654	6,040	6,506
B	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Be	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Al	2,027	2,205	1,960	2,133	2,017	2,247	2,442	2,346	1,960	1,494
O	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Al	2,357	2,391	2,523	2,239	2,457	2,643	2,415	2,426	2,523	2,518
Ti	0,286	0,063	0,105	0,004	0,014	0,000	0,020	0,004	0,105	0,118
Cr	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,002
V	0,004	0,006	0,000	0,012	0,002	0,003	0,022	0,002	0,000	0,008
Zr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sc	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Sample Element	Peraluminous Monzogranite			Novo Mundo Granite			Calc-alkaline Monzogranite			
	LMN-31_C5_bt4	LMN-25_C4_chl3	LMN-53_C2_bt3	LMN-12_C3_chl3	DNFDO-353	LMN-09_C2_chl1	DNFDO-161	DNFDO-1152	DNFDO-1120	DNFDO-154.22 C3 chl 1
Li	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mg	3,115	3,679	4,163	5,415	5,698	5,772	5,165	4,401	4,163	4,756
Ni	0,000	0,000	0,010	0,001	0,000	0,000	0,000	0,009	0,010	0,000
Co	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Zn	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe ²⁺	5,297	5,612	4,572	4,253	3,539	3,386	4,269	5,020	4,572	3,442
Mn	0,102	0,064	0,072	0,033	0,145	0,035	0,120	0,080	0,072	0,143
Ca	0,339	0,054	0,053	0,019	0,005	0,013	0,024	0,011	0,053	0,027
Na	0,007	0,000	0,021	0,025	0,016	0,001	0,017	0,000	0,021	0,015
K	0,184	0,023	0,364	0,014	0,009	0,001	0,003	0,006	0,364	0,902
Ba	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000

Based on the analyses (Table 2.4), the following mean chlorite compositions in the peraluminous monzogranite, calc-alkaline monzogranite and Novo Mundo granite are proposed, respectively:



In all analyses, the Cl content is negligible, lower than 0.01%. The Novo Mundo granite shows a relative increase in F value of 0.12% on average.

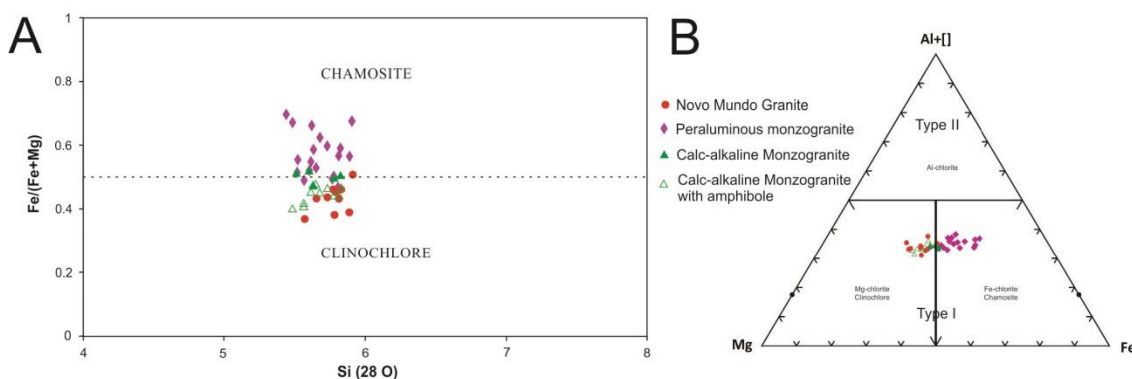


Figure 2.10 – Chlorite classification diagrams based on composition. In A: $Fe/(Fe+Mg)$ vs Si by Ruiz and Nieto (2006); and B: AFM by Zane & Weiss (1998).

2.4.3 – Litogeochemistry

Ten representative samples were selected for lithogeochemical studies: two peraluminous monzogranite samples, four calc-alkaline monzogranite samples and four Novo Mundo granite samples. The results from the analyses are outlined in Table 2.5.

The granites described correspond to subalkaline rocks with calc-alkaline trends according to the total alkali vs silica (TAS) classification diagram by Le Maitre (1989) and to the AFM diagram by Irvine & Baragar (1971) (Figure 2.11A and B). Peraluminous monzogranite and calc-alkaline monzogranite are classified as granodiorite to granite in the classification diagram by Le Maitre (1989) (Figure 2.11A). Calc-alkaline monzogranite with amphibole, however, is geochemically classified as monzonite. All Novo Mundo granite samples analysed have a granitic composition (Figure 2.11A).

Regarding the alumina saturation index (ASI) parameter, the granites are classified as peraluminous ($Al_2O_3/[CaO + Na_2O + K_2O] > 1$). This excludes the sample of calc-alkaline monzogranite that contains concentrated amphibole, which therefore has metaluminous characteristics, as shown in the $Al/(Na + K)$ vs $Al/(Ca + Na + K)$ diagram by Maniar-Piccoli (1989) (Figure 2.11C). The SiO_2 values of peraluminous monzogranite range from 71 to 69%, calc-alkaline monzogranite has an approximately 69% SiO_2 content, and the SiO_2 content of the Novo Mundo granite ranges from 77 to 75%.

Based on the classification proposed by Frost et al. (2001) regarding the Fe-number using the $FeO/(FeO + MgO)$ vs SiO_2 ratios as parameters, the calc-alkaline monzogranite confirms the calc-alkaline trend located in the magnesian field, whereas the peraluminous monzogranite shows a ferric trend near the border of the magnesian field, and the Novo Mundo granite plots between both fields (Figure 2.11D).

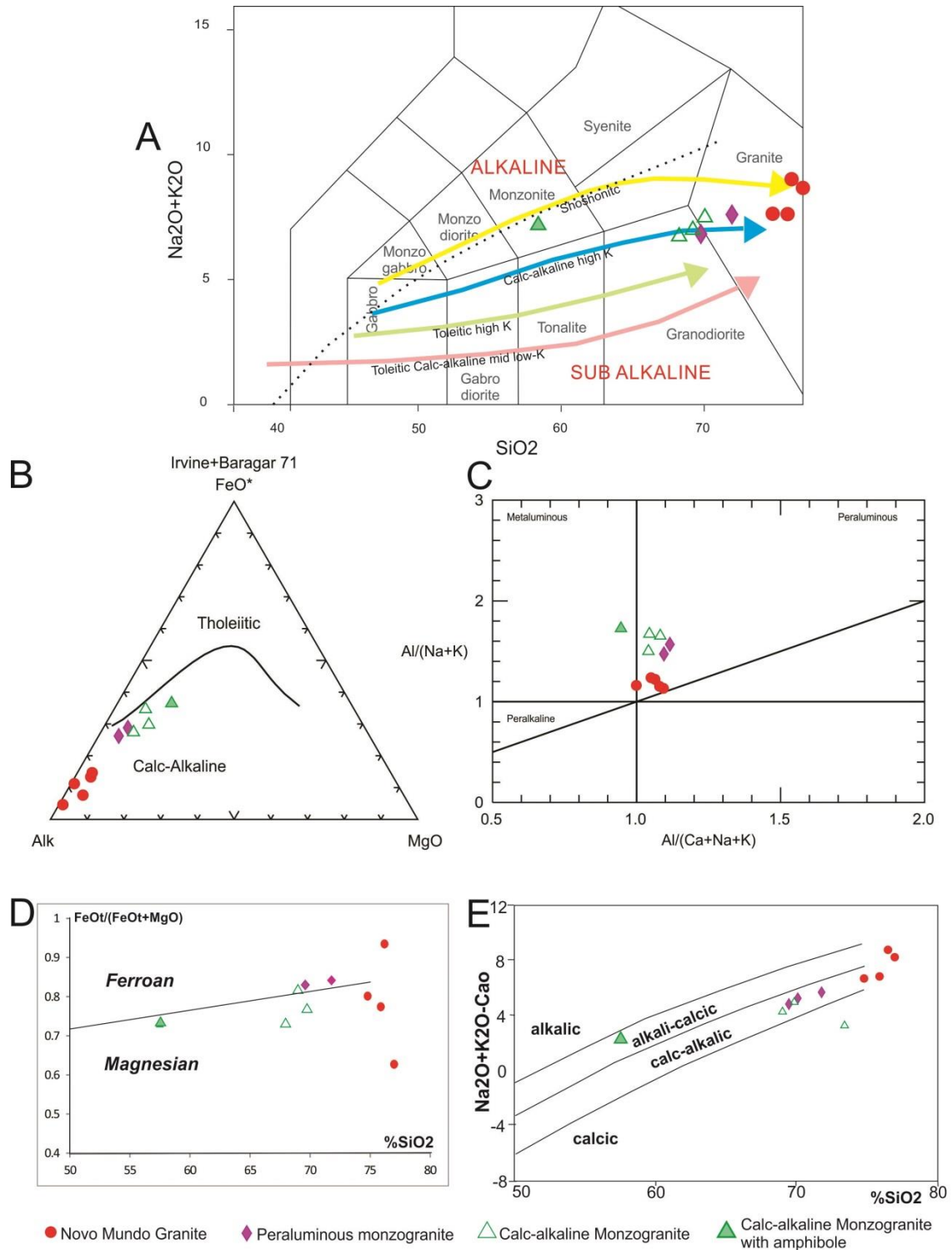


Figure 2.11 – Granite classification diagrams. In A: Chemical classification of alkalis vs silica by Le Maitre (1989); B: AFM diagram by Irvine and Baragar (1971); C: Aluminosity Index Diagram by Maniar -Piccoli (1989). Diagrams proposed by Frost et al. (2001). In D: Ferrous number diagram [$FeO/(FeO+MgO)$ vs SiO_2]; E: MALI diagram [(Na_2O+K_2O-CaO) vs SiO_2].

Table 2.5 – Lithochemical data on granites of the Novo Mundo region

Rock SAMPLE	Novo Mundo Granite				Calc-alkaline monzogranite				Peraluminous monzogranite	
	DNFD03-53,20	LNM-46	DNFD15-49,47	LNM-05	DNFD01-120,60	DNFD01-152,00	DNFD01-61,31	DNFD01-54,22	LNM-51	LNM-25
SiO ₂	74,8	75,9	77	81	69	69,8	67,9	57,5	69,5	71,8
Al ₂ O ₃	12,15	12,05	12,95	12,3	14,95	14,5	16,05	18	14	14,6
Fe ₂ O ₃	1,53	1,37	0,84	0,44	4,7	3,57	3,81	5,96	3,38	3,24
CaO	0,96	0,8	0,41	0,21	2,62	2,34	3,17	4,73	1,99	1,88
MgO	0,38	0,4	0,5	0,09	1,05	1,05	1,37	2,17	0,71	0,61
Na ₂ O	2,78	2,88	3,31	3,79	2,73	2,8	4,14	4,74	2,75	3
K ₂ O	4,85	4,74	5,36	4,28	4,21	4,68	2,58	2,43	4,07	4,6
Cr ₂ O ₃	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
TiO ₂	0,28	0,28	0,18	0,06	0,63	0,45	0,51	0,74	0,46	0,37
MnO	0,02	0,05	0,03	0,02	0,06	0,05	0,08	0,16	0,05	0,05
P ₂ O ₅	0,05	0,05	0,03	0,02	0,06	0,06	0,15	0,25	0,15	0,14
SrO	0,01	0,02	0,01	<0,01	0,03	0,03	0,03	0,06	0,02	0,02
BaO	0,04	0,04	0,04	<0,01	0,11	0,09	0,06	0,05	0,09	0,08
LOI	1,76	0,99	0,93	0,47	1,23	1,56	1,08	1,65	1,1	0,71
Total	99,61	99,57	101,59	>102,00	101,39	100,98	100,93	98,44	98,27	101,1
Rb	194	191	221	329	181	196,5	105	94,1	170,5	214
Sr	85,2	140	56,7	10,5	229	268	323	498	173,5	146,5
Zr	180	169	156	62	261	231	161	317	176	189
Ce	90,3	97,5	89,3	17,7	167,5	212	53,5	75,1	105,5	88,9
Ba	374	366	409	19,8	1010	815	566	488	850	767
Ga	18,6	18,9	19,3	21,8	25,9	23,6	24,4	29,6	24,7	26,8
V	15	14	8	<5	49	54	46	101	33	27
Sn	3	3	2	3	4	3	2	5	3	4
Ta	2,3	2,5	1,9	1,7	1	0,9	1,1	1,4	1,4	1,3
Nb	16,1	19,3	14,2	20,9	12,3	9,7	8,3	15,3	14	12,6
Hf	6,3	5,4	4,7	2,9	7	7,1	4,6	8,8	5,2	5,5
Sc	2	2	3	4	10	6	11	18	7	8
Tl	0,16	0,1	0,11	0,13	0,27	0,18	0,23	0,3	0,22	0,5
Zn	10	27	16	12	74	54	60	82	57	65
Mo	1	1	<1	2	1	<1	<1	2	1	<1
Pb	14	25	19	23	38	37	17	20	26	29
Th	22,3	24,6	24,4	34,7	36,6	66	1,68	5	19,7	18,35
U	2,5	3,06	1,65	4,99	2,97	2,84	0,93	1,95	1,27	2,65
Y	27,3	28,1	17,4	10,5	17,4	15,4	12,2	50,7	22,5	22
La	46,2	48,8	50,3	12,5	84,5	107,5	29,1	30,5	52,4	44,9
Cs	0,72	0,49	1,63	6,15	2,4	1,41	2,23	3,06	1,63	4,13
Pr	9,79	10,3	8,54	2,26	17,85	22,9	6,03	10,45	11,35	9,95
Nd	33,1	35,2	25,9	5,9	64	78,6	21,8	45,1	40,6	35
Sm	5,61	6,27	3,81	0,87	10,8	12,85	3,82	10,8	7,91	6,88
Eu	0,7	0,72	0,52	0,1	1,4	1,25	0,96	1,33	1,14	1,11
Gd	4,43	4,95	2,73	0,85	7,65	9,1	2,95	9,66	6,25	5,63
Tb	0,74	0,81	0,39	0,17	0,96	1,02	0,46	1,51	0,84	0,86
Dy	4,48	4,68	2,43	0,96	4,34	4,47	2,29	8,93	4,74	4,44
Ho	0,95	0,99	0,52	0,28	0,66	0,65	0,48	1,79	0,82	0,82
Er	2,74	2,91	1,51	1,01	1,61	1,26	1,18	4,94	2,05	2,13
Tm	0,42	0,49	0,3	0,26	0,18	0,17	0,19	0,77	0,37	0,31
Yb	2,84	2,91	2,03	2,02	0,92	0,85	1,06	4,59	2,1	1,84
Lu	0,44	0,47	0,37	0,35	0,15	0,14	0,15	0,77	0,32	0,26
C	0,2	0,1	0,07	0,02	0,04	0,09	0,04	0,08	0,03	0,01
S	0,47	0,01	0,01	0,02	0,06	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02
Cr	20	<10	20	10	30	20	10	10	20	20

Rock	Novo Mundo Granite				Calc-alkaline monzogranite				Peraluminous monzogranite	
SAMPLE	DNFD03-53,20	LNM-46	DNFD15-49,47	LNM-05	DNFD01-120,60	DNFD01-152,00	DNFD01-61,31	DNFD01-54,22	LNM-51	LNM-25
Ge	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
As	0,6	0,3	0,3	0,2	0,3	0,6	0,5	0,7	0,3	0,3
Bi	0,33	0,02	0,01	0,13	0,02	0,06	0,02	0,06	0,08	0,07
Hg	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,007	<0,005
In	0,01	0,01	0,008	<0,005	0,026	0,019	0,014	0,022	0,022	0,037
Re	0,005	0,004	0,005	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,003
Sb	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	0,07	0,05	0,14	<0,05	<0,05
Se	0,3	0,2	<0,2	<0,2	0,3	0,4	<0,2	0,5	0,2	<0,2
Te	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,02	0,02	<0,01	0,05	0,03
Ag	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cd	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cu	6	1	2	1	18	27	22	17	36	15
Li	<10	<10	<10	<10	10	10	10	30	10	30
Ni	<1	1	1	<1	12	3	4	6	8	5

In addition, according to the classification by Frost et al. (2001) regarding the modified alkali-lime index (MALI) using the $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}+\text{CaO}$ vs SiO_2 ratios as parameters (Figure 2.11E), the Novo Mundo granite is scattered between calc-alkaline and alkali-calcic, the calc-alkaline monzogranite is distributed between calc-alkaline and calcic, and the peraluminous monzogranite has calc-alkaline characteristics.

The peraluminous monzogranite shows narrow SiO_2 (from 71.8 to 69.5%) and Fe_2O_3 (t) (3.3%) ranges as well as high Al_2O_3 content (14 to 14.6%). The mean K_2O content is 4%, and the Na_2O content ranges from 3.0 to 2.73%. The peraluminous monzogranite also contains CaO (1.9%), MgO (0.71 to 0.61%), TiO_2 (0.46 to 0.37%), MnO (0.05%), and P_2O_5 (0.15%).

The calc-alkaline monzogranite shows values similar to the peraluminous monzogranite, except for high TiO_2 (0.63 to 0.45%), Fe_2O_3 (t) (4.7 to 3.5%) and CaO (3.17 to 2.62%) contents and a lower P_2O_5 (0.06%) content. The calc-alkaline monzogranite with amphibole shows higher Al_2O_3 (18%), Fe_2O_3 (5.96%), CaO (4.73%), MgO (2.17%), Na_2O (4.74%), TiO_2 (0.74%) and P_2O_5 (0.25%) contents and lower K_2O (2.43%) and SiO_2 (57.5%) contents.

The Novo Mundo granite has high SiO₂ (77 to 74.8%) and K₂O (5.36 to 4.74%) contents, intermediate contents of Al₂O₃ (13 to 12%) and Na₂O (3.31 to 2.78%), and low Fe₂O₃ (t) (1.53 to 0.84%), CaO (0.96 to 0.41%), MgO (0.5 to 0.38%), TiO₂ (0.28 to 0.18%) and MnO and P₂O₅ (both ranging from 0.05 to 0.02%) contents.

The values of major elements in relation to the increase in SiO₂ show little dispersion, forming negative linear trends for Al₂O₃, MgO, P₂O₅, CaO, Fe₂O₃, MnO and TiO₂. K₂O and Na₂O are positively correlated with SiO₂, albeit with some dispersion in the Novo Mundo granite that is due to the degree of alteration of the rock (Figure 2.12). In the calc-alkaline monzogranite, although the sample with concentrated amphibole follows the trend of the other samples, it is noticeably isolated from the other percentages and always at the beginning of the trend, suggesting less-evolved characteristics in comparison.

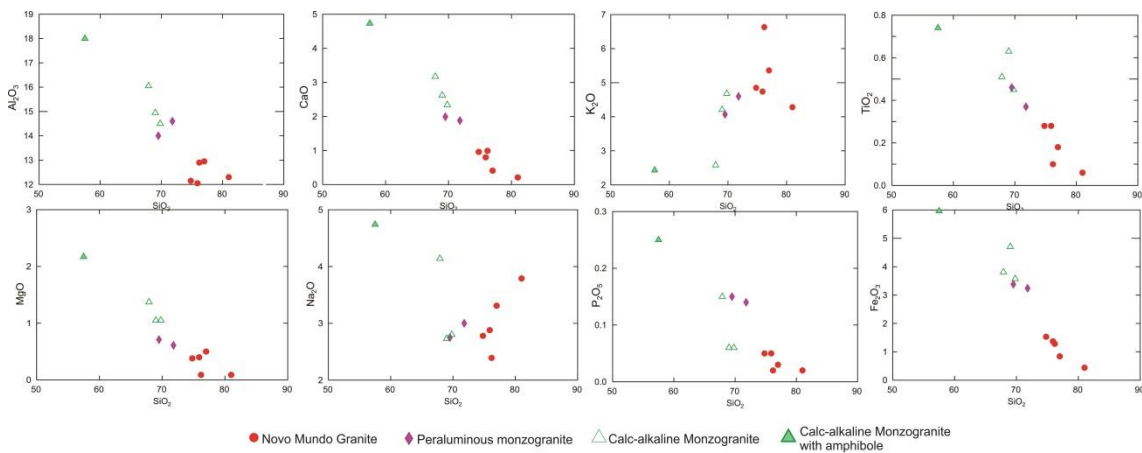


Figure 12 – Harker diagram for major oxides of granites in the Novo Mundo region

The peraluminous monzogranite has a high Ba concentration that ranges from 850 to 767 ppm. However, it also contains 189 to 176 ppm Zr, 173.5 to 146.5 ppm Sr, 214 to 170.5 ppm Rb, 14 to 12.6 ppm Nb, 22 ppm Y, on average, and 2.1 to 0.85 ppm Yb. The calc-alkaline monzogranite shows higher Sr (268 to 229 ppm), Zr (261 to 231 ppm) and Hf (6.24 ppm) concentrations and lower Ta (1 ppm), Y (17.4 to 12.2 ppm)

and Yb (0.92 to 0.85 ppm) concentrations. The sample with concentrated amphibole shows increased Sr (498 ppm), Y (50.7 ppm), Yb (4.59 ppm) and Zr (317 ppm) values and lower Rb (94 ppm) and Ba (488 ppm) concentrations. The Novo Mundo granite shows high Rb (221 to 191 ppm), Ta (2.51 to 2.3 ppm), Yb (2.45 ppm) and Nb (19.3 to 14.2 ppm) concentrations and lower Ba (409 to 366 ppm) and Sr (73.1 ppm) concentrations.

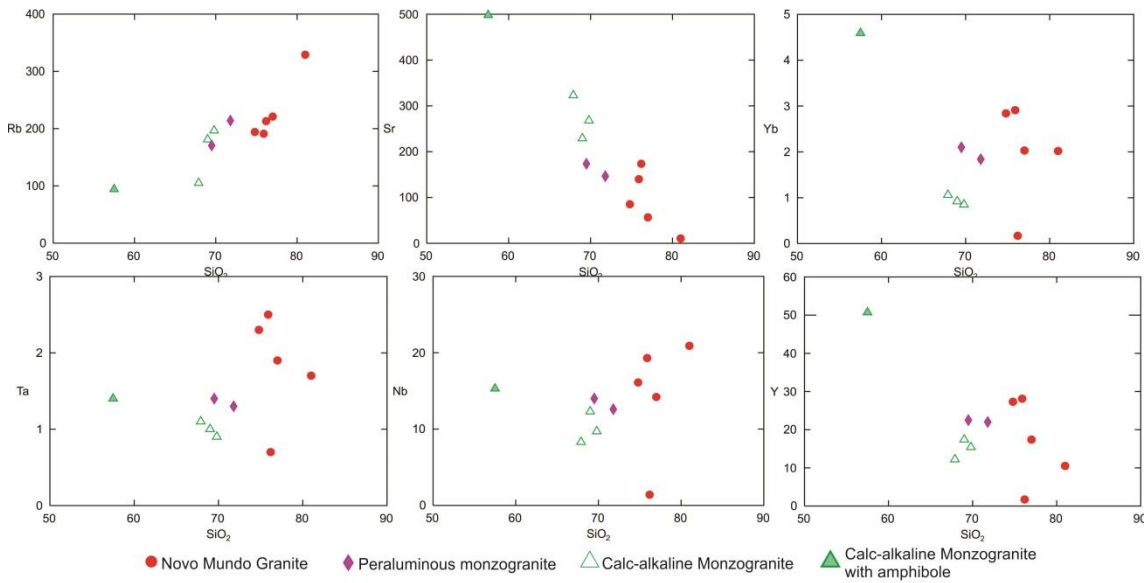


Figure 2.13 – Harker diagram for trace elements of the study samples

In general, Harker diagrams for trace elements (Figure 2.13) show a decrease in Sr and Zr, a relative decrease in Hf, and an increase in SiO₂. They also show positive trends in Rb, Ta and Nb values relative to SiO₂. Conversely, Y and Yb values are scattered. The sample of calc-alkaline monzogranite with concentrated amphibole has higher Zr, Y and Yb contents, most likely resulting from a concentration of accessory minerals, such as zircon, together with amphibole. The peraluminous monzogranite also shows a relative decrease in Zr, Rb and Hf with an increase in SiO₂.

Chondrite- and primitive mantle-normalised rare-earth element (REE) patterns, according to Sun & McDonough (1989), are shown in Figure 2.14. Granite rare-earth

element (REE) data show enrichment in light over heavy REEs. Granites have some REE-concentrating accessory minerals, such as apatite and allanite, favouring the enrichment of light REEs. The values of light REEs noticeably decrease with the degree of alteration of the Novo Mundo granite, similar to the sample with garnet, because this mineral is enriched in heavy REEs. The sample of calc-alkaline monzogranite with concentrated amphibole shows less marked fractionation, with higher heavy REE content and lower light REE content than the other samples. In general, granitic rocks show markedly negative Eu anomalies.

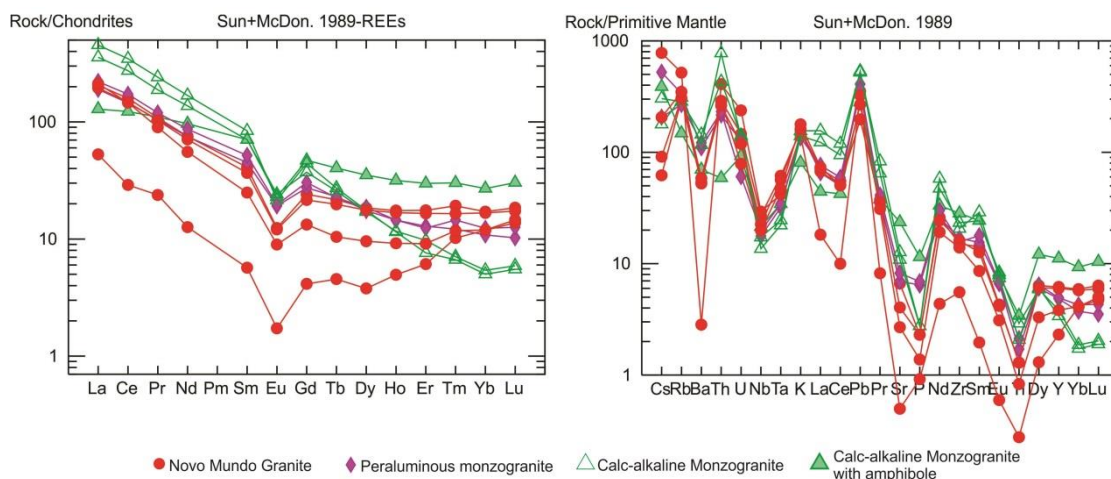


Figure 2.14 – Multi-element diagrams with: A: Chondrite- and B: Primitive Mantle-normalised values, according to Sun and McDonough (1989).

The granites show negative Ba, Nb, Ta, Ce, Sr, P and Ti anomalies and positive Th, K, Pb and Nd anomalies.

2.4.3.1 - Tectonic environment

Regarding the tectonic environment, according to the diagrams proposed by Pearce et al. (1984) (Figure 2.15 A and B) and the ternary diagrams proposed by Harris et al. (1986) (Figure 2.15 C) and by Thiéblemont & Cabanis (1990) (Figure 2.15 D), the granites are classified as rocks related to magmatic arc to post-collisional magmatism, indicating that the calc-alkaline magma was derived from a (mantle) subduction zone,

although some samples are close to the crustal contamination limit. The representative samples of Novo Mundo granite indicate a greater crustal contribution, characterising an arc to post-collisional magmatic setting.

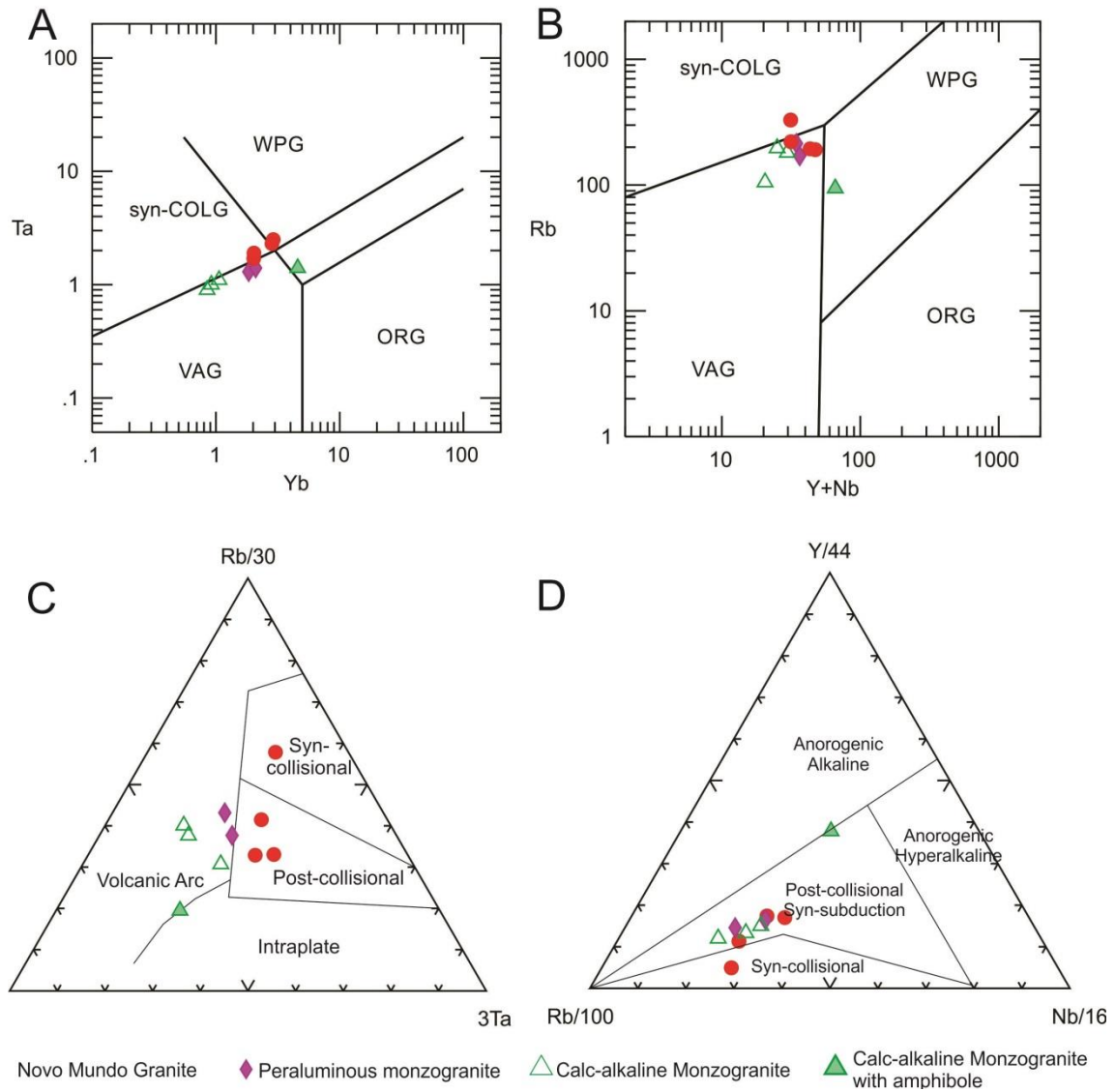


Figure 15 – Tectonic discrimination diagrams: A and B: Pearce et al. (1984); C: Harris et al. (1986); and D: Thiéblemont & Cabanis (1990).

2.4.4 – Isotopic Geochronology

2.4.4.1 – U-Pb

U-Pb zircon data were collected for a sample of peraluminous monzogranite (LNM-25) and for two samples of Novo Mundo granite, LNM-46 and LNM-05 (with garnet); the latter failed to provide satisfactory data due to the low quality of the zircon crystals.

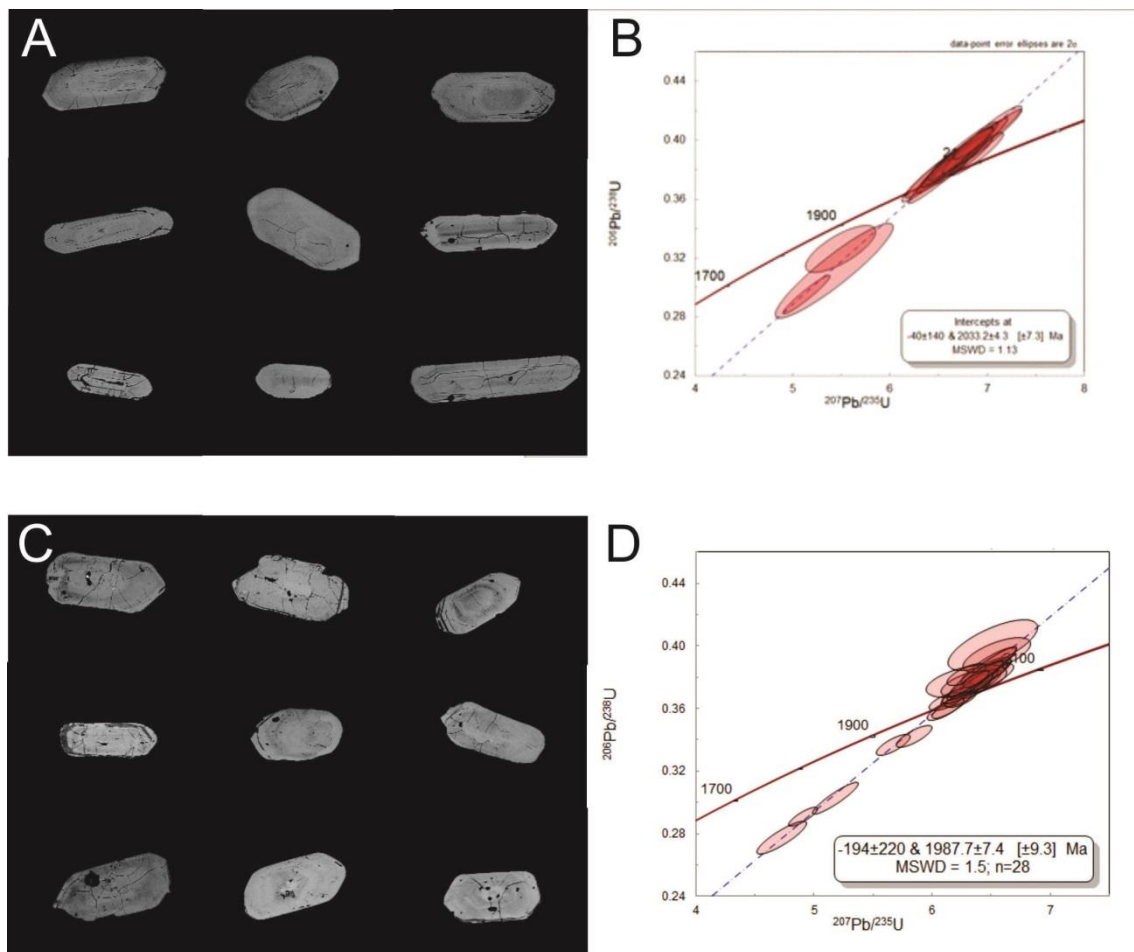


Figure 2.16 – A and B: Peraluminous monzogranite, sample LNM-25. In A: Slightly zoned and elongated, euhedral zircon crystals; B: Isochron of the assessed age; C and D: Novo Mundo granite, sample LNM-46, C: Slightly zoned euhedral zircon crystals; D: Isochron of the assessed age.

The selected crystals show bipyramidal prismatic habits and are sometimes rounded with a mean size smaller than 0.1 mm. They are brownish and show a moderate

degree of metamictisation, albeit preserving their igneous characteristics; they are without intergrowth features and are slightly zoned (Figure 2.16 A and C).

The peraluminous monzogranite sample was dated at 2033 ± 4.3 Ma (MSWD = 1.13) (Figure 2.16 B), and the Novo Mundo granite was dated at 1987 ± 7.4 Ma (MSWD = 1.5) (Figure 2.16 D); both ages are interpreted as granite crystallisation ages. Dezula et al. (2018) obtained U-Pb zircon age of 1994 ± 5 Ma for a similar calc-alkaline monzogranite, from an area adjacent to the study area.

2.4.4.2 – Sm-Nd

Isotopic Sm-Nd data were obtained from seven whole-rock samples, namely, two peraluminous monzogranite samples, three Novo Mundo granite samples, and two calc-alkaline monzogranite samples. Calc-alkaline monzogranite data were treated using the U-Pb age (1994 ± 5 Ma) obtained by Dezula et al. (2018) in a similar monzogranite from an area adjacent to the study area. The findings are outlined in Table 2.6.

Table 2.6 – Isotopic Sm-Nd data for granites of the Novo Mundo region

Sample	Peraluminous monzogranite		Novo Mundo Granite			Calc-alkaline monzogranite	
	LNM 51	LNM 25	LNM 05	LNM 46	DNFD 03 53.20	DNFD 01 120.60	DNFD 01 54.22
Sm (ppm)	5,745	6,059	0,898	5,892	5,643	8,824	9,672
Nd (ppm)	31,523	33,427	6,212	36,155	34,959	58,073	46,753
$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	0,110241744	0,109644572	0,109644572	0,08744369	0,097641543	0,091912551	0,12513834
$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} \pm 2\text{SE}$	0,511492 ± 03	0,511481 ± 03	0,511152 ± 06	0,511341 ± 04	0,511328 ± 04	0,511285 ± 03	0,511791 ± 03
U-Pb (Ma)	2033	2033	1987	1987	1987	1994	1994
$\epsilon_{\text{Nd}}(0)$	-22,35	-22,57	-22,57	-28,99	-25,30	-26,39	-16,52
$\epsilon_{\text{Nd}}(t)$	0,22	0,16	-0,36	-1,12	-0,03	0,44	1,81
$T(\text{DM})$	2,290	2,293	2,293	2,288	2,239	2,203	2,156

The peraluminous monzogranite shows a mean $T_{\text{DM}} = 2.29$ Ga and $\epsilon_{\text{Nd}(2.03\text{Ga})} = 0.19$, with $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ isotopic ratios ranging from 0.511492 to 0.511481 and high $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ ratios ranging from 0.1102 to 0.1096. The Novo Mundo granite has $T_{\text{DM}} =$ ranging from 2.28 to 2.23 and $\epsilon_{\text{Nd}(1.98\text{Ga})} = -0.03$ to -1.1, with $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ isotopic ratios ranging from 0.511341 to 0.511328 and low $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ ratios ranging from 0.087443

to 0.097641. The calc-alkaline monzogranite has T_{DM} and $\epsilon_{Nd(1.99 Ga)}$ of 2.20 Ga and 0.44, respectively, with a mean $^{143}Nd/^{144}Nd$ isotopic ratio of 0.511285 and a high $^{147}Sm/^{144}Nd$ ratio of approximately 0.091912. These data indicate crustal contribution in granitogenesis.

2.5 - DISCUSSION

2.5.1 – Petrographic and Lithochemical Characteristics

The peraluminous monzogranite identified in the region shows mineralogical characteristics similar to the S-type granites of Chappel & White (1974) and to the muscovite-bearing peraluminous granite (MPG) of Barbarin (1996), whose magmatic muscovite is the main characteristic. Classifying muscovite as magmatic may follow textural criteria, in which the crystals are relatively large with well-defined contours and with no direct association with possible parent minerals (Speer, 1984; Borodina & Fershtater, 1988), as well as chemical criteria, in which muscovite classified as primary has a TiO_2 content of 0.6% and high Al and K contents (Zen, 1988). These typical features are identified in the muscovite of peraluminous monzogranite, showing lamellae with well-defined contacts and habits, sizes compatible to other rock-forming minerals, and TiO_2 content ranging from 0.5 to 1.4%, a K_2O content of 10% and an Al_2O_3 content of 31%. The biotite of peraluminous monzogranite also demonstrates the peraluminous character of the granite, according to the characteristics proposed by Abdel-Rahman (1994). For the author, the biotite composition largely depends on the nature of the magma from which it crystallises, reflecting specific chemical values of FeO, MgO and Al_2O_3 that vary with the origin of the magmatic source (30.6, 4.4 and 11.2 for alkaline suites; 22.1, 6.3 and 18.9 for peraluminous suites; and 19.7, 11.2 and 14.9 for calc-alkaline suites) (Table 2.7). Calc-alkaline magmas show a FeO(t)/MgO ratio of approximately 1.76, which increases for peraluminous (3.48) and alkaline (7.04) suites. The biotite of peraluminous monzogranite shows mean values of FeO, MgO,

Al_2O_3 and $\text{FeO(t)}/\text{MgO}$ ratios of 23%, 8.8%, 16% and 3.55, respectively. These values are similar to those proposed by Abdel-Rahman (1994) for peraluminous suites. The calc-alkaline monzogranite and Novo Mundo granite, in turn, have values similar to the calc-alkaline suite, as shown in the biotite classification diagram proposed by Abdel-Rahman (Figure 2.13).

Mineralogically, the main paragenesis of collisional granites with muscovite consists of quartz + feldspar + biotite + muscovite, in addition to apatite, monazite, garnet, zircon, tourmaline, and ilmenite as accessory minerals. Collisional granites show no metamorphic or mafic association, commonly showing xenoliths and restites (Barbarin, 1999). However, in the studied peraluminous monzogranite, no other alumina minerals derived from crustal melting were identified in addition to the biotite and primary muscovite. Another striking characteristic of S-Type granites is the negative ϵ_{Nd} . Nd is an incompatible element and becomes concentrated in the liquid phase during partial melting, thus enriching restite in Sm and, therefore, in ^{143}Nd , the radiogenic isotope. ϵ_{Nd} basically consists of comparing the $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ratio of the study sample at the time of its formation with or its current value with the chondrite uniform reservoir (CHUR) (DePaolo, 1981). If, at the time of rock crystallisation, the parental magma has a $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ratio higher than the chondrite, the ϵ_{Nd} will be positive and the magma source will be the mantle because the Sm/Nd ratio is higher than the chondrite. Conversely, for a negative ϵ_{Nd} , the source of the rocks will have a lower Sm/Nd ratio than the chondrite and the parental magma will be the crust. Thus, because the ϵ_{Nd} of the peraluminous monzogranite is close to zero or slightly positive, it was not exclusively derived from the fusion of crustal rocks, in contrast to S-Type granites. .

The geochemical characteristics of the peraluminous monzogranite demonstrate an affinity to calc-alkaline magmatic series, as shown in the silica vs alkali diagrams by

Le Maitre (1989) (Figure 2.11 A), as well as by the alkalinity indices proposed by Frost et al. (2001) (Figure 2.11 E), in which granites typical of arc environments are located. The enrichment in large-ion lithophile elements (LILE; Rb, Ba, Th, U and K) over light REEs and high-field-strength elements (HFSE; Ti, Zr, Hf, Nb, Ta, Yb, Y), as well as the impoverishment in heavy over light REEs, are also typical of calc-alkaline suites. The enrichment in more mobile and/or lithophilic elements (Rb, Ba, Th, U and K) and the negative Nb, P and Ti anomalies are interpreted as the typical signature of a magmatic arc, possibly resulting from mantle wedge metasomatism above the subduction zone (Abdallah, 2011). The presence of minerals such as allanite and zircon explains this enrichment in REE, whereas the stronger negative Eu anomaly suggests that the granitic liquid experienced marked feldspar fractionation. The increased Rb content and enrichments in aluminium and potassium (Figure 2.14) indicate a contribution by continental crust, assimilation or contamination. In the tectonic discrimination diagrams (Figure 2.15), the peraluminous granites are located in the field of volcanic arc to post-collisional granites. According to Pearce (1996), the source area for this type of geotectonic environment was asthenospheric mantle that was impoverished in incompatible trace elements and contaminated with crust.

The calc-alkaline monzogranite is classified as calc-alkaline, meta- to peraluminous granite with a magnesian trend. These characteristics are compatible with the I-Type granites of Chappel & White (1974), which are typical of magmatic arcs. The biotite of the calc-alkaline monzogranite, classified as primary to re-equilibrated, shows a calc-alkaline affinity according to the diagrams by Nachit (1986), as well as low values of FeO, MgO, Al₂O₃ and an FeO(t)/MgO ratio ranging from 17.2 to 19.9%, from 9.7 to 12.1%, from 14.7 to 15.9% and from 1.43 to 2.06%, respectively. These

values are similar to those proposed by Abdel-Rahman (1994) for calc-alkaline magmatic suites.

High Ba and Sr contents and low Nb, Ta, and Y values are observed in calc-alkaline rocks derived from syn-collisional environments (Pearce et al. 1984, Harris et al. 1986). The positive ϵ_{Nd} indicates that the original magma was derived from impoverished mantle sources. In combination with major and trace element data, these results suggest that the original magma formed in a primitive magmatic arc environment.

Feldspar, biotite and apatite tend to incorporate light REE into their structures, whereas pyroxenes, amphiboles and garnets concentrate heavy REEs (Faure & Mensing, 2005). Thus, the sample with concentrated amphibole shows different geochemical patterns, especially regarding REEs, due to its concentration of amphibole and other accessory minerals such as zircon. The abundance of Ba and Sr in the calc-alkaline monzogranite is correlated with the impoverishment in light REE, which is partly due to the enrichment of rich fluids derived from sediments on the subducted crust.

The geochemical data for the Novo Mundo granite are consistent with characteristics of magmatic arc to post-collisional granites. The biotite in the granite shows a calc-alkaline affinity according to the diagrams by Nachit (1986), and the values of FeO, MgO, Al₂O₃ and the FeO(t)/MgO ratio are similar to the values proposed by Abdel-Rahman (1994) for calc-alkaline suites.

According to Pearce et al. (1984), post-tectonic granites commonly contain biotite ± hornblende, belonging to metaluminous-to-slightly peraluminous, high-potassium, calc-alkaline suites, and show many characteristics of I- or S-Type granite, such as the Novo Mundo granite.

According to Barbarin (1999), calc-alkaline, high-K, metaluminous to peraluminous rocks are found in several geotectonic environments, indicating a spectrum of possible tectonic regimes rather than a specific environment. Negative ϵ_{Nd} values indicate that the Novo Mundo granite was derived from sources with a lower Sm/Nd ratio than the chondrite reservoir, suggesting that the granite was derived from and/or assimilated ancient crustal rocks. This unit, with characteristics similar to post-collisional granites and formed in a more evolved scenario, is related to the final development of the - magmatic arc, i. This is supported by high Rb-Ta-Yb concentrations and negative isotopic signatures of ϵ_{Nd} .

On the basis of the geological, petrographic, geochemical, Sm-Nd and U-Pb data, the studied granites from the Novo Mundo region are calc-alkaline, were generated in different stages of a volcanic arc environment and probably had the lithospheric mantle in a subduction environment as a likely source, with crustal contribution in varying proportions. The peraluminous monzogranite, the oldest studied granite, is here interpreted as derived from a hybrid source, consisting of juvenile rocks interacting with continental crustal, and probably represents the first granitic rocks formed after the magmatic arc onset. The calc-alkaline monzogranite, of intermediate age, has typical I-type granite magmatic arc characteristics. The Novo Mundo granite, with magmatic arc to post-collisional geochemical characteristics, was probably formed at the end of development of the magmatic arc.

2.5.2 – Petrogenetic Characteristics and Implications for Regional Geological Context

Considering geological, petrographic, geochemical, isotopic and geochronological characteristics, the three different paleoproterozoic granites described in this study in the Novo Mundo region may be correlated with granites of the Cuiú-

Cuiú Complex, from the Tapajós Province, formed by calc-alkaline rocks that are typical of magmatic arcs, with U–Pb ages of 2033 ± 7 and 2005 ± 7 Ma (Vasquez et al., 2002; Santos et al., 2004).

The peraluminous monzogranite has a U-Pb age of 2033 ± 4.3 Ma and is thus related to the initial state of development of the Cuiú-Cuiú magmatic Arc in the Alta Floresta Mineral Province. The chemical and mineralogical characteristics of the peraluminous monzogranite indicate that the magma was derived from a mantle source that had been enriched by the subduction of an oceanic plate. It was affected by crustal material during its ascent, possibly by assimilation of country rocks, thus acquiring peraluminous characteristics.

The calc-alkaline monzogranite exemplifies a typical magmatic arc series, containing biotite + hornblende, among other geochemical and mineralogical characteristics that correspond to the intermediate period of formation of the Cuiú-Cuiú arc. Dezula et al. (2018) described a biotite monzogranite in the Aragão granite region, south of the Novo Mundo granite region, that had an age of 1994 ± 5 Ma, medium potassium content, a calc-alkaline affinity, a metaluminous trend and decreased plagioclase fractionation. These characteristics are similar to those of the calc-alkaline monzogranite described in this study, with which it is here correlated. The calc-alkaline monzogranite has positive ϵ_{Nd} values (1.81 to 0.44), highlighting the contributions of young sources, which may suggest a correlation with the entry of mafic magma into the system. These characteristics are corroborated by the description of Paes de Barros (2007), which reports diorite bodies intercepting the monzogranite of the Northern section of the Novo Mundo granite, with a TDM age of 1.96 Ga, and $\epsilon_{Nd(1964)} = 3.64$.

Paes de Barros (2007) obtained Pb-Pb ages of 1970 ± 3 Ma (USD = 0.68) and 1964 ± 1 Ma (USD = 0.81) for the Novo Mundo granite. For the author he data obtained

in this study suggest that the Novo Mundo granite may be temporally correlated with the Creporização magmatic arc (1.98 to 1.95 Ga), although its chemical and mineralogical characteristics indicate that this granite possibly formed at the end of Cuiú-Cuiú magmatic arc activity (2.03 to 1.95 Ga).

Also in the context of the Novo Mundo granite, Dezula et al. (2018) described the Aragão granite (1.964 ± 11 Ma and 1.967 ± 2 Ma), located south of the Novo Mundo granite, as a medium-to-thick granitic syenogranite biotite with a porphyritic texture, high potassium content, and calc-alkaline characteristics. It intrudes biotite monzogranite (1994 ± 5 Ma) of medium-potassium, calc-alkaline affinity, with a metaluminous trend that was emplaced in an active continental-margin environment. The Aragão biotite syenogranite is remarkably similar to the southern edge of the Novo Mundo granite where the quantity of biotite noticeably increases. This similarity is highlighted by the ages of both granites, which induce a magmatic evolution ranging from 1.99 to 1.96 Ga, possibly with greater participation of crustal rocks, assigning it geochemical characteristics of I- and S-Type granites.

It should be noted that the period when the granites of the Novo Mundo region were formed is a milestone of the formation of the continental crust of the South American Platform, between 2.26 and 1.86 Ga, defined as the Trans-Amazonian Cycle (Hurley et al., 1967). This cycle is recorded in the Amazonas Craton with the formation of granite-greenstone terranes and with the predominance of continental accretion of mantle-derived material, in the first event, between 2.26 and 2.11 Ga, and of crustal reworking processes, in a second event, between 2.0 and 1.86 Ga (Tassinari et al., 1999). The granites of the Novo Mundo region, according to geochemical and isotopic data, would correspond to rocks that formed during the second event, characterised by strong crustal reworking, thus acquiring mixed characteristics of I- and S-Type granites.

The model ages (T_{DM}) assessed in this study are similar to each other, which may suggest a common magmatic reservoir. However, the U-Pb ages show that the peraluminous monzogranite is older (2.033 ± 4.3 Ma), and its ϵ_{Nd} is slightly positive or close to zero (0.22 to 0.16), indicating mantle sources with crustal contributions. This is likely associated with the initial stage of formation of the Cuiú-Cuiú magmatic arc (Figure 2.17 A). The calc-alkaline monzogranite, in turn, shows positive ϵ_{Nd} , highlighting the contributions of juvenile sources, thus representing the main period of formation of the Cuiú-Cuiú arc (Figure 2.17 A). Intrusion of volcanic arc to post-collisional, calc-alkaline, peraluminous granites, represented in the study area by the Novo Mundo granites, whose magmatic evolution occurred from 1.99 to 1.96 Ga, is observed at the final stage of formation of the Cuiú-Cuiú magmatic arc (Figure 2.17 B). The data allow suggest the possible direction of the subduction in the region, from south to north (Figure 2.17).

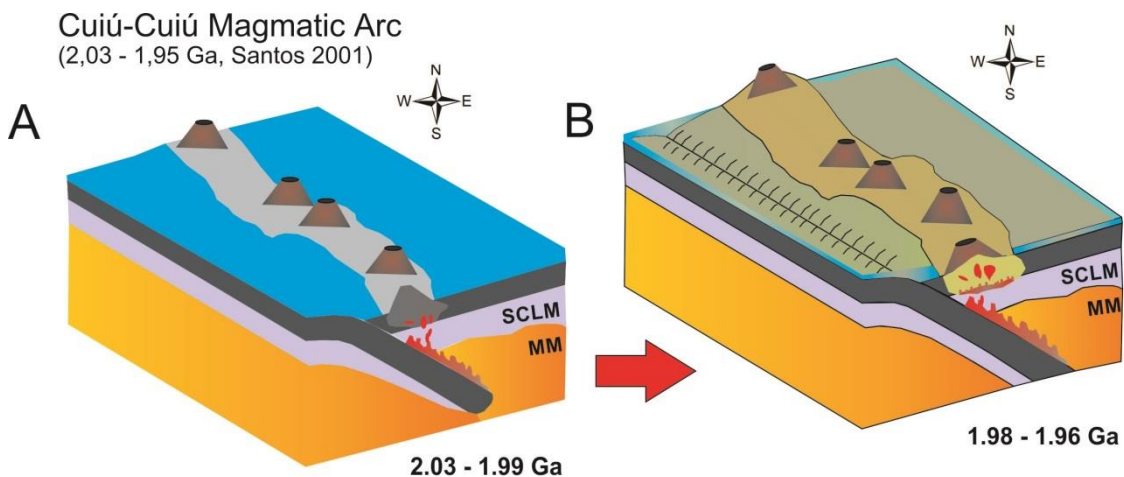


Figure 17 – Schematic representation of granite generation in the Novo Mundo region during the evolution of the Cuiú-Cuiú magmatic arc. A: Initial and intermediate stages characterised by peraluminous monzogranite (2.03 Ga) and calc-alkaline monzogranite (1.99 Ga) generation, respectively; B: final stage characterised by Novo Mundo granite intrusion (1.98 to 1.96 Ga).

2.6 – CONCLUSIONS

The present study allowed the definition of three magmatic arc orosirian paleoproterozoic granites in the Alta Floresta Mineral Province, in the Novo Mundo region, where many gold mineralisations occur. The granites are mostly isotropic, have different ages and degrees of crustal contribution in their formation: peraluminous monzogranite (2033 ± 4.3 Ma), calc-alkaline monzogranite ($\sim 1994 \pm 5$ Ma), and the Novo Mundo granite (from 1987 ± 7.4 Ma to 1964 ± 1 Ma). The granites have very close T_{DM} ages (2.29 to 2.15), coherent to a common reservoir. They are correlated to the Cuiú-Cuiú magmatic arc described in the Tapajós Mineral Province, to the north of the Cachimbo graben. The data suggest subduction from south to north in the region, on the basis of the granites characteristics and ages. The contacts between the granites occur in the form of xenoliths in the field, in which peraluminous monzogranite xenoliths were observed in the Novo Mundo granite, and irregularly in drill-hole samples between the Novo Mundo granite and calc-alkaline monzogranite.

The peraluminous monzogranite contains primary muscovite, has calc-alkaline affinity, $T_{Dm} = 2.29$ Ga and $\epsilon_{Nd(2.03Ga)} = 0.20$ to 0.16 . Based on petrographic, biotite composition, litho geochemistry and on Sm-Nd isotopes, it is classified as volcanic-arc granite from the initial period of the Cuiú-Cuiú magmatic arc, with hybrid characteristics between mantle-derived and crust- contaminated rock.

The calc-alkaline monzogranite contains biotite as the main mafic mineral and rare amphibole aggregates. It has a metaluminous-to-peraluminous chemical affinity and is classified as calc-alkaline granite typical of the Cuiú-Cuiú magmatic arc. The granite has T_{Dm} and $\epsilon_{Nd(1.99 Ga)}$ ranging from 2.20 to 2.16 Ga and from 1.81 to 0.44, respectively, which indicate more mantellic material in its formation, with possible influence of crustal materials.

The Novo Mundo granite, which occurrence in the region has been restricted in this study, is a highly hydrothermal-altered granitic body, sometimes containing secondary spessartite. Its $T_{DM} = 2.29$ to 2.23 Ga and $\epsilon_{Nd(1.98Ga)} = -0.03$ to -1.1 , indicating crustal contribution. It is geochemically classified as peraluminous, volcanic arc to post-tectonic granite and is here interpreted as being formed by the end of the Cuiú-Cuiú magmatic arc, with crustal contamination. The contemporaneity of the Aragão granite described in the region (1964 ± 11 and 1967 ± 2 Ma) with the final phase of crystallisation of the Novo Mundo granite, and their petrogenetic similarities, allow correlating these two granitic bodies.

Mafic dykes with dioritic-to-gabbroic composition cut the Novo Mundo granite, in addition to dykes with andesitic composition classified as subvolcanic rocks. Acid dykes, showing aplitic and rhyolitic compositions, are less abundant

The present study helped increase the knowledge of the granitogenesis in the Amazonian Craton and of the tectonic environment and evolution of the granites associated with gold mineralisation in the Alta Floresta Mineral Province and in similar regions. The new data will also be important for granite-related mineral exploration and prospection models in the Amazonian craton.

2.7 - BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- Abdallah, S., 2011. Interpretação Litogeoquímica das rochas graníticas da folha Arraias. In: XIII Congresso Brasileiro de Geoquímica, III Simpósio Geoquímica dos países do Mercosul, anais CD, 848-851.
- Abdel-Rahman, A. F. M. 1994. Nature of biotites from alkaline, calc-alkaline, and peraluminous magmas. *Journal of Petrology*, 35(2), 525-541.

- Assis, R. R. D. 2015. Depósitos auríferos associados ao magmatismo félsico da Província de Alta Floresta (MT), Cráton Amazônico: litogeoquímica, idade das mineralizações e fonte dos fluidos. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas - SP.
- Barbarin, B. 1999. A review of the relationships between granitoid types, their origins and their geodynamic environments. *Lithos*, 46(3), 605-626.
- Barbarin, B., 1996. Genesis of the two main types of peraluminous granitoids. *Geology* 24, 295–298.
- Bettencourt, J. S., Juliani, C., Xavier, R. P., Monteiro, L. V., Neto, A. C. B., Klein, E. L., & Pereira, V. P. 2016. Metallogenic systems associated with granitoid magmatism in the Amazonian Craton: An overview of the present level of understanding and exploration significance. *Journal of South American Earth Sciences*, 68, 22-49.
- Borodina N.S & Fershtater G.B. 1988. Composition and nature of muscovites in granites. *Internat. Geol. Rev.*, 30:375-381
- Chappell, B. 1974. Two contrasting granite types. *Pacific Geol.*, 8, 173-174.
- Chappell, B. W., & White, A. J. 2001. Two contrasting granite types: 25 years later. *Australian Journal of Earth Sciences*, 48(4), 489-499.
- Dardenne, M. A., & Schobbenhaus, C. 2001. *Metalogênese do Brasil*. Editora UnB.
- Deer, W. A.; Howie, R. A.; Zussman, J. 1992. *Na introduction to the rock-forming minerals*. 2 ed. Hong Kong: Longman Scientific & Technical, 696p. P. 223-275.
- Deitos, B. K. ; Zan, W. G. ; Pierosan, Ronaldo ; Barros, A. J. P. ; Geraldês S, M. C. 2016. Mapeamento, petrografia e geocronologia U-Pb da região limítrofe entre os arcos magmáticos Cuiú-Cuiú e Juruena - Nova Guarita, Mato Grosso. In: 48º Congresso Brasileiro de Geologia, 2016, Porto Alegre. Anais, v. 1.
- DePaolo, D.J. 1981. Neodymium isotopes in the Colorado Front Range and crust-mantle evolution in the Proterozoic. *Nature* 291: 193-196.
- Dezula, S. E. M., Barros, M. A. S. A., Pierosan, R., Santos, J. O. S., & Assis, R. R. 2018. Granito Aragão—Suíte intrusiva Nhandú—um granito oxidado, tipo A2, de 1967 a

- 1964 Ma na Província Aurífera Alta Floresta—Cráton Amazônico. *Geologia USP. Série Científica*, 18(1), 3-20.
- Faure, G., Mensing, T.M., 2005. *Isotopes: Principles and Applications*. Wiley, Hoboken. 897 pp.
- Frost, B. R., Barnes, C. G., Collins, W. J., Arculus, R. J., Ellis, D. J., & Frost, C. D. 2001. A geochemical classification for granitic rocks. *Journal of petrology*, 42(11), 2033-2048.
- Harris, N. B., Pearce, J. A., & Tindle, A. G. 1986. Geochemical characteristics of collision-zone magmatism. *Geological Society, London, Special Publications*, 19(1), 67-81.
- Hurley, P. M., Rand, J. R., Pinson, W. H., Fairbairn, H. W., de Almeida, F. F. M., Melcher, G. C., ... & Vidoros, P. 1967. Test of Continental Drift by Comparison of Radiometric Ages: A pre-drift reconstruction shows matching geologic age provinces in West Africa and Northern Brazil. *Science*, 157(3788), 495-500.
- Irvine, T. N. J., & Baragar, W. R. A. F. 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian journal of earth sciences*, 8(5), 523-548.
- Lê Maitre, R.W. 1989. *A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms. Recommendation of the IUGS Subcommittee on Systematic of Igneous Rocks*. Blackwell, Oxford. 193 p.
- Leake, B. E., Woolley, A. R., Arps, C. E., Birch, W. D., Gilbert, M. C., Grice, J. D., & Linthout, K. 1997. Report. Nomenclature of amphiboles: report of the subcommittee on amphiboles of the international mineralogical association commission on new minerals and mineral names. *Mineralogical magazine*, 61(2), 295-321.
- Ludwig, K.R., 2008, *Manual for Isoplot 3.7: Berkeley Geochronology Center, Special Publication No. 4. rev. August 26, 2008, 77 pp.*
- Maniar P. D., Piccoli P. M. 1989. Tectonic discrimination of granitoids. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 101, 65-643.
- Miguel Jr, E. 2011. Mineralizações auríferas do lineamento Peru-Trairão Província Aurífera de Alta Floresta-MT, controle estrutural e idade U-Pb das rochas hospedeiras. *Disertação*

de mestrado, Instituto de geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP.

Miller C. F., Stoddard E. F., Bradfish L. J., Dollase W. A. 1981. Composition of plutonic muscovite: genetic implications. *Canadian Mineralogist*. Feb;19(1):25-34.

Miranda, G. M. T. 2019. Em preparação: Caracterização da assinatura geofísica das Suítes plutono-vulcanossedimentar de idades paleoproterozóicas da porção leste da província Aurífera Alta Floresta e mineralizações auríferas associadas. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Brasília (UnB), Brasília - DF.

Moreton L.C. & Martins E.G. 2005. Geologia e Recursos Minerais da Folha Vila Guarita – Folha SC.21-Z-B. Brasília, CPRM/DEPAT/DIEDIG, escala 1:250.000"

Moura, M. A. 1998. O maciço granítico Matupá no depósito de ouro Serrinha (MT): petrologia, alteração hidrotermal e metalogenia. Tese de Doutorado, Instituto de geociências, Universidade de Brasília, Brasília - DF.

Moura, M. A., Botelho, N. F., Olivo, G. R., & Kyser, T. K. 2006. Granite-related Paleoproterozoic, Serrinha gold deposit, Southern Amazonia, Brazil: hydrothermal alteration, fluid inclusion and stable isotope constraints on genesis and evolution. *Economic Geology*, 101(3), 585-605.

Nachit, H. 1986. Contribution à l'étude analytique des biotites des granitoides-Applications typologiques. Tese de Doutorado, Universidade de Bretagne occidentale.

Paes de Barros, A. J. 2007. Granitos da região de Peixoto de Azevedo: Novo Mundo e mineralizações auríferas relacionadas-Província Aurífera Alta Floresta (MT). Tese de Doutorado Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP

Paes de Barros, A.J., Xavier, R.P., Leite, J.A.D., Macambira, M.J. 2004. O granito Novo Mundo e suas mineralizações auríferas - MT. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 41. João Pessoa. Anais SBG/Núcleo Nordeste.

Pearce J. A., Harris N. B. W., Tindle A. G. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journ. Petrology*, 25, 956-983.

- Pearce J.A. 1996. Source and settings of granitic rocks. *Episodes*, 19:120-125
- Pimentel M.M. 2001. Resultados geocronológicos do Projeto Promin Alta Floresta. Brasília: UnB. Relatório Interno.
- Ricci P. dos S.F., Vasquez M.L., Santos A., Klein E.L., Jorge João X.S., Martins R.C. 1999. Suíte Intrusiva Creporizão - Província Tapajós: proposta e critérios de definição. In: SBG, Simp. Geol. Amaz., 6, Boletim de resumos, 519-522.
- Ruiz Cruz, M. D., & Nieto, J. M. 2006. Chemical and structural evolution of “metamorphic vermiculite” in metaclastic rocks of the Betic Cordillera, Málaga, Spain: A synthesis. *The Canadian Mineralogist*, 44(1), 249-265.
- Saes G.S., Leite J.A.D., Quadros A.P. 2002. Litocronoestratigrafia da sedimentação mesoproterozóica do sudoeste do cráton Amazônico. In: SBG, 41º Congresso Brasileiro de Geologia, 41, Anais, João Pessoa, 332.
- Santos J.O.S. 2000. Os terrenos paleoproterozóicos da Província Tapajós e as Mineralizações de ouro associadas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Tese de Doutorado, 209p.
- Santos J.O.S., Silva L.C., Faria M.S.G., Macambira M. 1997. Pb-Pb single crystal evaporation isotopic study of the post-tectonic, sub-alkaline, A-type moderna granite (Mapuera Intrusive Granite), State of Roraima, northern Brazil. In: Intern. Symp. granites and associated mineralizations (ISGAM) 2, Salvador, Bahia, Extended abstracts, p. 273-275.
- Santos, J. O. S., Groves, D. I., Hartmann, L. A., Moura, M. A., & McNaughton, N. J. 2001. Gold deposits of the Tapajós and Alta Floresta Domains, Tapajós–Parima orogenic belt, Amazon Craton, Brazil. *Mineralium deposita*, 36(3-4), 278-299.
- Santos, J. O. S., Hartmann, L. A., Faria, M. D., Riker, S. R., Souza, M. D., Almeida, M. E., & McNaughton, N. J. 2006. A compartimentação do Cráton Amazonas em províncias: avanços ocorridos no período 2000-2006. *Simpósio de geologia da Amazônia*, 9, 2006.

- Santos, J. O. S., Hartmann, L. A., Gaudette, H. E., Groves, D. I., Mcnaughton, N. J., & Fletcher, I. R. (2000). A new understanding of the provinces of the Amazon Craton based on integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd geochronology. *Gondwana Research*, 3(4), 453-488.
- Santos, J. O. S.; Van Breemen, O. T.; Groves, D. I.; Hartmann, L. A.; Almeida, M. E.; Mcnaughton, N. J.; Fletcher, I. R. 2004. Timing and evolution of multiple Paleoproterozoic magmatic arcs in the Tapajós Domain, Amazon Craton: constraints from SHRIMP and TIMS zircon, baddeleyite and titanite U-Pb geochronology. *Precambrian Research*. v. 131, p. 73-109.
- Silva G. H. et al. 1974. Esboço geológico de parte da Folha SC. 21 Juruena. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 28., Porto Alegre, 1974. Anais. Porto Alegre: SBG, V.4, p. 309-320.
- Silva, M.G. & Abram M.B. 2008. Projeto metalogenia da Província Aurífera Juruena-Teles Pires, Mato Grosso. Goiânia, Serviço Geológico Brasileiro, CPRM, 212p.
- Souza J.P., Frasca A.A.S., Oliveira C.C. 2005. Geologia e Recursos Minerais da Província Mineral de Alta Floresta. Relatório Integrado. Brasília, Serviço Geológico Brasileiro, CPRM, 164p
- Speer J.A. 1984. Micas in igneous rocks. In: S.W. Bailey eds. *Micas. Review in Mineralogy*, 13, Washington, Mineralogical Society of America, p. 299-356. Stone M., Exley C.S., George, M.C. 1988. *Compositions*
- STN/IOF. Secretaria do Tesouro Nacional. Disponível em: <http://www.tesouro.fazenda.gov.br/consulta-as-transferencias-realizadas>. Acesso em: 17 de janeiro de 2018.
- Sun S. S., McDonough W. F. 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: *Magmatism in the ocean basins*, eds. A. D. Saunders, M. J. Norry. *Geol. Soc. London Special Publication*, 42, 313-345.

Da Costa Testa, A. L. G. 2018. Geologia, petrologia e geocronologia dos granitos da região de Novo Mundo (MT) e implicações para a evolução magmática regional.

Tassinari, C. C., & Macambira, M. J. 1999. Geochronological provinces of the Amazonian Craton. *Episodes-News magazine of the International Union of Geological Sciences*, 22(3), 174-182.

Thiéblemont, D., Cabanis, B., 1990. Utilisation d'un diagramme (Rb/100)-Tb-Ta pour la discrimination géochimique et l'étude pétrogénétique des roches magmatiques acides. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 8, 23-35.

Tischendorf, G., Gottesmann, B., Foerster, H. J., & Trumbull, R. B. 1997. On Li-bearing micas: estimating Li from electron microprobe analyses and an improved diagram for graphical representation. *Mineralogical Magazine*, 61: 809-834.

Vasquez, M. L., Ricci, P. D. S. F., & Klein, E. L. 2002. Granitóides pós-colisionais da porção leste da Província Tapajós. *Contribuições à Geologia da Amazônia*, 3, 67-83.

Zane, A., & Weiss, Z. 1998. A procedure for classifying rock-forming chlorites based on microprobe data. *Rendiconti Lincei, Scienze Fisiche e Naturali*, 9(1), 51-56.

Zen E. 1988. Phase relations of peraluminous granitic rocks and their petrogenetic implications. *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.*, 16:21-51.

CAPÍTULO 3 – CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A presente dissertação teve como objetivo geral a melhor caracterização geológica e petrológica do granito denominado Novo Mundo e das litologias associadas, geologicamente situado na porção leste da Província Aurífera Alta Floresta (PAAF), no centro-sul do Cráton Amazonas, no norte do estado de Mato Grosso. Os dados obtidos permitiram a individualização de três litotipos na área anteriormente mapeada como granito Novo Mundo: monzogranito peraluminoso ($2003 \pm 4,3$ Ma), monzogranito calcialcalino (~ 1994 Ma) e o granito Novo Mundo ($1987 \pm 7,4$ Ma a 1964 ± 1 Ma). Diques máficos e ácidos centimétricos a métricos cortam o granito Novo Mundo em diversas direções.

Os granitos descritos correspondem a rochas subalcalinas com tendência calcialcalina, classificados como peraluminosos, com exceção de uma amostra de monzogranito calcialcalino com concentração de anfibólio, que, por este motivo, adquire características metaluminosas. O monzogranito peraluminoso e o monzogranito calcialcalino são classificados como granodiorito a granito em diagrama de classificação química. O monzogranito calcialcalino com anfibólio, entretanto, é geoquimicamente classificado como monzonito. Todas as amostras do granito Novo Mundo analisadas possuem composição de granito em diagrama SiO_2 x $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$.

O monzogranito peraluminoso ocorre na porção noroeste da área mapeada e contém muscovita primária, com TiO_2 entre 0,5 e 1,4%, bandamento composicional pontual, acompanhado de uma incipiente foliação. Apresenta afinidade calcialcalina, $T_{\text{Dm}}=2,29$ Ga e $\epsilon_{\text{Nd}(2,03\text{Ga})}= 0,20$ a 0,16. Com base nas características petrográficas, de

química de biotita, litogeoquímicas e de isótopos de Sm-Nd, é classificado tectonicamente como de arco vulcânico, constituindo uma rocha mantélica com forte contaminação crustal. Sugere-se fonte provavelmente híbrida de rochas juvenis com contribuição crustal para o monzogranito peraluminoso, que representa o período inicial do arco Cuiú-Cuiú. O monzogranito calcialcalino apresenta biotita como principal mineral máfico, exibindo algumas concentrações de Mg-hornblenda, que lhe conferem composição monzonítica. Possui afinidade metaluminosa a peraluminosa e tendência magnésiana, representando corpos graníticos calcialcalinos, do Tipo I, tipicamente de arco vulcânico. Exibe T_{Dm} e $\epsilon_{Nd(1,99 Ga)}$ de 2,20 a 2,16 Ga e 1,81 a 0,44, respectivamente, demonstrando a participação de fontes juvenis, possivelmente relacionadas à entrada de magmas máficos no sistema. O granito Novo Mundo propriamente dito corresponde a um corpo granítico muito alterado, peraluminoso, calcialcalino, por vezes contendo granada espessartita de origem secundária, com intensa alteração hidrotermal, que impossibilita a determinação exata do granito original. Apresenta $T_{DM}=2,29$ a 2,23 Ga e $\epsilon_{Nd(1,98Ga)} = -0,03$ a -1,1, indicando forte contribuição crustal. Os dados geoquímicos do granito Novo mundo são coerentes com características de granitos de arco vulcânico a pós-colisional.

Os dados obtidos permitem sugerir que os granitos da região Novo Mundo estudados são calcialcalinos, gerados em ambiente de arco vulcânico e que a fonte provável seria um manto litosférico em ambiente de subducção, com contribuição crustal em proporções variadas. O granito Novo Mundo pode ser correlacionado temporalmente ao arco magmático Creporização (1,98-1,95 Ga). Entretanto, suas características químicas e mineralógicas indicam corresponder a granitos formados possivelmente no final do arco magmático Cuiú-Cuiú (2,03-1,95 Ga). As idades do granito Novo Mundo refletem uma evolução do plúton no sentido N-S.

Os resultados obtidos contribuem para aprimorar o conhecimento da granitogênese da região norte de Mato Grosso e para o melhor entendimento do ambiente tectônico e das idades de geração de granitos e mineralizações associadas na Província Aurífera Alta Floresta e regiões semelhantes.

Etapas futuras de trabalho na área devem buscar obter a idade dos diques e do granito calcialcalino descritos nesta dissertação e detalhar o estudo das rochas graníticas das áreas mineralizadas, visando a definir se existe uma geração específica de granitos associada à gênese dos depósitos de ouro da área.

Os dados deste trabalho, juntamente com os demais dados da região, devem ser consolidados para ampliar o entendimento da relação entre a Província Aurífera Alta Floresta e a Província Mineral Tapajós, bem como atualizar a interpretação sobre o ambiente tectônico dessa porção do Cráton Amazonas.

ANEXOS

ANEXO 1

Tabela de Análises Químicas de Biotita

AMOSTRA	MONZOGRANITO PERALUMINOSO														
	LMN-24	LMN-24	LMN-24	LMN-24	LMN-24	LMN-24	LMN-24	LMN-24	LMN-24	LMN-24	LMN-24	LMN-24	LMN-24	LMN-24	LMN-24
SiO2	34.237	34.76	34.743	34.746	34.17	34.384	34.871	34.759	34.488	35.223	35.17	35.072	34.277	34.921	34.872
TiO2	2.684	2.495	2.365	2.239	2.189	2.069	2.016	2.011	1.98	1.883	1.788	1.742	1.73	1.719	1.663
Al2O3	16.298	16.318	16.027	16.396	15.737	16.385	16.995	16.593	15.981	15.934	15.991	16.046	16.345	16.139	16.151
FeO	22.284	22.849	23.193	24.007	23.711	22.724	21.321	21.97	23.425	21.559	21.671	21.146	21.635	22.977	23.94
MnO	0.338	0.404	0.438	0.369	0.283	0.363	0.194	0.319	0.37	0.397	0.391	0.459	0.441	0.253	0.455
MgO	8.369	8.514	8.085	8.604	7.642	8.148	6.787	8.261	7.658	8.812	8.953	8.907	8.278	8.615	8.185
CaO	0.014	0.006	0.019	0.042	0.051	0.022	0.045	0	0.051	0.024	0.034	0.047	0.012	0.045	0.002
Na2O	0.073	0.119	0.076	0.106	0.049	0.082	0.067	0.148	0.082	0.062	0.086	0.089	0.09	0.147	0.096
K2O	8.808	8.942	8.687	9.083	8.958	8.928	8.536	8.948	8.86	8.665	8.911	9.041	9.082	8.603	9.041
BaO	0.139	0.144	0.136	0.119	0.1	0.153	0.097	0.292	0.072	0.179	0.123	0.281	0.128	0.092	0.122
F	0.597	0.454	0.439	0.426	0.478	0.592	0.386	0.528	0.498	0.725	0.587	0.438	0.383	0.611	0.512
Cl	0.027	0.034	0.038	0.04	0.042	0.027	0.045	0.034	0.046	0.039	0.041	0.038	0.038	0.035	0.034
Cr2O3															
NiO															
Subtotal	93.87	95.04	94.25	96.18	93.41	93.88	91.36	93.86	93.51	93.50	93.75	93.31	92.44	94.16	95.07
O=F,Cl	0.26	0.20	0.19	0.19	0.21	0.26	0.17	0.23	0.22	0.31	0.26	0.19	0.17	0.27	0.22
Total	93.61	94.84	94.05	95.99	93.20	93.62	91.19	93.63	93.29	93.19	93.49	93.11	92.27	93.89	94.85
Si	5.439	5.457	5.503	5.419	5.496	5.475	5.619	5.509	5.524	5.590	5.568	5.571	5.512	5.529	5.507
Al iv	2.561	2.543	2.497	2.581	2.504	2.525	2.381	2.491	2.476	2.410	2.432	2.429	2.488	2.471	2.493
Al vi	0.491	0.476	0.496	0.434	0.480	0.550	0.847	0.609	0.542	0.570	0.552	0.575	0.610	0.541	0.513
Ti	0.321	0.295	0.282	0.263	0.265	0.248	0.244	0.240	0.239	0.225	0.213	0.208	0.209	0.205	0.197
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe	2.961	3.000	3.073	3.132	3.190	3.026	2.873	2.912	3.138	2.861	2.869	2.809	2.910	3.043	3.162
Mn	0.045	0.054	0.059	0.049	0.039	0.049	0.026	0.043	0.050	0.053	0.052	0.062	0.060	0.034	0.061
Mg	1.982	1.992	1.909	2.000	1.832	1.934	1.630	1.952	1.829	2.085	2.113	2.109	1.984	2.033	1.927
Zn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ga	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li+	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	0.002	0.001	0.003	0.007	0.009	0.004	0.008	0.000	0.009	0.004	0.006	0.008	0.002	0.008	0.000
Na	0.022	0.036	0.023	0.032	0.015	0.025	0.021	0.045	0.025	0.019	0.026	0.027	0.028	0.045	0.029
K	1.785	1.790	1.755	1.807	1.838	1.813	1.754	1.809	1.810	1.754	1.800	1.832	1.863	1.737	1.821
Sr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	0.009	0.009	0.008	0.007	0.006	0.010	0.006	0.018	0.005	0.011	0.008	0.017	0.008	0.006	0.008
Rb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OH+	3.693	3.766	3.770	3.779	3.745	3.695	3.791	3.726	3.735	3.626	3.695	3.770	3.795	3.685	3.735
F	0.300	0.225	0.220	0.210	0.243	0.298	0.197	0.265	0.252	0.364	0.294	0.220	0.195	0.306	0.256
Cl	0.007	0.009	0.010	0.011	0.011	0.007	0.012	0.009	0.012	0.010	0.011	0.010	0.010	0.009	0.009
TOTAL	19.618	19.653	19.608	19.730	19.674	19.659	19.410	19.628	19.646	19.582	19.640	19.648	19.675	19.651	19.718
Y total	5.800	5.816	5.818	5.877	5.805	5.807	5.621	5.756	5.797	5.794	5.800	5.764	5.774	5.856	5.860
X total	1.818	1.837	1.790	1.853	1.868	1.852	1.789	1.873	1.849	1.788	1.839	1.885	1.901	1.796	1.858
Mg	1.982	1.992	1.909	2.000	1.832	1.934	1.630	1.952	1.829	2.085	2.113	2.109	1.984	2.033	1.927
Al total	3.052	3.019	2.992	3.014	2.984	3.075	3.228	3.100	3.017	2.980	2.984	3.004	3.098	3.012	3.006
Fe/Fe+Mg	0.599	0.601	0.617	0.610	0.635	0.610	0.638	0.599	0.632	0.579	0.576	0.571	0.595	0.599	0.621
Al IV	2.561	2.543	2.497	2.581	2.504	2.525	2.381	2.491	2.476	2.410	2.432	2.429	2.488	2.471	2.493
Mn/Mn+Fe	0.015	0.018	0.019	0.015	0.012	0.016	0.009	0.014	0.016	0.018	0.018	0.022	0.020	0.011	0.019
Total Al	3.052	3.019	2.992	3.014	2.984	3.075	3.228	3.100	3.017	2.980	2.984	3.004	3.098	3.012	3.006

AMOSTRA	MONZOGRANITO PERALUMINOSO														
	LMN-24	LMN-25	LMN-25	LMN-25	LMN-25	LMN-25	LMN-25	LMN-25	LMN-25	LMN-25	LMN-25	LMN-25	LMN-25	LMN-25	LMN-25
SiO2	34.605	34.074	34.063	34.402	33.208	34.089	34.345	35.057	33.935	34.23	33.88	34.318	33.572	33.529	34.54
TiO2	1.661	2.736	2.716	2.64	2.502	2.452	2.424	2.417	2.414	2.369	2.211	2.208	2.189	2.133	2.108
Al2O3	15.45	15.932	16.43	16.565	16.368	16.43	16.366	16.457	16.182	16.434	16.201	16.646	16.192	16.845	16.546
FeO	22.588	25.327	25.532	25.073	25.888	25.405	25.64	24.947	26.422	25.935	25.841	25.326	25.516	25.437	25.347
MnO	0.184	0.363	0.433	0.387	0.38	0.365	0.256	0.415	0.314	0.23	0.368	0.402	0.249	0.333	0.46
MgO	7.807	5.382	5.537	6.204	5.689	5.589	5.391	6.187	5.563	5.722	5.566	6.046	5.201	6.072	6.185
CaO	0.029	0.047	0	0.011	0.044	0	0.029	0.037	0.017	0.029	0.064	0.012	0.034	0.047	0
Na2O	0.099	0.158	0.095	0.075	0.096	0.097	0.159	0.082	0.143	0.081	0.144	0.071	0.079	0.093	0.105
K2O	8.919	8.697	8.796	8.918	8.201	9.144	8.802	8.82	8.905	8.903	8.371	8.677	8.684	8.836	8.926
BaO	0.181	0.077	0.019	0.255	0	0.172	0	0.116	0	0	0.155	0.064	0.199	0.052	0.136
F	0.484	0.222	0.137	0.248	0.125	0.279	0.344	0.28	0.294	0.428	0.148	0.3	0.213	0.194	0.338
Cl	0.04	0.035	0.041	0.05	0.033	0.049	0.047	0.021	0.031	0.035	0.025	0.031	0.034	0.035	0.039
Cr2O3															
NiO															
Subtotal	92.05	93.05	93.80	94.83	92.53	94.07	93.80	94.84	94.22	94.40	92.97	94.10	92.16	93.61	94.73
O=F,Cl	0.21	0.10	0.07	0.12	0.06	0.13	0.16	0.12	0.13	0.19	0.07	0.13	0.10	0.09	0.15
Total	91.83	92.95	93.73	94.71	92.47	93.94	93.65	94.71	94.09	94.21	92.91	93.97	92.06	93.52	94.58
Si	5.615	5.523	5.472	5.465	5.414	5.482	5.525	5.546	5.465	5.486	5.498	5.488	5.508	5.406	5.500
Al iv	2.385	2.477	2.528	2.535	2.586	2.518	2.475	2.454	2.535	2.514	2.502	2.512	2.492	2.594	2.500
Al vi	0.569	0.567	0.583	0.567	0.559	0.597	0.628	0.614	0.537	0.590	0.598	0.626	0.639	0.607	0.605
Ti	0.203	0.334	0.328	0.315	0.307	0.297	0.293	0.288	0.292	0.286	0.270	0.266	0.270	0.259	0.252
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe	3.065	3.433	3.430	3.331	3.530	3.417	3.449	3.300	3.559	3.476	3.507	3.387	3.501	3.430	3.376
Mn	0.025	0.050	0.059	0.052	0.052	0.050	0.035	0.056	0.043	0.031	0.051	0.054	0.035	0.045	0.062
Mg	1.888	1.300	1.326	1.469	1.383	1.340	1.293	1.459	1.336	1.367	1.347	1.441	1.272	1.459	1.468
Zn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ga	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li+	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	0.005	0.008	0.000	0.002	0.008	0.000	0.005	0.006	0.003	0.005	0.011	0.002	0.006	0.008	0.000
Na	0.031	0.050	0.030	0.023	0.030	0.030	0.050	0.025	0.045	0.025	0.045	0.022	0.025	0.029	0.032
K	1.846	1.798	1.802	1.807	1.705	1.876	1.806	1.780	1.829	1.820	1.733	1.770	1.817	1.817	1.813
Sr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	0.012	0.005	0.001	0.016	0.000	0.011	0.000	0.007	0.000	0.000	0.010	0.004	0.013	0.003	0.008
Rb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OH+	3.741	3.877	3.919	3.862	3.926	3.845	3.812	3.854	3.842	3.774	3.917	3.840	3.880	3.892	3.819
F	0.248	0.114	0.070	0.125	0.064	0.142	0.175	0.140	0.150	0.217	0.076	0.152	0.111	0.099	0.170
Cl	0.011	0.010	0.011	0.013	0.009	0.013	0.013	0.006	0.008	0.010	0.007	0.008	0.009	0.010	0.011
TOTAL	19.644	19.545	19.560	19.583	19.574	19.617	19.558	19.535	19.643	19.599	19.571	19.573	19.578	19.658	19.617
Y total	5.750	5.684	5.727	5.735	5.831	5.700	5.698	5.717	5.767	5.749	5.772	5.775	5.717	5.800	5.764
X total	1.893	1.861	1.833	1.848	1.743	1.917	1.861	1.818	1.877	1.850	1.799	1.798	1.861	1.858	1.854
Mg	1.888	1.300	1.326	1.469	1.383	1.340	1.293	1.459	1.336	1.367	1.347	1.441	1.272	1.459	1.468
Al total	2.955	3.044	3.111	3.102	3.145	3.115	3.103	3.069	3.072	3.104	3.099	3.138	3.131	3.201	3.106
Fe/Fe+Mg	0.619	0.725	0.721	0.694	0.719	0.718	0.727	0.693	0.727	0.718	0.723	0.702	0.734	0.702	0.697
Al IV	2.385	2.477	2.528	2.535	2.586	2.518	2.475	2.454	2.535	2.514	2.502	2.512	2.492	2.594	2.500
Mn/Mn+Fe	0.008	0.014	0.017	0.015	0.015	0.014	0.010	0.017	0.012	0.009	0.014	0.016	0.010	0.013	0.018
Total Al	2.955	3.044	3.111	3.102	3.145	3.115	3.103	3.069	3.072	3.104	3.099	3.138	3.131	3.201	3.106

AMOSTRA	MONZOGRANITO PERALUMINOSO													MONZOGRANITO CÁLCIOALCALINO		
	LMN-25	LMN-25	LMN-25	LMN-25	LMN-25	LNM-31	LNM-31	LNM-53	LNM-53	LNM-53	LNM-53	LNM-53	LNM-53	DNFD01-120	DNFD01-120	DNFD01-120
SiO2	34.11	34.197	33.746	34.475	31.97	33.938	33.071	34.354	34.221	34.293	33.83	33.434	34.623	35.304	34.648	34.231
TiO2	2.103	2.098	2.094	2.047	2.034	3.737	2.578	3.474	3.063	2.867	2.683	2.485	2.45	3.167	3.087	2.881
Al2O3	16.511	16.724	15.865	16.729	16.84	16.967	16.768	16.827	17.461	17.393	17.212	16.672	16.938	16.396	16.1	16.182
FeO	25.241	25.432	25.055	25.889	27.26	23.695	22.625	20.906	21.578	22.475	22.337	23.29	20.167	20.296	22.391	21.258
MnO	0.389	0.382	0.285	0.312	0.293	0.166	0.166	0.278	0.286	0.255	0.196	0.123	0.156	0.448	0.334	0.234
MgO	6.242	6.38	5.573	6.518	7.313	5.779	5.78	7.314	7.417	7.467	7.111	7.32	7.74	8.818	9.192	9.162
CaO	0	0.038	0.014	0.056	0.017	0.05	0.056	0.119	0.052	0	0.026	0.059	0.044	0.372	0.296	0.225
Na2O	0.08	0.095	0.033	0.114	0.085	0.075	0.13	0.09	0.176	0.103	0.191	0.119	0.138	0.11	0.117	0.106
K2O	8.834	8.39	8.882	8.248	6.207	9.358	9.188	9.174	9.415	9.829	9.358	8.178	9.611	9.13	8.203	8.332
BaO	0.149	0.014	0.058	0	0	0.13	0.085	0.255	0.019	0.072	0.085	0.132	0.22			
F	0.254	0.268	0.337	0.332	0.17	0.222	0.212	0.548	0.25	0.454	0.494	0.267	0.426	0.465	0.477	0.486
Cl	0.037	0.043	0.032	0.018	0.02	0.043	0.048	0.092	0.14	0.132	0.201	0.165	0.105	0.103	0.11	0.109
Cr2O3														0	0.086	0.097
NiO														0.126	0.00	0.00
Subtotal	93.95	94.06	91.97	94.74	92.21	94.16	90.71	93.43	94.08	95.34	93.72	92.24	92.62	94.74	95.04	93.30
O=F,Cl	0.12	0.12	0.15	0.14	0.08	0.10	0.10	0.25	0.14	0.22	0.25	0.15	0.20	0.22	0.23	0.23
Total	93.83	93.94	91.82	94.59	92.13	94.06	90.61	93.18	93.94	95.12	93.47	92.09	92.41	94.52	94.815	93.074
Si	5.474	5.463	5.543	5.469	5.218	5.402	5.453	5.458	5.397	5.382	5.401	5.408	5.527	5.497	5.411	5.425
Al iv	2.526	2.537	2.457	2.531	2.782	2.598	2.547	2.542	2.603	2.618	2.599	2.592	2.473	2.503	2.5893434	2.5748539
Al vi	0.597	0.612	0.615	0.598	0.458	0.585	0.712	0.609	0.642	0.599	0.641	0.586	0.714	0.506	0.3741204	0.4480615
Ti	0.254	0.252	0.259	0.244	0.250	0.447	0.320	0.415	0.363	0.338	0.322	0.302	0.294	0.371	0.3625466	0.3433923
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0106184	0.0121549
Fe	3.388	3.398	3.442	3.435	3.721	3.154	3.120	2.778	2.846	2.950	2.983	3.150	2.692	2.643	2.9242919	2.8176671
Mn	0.053	0.052	0.040	0.042	0.041	0.022	0.023	0.037	0.038	0.034	0.027	0.017	0.021	0.059	0.0441804	0.0314137
Mg	1.493	1.519	1.365	1.542	1.779	1.371	1.421	1.732	1.744	1.747	1.692	1.765	1.842	2.047	2.1397903	2.1645695
Zn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0
Sn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0
Ga	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0	0
Cu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0
Li*	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0
Ca	0.000	0.007	0.002	0.010	0.003	0.009	0.010	0.020	0.009	0.000	0.004	0.010	0.008	0.062	0.0495288	0.0382093
Na	0.025	0.029	0.011	0.035	0.027	0.023	0.042	0.028	0.054	0.031	0.059	0.037	0.043	0.033	0.0354273	0.0325745
K	1.808	1.710	1.861	1.669	1.292	1.900	1.932	1.859	1.894	1.967	1.906	1.687	1.957	1.813	1.63	1.68
Sr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00
Ba	0.009	0.001	0.004	0.000	0.000	0.008	0.005	0.016	0.001	0.004	0.005	0.008	0.014	0.000	0.00	0.00
Rb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OH*	3.861	3.853	3.816	3.829	3.907	3.877	3.876	3.700	3.838	3.740	3.696	3.818	3.757	3.744	3.7353025	3.7271181
F	0.129	0.135	0.175	0.167	0.088	0.112	0.111	0.275	0.125	0.225	0.249	0.137	0.215	0.229	0.2355802	0.2435997
Cl	0.010	0.012	0.009	0.005	0.006	0.012	0.013	0.025	0.037	0.035	0.054	0.045	0.028	0.027	0.0291173	0.0292822
TOTAL	19.627	19.580	19.598	19.574	19.572	19.520	19.585	19.495	19.591	19.671	19.639	19.563	19.585	19.551	19.574435	19.572385
Y total	5.785	5.833	5.720	5.861	6.249	5.581	5.595	5.572	5.633	5.668	5.665	5.820	5.564	5.642	5.855548	5.8172591
X total	1.843	1.746	1.878	1.714	1.322	1.940	1.989	1.923	1.958	2.003	1.975	1.743	2.021	1.909	1.7188867	1.7551255
Mg	1.493	1.519	1.365	1.542	1.779	1.371	1.421	1.732	1.744	1.747	1.692	1.765	1.842	2.047	2.1397903	2.1645695
Al total	3.123	3.149	3.072	3.128	3.240	3.183	3.259	3.151	3.246	3.217	3.239	3.178	3.187	3.009	2.9634638	3.0229154
Fe/Fe+Mg	0.694	0.691	0.716	0.690	0.677	0.697	0.687	0.616	0.620	0.628	0.638	0.641	0.594	0.564	0.5774574	0.5655426
Al IV	2.526	2.537	2.457	2.531	2.782	2.598	2.547	2.542	2.603	2.618	2.599	2.592	2.473	2.503	2.5893434	2.5748539
Mn/Mn+Fe	0.015	0.015	0.011	0.012	0.011	0.007	0.007	0.013	0.013	0.011	0.009	0.005	0.008	0.022	0.0148832	0.0110259
Total Al	3.123	3.149	3.072	3.128	3.240	3.183	3.259	3.151	3.246	3.217	3.239	3.178	3.187	3.009	2.9634638	3.0229154

AMOSTRA	MONZOGRANITO CÁLCIOALCALINO														
	DNFD01-120	DNFD01-120	DNFD01-120	DNFD01-120	DNFD01-120	DNFD01-120	DNFD01-120	DNFD01-132	DNFD01-132	DNFD01-132	DNFD01-152	DNFD01-152	DNFD01-152	DNFD01-152	DNFD01-152
SiO2	37.235	35.093	35.235	35.87	35.877	34.351	36.254	35.623	35.777	35.311	37.28	36.699	37.241	36.341	
TiO2	2.725	2.704	2.634	2.552	2.539	2.394	2.035	2.677	2.64	2.632	2.832	2.672	2.661	2.622	
Al2O3	16.391	15.902	16.283	16.053	16.011	16.009	16.833	16.296	15.886	15.608	15.905	16.061	16.705	15.784	
FeO	19.8	20.286	22.306	21.638	20.661	20.668	19.002	20.838	20.965	19.93	19.682	19.968	19.785	20.17	
MnO	0.294	0.279	0.479	0.224	0.253	0.273	0.229	0.133	0.188	0.266	0.239	0.196	0.352	0.331	
MgO	9.652	9.464	9.322	9.349	8.998	9.424	9.96	9.377	9.724	9.625	9.338	9.32	9.317	9.319	
CaO	0.003	0	0.041	0	0.035	0.066	0.024	0	0.002	0.042	0	0.042	0.032	0.02	
Na2O	0.058	0.109	0.066	0.07	0.068	0.132	0.065	0.116	0.057	0.082	0.08	0.114	0.067	0.142	
K2O	9.575	8.918	8.94	9.059	9.391	9.041	9.412	9.735	9.647	9.363	9.647	9.55	9.672	9.006	
BaO								0	0.014	0.144					
F	0.754	0.433	0.36	0.442	0.665	0.599	0.603	0.677	0.604	0.707	0.617	0.563	0.76	0.715	
Cl	0.085	0.083	0.093	0.118	0.159	0.141	0.098	0.1	0.125	0.124	0.055	0.135	0.071	0.136	
Cr2O3	0.001	0.022	0	0.054	0.066	0.001	0.022				0.088	0.055	0.053	0.089	
NiO	0.00	0.04	0.03	0.08	0.11	0.00	0.00				0.00	0.00	0.01	0.00	
Subtotal	96.57	93.33	95.78	94.83	91.85	97.02	0.00	95.57	95.63	93.83	95.76	95.38	96.73	94.68	
O=F,Cl	0.34	0.20	0.17	0.32	0.24	0.30	0.41	0.31	0.28	0.33	0.27	0.27	0.34	0.33	
Total	96.236	93.130	95.611	94.516	91.607	96.718	-0.410	95.264	95.347	93.508	95.491	95.108	96.393	94.347	
Si	5.653	5.533	5.459	5.596	5.679	5.674	5.722	5.522	5.542	5.566	5.701	5.651	5.647	5.647	
Al iv	2.3471395	2.4667507	2.5413513	2.404023	2.3213587	2.3256986	2.2778363	2.4779871	2.4577011	2.4340353	2.2988227	2.3494187	2.3533163	2.3532043	
Al vi	0.5859432	0.4886301	0.4320069	0.5395865	0.5475621	0.5916356	0.5377366	0.4994999	0.4429969	0.4658421	0.5681546	0.5654126	0.6322077	0.5376368	
Ti	0.3111278	0.3206431	0.3068895	0.2978365	0.303881	0.2700453	0.3834961	0.3120834	0.307571	0.3120123	0.3257147	0.3094075	0.3034397	0.3064032	
Cr	0.00012	0.0027427	0	0.0081394	0	0.0027529	0	0	0	0	0.0106404	0.0066956	0.0063538	0.0109341	
Fe	2.5139552	2.6750481	2.8900676	2.6951725	2.605014	2.5885125	2.2015269	2.701459	2.7161661	2.6273212	2.5172903	2.5712772	2.5089015	2.6211178	
Mn	0.0378073	0.0372628	0.0628575	0.0334265	0.0501732	0.0174388	0.0702363	0.0174634	0.0246692	0.0355159	0.0309598	0.0255627	0.0452091	0.0435657	
Mg	2.1843571	2.2244563	2.1528282	2.0921614	2.1150903	2.1616036	2.3663111	2.1668071	2.2455378	2.2616249	2.1287856	2.1391647	2.1058995	2.158559	
Zn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ni	0	0.0048198	0.0031155	0.0136763	0.0016741	0.0071846	0.0075535	0	0	0	0	0	0.0015856	0.0005	
Cu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Li*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ca	0.000488	0	0.006806	0.0058495	0.0056607	0.0045417	0.0064802	0	0.000332	0.0070937	0	0.0069292	0.005199	0.0033299	
Na	0.0170736	0.0333247	0.019826	0.020566	0.0319725	0.0246562	0.0083322	0.0348663	0.0171215	0.0250625	0.0237224	0.0340349	0.0196982	0.0427833	
K	1.85	1.79	1.77	1.87	1.88	1.88	1.82	1.92	1.91	1.88	1.88	1.88	1.87	1.78	
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
Rb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Cs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
OH*	3.6161027	3.7618951	3.799193	3.6299195	3.7104553	3.6623352	3.5100256	3.6418267	3.6712586	3.614418	3.6873265	3.6906114	3.617305	3.6128135	
F	0.3620236	0.2159217	0.1763851	0.3280424	0.2602379	0.3284273	0.4716298	0.3318977	0.2959181	0.3524508	0.2984162	0.2741548	0.364447	0.3513661	
Cl	0.0218737	0.0221832	0.0244219	0.0420381	0.0293068	0.0092375	0.0183446	0.0262756	0.0328233	0.0331313	0.0142573	0.0352337	0.018248	0.0358204	
TOTAL	19.505022	19.580489	19.640994	19.574775	19.536979	19.547505	19.399767	19.657007	19.66144	19.625865	19.487053	19.534046	19.499079	19.50978	
Y total	5.6333106	5.7536027	5.8477652	5.6799992	5.6233947	5.6391731	5.5668606	5.6973129	5.736941	5.7023165	5.5815454	5.6175202	5.6035969	5.6787165	
X total	1.8711713	1.8268864	1.793229	1.8947763	1.9135845	1.9083316	1.832906	1.9596945	1.9244986	1.9235481	1.9055075	1.9165258	1.8954825	1.831064	
Mg	2.1843571	2.2244563	2.1528282	2.0921614	2.1150903	2.1616036	2.3663111	2.1668071	2.2455378	2.2616249	2.1287856	2.1391647	2.1058995	2.158559	
Al total	2.9330827	2.9553807	2.9733582	2.9436095	2.8689208	2.9173342	2.8155729	2.9774871	2.9006981	2.8998774	2.8669774	2.9148313	2.9855239	2.8908411	
Fe/Fe+Mg	0.5350762	0.5459834	0.5730968	0.5629798	0.5518976	0.5449367	0.4819626	0.554912	0.5474261	0.5374003	0.54181	0.5458675	0.5436641	0.5483881	
Al IV	2.3471395	2.4667507	2.5413513	2.404023	2.3213587	2.3256986	2.2778363	2.4779871	2.4577011	2.4340353	2.2988227	2.3494187	2.3533163	2.3532043	
Mn/Mn+Fe	0.0148161	0.0137384	0.0212865	0.0122504	0.0188963	0.0066919	0.0309171	0.0064229	0.0090006	0.0133376	0.0121494	0.0098438	0.0177005	0.0163493	
Total Al	2.9330827	2.9553807	2.9733582	2.9436095	2.8689208	2.9173342	2.8155729	2.9774871	2.9006981	2.8998774	2.8669774	2.9148313	2.9855239	2.8908411	

AMOSTRA	MONZOGRANITO CÁLCIOALCALINO							MONZOGRANITO CÁLCIOALCALINO C/ ANFIBÓLIO							
	DNFD01-152	DNFD01-152	DNFD01-152	DNFD01-152	DNFD01-152	DNFD01-152	DNFD01-152	DNFD01-61	DNFD01-61	DNFD01-61	DNFD01-61	DNFD01-54	DNFD01-54	DNFD01-54	DNFD01-54
SiO2	35.472	37.069	38.241	37.484	36.913	36.983	37.8	35.954	36.932	36.475	37.956	37.725	37.431	37.513	37.598
TiO2	2.524	2.497	2.462	2.372	2.334	2.187	2.139	3.204	2.304	2.28	1.472	2.541	2.361	2.223	2.085
Al2O3	15.204	16.472	16.672	16.35	16.335	16.044	16.637	15.009	15.13	15.478	15.749	14.612	14.749	14.885	14.621
FeO	19.457	21.004	21.076	20.446	19.421	20.469	20.584	16.54	18.401	18.246	18.163	17.647	17.563	16.989	17.312
MnO	0.37	0.279	0.306	0.136	0.181	0.157	0.406	0.521	0.493	0.527	0.545	0.739	0.559	0.548	0.619
MgO	8.863	8.822	9.127	9.579	9.451	9.669	9.155	9.974	11.19	11.192	11.047	11.343	11.253	12.164	11.867
CaO	0.033	0.037	0.015	0.028	0	0.046	0.072	0.038	0.036	0.045	0.019	0.024	0.04	0	0
Na2O	0.103	0.094	0.137	0.084	0.012	0.062	0.112	0.027	0.109	0.082	0.076	0.162	0.121	0.085	0.134
K2O	9.187	9.561	9.55	9.732	9.352	9.195	9.531	8.956	9.573	8.918	9.581	9.299	9.11	9.279	9.301
BaO															
F	0.514	0.584	0.514	0.686	0.689	0.753	0.686	0.937	1.065	0.823	1.041	0.655	0.621	0.881	0.585
Cl	0.108	0.052	0.119	0.036	0.031	0.058	0.068	0.068	0.077	0.038	0.121	0.097	0.094	0.067	0.088
Cr2O3	0	0	0.032	0.023	0.001	0	0.056	0	0.032	0	0	0.054	0	0	0.056
NiO	0.01	0.00	0.03	0.06	0.01	0.04	0.00	0.06	0.10	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.05
Subtotal	96.47	98.28	93.10	94.73	95.67	97.25	94.54	95.51	94.10	95.77	94.90	93.93	94.66	94.31	94.13
O=F,Cl	0.26	0.24	0.28	0.30	0.33	0.30	0.28	0.21	0.50	0.47	0.36	0.47	0.28	0.39	0.27
Total	96.213	98.038	92.815	94.436	95.335	96.942	94.261	95.292	93.606	95.304	94.543	93.461	94.381	93.926	93.864
Si	5.656	5.705	5.471	5.691	5.678	5.705	5.602	5.551	5.687	5.684	5.653	5.787	5.782	5.750	5.783
Al iv	2.3444928	2.2945097	2.5292307	2.3087176	2.3220107	2.295088	2.3982143	2.4487034	2.3133356	2.31563	2.346968	2.2130226	2.217817	2.2495483	2.2173403
Al vi	0.6176704	0.6374189	0.4759816	0.6598837	0.5813904	0.6645195	0.6675166	0.4796346	0.5182883	0.4292313	0.4805341	0.617237	0.4676816	0.4399479	0.4332458
Ti	0.2865066	0.2762531	0.2867402	0.2706369	0.2525205	0.2427858	0.2364778	0.2970292	0.2840649	0.2666966	0.2657519	0.1687853	0.2742912	0.2562802	0.2411706
Cr	0	0.0037749	0.0001259	0.0001219	0	0.0066824	0.0026877	0.0066076	0	0.0038942	0	0	0	0	0.0068099
Fe	2.6800206	2.6298281	2.7528522	2.5042508	2.6282368	2.5981388	2.4555304	2.8006291	2.297379	2.3686253	2.3649897	2.3159776	2.2690002	2.1780277	2.2268223
Mn	0.0360559	0.038672	0.0368284	0.0236385	0.0204175	0.0519032	0.0299721	0.0293645	0.0576883	0.0642743	0.0691843	0.0703848	0.0731448	0.071156	0.0806426
Mg	2.0063983	2.0299306	2.2373488	2.1721908	2.2129082	2.0597044	2.2941368	2.1568385	2.5066026	2.5674323	2.5857305	2.5107595	2.5913026	2.7796235	2.7207788
Zn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ni	0	0.0036005	0	0.0016123	0.0051871	0	0	0.0094615	0.0035702	0.012505	0	0	0.0031066	0.0036993	0.0056912
Cu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Li*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ca	0.0060486	0.002398	0.0112628	0	0.0075674	0.0116435	0.0039735	0	0.0077074	0.0059371	0.007473	0.003104	0.0066209	0	0
Na	0.027808	0.0396337	0.0407628	0.0035875	0.0184572	0.032776	0.0194744	0.0210059	0.0249274	0.0325302	0.0246423	0.0224681	0.0362432	0.025265	0.0399621
K	1.86	1.82	1.84	1.84	1.80	1.83	1.85	1.79	1.85	1.88	1.76	1.86	1.80	1.81	1.82
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OH*	3.7047645	3.7273693	3.6602297	3.6559297	3.6192808	3.6551653	3.6796622	3.7527064	3.4272676	3.4614959	3.5866183	3.4667671	3.6719969	3.5554759	3.6925022
F	0.2817878	0.2425356	0.3017063	0.3359685	0.3656251	0.3274386	0.2946704	0.2163386	0.5454934	0.5184152	0.4033988	0.5019618	0.3033895	0.4271148	0.2845557
Cl	0.0134478	0.0300952	0.038064	0.0081017	0.0150941	0.0173961	0.0256674	0.030955	0.0272391	0.0200889	0.0099829	0.0312711	0.0246135	0.0174093	0.022942
TOTAL	19.521109	19.478934	19.678503	19.475103	19.527351	19.502937	19.564759	19.588838	19.551617	19.630515	19.561267	19.571967	19.516405	19.568305	19.579782
Y total	5.6266518	5.6194781	5.7898772	5.632335	5.7006605	5.6237342	5.6863214	5.7795649	5.6675933	5.712659	5.7661904	5.6831442	5.678527	5.7287347	5.7151613
X total	1.894457	1.8594555	1.8886256	1.8427682	1.8266909	1.8792025	1.878438	1.8092731	1.8840235	1.9178563	1.7950763	1.8888227	1.8378782	1.8395706	1.8646208
Mg	2.0063983	2.0299306	2.2373488	2.1721908	2.2129082	2.0597044	2.2941368	2.1568385	2.5066026	2.5674323	2.5857305	2.5107595	2.5913026	2.7796235	2.7207788
Al total	2.9621631	2.9319286	3.0052124	2.9686013	2.9034011	2.9596075	3.0657309	2.928338	2.8316239	2.7448612	2.8275021	2.8302596	2.6854986	2.6894963	2.6505861
Fe/Fe+Mg	0.5718696	0.56437	0.5516516	0.5355035	0.5428957	0.5577987	0.51699	0.5649314	0.4782239	0.4798618	0.4777062	0.4798226	0.4668434	0.4393265	0.4500812
Al IV	2.3444928	2.2945097	2.5292307	2.3087176	2.3220107	2.295088	2.3982143	2.4487034	2.3133356	2.31563	2.346968	2.2130226	2.217817	2.2495483	2.2173403
Mn/Mn+Fe	0.013275	0.014492	0.0132016	0.0093511	0.0077086	0.0195858	0.0120588	0.0103762	0.0244954	0.0264188	0.0284221	0.0294946	0.0312298	0.0316364	0.0349486
Total Al	2.9621631	2.9319286	3.0052124	2.9686013	2.9034011	2.9596075	3.0657309	2.928338	2.8316239	2.7448612	2.8275021	2.8302596	2.6854986	2.6894963	2.6505861

AMOSTRA	MONZOGRANITO CÁLCIOALCALINO C/ ANFIBÓLIO				GRANITO NOVO MUNDO		
	DNFD01-54	DNFD01-54	DNFD01-54	DNFD01-54	DNFD01-54	DNFD03-53	DNFD03-53
SiO2	37.194	37.443	37.571	37.979	37.585	37.507	37.511
TiO2	1.865	1.815	1.737	1.702	1.7	1.883	1.963
Al2O3	14.777	15.154	14.782	14.224	14.562	13.504	13.014
FeO	17.44	17.396	17.215	17.365	16.664	14.693	15.341
MnO	0.656	0.691	0.682	0.383	0.743	0.835	0.802
MgO	12.738	12.124	11.739	12.999	12.014	15.003	13.96
CaO	0.017	0	0.061	0.012	0.045	0.009	0.021
Na2O	0.077	0.11	0.141	0.036	0.101	0.176	0.261
K2O	8.558	9.122	8.882	9.14	9.141	9.681	9.367
BaO							
F	0.703	0.656	0.805	0.913	0.827	2.86	2.553
Cl	0.049	0.058	0.105	0.058	0.066	0.047	0.041
Cr2O3	0.035	0	0.024	0	0	0	0.02
NiO	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
Subtotal	94.57	93.76	94.82	93.45	96.21	94.85	0.00
O=F,Cl	0.31	0.29	0.36	0.40	0.36	1.21	1.08
Total	94.262	93.468	94.456	93.051	95.843	93.639	-1.084
Si	5.720	5.739	5.810	5.811	5.826	5.752	5.829
Al iv	2.2801872	2.2612297	2.1901808	2.1885656	2.1738676	2.2475208	2.1710592
Al vi	0.3983468	0.4764172	0.5041134	0.3768841	0.4867887	0.1937003	0.2125977
Ti	0.2156965	0.2092089	0.2020064	0.1958641	0.1981847	0.2171943	0.229407
Cr	0.0042556	0	0.0029343	0	0	0	0.0024572
Fe	2.2430081	2.2298366	2.2263443	2.2222353	2.1603319	1.884641	1.9937013
Mn	0.0854523	0.0897093	0.0893316	0.049642	0.0975586	0.1084776	0.1055641
Mg	2.9201125	2.770024	2.7060161	2.9650988	2.7761494	3.4301274	3.2337454
Zn	0	0	0	0	0	0	0
Sn	0	0	0	0	0	0	0
Ga	0	0	0	0	0	0	0
Ni	0.0025978	0	0.0016171	0.0009847	0	0.000987	0
Cu	0	0	0	0	0	0	0
Li*	0	0	0	0	0	0	0
Ca	0.0028013	0	0.0101073	0.0019675	0.0074743	0.001479	0.0034966
Na	0.0229604	0.0326905	0.0422775	0.0106813	0.0303576	0.0523403	0.0786416
K	1.68	1.78	1.75	1.78	1.81	1.89	1.86
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OH*	3.6453162	3.6669512	3.5787877	3.5431223	3.5772244	2.6005228	2.734528
F	0.3419108	0.3179806	0.39369	0.4418341	0.4054338	1.3872584	1.2546726
Cl	0.0127729	0.0150682	0.0275223	0.0150437	0.0173419	0.0122187	0.0107994
TOTAL	19.573921	19.591199	19.53665	19.607277	19.564222	19.782825	19.716221
Y total	5.8694697	5.775196	5.7323632	5.810709	5.7190134	5.8351276	5.7774729
X total	1.704451	1.8160027	1.8042865	1.7965677	1.8452084	1.9476975	1.9387479
Mg	2.9201125	2.770024	2.7060161	2.9650988	2.7761494	3.4301274	3.2337454
Al total	2.6785339	2.7376469	2.6942942	2.5654497	2.6606563	2.4412211	2.3836569
Fe/Fe+Mg	0.4344288	0.4459797	0.451375	0.4283964	0.4376259	0.3546045	0.381391
Al IV	2.2801872	2.2612297	2.1901808	2.1885656	2.1738676	2.2475208	2.1710592
Mn/Mn+Fe	0.0366991	0.0386754	0.0385769	0.0218507	0.0432079	0.0544261	0.0502862
Total Al	2.6785339	2.7376469	2.6942942	2.5654497	2.6606563	2.4412211	2.3836569

ANEXO 2

Tabela de Análises Químicas de Anfibólio

MONZOGRANITO CÁLCIOALCALINO C/ ANFIBÓLIO			
	DNFD01 54.22 C4 anf	DNFD01 54.22 C4 anf	DNFD01 54.22 C4 anf
Amostra	1	2	3
SiO ₂	49.955	44.837	46.281
TiO ₂	0.698	1.357	1.289
Al ₂ O ₃	5.452	8.922	8.05
FeO	15.909	16.687	16.743
MnO	0.713	0.77	0.791
MgO	11.963	10.101	10.8
CaO	11.414	11.169	10.836
Na ₂ O	0.698	1.094	1.085
K ₂ O	0.64	1.163	1.035
F	0.231	0.172	0.291
Cl	0.126	0.082	0.049
Cr ₂ O ₃	0.078	0	0
Structural formulae			
Si	15.073	14.198	14.768
Al ^{iv}	0	0	0
Al ^{vi}	1.939	3.33	3.027
Ti	0.158	0.323	0.309
Cr	0.019	0	0
Fe ³⁺	4.014	4.419	4.468
Fe ²⁺	0	0	0
Mn	0.182	0.207	0.214
Mg	5.381	4.768	5.137
Ni	0	0	0
Zn	0	0	0
Li* (not implemented)	0	0	0
Ca	3.69	3.789	3.705
Na	0.408	0.672	0.671
K	0.246	0.47	0.421
Ba	0	0	0
Sr	0	0	0
Pb	0	0	0
F	0.22	0.172	0.294
Cl	0.064	0.044	0.026
OH*	1.715	1.784	1.68
Total	33.11	34.175	34.721
Calculation scheme	$\Sigma 13$	$\Sigma 13$	$\Sigma 13$
Amphibole group	Ca	Ca	Ca
(Ca+Na) (B)	3.69	3.931	3.797
Na (B)	0	0.141	0.093
(Na+K) (A)	0.655	1	1
Mg/(Mg+Fe ₂)	1	1	1
Fe ₃ /(Fe ₃ +Al ^{vi})	0.674	0.57	0.596
Sum of S ₂	26.766	27.245	27.924

ANEXO 3

Tabela de Análises Químicas de Plagioclásio

Elemento	MONZOGRANITO PERALUMINOSO																
	LMN-24_C1_pl 4	LMN-24_C1_pl 5	LMN-24_C2_pl 2	LMN-24_C2_pl 3	LMN-24_C3_pl 1	LMN-24_C3_pl 2	LMN-24_C5_pl 3	LMN-24_C6_pl 3	LMN-24_C6_pl 7	LNM-31_C1_pl 3	LNM-31_C3_pl 5	LNM-31_C5_pl 3	LNM-31_C6_pl 2	LNM-53_C2_pl 4	LNM-53_C2_pl 5	LNM-53_C3_pl 3	LNM-53_C3_pl 4
SiO ₂	56.667	53.936	55.153	56.45	56.896	55.816	54.951	54.498	55.542	59.846	58.946	57.969	58.177	58.774	59.042	58.955	59.643
TiO ₂	0	0.159	0	0	0.044	0	0.086	0.096	0	0.137	0.085	0.103	0	0	0.02	0	0
Al ₂ O ₃	26.357	27.575	27.527	26.723	26.295	25.974	26.731	27.371	27.106	24.365	24.971	24.076	24.255	24.463	24.514	24.686	24.423
FeO	0.049	0.096	0.01	0.131	0.082	0.039	0.057	0.109	0.015	0.038	0.119	0.076	0.029	0.021	0.141	0.047	0.076
MnO	0	0.011	0.008	0.039	0.005	0.049	0.009	0	0.008	0	0	0.086	0.033	0.026	0	0	0.075
MgO	0.002	0	0.015	0.001	0.037	0.013	0	0.012	0	0	0.042	0.01	0	0.028	0	0.017	0
CaO	8.562	10.097	9.585	8.408	8.19	8.375	8.726	9.559	8.805	6.497	6.289	6.484	6.324	6.152	6.107	6.659	6.413
Na ₂ O	6.437	5.388	5.987	6.895	6.503	6.427	6.182	6.1	6.562	7.878	7.926	7.936	7.872	7.927	7.91	7.95	7.904
K ₂ O	0.097	0.12	0.114	0.131	0.102	0.121	0.164	0.101	0.079	0.243	0.332	0.307	0.241	0.196	0.268	0.188	0.296
BaO	0.087	0	0	0	0	0.029	0.096	0	0.021	0	0	0	0.087	0	0.014	0	0
V ₂ O ₃	0.024	0	0	0	0	0.055	0.016	0	0	0	0	0.013	0	0.023	0	0.002	0
Total	98.282	97.382	98.399	98.778	98.154	96.898	97.018	97.846	98.138	99.004	98.71	97.06	97.018	97.696	98.016	98.504	98.847
% An	42.058	50.510	46.631	39.960	40.788	41.542	43.319	46.139	42.370	30.876	29.909	30.570	30.276	29.677	29.438	31.308	30.439
% Ab	57.219	48.775	52.708	59.299	58.607	57.690	55.537	53.281	57.141	67.749	68.211	67.707	68.198	69.198	68.999	67.639	67.889
% Or	0.567	0.715	0.660	0.741	0.605	0.715	0.969	0.580	0.453	1.375	1.880	1.723	1.374	1.126	1.538	1.052	1.673
% Cel	0.156	0.000	0.000	0.000	0.000	0.053	0.174	0.000	0.037	0.000	0.000	0.000	0.152	0.000	0.025	0.000	0.000
% Rub	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Soma	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Elemento	MONZOGRANITO PERALUMINOSO															
	LNM-53_C3_pl 5	LNM-53_C4_pl 3	LNM-53_C4_pl 4	LNM-53_C4_pl 5	LNM-53_C5_pl 3	LNM-53_C5_pl 4	LNM-53_C5_pl 5	LNM-53_C6_pl 1	LNM-53_C6_pl 5	LMN-25_C1_pl 8	LMN-25_C2_pl 3	LMN-25_C4_pl 2	LMN-25_C5_pl 4	LMN-25_C5_pl 5	LMN-25_C6_pl 3	LMN-25_C7_pl 6
SiO ₂	60.517	59.612	59.146	59.577	59.564	60.819	59.25	58.852	59.023	60.001	60.524	60.153	60.253	61.541	60.162	59.483
TiO ₂	0.08	0.057	0.005	0	0	0	0	0.071	0	0	0.047	0.081	0.024	0.034	0.062	0.19
Al ₂ O ₃	23.868	24.425	24.387	24.352	24.739	23.574	24.496	24.215	24.14	24.743	24.649	24.612	24.315	22.905	23.7	24.284
FeO	0.078	0.002	0.025	0.023	0.01	0.01	0.038	0.072	0.028	0.01	0.074	0.023	0.001	0.033	0.001	0.046
MnO	0	0.046	0.033	0	0.034	0.076	0.022	0	0.051	0	0.078	0.026	0	0.073	0	0.089
MgO	0.045	0.031	0.005	0.003	0.004	0	0	0	0.01	0	0.004	0	0.004	0	0.002	0
CaO	5.705	6.402	6.273	6.277	6.375	5.496	6.453	6.168	6.202	5.937	5.907	6.011	6.058	5.112	5.609	5.939
Na ₂ O	8.528	8.14	7.828	8.069	7.931	8.748	7.937	8.004	8.125	8.409	8.157	8.46	8.175	8.81	8.153	8.095
K ₂ O	0.234	0.263	0.3	0.171	0.223	0.069	0.232	0.295	0.204	0.149	0.165	0.184	0.185	0.137	0.145	0.216
BaO	0	0.058	0.075	0.032	0	0.049	0.081	0	0.006	0.064	0.009	0.032	0	0	0	0
V ₂ O ₃	0.027	0	0	0.132	0	0	0	0	0	0	0	0.055	0	0.024	0	0
Total	99.125	99.036	98.086	98.636	98.901	98.875	98.509	97.677	97.81	99.377	99.678	99.731	99.015	98.669	97.834	98.342
% An	26.639	29.823	30.125	29.757	30.368	25.650	30.551	29.367	29.324	27.802	28.307	27.892	28.749	24.093	27.314	28.491
% Ab	72.060	68.619	68.028	69.222	68.367	73.883	68.000	68.961	69.518	71.258	70.736	71.037	70.205	75.138	71.846	70.275
% Or	1.301	1.459	1.715	0.965	1.265	0.383	1.308	1.672	1.148	0.831	0.941	1.017	1.045	0.769	0.841	1.234
% Cel	0.000	0.099	0.132	0.055	0.000	0.084	0.140	0.000	0.010	0.110	0.016	0.054	0.000	0.000	0.000	0.000
% Rub	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Soma	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Elemento	GRANITO NOVO MUNDO																
	LNM-05_C2_pl3	LNM-05_C2_pl4	LNM-05_C3_pl2	LNM-05_C3_pl3	LNM-05_C4_pl4	LNM-05_C5_pl1	LNM-05_C5_pl4	LNM-05_C6_pl2	LNM-05_C6_pl3	LNM-05_C7_pl3	LNM-05_C7_pl4	LNM-05_C8_pl1	LNM-05_C8_pl2	LNM-56_C1_pl1	LNM-56_C3_pl2	LNM-56_C4_pl5	LNM-56_C6_pl2
SiO ₂	67.543	66.881	66.926	97.781	66.811	64.529	66.479	66.76	66.757	66.766	65.967	66.553	66.392	65.923	66.132	65.261	65.877
TiO ₂	0.136	0.038	0.07	0	0	0.056	0	0	0.202	0.018	0	0.023	0.005	0	0.075	0.147	0
Al ₂ O ₃	19.598	19.733	19.823	1.679	19.504	20.984	19.878	19.45	19.596	19.764	19.878	19.546	19.881	20.378	20.006	19.615	19.757
FeO	0.062	0.04	0.011	0.01	0.03	0.076	0.01	0.035	0.044	0.068	0.018	0.006	0.025	0.087	0.062	0.013	0.073
MnO	0	0.006	0	0.033	0	0	0.016	0.019	0.016	0	0.011	0.053	0	0	0	0	0.053
MgO	0	0	0	0	0.023	0.031	0.011	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0.03
CaO	0.483	0.691	0.592	0.032	0.555	0.475	0.79	0.534	0.503	0.66	1.125	0.571	0.656	1.362	1.079	0.961	0.861
Na ₂ O	11.816	11.731	11.321	1.075	12.011	10.473	11.676	11.149	11.544	11.843	11.243	11.468	11.707	11.228	10.931	11.283	10.865
K ₂ O	0.086	0.055	0.056	0.016	0.056	1.121	0.066	0.11	0.019	0.076	0.121	0.063	0.022	0.053	0.127	0.032	0.016
BaO	0.095	0	0.032	0	0	0	0	0.009	0	0	0.063	0	0.049	0	0.107	0.029	0.038
V ₂ O ₃	0	0	0.05	0	0.001	0	0	0	0	0.004	0.03	0.05	0	0.013	0.017	0	0.008
Total	99.819	99.175	98.881	100.63	98.991	97.745	98.926	98.066	98.681	99.2	98.456	98.333	98.737	99.044	98.536	97.341	97.578
% An	2.195	3.143	2.798	1.603	2.482	2.288	3.591	2.562	2.349	2.975	5.199	2.668	2.997	6.264	5.126	4.485	4.189
% Ab	97.181	96.559	96.831	97.443	97.219	91.283	96.051	96.794	97.546	96.617	94.028	96.981	96.801	93.446	93.970	95.288	95.651
% Or	0.465	0.298	0.315	0.954	0.298	6.429	0.357	0.628	0.106	0.408	0.666	0.351	0.120	0.290	0.718	0.178	0.093
% Cel	0.158	0.000	0.055	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.000	0.000	0.106	0.000	0.082	0.000	0.186	0.050	0.068
% Rub	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Soma	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Elemento	GRANITO NOVO MUNDO				MONZOGRANITO CÁLCIOALCALINO												
	LNM-56_C6_pl4	LMN-12_C3_pl2	LMN-12_C5_pl3	LMN-12_C5_pl4	DNFD01120	DNFD01120	DNFD01120	DNFD01120	DNFD01152	DNFD01152	DNFD01152	DNFD01163	DNFD01163	DNFD01163	DNFD01163	DNFD0161	DNFD0161
SiO ₂	65.23	67.74	67.78	65.831	60.19	59.599	61.623	60.345	61.649	60.895	61.574	57.091	57.514	59.88	60.076	63.551	63.157
TiO ₂	0	0.085	0.032	0	0.248	0	0.024	0.253	0	0	0	0	0	0.034	0	0	0.037
Al ₂ O ₃	19.515	20.114	19.947	20.994	25.688	25.884	24.58	25.85	26.518	25.629	26.045	24.32	24.161	25.679	24.261	23.336	24.425
FeO	0.092	0.077	0.017	0.091	0.01	0.029	0.05	0.072	0.058	0.212	0.044	0.154	0.12	0.158	0.236	0.034	0.01
MnO	0	0.022	0	0.011	0.049	0.013	0.016	0.043	0.002	0.027	0.017	0.032	0	0.009	0	0	0
MgO	0.004	0	0.004	0.022	0.017	0	0	0.008	0	0.042	0	0.016	0	0.009	0	0	0
CaO	1.426	0.784	0.438	1.713	7.059	7.261	5.776	7.098	7.601	6.853	7.603	6.802	5.787	7.603	6.213	4.704	5.275
Na ₂ O	10.763	12.077	11.748	10.811	7.468	7.138	8.026	7.712	7.266	7.178	7.383	6.792	7.217	7.012	7.588	8.641	8.533
K ₂ O	0.07	0.082	0.497	0.319	0.076	0.2	0.235	0.093	0.139	0.595	0.146	0.227	0.144	0.161	0.287	0.156	0.159
BaO	0	0	0	0.064													
V ₂ O ₃	0.003	0.019	0	0.049	0.034	0.006	0	0	0	0	0.087	0.018	0.018	0	0	0	0
Total	97.103	101	100.46	99.905	100.85	100.15	100.4	101.51	103.23	101.44	102.92	95.585	95.143	100.64	98.696	100.58	101.6
% An	6.795	3.448	1.965	7.901	34.161	35.565	28.066	33.537	36.342	33.346	35.970	35.128	30.428	37.117	30.627	22.917	25.232
% Ab	92.808	96.122	95.380	90.239	65.401	63.269	70.574	65.939	62.867	63.206	63.208	63.476	68.670	61.947	67.689	76.179	73.862
% Or	0.397	0.429	2.655	1.752	0.438	1.166	1.360	0.523	0.791	3.447	0.822	1.396	0.902	0.936	1.685	0.905	0.906
% Cel	0.000	0.000	0.000	0.108	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
% Rub	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Soma	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Elemento	MONZOGRANITO CÁLCIOALCALINO				MONZOGRANITO CÁLCIOALCALINO C/ ANFIBÓLIO									
	DNFD01 61	DNFD01 61	DNFD01 61	DNFD01 61	DNFD01 54.22 C1 pl 1 c	DNFD01 54.22 C1 pl 1 b	DNFD01 54.22 C2 pl 1 c	DNFD01 54.22 C2 pl 1 b	DNFD01 54.22 C2 pl 1 c	DNFD01 54.22 C2 pl 1 b	DNFD01 54.22 C5 pl 1 c	DNFD01 54.22 C5 pl 1 b	DNFD01 54.22 C5 pl 2 c	DNFD01 54.22 C5 pl 2 b
SiO ₂	62.068	63.629	63.384	61.834	63.336	63.262	63.322	63.948	62.581	62.982	63.178	62.923	63.307	63.294
TiO ₂	0.066	0	0	0.062	0.134	0.101	0	0	0.019	0.014	0	0.129	0	0
Al ₂ O ₃	23.194	23.858	23.879	23.614	23.125	23.837	23.529	23.659	22.974	23.439	23.603	23.589	23.48	23.549
FeO	0.114	0.118	0.043	0.167	0.088	0.212	0.178	0.114	0.164	0.17	0.02	0.099	0.1	0.089
MnO	0	0.038	0.024	0	0	0	0.036	0	0.014	0.038	0.064	0.03	0.05	0
MgO	0	0	0	0.015	0.022	0	0.029	0	0.016	0	0	0.05	0.048	0
CaO	4.948	5.078	5.203	5.249	4.697	5.043	4.743	4.828	4.71	4.799	4.888	5.058	4.804	4.63
Na ₂ O	8.616	8.668	8.498	8.301	8.637	8.304	8.64	8.292	8.772	8.371	8.487	8.592	8.324	8.574
K ₂ O	0.126	0.182	0.163	0.203	0.174	0.102	0.245	0.167	0.198	0.166	0.155	0.117	0.169	0.192
BaO														
V ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0.037	0.016	0	0.005	0	0	0	0	0
Total	99.132	101.59	101.24	99.458	100.27	100.99	100.77	101.02	99.47	100.08	100.42	100.64	100.28	100.38
% An	23.915	24.203	25.044	25.589	22.874	24.976	22.947	24.101	22.623	23.822	23.925	24.381	23.938	22.725
% Ab	75.360	74.764	74.022	73.232	76.117	74.423	75.642	74.906	76.245	75.196	75.172	74.947	75.059	76.153
% Or	0.725	1.033	0.934	1.178	1.009	0.602	1.411	0.993	1.132	0.981	0.903	0.672	1.003	1.122
% Cel	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
% Rub	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Soma	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

ANEXO 4

Tabela de Análises Químicas de Mica Branca

Elemento	MONZOGANITO PERALUMINOSO												
	LMN-24	LMN-24	LMN-24	LMN-24	LMN-24	LMN-24	LMN-25	LMN-25	LMN-25	LMN-25	LNM-31	LNM-31	LNM-31
SiO ₂	45.398	44.918	45.211	45.848	45.147	44.613	45.257	45.055	45.248	44.972	43.996	44.076	43.568
TiO ₂	0.571	0.791	0.657	0.203	0.691	0.625	1.093	0.778	0.603	0.819	1.462	1.126	1.384
Al ₂ O ₃	30.036	29.760	29.895	28.937	29.818	30.898	30.856	31.673	32.342	31.290	31.422	30.520	30.792
FeO	4.625	4.195	3.931	4.361	4.014	4.434	4.007	3.859	3.356	3.943	3.245	4.414	3.352
MnO	0.096	0.047	0.022	0.045	0.000	0.000	0.055	0.014	0.000	0.055	0.025	0.000	0.017
MgO	1.120	1.102	1.167	1.472	1.184	0.904	0.794	0.613	0.607	0.704	0.588	1.172	0.700
CaO	0.000	0.000	0.034	0.062	0.057	0.048	0.027	0.000	0.010	0.001	0.018	0.067	0.068
Na ₂ O	0.267	0.205	0.289	0.192	0.209	0.263	0.268	0.409	0.281	0.378	0.426	0.499	0.516
K ₂ O	9.553	9.726	9.442	9.664	9.842	9.936	10.014	9.476	9.902	9.950	10.121	9.706	9.899
BaO	0.299	0.126	0.012	0.104	0.104	0.219	0.153	0.127	0.122	0.145	0.183	0.000	0.157
F	0.056	0.036	0.169	0.042	0.041	0.082	0.058	0.066	0.083	0.195	0.049	0.021	0.092
Cl	0.016	0.007	0.009	0.000	0.012	0.000	0.002	0.000	0.014	0.000	0.010	0.000	0.004
V ₂ O ₃	0.157	0.152	0.029	0.000	0.018	0.048	0.051	0.000	0.005	0.072	0.043	0.042	0.018
TOTAL	92.194	91.065	90.867	90.930	91.137	92.070	92.635	92.070	92.573	92.524	91.588	91.643	90.567
SiO ₂	0.756	0.748	0.753	0.763	0.751	0.743	0.753	0.750	0.753	0.749	0.732	0.734	0.725
TiO ₂	0.007	0.010	0.008	0.003	0.009	0.008	0.014	0.010	0.008	0.010	0.018	0.014	0.017
Al ₂ O ₃	0.295	0.292	0.293	0.284	0.292	0.303	0.303	0.311	0.317	0.307	0.308	0.299	0.302
FeO	0.064	0.058	0.055	0.061	0.056	0.062	0.056	0.054	0.047	0.055	0.045	0.061	0.047
MnO	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
MgO	0.028	0.027	0.029	0.037	0.029	0.022	0.020	0.015	0.015	0.017	0.015	0.029	0.017
CaO	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
Na ₂ O	0.004	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.004	0.007	0.005	0.006	0.007	0.008	0.008
Li ₂ O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K ₂ O	0.101	0.103	0.100	0.103	0.104	0.105	0.106	0.101	0.105	0.106	0.107	0.103	0.105
BaO	0.002	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001
Cs ₂ O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Rb ₂ O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
F	0.003	0.002	0.009	0.002	0.002	0.004	0.003	0.003	0.004	0.010	0.003	0.001	0.005
Cl	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sc ₂ O ₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cr ₂ O ₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V ₂ O ₃	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OH	1.986	1.991	1.961	1.991	1.989	1.982	1.987	1.985	1.980	1.957	1.988	1.995	1.979
S	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.002	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000
F	0.012	0.008	0.038	0.009	0.009	0.018	0.013	0.015	0.018	0.043	0.011	0.005	0.021
Si	3.182	3.180	3.200	3.245	3.190	3.136	3.151	3.141	3.134	3.142	3.097	3.108	3.105
B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Be	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	0.818	0.820	0.800	0.755	0.810	0.864	0.849	0.859	0.866	0.858	0.903	0.892	0.895
Al	1.664	1.662	1.694	1.658	1.672	1.695	1.683	1.742	1.775	1.719	1.703	1.644	1.692
Ti	0.030	0.042	0.035	0.011	0.037	0.033	0.057	0.041	0.031	0.043	0.077	0.060	0.074
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V	0.009	0.009	0.002	0.000	0.001	0.003	0.003	0.000	0.000	0.004	0.002	0.002	0.001
Zr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sc	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.117	0.116	0.123	0.155	0.125	0.095	0.082	0.064	0.063	0.073	0.062	0.123	0.074
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Co	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Zn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe ²⁺	0.271	0.248	0.233	0.258	0.237	0.261	0.233	0.225	0.194	0.230	0.191	0.260	0.200
Mn	0.006	0.003	0.001	0.003	0.000	0.000	0.003	0.001	0.000	0.003	0.001	0.000	0.001
Ca	0.000	0.000	0.003	0.005	0.004	0.004	0.002	0.000	0.001	0.000	0.001	0.005	0.005
Na	0.036	0.028	0.040	0.026	0.029	0.036	0.036	0.055	0.038	0.051	0.058	0.068	0.071
K	0.854	0.878	0.853	0.872	0.887	0.891	0.889	0.843	0.875	0.887	0.909	0.873	0.900
Rb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	0.008	0.003	0.000	0.003	0.003	0.006	0.004	0.003	0.003	0.004	0.005	0.000	0.004
Cs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NH ₄	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
mgli	0.117	0.116	0.123	0.155	0.125	0.095	0.082	0.064	0.063	0.073	0.062	0.123	0.074
feal	-1.357	-1.369	-1.425	-1.387	-1.399	-1.401	-1.389	-1.476	-1.549	-1.442	-1.433	-1.324	-1.417

Elemento	MONZOGRANITO PERALUMINOSO										GRANITO NOVO MUNDO		
	LNM-31	LNM-31	LNM-31	LNM-31	LNM-31	LNM-31	LNM-53	LNM-53	LNM-53	LNM-53	LNM-56	LNM-56	LNM-56
SiO ₂	43.547	44.639	44.014	44.731	44.579	44.101	44.779	43.849	44.636	44.482	63.780	45.881	63.018
TiO ₂	1.117	0.977	1.266	0.967	0.925	0.784	1.107	1.265	1.224	0.974	0.024	0.295	0.057
Al ₂ O ₃	30.195	31.778	31.279	31.878	31.061	31.417	31.757	31.229	30.904	32.041	18.279	27.202	17.786
FeO	4.715	3.233	3.621	3.494	3.618	3.497	3.313	3.309	4.075	3.362	0.041	6.909	0.049
MnO	0.017	0.000	0.047	0.000	0.015	0.000	0.052	0.000	0.036	0.085	0.027	0.175	0.000
MgO	1.743	0.725	0.638	0.737	0.687	0.635	0.803	0.660	0.860	0.653	0.027	1.453	0.043
CaO	0.081	0.036	0.070	0.024	0.001	0.000	0.024	0.033	0.042	0.016	0.000	0.000	0.014
Na ₂ O	0.464	0.482	0.507	0.531	0.491	0.429	0.571	0.490	0.437	0.483	0.575	0.172	0.277
K ₂ O	9.424	10.544	9.942	9.957	9.898	10.095	9.819	9.889	9.950	10.340	15.115	9.865	15.086
BaO	0.205	0.112	0.063	0.200	0.000	0.157	0.106	0.086	0.000	0.231	0.202	0.089	0.158
F	0.000	0.000	0.006	0.000	0.001	0.037	0.029	0.000	0.061	0.083	0.000	0.133	0.000
Cl	0.008	0.004	0.000	0.014	0.012	0.000	0.001	0.010	0.007	0.000	0.009	0.000	0.000
V ₂ O ₃	0.039	0.044	0.024	0.000	0.031	0.086	0.049	0.025	0.086	0.088	0.000	0.017	0.000
TOTAL	91.555	92.574	91.477	92.533	91.319	91.238	92.410	90.845	92.318	92.838	98.079	92.191	96.488
SiO ₂	0.725	0.743	0.733	0.745	0.742	0.734	0.745	0.730	0.743	0.740	1.062	0.764	1.049
TiO ₂	0.014	0.012	0.016	0.012	0.012	0.010	0.014	0.016	0.015	0.012	0.000	0.004	0.001
Al ₂ O ₃	0.296	0.312	0.307	0.313	0.305	0.308	0.311	0.306	0.303	0.314	0.179	0.267	0.174
FeO	0.066	0.045	0.050	0.049	0.050	0.049	0.046	0.046	0.057	0.047	0.001	0.096	0.001
MnO	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.002	0.000
MgO	0.043	0.018	0.016	0.018	0.017	0.016	0.020	0.016	0.021	0.016	0.001	0.036	0.001
CaO	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Na ₂ O	0.007	0.008	0.008	0.009	0.008	0.007	0.009	0.008	0.007	0.008	0.009	0.003	0.004
Li ₂ O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K ₂ O	0.100	0.112	0.106	0.106	0.105	0.107	0.104	0.105	0.106	0.110	0.160	0.105	0.160
BaO	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.002	0.001	0.001	0.001
Cs ₂ O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Rb ₂ O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
F	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.000	0.003	0.004	0.000	0.007	0.000
Cl	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sc ₂ O ₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cr ₂ O ₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V ₂ O ₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000
OH	1.999	2.000	1.999	1.998	1.998	1.992	1.994	1.999	1.986	1.982	1.999	1.970	2.000
S	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.001	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000
F	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.008	0.006	0.000	0.013	0.018	0.000	0.030	0.000
Si	3.083	3.107	3.100	3.109	3.137	3.115	3.112	3.103	3.122	3.095	4.120	3.263	4.135
B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Be	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	0.917	0.893	0.900	0.891	0.863	0.885	0.888	0.897	0.878	0.905	0.000	0.737	0.000
Al	1.602	1.714	1.696	1.721	1.712	1.730	1.713	1.708	1.669	1.723	1.392	1.542	1.375
Ti	0.059	0.051	0.067	0.051	0.049	0.042	0.058	0.067	0.064	0.051	0.001	0.016	0.003
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V	0.002	0.002	0.001	0.000	0.002	0.005	0.003	0.001	0.005	0.005	0.000	0.001	0.000
Zr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sc	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.184	0.075	0.067	0.076	0.072	0.067	0.083	0.070	0.090	0.068	0.003	0.154	0.004
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Co	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Zn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe ²⁺	0.279	0.188	0.213	0.203	0.213	0.207	0.193	0.196	0.238	0.196	0.002	0.411	0.003
Mn	0.001	0.000	0.003	0.000	0.001	0.000	0.003	0.000	0.002	0.005	0.001	0.011	0.000
Ca	0.006	0.003	0.005	0.002	0.000	0.000	0.002	0.003	0.003	0.001	0.000	0.000	0.001
Na	0.064	0.065	0.069	0.072	0.067	0.059	0.077	0.067	0.059	0.065	0.072	0.024	0.035
K	0.851	0.936	0.893	0.883	0.888	0.909	0.871	0.893	0.888	0.918	1.246	0.895	1.263
Rb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	0.006	0.003	0.002	0.005	0.000	0.004	0.003	0.002	0.000	0.006	0.005	0.002	0.004
Cs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NH ₄	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
mgli	0.184	0.075	0.067	0.076	0.072	0.067	0.083	0.070	0.090	0.068	0.003	0.154	0.004
feal	-1.263	-1.475	-1.412	-1.467	-1.449	-1.481	-1.460	-1.445	-1.364	-1.471	-1.387	-1.105	-1.370

Elemento	GRANITO NOVO MUNDO												
	LNM-56	LNM-56	LMN-12	LMN-12	LMN-12	LMN-12	LMN-12	LMN-12	LMN-12	LMN-12	LMN-12	LNM-05	LNM-05
SiO ₂	63.450	63.079	46.852	46.570	46.620	46.806	46.547	45.459	46.838	46.795	47.781	45.795	45.626
TiO ₂	0.005	0.110	0.295	0.309	0.248	0.183	0.327	0.405	0.099	0.272	0.599	0.565	0.561
Al ₂ O ₃	17.621	17.499	27.139	27.694	26.977	27.371	27.007	26.034	27.707	27.682	25.337	26.873	27.220
FeO	0.039	0.036	5.470	5.462	6.337	5.742	5.956	5.271	6.112	5.618	4.308	7.366	6.382
MnO	0.036	0.001	0.171	0.176	0.144	0.155	0.263	0.052	0.057	0.134	0.064	0.189	0.192
MgO	0.000	0.013	1.915	1.729	2.165	1.954	2.185	2.052	2.065	1.915	2.437	1.655	1.533
CaO	0.000	0.037	0.061	0.000	0.037	0.000	0.037	0.048	0.000	0.038	0.176	0.028	0.000
Na ₂ O	0.411	0.240	0.235	0.244	0.163	0.227	0.142	0.267	0.163	0.223	0.285	0.217	0.185
K ₂ O	15.154	14.962	10.212	10.243	10.236	10.067	10.461	9.973	10.029	10.339	8.455	10.232	10.103
BaO	0.143	0.374	0.000	0.000	0.046	0.103	0.077	0.103	0.052	0.218	0.052	0.000	0.011
F	0.000	0.000	0.330	0.302	0.175	0.267	0.288	0.235	0.163	0.154	0.157	0.194	0.225
Cl	0.005	0.000	0.004	0.000	0.007	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.013	0.001	0.000
V ₂ O ₃	0.011	0.000	0.018	0.000	0.010	0.000	0.036	0.072	0.000	0.000	0.085	0.000	0.003
TOTAL	96.875	96.351	92.702	92.729	93.165	92.875	93.326	89.978	93.285	93.388	89.749	93.115	92.041
SiO ₂	1.056	1.050	0.780	0.775	0.776	0.779	0.775	0.757	0.780	0.779	0.795	0.762	0.759
TiO ₂	0.000	0.001	0.004	0.004	0.003	0.002	0.004	0.005	0.001	0.003	0.007	0.007	0.007
Al ₂ O ₃	0.173	0.172	0.266	0.272	0.265	0.268	0.265	0.255	0.272	0.271	0.248	0.264	0.267
FeO	0.001	0.001	0.076	0.076	0.088	0.080	0.083	0.073	0.085	0.078	0.060	0.103	0.089
MnO	0.001	0.000	0.002	0.002	0.002	0.002	0.004	0.001	0.001	0.002	0.001	0.003	0.003
MgO	0.000	0.000	0.048	0.043	0.054	0.048	0.054	0.051	0.051	0.048	0.060	0.041	0.038
CaO	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.003	0.000	0.000
Na ₂ O	0.007	0.004	0.004	0.004	0.003	0.004	0.002	0.004	0.003	0.004	0.005	0.004	0.003
Li ₂ O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K ₂ O	0.161	0.159	0.108	0.109	0.109	0.107	0.111	0.106	0.106	0.110	0.090	0.109	0.107
BaO	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
Cs ₂ O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Rb ₂ O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
F	0.000	0.000	0.017	0.016	0.009	0.014	0.015	0.012	0.009	0.008	0.008	0.010	0.012
Cl	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sc ₂ O ₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cr ₂ O ₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V ₂ O ₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
OH	1.999	2.000	1.926	1.933	1.960	1.941	1.936	1.945	1.964	1.966	1.963	1.956	1.949
S	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000
F	0.000	0.000	0.074	0.067	0.039	0.059	0.064	0.054	0.036	0.034	0.035	0.043	0.051
Si	4.148	4.148	3.304	3.281	3.278	3.292	3.277	3.301	3.274	3.273	3.407	3.246	3.253
B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Be	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	0.000	0.000	0.696	0.719	0.722	0.708	0.723	0.699	0.726	0.727	0.593	0.754	0.747
Al	1.358	1.356	1.559	1.580	1.514	1.561	1.517	1.529	1.557	1.554	1.536	1.491	1.540
Ti	0.000	0.005	0.016	0.016	0.013	0.010	0.017	0.022	0.005	0.014	0.032	0.030	0.030
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002	0.004	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000
Zr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sc	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.000	0.001	0.201	0.182	0.227	0.205	0.229	0.222	0.215	0.200	0.259	0.175	0.163
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Co	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Zn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe ²⁺	0.002	0.002	0.323	0.322	0.373	0.338	0.351	0.320	0.357	0.329	0.257	0.437	0.381
Mn	0.002	0.000	0.010	0.011	0.009	0.009	0.016	0.003	0.003	0.008	0.004	0.011	0.012
Ca	0.000	0.003	0.005	0.000	0.003	0.000	0.003	0.004	0.000	0.003	0.013	0.002	0.000
Na	0.052	0.031	0.032	0.033	0.022	0.031	0.019	0.038	0.022	0.030	0.039	0.030	0.026
K	1.264	1.255	0.919	0.920	0.918	0.903	0.939	0.924	0.894	0.922	0.769	0.925	0.919
Rb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	0.004	0.010	0.000	0.000	0.001	0.003	0.002	0.003	0.001	0.006	0.001	0.000	0.000
Cs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NH ₄	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
mgli	0.000	0.001	0.201	0.182	0.227	0.205	0.229	0.222	0.215	0.200	0.259	0.175	0.163
feal	-1.353	-1.349	-1.210	-1.231	-1.120	-1.205	-1.134	-1.184	-1.191	-1.203	-1.243	-1.013	-1.118

Elemento	GRANITO NOVO MUNDO						
	LNM-05	LNM-05	LNM-05	LNM-05	LNM-05	LNM-05	LNM-05
SiO ₂	44.351	45.312	45.278	44.532	44.670	46.114	45.953
TiO ₂	0.819	0.415	0.496	0.381	0.628	0.738	0.585
Al ₂ O ₃	26.194	27.237	27.489	27.406	26.092	27.548	27.666
FeO	8.223	6.009	5.906	6.556	7.134	6.362	6.005
MnO	0.420	0.331	0.233	0.121	0.212	0.068	0.120
MgO	2.295	1.617	1.464	1.463	1.890	1.549	1.451
CaO	0.014	0.000	0.028	0.000	0.004	0.006	0.002
Na ₂ O	0.181	0.257	0.221	0.267	0.251	0.117	0.143
K ₂ O	10.398	9.965	10.198	10.120	9.957	9.914	10.308
BaO	0.034	0.000	0.000	0.065	0.080	0.000	0.000
F	0.226	0.050	0.107	0.125	0.171	0.102	0.030
Cl	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000	0.012	0.004
V ₂ O ₃	0.012	0.067	0.006	0.027	0.021	0.000	0.000
TOTAL	93.167	91.268	91.426	91.063	91.110	92.530	92.267
SiO ₂	0.738	0.754	0.754	0.741	0.744	0.768	0.765
TiO ₂	0.010	0.005	0.006	0.005	0.008	0.009	0.007
Al ₂ O ₃	0.257	0.267	0.270	0.269	0.256	0.270	0.271
FeO	0.114	0.084	0.082	0.091	0.099	0.089	0.084
MnO	0.006	0.005	0.003	0.002	0.003	0.001	0.002
MgO	0.057	0.040	0.036	0.036	0.047	0.038	0.036
CaO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Na ₂ O	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002
Li ₂ O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K ₂ O	0.110	0.106	0.108	0.107	0.106	0.105	0.109
BaO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
Cs ₂ O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Rb ₂ O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
F	0.012	0.003	0.006	0.007	0.009	0.005	0.002
Cl	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sc ₂ O ₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cr ₂ O ₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V ₂ O ₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OH	1.949	1.988	1.976	1.971	1.961	1.976	1.993
S	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
F	0.051	0.011	0.024	0.029	0.039	0.023	0.007
Si	3.181	3.243	3.238	3.214	3.238	3.252	3.248
B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Be	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	0.819	0.757	0.762	0.786	0.762	0.748	0.752
Al	1.394	1.540	1.555	1.545	1.467	1.541	1.552
Ti	0.044	0.022	0.027	0.021	0.034	0.039	0.031
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V	0.001	0.004	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000
Zr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sc	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.245	0.173	0.156	0.157	0.204	0.163	0.153
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Co	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Zn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe ²⁺	0.493	0.360	0.353	0.396	0.432	0.375	0.355
Mn	0.026	0.020	0.014	0.007	0.013	0.004	0.007
Ca	0.001	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
Na	0.025	0.036	0.031	0.037	0.035	0.016	0.020
K	0.951	0.910	0.930	0.932	0.921	0.892	0.929
Rb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	0.001	0.000	0.000	0.002	0.002	0.000	0.000
Cs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NH ₄	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
mgli	0.245	0.173	0.156	0.157	0.204	0.163	0.153
feal	-0.832	-1.138	-1.161	-1.121	-0.987	-1.123	-1.159

ANEXO 5

Tabela de Análises Químicas de Clorita

MONZOGRANITO PERALUMINOSO											
Elemento	LNM- 31_C2_chl 1	LNM- 53_C5_chl 6	LNM- 31_C5_bt 4	LMN- 24_C3_bt 6	LNM- 31_C3_bt 6	LMN- 25_C4_chl 1	LMN- 25_C4_chl 3	LMN- 25_C4_chl 4	LMN- 25_C4_chl 5	LNM- 53_C6_chl 6	LNM- 53_C2_bt 3
SiO ₂	26.57	25.32	25.93	30.4	27.18	25.14	23.56	26.56	24.63	24.71	25.54
TiO ₂	1.689	0.281	0.375	0.39	0.58	0.084	0.224	0.23	0.106	0.191	0
Al ₂ O ₃	16.55	18.61	17.45	17.42	19.03	18.63	19.51	16.66	18.94	18.75	17.95
FeO	28.17	28.76	30.03	25.78	27.08	33.67	33.29	32.24	32.11	26.69	28.33
MnO	0.538	0.338	0.338	0.295	0.328	0.57	0.627	0.37	0.673	0.307	0.342
MgO	9.293	11.72	11.05	11.58	10.46	9.156	8.023	9.064	8.561	11.2	13.04
CaO	1.409	0.176	0.225	0.244	0.209	0.095	0.182	0.2	0.247	0.161	0.036
Na ₂ O	0.016	0.044	0	0.04	0.025	0.034	0.012	0.055	0.031	0	0
K ₂ O	0.642	0.046	0.079	1.048	1.095	0.063	0.036	0.122	0.047	0.007	0.039
BaO	0.043	0	0	0	0	0	0.021	0	0.019	0	0
F	0.131	0.022	0.107	0.132	0.167	0.022	0	0	0.113	0.011	0.113
Cl	0.024	0.014	0.008	0.009	0.001	0	0	0.005	0.012	0.008	0.007
V ₂ O ₃	0.02	0	0.033	0.055	0.035	0.065	0.058	0.023	0.032	0.034	0.05
ZnO	84.82	84.82	84.82	84.82	84.82	84.82	84.82	84.82	84.82	84.82	84.82
OH	13.760	15.946	15.898	15.988	15.890	15.979	15.921	15.908	15.884	15.894	15.844
S	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	1.120	0.002	0.009	0.000	0.014	0.005	0.003	0.003	0.000	0.012	0.003
F	1.120	0.051	0.093	0.012	0.096	0.015	0.076	0.089	0.115	0.094	0.153
T	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000
Si	1.120	5.575	5.973	5.654	5.867	5.627	5.795	6.445	5.941	5.962	6.040
B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Be	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	2.240	2.425	2.027	2.346	2.133	2.373	2.205	1.555	2.059	2.038	1.960
O	3.360	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
Al	0.000	2.565	2.357	2.426	2.467	2.503	2.391	2.798	2.842	2.550	2.523
Ti	1.120	0.024	0.286	0.004	0.021	0.047	0.063	0.062	0.095	0.026	0.105
Cr	2.240	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V	2.240	0.018	0.004	0.002	0.012	0.000	0.006	0.009	0.006	0.008	0.000
Zr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sc	2.240	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li	2.240	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	1.120	3.694	3.115	4.401	4.805	3.882	3.679	3.660	3.407	4.435	4.163
Ni	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010
Co	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Zn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe ²⁺	1.120	5.477	5.297	5.020	4.367	5.346	5.612	4.571	4.950	4.502	4.572
Mn	1.120	0.122	0.102	0.080	0.139	0.064	0.064	0.053	0.061	0.078	0.072
Ca	1.120	0.009	0.339	0.011	0.030	0.042	0.054	0.055	0.049	0.007	0.053
Na	2.240	0.026	0.007	0.000	0.030	0.019	0.000	0.016	0.011	0.023	0.021
K	2.240	0.003	0.184	0.006	0.013	0.013	0.023	0.283	0.305	0.301	0.364
Rb	2.240	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	1.120	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cs	2.240	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NH ₄	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

GRANITO NOVO MUNDO											
Elemento	DNFD03 53	DNFD03 53	LMN- 12_C3_chl 3	DNFD03 53	LNM- 09_C2_chl 1	LMN- 12_C3_chl 3	DNFD03 53	LNM- 09_C2_chl 1	LNM- 05_C7_chl 2	DNFD03 53	LNM- 09_C2_chl 1
SiO ₂	27.23	26.66	26.76	26.48	26.67	27.09	27.87	26.15	25.56	26.76	26.55
TiO ₂	0.396	0.104	0	0.109	0.117	0.022	0.086	0	0.12	0.155	0
Al ₂ O ₃	19.31	18.15	18.7	18.44	18.41	17.13	17.68	18.28	19.04	18.29	19.15
FeO	21.85	23.82	22.19	24.25	22.19	23.48	19.71	27.7	28.75	24.8	18.69
MnO	0.542	0.477	0.324	0.533	0.332	0.181	0.8	1.785	1.616	1.182	0.188
MgO	14.19	15.47	16.17	16.3	16.12	16.77	17.8	12.02	12.18	13.53	17.87
CaO	0.048	0.018	0.011	0.048	0.004	0.082	0.022	0.046	0.029	0.1	0.058
Na ₂ O	0.023	0.044	0	0.037	0.031	0.059	0.038	0	0.028	0	0.003
K ₂ O	0.941	0.316	0.22	0.213	0.142	0.052	0.034	0.029	0.013	0.01	0.002
BaO					0		0	0	0	0.084	0.017
F	0.172	0.233	0.31	0.265	0.395	0.209	0.313	0.066	0.14	0.329	0.152
Cl	0.007	0.013	0.003	0	0.008	0.03	0.014	0.005	0.004	0.013	0.02
V ₂ O ₃	0	0.013	0.003	0.061	0.047	0.07	0.011	0.038	0.035	0.012	0.02
ZnO											
	84.82	85.42	84.71	86.74	84.47	85.25	84.38	86.12	87.51	85.27	82.71
OH											
OH	15.880	15.835	15.786	15.820	15.725	15.846	15.782	15.952	15.902	15.767	15.888
S	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.003	0.005	0.001	0.000	0.003	0.011	0.005	0.002	0.001	0.005	0.007
F	0.118	0.160	0.212	0.180	0.272	0.143	0.213	0.046	0.097	0.228	0.104
T	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000
Si	5.883	5.790	5.799	5.676	5.813	5.867	5.983	5.756	5.573	5.871	5.753
B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Be	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	2.117	2.210	2.201	2.324	2.187	2.133	2.017	2.244	2.427	2.129	2.247
O	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
Al	2.801	2.435	2.575	2.334	2.540	2.239	2.457	2.498	2.465	2.600	2.643
Ti	0.064	0.017	0.000	0.018	0.019	0.004	0.014	0.000	0.020	0.026	0.000
Cr	0.013	0.000	0.002	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V	0.000	0.002	0.001	0.010	0.008	0.012	0.002	0.007	0.006	0.002	0.003
Zr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sc	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	4.571	5.009	5.225	5.209	5.238	5.415	5.698	3.943	3.959	4.426	5.772
Ni	0.006	0.016	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Co	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Zn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe ²⁺	3.948	4.327	4.023	4.346	4.045	4.253	3.539	5.098	5.244	4.549	3.386
Mn	0.099	0.088	0.059	0.097	0.061	0.033	0.145	0.333	0.298	0.220	0.035
Ca	0.011	0.004	0.003	0.011	0.001	0.019	0.005	0.011	0.007	0.024	0.013
Na	0.010	0.019	0.000	0.015	0.013	0.025	0.016	0.000	0.012	0.000	0.001
K	0.259	0.088	0.061	0.058	0.039	0.014	0.009	0.008	0.004	0.003	0.001
Rb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.001
Cs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NH ₄	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

	MONZOGRANITO CÁLCIOALCALINO													
Element	DNFD0	DNFD0	DNFD0	DNFD0	DNFD0	DNFD0	DNFD0	DNFD0	DNFD0	DNFD0	DNFD0	DNFD0	DNFD01	
o	1 61	1 61	1 61	1 61	1 61	1 61	1 61	1 61	1 61	1 152	1 163	1 152	1 120	-132
SiO ₂	27.17	25.05	26.5	27.45	27.17	25.05	26.5	27.45	26.51	26.84	28.13	28.26	29	
TiO ₂	0.293	0.121	0	0.244	0.293	0.121	0	0.244	0.027	0.126	0.162	0.655	0.378	
Al ₂ O ₃	18.63	18.58	18.11	19.04	18.63	18.58	18.11	19.04	18.98	17.86	18.37	17.8	16.51	
FeO	22.84	23.01	23.5	23.4	22.84	23.01	23.5	23.4	28.14	23.89	25.4	25.58	23.05	
MnO	0.856	0.64	0.546	1.048	0.856	0.64	0.546	1.048	0.441	0.749	0.434	0.396	0.245	
MgO	14.75	15.61	14.55	16.53	14.75	15.61	14.55	16.53	13.84	14.75	14.04	13.07	12.99	
CaO	0.026	0.102	0.058	0.019	0.026	0.102	0.058	0.019	0.046	0.126	0.03	0.23	0.063	
Na ₂ O	0.053	0.04	0.037	0.017	0.053	0.04	0.037	0.017	0	0.071	0.055	0.05	0.058	
K ₂ O	0.044	0.011	0.041	0.05	0.044	0.011	0.041	0.05	0.022	0.048	1.115	1.336	2.377	
BaO													0.096	
F	0.058	0.175	0.204	0.254	0.058	0.175	0.204	0.254	0.018	0.139	0.14	0.227	0.213	
Cl	0.01	0.013	0.003	0.002	0.01	0.013	0.003	0.002	0	0.038	0.034	0.007	0.036	
V ₂ O ₃	0	0.124	0	0.022	0	0.124	0	0.022	0.012	0.069	0.048	0	0.045	
ZnO	84.74	83.48	83.56	88.06	84.74	83.48	83.56	88.06	88.11	84.7	87.95	87.66	85.07	
OH														
OH	15.957	15.872	15.856	15.831	15.957	15.872	15.856	15.831	15.988	15.890	15.894	15.844	15.839	
S	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Cl	0.004	0.005	0.001	0.001	0.004	0.005	0.001	0.001	0.000	0.014	0.012	0.003	0.013	
F	0.040	0.123	0.143	0.168	0.040	0.123	0.143	0.168	0.012	0.096	0.094	0.153	0.147	
	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	
T														
Si	5.872	5.558	5.860	5.748	5.872	5.558	5.860	5.748	5.654	5.867	5.962	6.040	6.345	
B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Be	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Al	2.128	2.442	2.140	2.252	2.128	2.442	2.140	2.252	2.346	2.133	2.038	1.960	1.655	
	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	
O														
Al	2.618	2.415	2.580	2.447	2.618	2.415	2.580	2.447	2.426	2.467	2.550	2.523	2.602	
Ti	0.048	0.020	0.000	0.038	0.048	0.020	0.000	0.038	0.004	0.021	0.026	0.105	0.062	
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	
V	0.000	0.022	0.000	0.004	0.000	0.022	0.000	0.004	0.002	0.012	0.008	0.000	0.008	
Zr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sc	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Li	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Mg	4.753	5.165	4.797	5.160	4.753	5.165	4.797	5.160	4.401	4.805	4.435	4.163	4.238	
Ni	0.002	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.010	0.000	
Co	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Zn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Fe ²⁺	4.129	4.269	4.346	4.098	4.129	4.269	4.346	4.098	5.020	4.367	4.502	4.572	4.218	
Mn	0.157	0.120	0.102	0.186	0.157	0.120	0.102	0.186	0.080	0.139	0.078	0.072	0.045	
Ca	0.006	0.024	0.014	0.004	0.006	0.024	0.014	0.004	0.011	0.030	0.007	0.053	0.015	
Na	0.022	0.017	0.016	0.007	0.022	0.017	0.016	0.007	0.000	0.030	0.023	0.021	0.025	
K	0.012	0.003	0.012	0.013	0.012	0.003	0.012	0.013	0.006	0.013	0.301	0.364	0.663	
Rb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Ba	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	
Cs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
NH ₄	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

MONZOGRANITO CÁLCIOALCALINO C/ ANFIBÓLIO			
Elemento	DNFD01 54.22 C5 bt 2	DNFD01 54.22 C3 chl 1	DNFD01 54.22 C4 chl 1
SiO ₂	27.43	31.37	28.92
TiO ₂	0	0.755	0.183
Al ₂ O ₃	17.29	16.41	17.23
FeO	21.44	19.84	20.59
MnO	1.171	0.813	0.862
MgO	17.41	15.38	17.24
CaO	0.061	0.121	0.033
Na ₂ O	0.05	0.037	0.02
K ₂ O	0.687	3.409	0.942
BaO			
F	0.164	0.311	0.231
Cl	0.033	0.022	0.004
V ₂ O ₃	0.031	0.048	0.078
ZnO			
	85.79	88.53	86.33
OH			
OH	15.877	15.788	15.844
S	0.000	0.000	0.000
Cl	0.012	0.008	0.001
F	0.111	0.204	0.154
	16.000	16.000	16.000
T			
Si	5.879	6.506	6.106
B	0.000	0.000	0.000
Be	0.000	0.000	0.000
Al	2.121	1.494	1.894
	8.000	8.000	8.000
O			
Al	2.246	2.518	2.394
Ti	0.000	0.118	0.029
Cr	0.006	0.002	0.000
V	0.005	0.008	0.013
Zr	0.000	0.000	0.000
Sc	0.000	0.000	0.000
Li	0.000	0.000	0.000
Mg	5.562	4.756	5.427
Ni	0.000	0.000	0.000
Co	0.000	0.000	0.000
Zn	0.000	0.000	0.000
Fe ²⁺	3.844	3.442	3.636
Mn	0.213	0.143	0.154
Ca	0.014	0.027	0.007
Na	0.021	0.015	0.008
K	0.188	0.902	0.254
Rb	0.000	0.000	0.000
Ba	0.000	0.000	0.000
Cs	0.000	0.000	0.000
NH ₄	0.000	0.000	0.000

ANEXO 6

Tabela de Análises Litogeoquímicas de Rocha Total

Rocha	Granito Novo Mundo				Monzogranito cálcioalcalino				Monzogranito peraluminoso	
	DNFD03-53,20	LNM-46	DNFD15-49,47	LNM-05	DNFD01-120,60	DNFD01-152,00	DNFD01-61,31	DNFD01-54,22	LNM-51	LNM-25
SiO ₂	74.8	75.9	77	81	69	69.8	67.9	57.5	69.5	71.8
Al ₂ O ₃	12.15	12.05	12.95	12.3	14.95	14.5	16.05	18	14	14.6
Fe ₂ O ₃	1.53	1.37	0.84	0.44	4.7	3.57	3.81	5.96	3.38	3.24
CaO	0.96	0.8	0.41	0.21	2.62	2.34	3.17	4.73	1.99	1.88
MgO	0.38	0.4	0.5	0.09	1.05	1.05	1.37	2.17	0.71	0.61
Na ₂ O	2.78	2.88	3.31	3.79	2.73	2.8	4.14	4.74	2.75	3
K ₂ O	4.85	4.74	5.36	4.28	4.21	4.68	2.58	2.43	4.07	4.6
Cr ₂ O ₃	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
TiO ₂	0.28	0.28	0.18	0.06	0.63	0.45	0.51	0.74	0.46	0.37
MnO	0.02	0.05	0.03	0.02	0.06	0.05	0.08	0.16	0.05	0.05
P ₂ O ₅	0.05	0.05	0.03	0.02	0.06	0.06	0.15	0.25	0.15	0.14
SrO	0.01	0.02	0.01	<0.01	0.03	0.03	0.03	0.06	0.02	0.02
BaO	0.04	0.04	0.04	<0.01	0.11	0.09	0.06	0.05	0.09	0.08
LOI	1.76	0.99	0.93	0.47	1.23	1.56	1.08	1.65	1.1	0.71
Total	99.61	99.57	101.59	>102.00	101.39	100.98	100.93	98.44	98.27	101.1
Rb	194	191	221	329	181	196.5	105	94.1	170.5	214
Sr	85.2	140	56.7	10.5	229	268	323	498	173.5	146.5
Zr	180	169	156	62	261	231	161	317	176	189
Ce	90.3	97.5	89.3	17.7	167.5	212	53.5	75.1	105.5	88.9
Ba	374	366	409	19.8	1010	815	566	488	850	767
Ga	18.6	18.9	19.3	21.8	25.9	23.6	24.4	29.6	24.7	26.8
V	15	14	8	<5	49	54	46	101	33	27
Sn	3	3	2	3	4	3	2	5	3	4
Ta	2.3	2.5	1.9	1.7	1	0.9	1.1	1.4	1.4	1.3
Nb	16.1	19.3	14.2	20.9	12.3	9.7	8.3	15.3	14	12.6
Hf	6.3	5.4	4.7	2.9	7	7.1	4.6	8.8	5.2	5.5
Sc	2	2	3	4	10	6	11	18	7	8
Tl	0.16	0.1	0.11	0.13	0.27	0.18	0.23	0.3	0.22	0.5
Zn	10	27	16	12	74	54	60	82	57	65
Mo	1	1	<1	2	1	<1	<1	2	1	<1
Pb	14	25	19	23	38	37	17	20	26	29
Th	22.3	24.6	24.4	34.7	36.6	66	1.68	5	19.7	18.35
U	2.5	3.06	1.65	4.99	2.97	2.84	0.93	1.95	1.27	2.65
Y	27.3	28.1	17.4	10.5	17.4	15.4	12.2	50.7	22.5	22
La	46.2	48.8	50.3	12.5	84.5	107.5	29.1	30.5	52.4	44.9
Cs	0.72	0.49	1.63	6.15	2.4	1.41	2.23	3.06	1.63	4.13
Pr	9.79	10.3	8.54	2.26	17.85	22.9	6.03	10.45	11.35	9.95
Nd	33.1	35.2	25.9	5.9	64	78.6	21.8	45.1	40.6	35
Sm	5.61	6.27	3.81	0.87	10.8	12.85	3.82	10.8	7.91	6.88
Eu	0.7	0.72	0.52	0.1	1.4	1.25	0.96	1.33	1.14	1.11

Rocha	Granito Novo Mundo				Monzogranito cálcioalcalino				Monzogranito peraluminoso	
SAMPLE	DNFD03-53,20	LNM-46	DNFD15-49,47	LNM-05	DNFD01-120,60	DNFD01-152,00	DNFD01-61,31	DNFD01-54,22	LNM-51	LNM-25
Gd	4.43	4.95	2.73	0.85	7.65	9.1	2.95	9.66	6.25	5.63
Tb	0.74	0.81	0.39	0.17	0.96	1.02	0.46	1.51	0.84	0.86
Dy	4.48	4.68	2.43	0.96	4.34	4.47	2.29	8.93	4.74	4.44
Ho	0.95	0.99	0.52	0.28	0.66	0.65	0.48	1.79	0.82	0.82
Er	2.74	2.91	1.51	1.01	1.61	1.26	1.18	4.94	2.05	2.13
Tm	0.42	0.49	0.3	0.26	0.18	0.17	0.19	0.77	0.37	0.31
Yb	2.84	2.91	2.03	2.02	0.92	0.85	1.06	4.59	2.1	1.84
Lu	0.44	0.47	0.37	0.35	0.15	0.14	0.15	0.77	0.32	0.26
C	0.2	0.1	0.07	0.02	0.04	0.09	0.04	0.08	0.03	0.01
S	0.47	0.01	0.01	0.02	0.06	0.06	0.03	0.02	0.02	0.02
Cr	20	<10	20	10	30	20	10	10	20	20
Ge	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
As	0.6	0.3	0.3	0.2	0.3	0.6	0.5	0.7	0.3	0.3
Bi	0.33	0.02	0.01	0.13	0.02	0.06	0.02	0.06	0.08	0.07
Hg	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.007	<0.005
In	0.01	0.01	0.008	<0.005	0.026	0.019	0.014	0.022	0.022	0.037
Re	0.005	0.004	0.005	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.003
Sb	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	0.07	0.05	0.14	<0.05	<0.05
Se	0.3	0.2	<0.2	<0.2	0.3	0.4	<0.2	0.5	0.2	<0.2
Te	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.02	0.02	<0.01	0.05	0.03
Ag	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Cd	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Cu	6	1	2	1	18	27	22	17	36	15
Li	<10	<10	<10	<10	10	10	10	30	10	30
Ni	<1	1	1	<1	12	3	4	6	8	5

ANEXO 7

Tabela de Dados U-Pb

LNM-25 (MONZOGRANITO PERALUMINOSO)

LNM-25 (MONZOGRANITO PERALUMINOSO)																			
CHRONUS		Data for Wetherill plot ⁴							Ages ⁵						% U-Pb disc ⁴				
Identifier	²⁰⁴ Pb cps	²⁰⁶ Pb mV ¹	Th/U	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	1σ%	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ%	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ%	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ%	Rho	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2σ abs		²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2σ abs	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2σ abs
LNM	15	0.0050	0.257	121666	20.08	0.12426	0.58	6.480	2.25	0.3782	2.15	0.95	2018	21	2068	76	2043	39	-2.46
044-ZR29	13	0.0079	0.151	315549	30.20	0.12510	0.37	6.710	1.44	0.3890	1.35	0.93	2030	13	2118	48	2074	25	-4.34
043-ZR28	30	0.0068	0.215	92113	31.23	0.12491	0.40	6.754	1.15	0.3921	1.02	0.88	2028	14	2133	37	2080	20	-5.19
040-ZR27	74	0.0045	0.284	8802	24.98	0.12476	0.52	6.714	1.12	0.3903	0.92	0.82	2025	18	2124	33	2074	20	-4.88
039-ZR26	15	0.0057	0.206	175203	18.61	0.12488	0.47	6.700	1.20	0.3891	1.04	0.87	2027	16	2119	38	2073	21	-4.51
038-ZR25	19	0.0059	0.086	120028	22.20	0.12513	0.42	6.723	1.07	0.3896	0.91	0.85	2031	15	2121	33	2076	19	-4.46
037-ZR24	10	0.0049	0.210	141727	15.90	0.12464	0.36	6.647	0.94	0.3868	0.79	0.84	2024	13	2108	28	2066	17	-4.16
036-ZR23	102	0.0074	0.075	8421	18.77	0.12388	0.45	6.441	1.80	0.3771	1.70	0.95	2013	16	2063	60	2038	31	-2.48
035-ZR22	21	0.0057	0.120	296707	58.72	0.12467	0.49	6.692	1.14	0.3893	0.97	0.84	2024	17	2120	35	2072	20	-4.72
034-ZR21	26	0.0053	0.108	74927	29.16	0.12518	0.44	6.655	1.17	0.3856	1.02	0.87	2031	15	2102	37	2067	21	-3.49
033-ZR20	35	0.0067	0.218	76888	27.20	0.12780	0.50	6.892	1.64	0.3911	1.51	0.92	2068	18	2128	55	2098	29	-2.90
030-ZR19	15	0.0064	0.082	148126	21.40	0.12587	0.56	6.597	1.33	0.3801	1.15	0.86	2041	20	2077	41	2059	23	-1.74
029-ZR18	15	0.0049	0.108	192255	46.09	0.12512	0.53	6.558	1.23	0.3801	1.04	0.85	2030	19	2077	37	2054	22	-2.28
028-ZR17	14	0.0044	0.124	133023	17.43	0.12464	0.46	6.667	1.49	0.3879	1.36	0.92	2024	16	2113	49	2068	26	-4.42
027-ZR16	17	0.0081	0.096	165083	23.12	0.12553	0.38	6.601	1.15	0.3814	1.01	0.89	2036	13	2083	36	2059	20	-2.27
026-ZR15	47	0.0059	0.173	11714	15.98	0.12540	0.42	6.724	1.26	0.3888	1.13	0.90	2034	15	2117	41	2076	22	-4.08
024-ZR14N	25	0.0043	0.194	78437	19.98	0.12611	0.44	5.141	1.92	0.2957	1.83	0.95	2044	15	1670	54	1843	32	18.33
023-ZR13	24	0.0048	0.087	132770	49.68	0.12506	0.51	6.548	1.73	0.3797	1.61	0.93	2030	18	2075	57	2052	30	-2.22
020-ZR12	10	0.0064	0.310	152987	16.48	0.12542	0.53	7.060	1.71	0.4082	1.58	0.93	2035	19	2207	59	2119	30	-8.45
019-ZR11B	41	0.0043	0.006	88475	24.37	0.12198	1.79	5.491	2.71	0.3264	2.00	0.74	1985	63	1821	63	1899	46	8.28
018-ZR11N	27	0.0030	0.112	35204	30.33	0.12657	0.52	6.797	1.55	0.3895	1.42	0.91	2051	18	2120	51	2085	27	-3.39
017-ZR10	10	0.0063	0.079	227829	16.95	0.12552	0.39	6.726	1.83	0.3886	1.75	0.96	2036	14	2116	63	2076	32	-3.94
015-ZR08	14	0.0076	0.154	242445	16.37	0.12634	0.37	7.007	2.02	0.4022	1.96	0.97	2048	13	2179	72	2112	36	-6.43
013-ZR07N	14	0.0048	0.159	164432	24.98	0.12580	0.50	6.601	2.57	0.3805	2.50	0.97	2040	18	2079	88	2059	45	-1.89
010-ZR06	15	0.0032	0.164	90595	21.60	0.12461	0.57	6.750	2.17	0.3928	2.06	0.95	2023	20	2136	75	2079	38	-5.57
008-ZR04	16	0.0057	0.210	95519	22.85	0.12569	0.37	6.876	2.00	0.3967	1.93	0.97	2039	13	2154	71	2096	35	-5.66
006-ZR03N	11	0.0028	0.361	113596	19.84	0.12470	0.40	6.692	2.24	0.3892	2.17	0.97	2025	14	2119	78	2072	39	-4.66
005-ZR02B	9	0.0096	0.009	284193	21.54	0.12620	1.74	5.424	4.59	0.3117	4.23	0.92	2046	61	1749	129	1889	77	14.50
004-ZR02N	11	0.0054	0.473	208423	14.15	0.12490	0.38	6.859	1.24	0.3983	1.12	0.90	2027	14	2161	41	2093	22	-6.60

LNM-46 (GRANITO NOVO MUNDO)

CHRONUS Identifier	²⁰⁴ Pb cps	²⁰⁶ Pb mV ¹	Th/U	Data for Wetherill plot ⁴				Ages ⁵						% U-Pb disc ⁴						
				²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	1σ%	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ %	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ %	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ %	Rho	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb		2σ abs	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2σ abs	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2σ abs	
055-ZR29	15	0.0053	0.800	174418	17.67	0.12313	1	0.58	6.330	0.99	0.3728	0.71	0.72	2002	20	2043	25	2023	17	-2.02
054-ZR28	17	0.0096	0.639	313799	15.90	0.12325	2	0.44	6.163	1.09	0.3626	0.93	0.85	2004	16	1995	32	1999	19	0.46
053-ZR27	16	0.0069	0.650	222009	15.05	0.12223	3	0.43	6.403	0.84	0.3799	0.62	0.74	1989	15	2076	22	2033	15	-4.37
051-ZR25	22	0.0048	0.661	161329	14.18	0.12272	5	0.72	6.406	1.11	0.3786	0.76	0.68	1996	26	2070	27	2033	19	-3.68
048-ZR24	38	0.0052	0.706	144908	20.10	0.12110	6	0.62	6.474	1.46	0.3877	1.26	0.87	1973	22	2112	45	2042	25	-7.07
047-ZR23B2	184	0.0214	0.558	126314	34.15	0.12214	7	0.40	4.906	0.99	0.2913	0.82	0.83	1988	14	1648	24	1803	17	17.09
045-ZR23N	13	0.0044	1.074	185398	13.37	0.12273	9	0.64	6.231	1.03	0.3682	0.72	0.70	1996	23	2021	25	2009	18	-1.23
042-ZR22	13	0.0174	0.553	560035	15.71	0.12211	10	0.57	6.526	0.90	0.3876	0.58	0.65	1987	20	2112	21	2049	16	-6.26
040-ZR20	66	0.0051	0.607	18723	62.20	0.12384	12	0.48	5.180	1.51	0.3033	1.38	0.92	2012	17	1708	41	1849	26	15.13
036-ZR18	96	0.0179	0.258	14898	15.02	0.12196	13	0.56	5.670	1.05	0.3371	0.81	0.77	1985	20	1873	26	1927	18	5.65
035-ZR17	71	0.0092	0.748	16572	30.77	0.12369	14	0.70	6.495	1.19	0.3808	0.89	0.75	2010	25	2080	32	2045	21	-3.49
033-ZR16N	83	0.0084	1.202	41741	51.08	0.12297	16	0.45	6.492	1.10	0.3828	0.93	0.85	2000	16	2090	33	2045	19	-4.49
029-ZR15N	7	0.0059	0.527	254505	12.71	0.12295	18	0.44	6.393	1.04	0.3771	0.87	0.83	1999	16	2063	31	2031	18	-3.17
028-ZR14	47	0.0117	0.424	150987	31.12	0.12374	19	0.52	5.845	1.05	0.3426	0.83	0.79	2011	18	1899	27	1953	18	5.56
027-ZR13	9	0.0091	0.664	429581	22.84	0.12261	20	0.50	6.479	1.01	0.3832	0.79	0.79	1995	18	2091	28	2043	18	-4.86
024-ZR12B	120	0.0181	0.493	162684	33.13	0.12318	21	0.82	4.722	1.82	0.2780	1.58	0.87	2003	29	1581	44	1771	30	21.05
022-ZR11	12	0.0142	0.529	549171	13.46	0.12024	22	1.32	6.545	1.80	0.3947	1.17	0.65	1960	47	2145	43	2052	31	-9.43
021-ZR10	15	0.0380	0.636	1146416	17.10	0.11784	23	1.66	6.515	2.38	0.4010	1.66	0.70	1924	59	2173	61	2048	41	-12.99
018-ZR9	17	0.0118	0.615	409627	39.42	0.12060	24	1.87	6.289	2.23	0.3782	1.15	0.52	1965	66	2068	41	2017	39	-5.23
017-ZR8	20	0.0070	0.882	174686	20.71	0.12116	25	1.03	6.293	1.42	0.3767	0.89	0.63	1973	37	2061	31	2018	25	-4.42
016-ZR7B	15	0.0421	0.500	865782	19.35	0.11936	26	0.63	6.287	1.05	0.3820	0.75	0.71	1947	23	2086	27	2017	18	-7.14
015-ZR7N	28	0.0078	0.455	217581	18.97	0.12152	27	0.61	6.113	0.96	0.3648	0.65	0.67	1979	22	2005	22	1992	17	-1.33
012-ZR6	287	0.0241	0.532	5697	8.06	0.12306	28	0.51	6.112	1.04	0.3602	0.83	0.80	2001	18	1983	28	1992	18	0.90
011-ZR5	38	0.0181	0.401	56490	20.48	0.12183	29	0.40	6.430	1.08	0.3827	0.93	0.86	1983	14	2089	33	2036	19	-5.34
006-ZR3N	15	0.0073	0.931	258061	13.58	0.12206	31	0.44	6.205	0.79	0.3687	0.54	0.69	1987	16	2023	19	2005	14	-1.85
005-ZR2B	16	0.0138	0.482	558264	38.64	0.12179	32	0.37	6.303	1.15	0.3753	1.02	0.89	1983	13	2054	36	2019	20	-3.62
004-ZR2N	10	0.0055	0.768	186641	14.15	0.12348	33	0.45	6.237	0.84	0.3663	0.60	0.71	2007	16	2012	21	2010	15	-0.25
003-ZR1	86	0.0170	0.348	213270	38.84	0.12136	34	0.48	6.429	1.81	0.3842	1.71	0.94	1976	17	2096	61	2036	32	-6.04

ANEXO 8

Tabela de Dados Sm-Nd

Sample		LNM 51	LNM 25	LNM 05	LNM 46	DNFD 03 53,20	DNFD 01 54,22	DNFD 01 120,60
Litologia		Monzogranito peraluminoso		Granito Novo mundo			Monzogranito cálcioalcalino c/ anfibólio	Monzogranito cálcioalcalino
±2sigma		±0.000500	±0.000200	±0.000002	±0.000020	±0.000200	±0.000022	±0.000019
Età	(Ma)	10		10	10	10	10	10
Eps Sr		-	-	-	-	-	-	-
		10000.000000	10000.000000	10000.000000	10000.000000	10000.000000	10000.000000	10000.000000
Sm	ppm	5.745	6.059	0.898	5.892	5.643	9.672	8.824
Nd	ppm	31.523	33.427	6.212	36.155	34.959	46.753	58.073
147Sm/144Nd		0.1102	0.1096	0.1096	0.0874	0.0976	0.1251	0.0919
error (%)	1	±0.0011	±0.0011	±0.0011	±0.0009	±0.0010	±0.0013	±0.0009
143Nd/144Nd	<i>measured</i>	0.511492	0.511481	0.511152	0.511341	0.511328	0.511791	0.511285
±2sigma		± 0.000003	± 0.000003	± 0.000006	± 0.000004	± 0.000004	± 0.000003	± 0.000003
età	(Ma)	2033	2033	1987	1987	1987	1994	1994
		2.03	2.03	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
(143Nd/144Nd) _t		0.510016	0.510013	0.510047	0.510008	0.510064	0.510148	0.510079
error t		0.000015	0.000015	0.000016	0.000012	0.000013	0.000017	0.000012
eNd(0)		-22.35	-22.57	-22.57	-28.99	-25.30	-16.52	-26.39
eNd(t)		0.22	0.16	-0.36	-1.12	-0.03	1.81	0.44
error (t)		±0.30	±0.29	±0.30	±0.24	±0.26	±0.33	±0.24
T(DM)	Ga	2.290	2.293	2.293	2.288	2.239	2.156	2.203

ANEXO 9

Mapa Geológico da Área de Estudo

