



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 559

**PETROLOGIA MAGNÉTICA DOS GRANITOIDES
NEOARQUEANOS DA SUÍTE VILA JUSSARA – PROVÍNCIA
CARAJÁS, CRÁTON AMAZÔNICO**

Dissertação apresentada por:

LUAN ALEXANDRE MARTINS DE SOUSA

Orientador: Prof. Dr. Roberto Dall’Agnol (UFPA)

**BELÉM
2019**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**

Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S725p Sousa, Luan Alexandre Martins de
Petrologia magnética dos Granitoides Neoarqueanos da
Suíte Vila Jussara - Província Carajás, Cráton Amazônico /
Luan Alexandre Martins de Sousa. — 2019.
xix,128 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Roberto Dall'Agnol

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação
em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências,
Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

1. Granitoides neoarqueanos. 2. Petrologia
magnética. 3. Grau de oxidação. 4. Província Carajás.
5. Granitoides ferrosos e magnesianos. I. Título.

CDD 552



Universidade Federal do Pará

Instituto de Geociências

Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica


**PETROLOGIA MAGNÉTICA DOS GRANITOIDES
NEOARQUEANOS DA SUÍTE VILA JUSSARA – PROVÍNCIA
CARAJÁS, CRÁTON AMAZÔNICO**

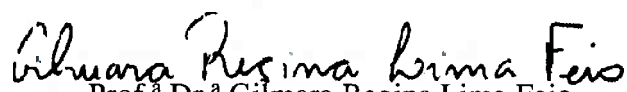
**DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR
LUAN ALEXANDRE MARTINS DE SOUSA**

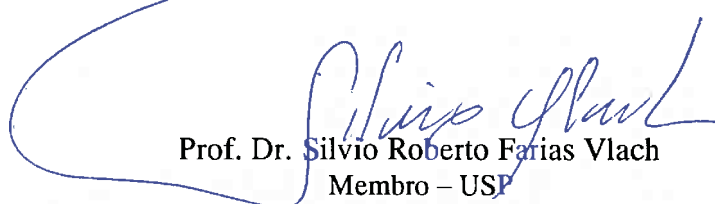
**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de
GEOQUÍMICA E PETROLOGIA, linha de pesquisa PETROLOGIA E EVOLUÇÃO
CRUSTAL**

Data de Aprovação: 30 / 07 / 2019

Banca Examinadora:


Prof. Dr. Roberto Dall'Agliol
Orientador – UFPA


Prof.^a Dr.^a Gilmara Regina Lima Feio
Membro – UNIFESSPA


Prof. Dr. Silvio Roberto Farias Vlach
Membro – USP

*Dedico esse trabalho aos meus pais, irmãos,
sobrinhos e a minha companheira Luana Santiago*

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Pará, ao Instituto de Geociências, ao Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica, por toda sua infraestrutura e apoio de todos os seus integrantes: professores, técnicos e setor administrativo.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES) - código de financiamento 001.

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Geociências da Amazônia/GEOCIAM (Processo N°573733/2008-2) pelo apoio financeiro.

À minha querida mãe (Dianice), por todo amor e por me mostrar que a Educação sempre será o melhor caminho para vencer na vida. Ao meu pai (Francisco) por ensinar grandes lições sobre a vida. Aos meus irmãos (Sean e Yanka), por fazerem da minha infância um lugar cheio de boas recordações. E especialmente, minha amável companheira de vida, Luana Santiago por todo amor, carinho e compreensão ao longo desses últimos anos. E aos meus amigos Bruno Eduardo e Aline Kelly por todo suporte nessa vida, sendo minha família em muitas situações em Belém.

Ao meu orientador, professor Roberto Dall’Agnol por ter concedido a oportunidade de realizar um estágio no GEOCIAM que foi minha porta de entrada para o mundo da pesquisa, serei eternamente grato. Obrigado pela amizade, pela sua humanidade, pela sua preocupação e prontidão em orientar-me nessa longa jornada. Foram dois anos de bastante crescimento profissional e grandes reflexões sobre a Educação, Ciência e sobre a vida. Você me ajudou a ver o mundo da pesquisa com outro olhar, um olhar mais humano e preocupado na formação do indivíduo e não somente em produto final. Tenho orgulho de ter tido você como meu orientador.

Aos professores que compõem a banca examinadora. Ao Dr. Silvio Vlach que prontamente aceitou o convite de participar e contribuir com seu conhecimento. E à Dra. Gilmar Lima por disponibilizar o seu tempo e experiência em granitoides neoarqueanos de Carajás e, cabe destacar que a professora foi responsável por abrir meus olhos para pesquisa no que diz respeito aos granitoides de Carajás.

Ao Professor Davis Carvalho e aos Doutorandos Fernando Fernandes e Ingrid Cunha pelo auxílio na etapa de Campo e por todo aprendizado, bem como às discussões realizadas ao longo deste trabalho.

Aos meus queridos amigos e colegas de grupo (GPPG), Mayara Fraeda, Ingrid Cunha e o Caio Mesquita. A participação de vocês foi fundamental para a concretização deste trabalho.

Ao professor Dr. Cláudio Nery Lamarão e o apoio técnico de Paula Corrêa e da Msc. Gisele T. Marques do Laboratório de Microanálises do IG-UFGA.

E a todos meus caros companheiros pós-graduandos do PPGG: Amanda, Eduardo, Arthur, Hiago, Williamy, Danilo, Alexandre, Gabriel, Aline, Daniella, Gabriela, Luana, Luciano, Diw, Bhrenno, Jean, Denise, Beatriz, Vanisse, Renata e Aílton. O contato que tive com vocês foi muito construtivo para mim.

A minha eterna gratidão a todos!

Mas a ampliação de nossos horizontes pode ser um tiro no pé, por nos fazer ficar mais confusos e inativos do que antes. Com tantos cenários e possibilidades, a quais deveríamos prestar atenção? O mundo está mudando com uma inigualável rapidez e estamos inundados por quantidades impossíveis de dados, de ideias, de promessas e de ameaças. Humanos renunciam à autoridade em favor do livre mercado, da sabedoria das multidões e de algoritmos externos em parte porque não conseguem lidar com o dilúvio de dados. No passado, a censura funcionava bloqueando o fluxo de informação. No século XXI ela o faz inundando as pessoas de informação irrelevante. Não sabemos mais a que prestar atenção e frequentemente passamos o tempo investigando e debatendo questões secundárias. Em tempos antigos ter poder significava ter acesso a dados. Atualmente ter poder significa saber o que ignorar. Assim, de tudo que acontece em nosso mundo caótico, no que devemos nos concentrar?

*Trecho extraído do Livro intitulado “Homo Deus:
Uma breve história do amanhã” do historiador Yuval Noah
Harari*

RESUMO

A Suíte Vila Jussara (SVJ) compreende diversos stocks graníticos de idade neoarqueana (~ 2,75-2,73 Ga), intrusivos em unidades mesoarqueanas e distribuídos nas porções central e norte do Domínio Sapucaia na Província Carajás. Os granitoides da SVJ são constituídos por granitos ferrosos reduzidos e oxidados, bem como por granitos magnesianos. Petrograficamente, foram distinguidas quatro variedades de rochas na SVJ: (1) Biotita-hornblenda monzogranito (BHMzG); (2) Biotita-hornblenda tonalito (BHTnl); (3) Biotita monzogranito (BMzG); (4) Hornblenda-biotita granodiorito (HBGd). O estudo de suscetibilidade magnética (SM) nas rochas da SVJ mostrou valores bastante variáveis (SM; $0,14 \times 10^{-3}$ a $30,13 \times 10^{-3}$), distribuídos em três populações (A, B e C). Com base no comportamento magnético e nos óxidos de Fe e Ti revelaram que os BHMzG se divide em dois subgrupos: o primeiro com SM muito baixa a baixa (SM $0,14 \times 10^{-3}$ e $0,81 \times 10^{-3}$; populações A e B₁) marcado pela dominância de ilmenita com coroas de titanita, bem como a presença subordinada de magnetita e de cristais de pirita, estes últimos evidenciados somente na subpopulação B₁; o segundo exibe valores moderados a altos de SM ($1,91 \times 10^{-3}$ a $6,02 \times 10^{-3}$; subpopulações B₃ e C₁), sendo caracterizado pela dominância de magnetita sobre ilmenita. Os BHTnl apresentam valores moderados de SM ($0,85 \times 10^{-3}$ a $1,36 \times 10^{-3}$; subpopulação B₂, com exceção de uma única amostra com alto valor de SM pertencente a subpopulação C₂) e apresentam dominância de pirita, secundada por magnetita que é mais abundante que ilmenita. Os BMzG e HBGd se caracterizam por valores de SM relativamente mais elevados (respectivamente, SM $2,14 \times 10^{-3}$ a $6,01 \times 10^{-3}$ e SM $6,02 \times 10^{-3}$ a $25,0 \times 10^{-3}$; subpopulações B₃, C₁ e C₂) e ambos são caracterizados pela dominância de magnetita sobre pirita, com raras ocorrências de ilmenita. Em termos geoquímicos, o primeiro subgrupo dos BHMzG exibe sílica > 70 % e afinidade com os granitos ferrosos reduzidos; o segundo apresenta sílica variável entre 63 e 70% e é similar aos granitos ferrosos oxidados. Todos os demais grupos apresentam características de granitos magnesianos com a sílica crescendo dos BHTnl para os HBGd e BMzG. As composições de biotita variam na passagem dos BHMzG do subgrupo 1 para o subgrupo 2 e destes para os granitos magnesianos e são compatíveis com aquelas da série Ilmenita para transicionais entre séries Ilmenita e Magnetita e, finalmente, série Magnetita. Neste mesmo sentido, as composições de anfibólio indicam baixa, moderada e transição entre moderada e alta fugacidade de oxigênio. As quatro variedades da SVJ se formaram em diferentes graus de oxidação, sendo o primeiro subgrupo dos BHMzG formado em condições reduzidas (<FMQ) ou moderadamente reduzidas

(coincidente ou ligeiramente acima de FMQ); o segundo grupo dos BHMzG se formou em condições moderadamente oxidantes (entre NNO e NNO-0,5); finalmente os granitos magnesianos se formaram em condições oxidantes com fO_2 comparativamente mais elevada (entre NNO e NNO+1). A magnetita se mostra em geral parcialmente martitizada e a pirita está intensamente alterada para goethita, podendo formar pseudomorfos. Além das quatro variedades descritas, ocorrem localmente biotita-hornblenda sienogranitos a monzogranitos equigranulares médios que exibem paradoxalmente alto valor de SM e conteúdo modal elevado de magnetita, ao lado de razões $FeOt/(FeOt+MgO)$ em rocha total, biotita e anfibólio extremamente elevadas, indicativas de formação em condições redutoras. Admite-se que estes granitos se formaram em tais condições, porém não se conseguiu explicar os altos conteúdos modais de magnetita e a elevada SM. A comparação da SVJ com granitoides neoarqueanos afins da Província Carajás, revela que o primeiro subgrupo dos BHMzG exhibe forte semelhança com os granitos da Suíte Planalto, do Complexo Granítico Estrela, e com os granitos de caráter reduzido dos granitoides da região de Vila União, enquanto que as demais variedades se aproximam mais dos granitos ferrosos oxidados e magnesianos de Vila União. Os granitoides da SVJ diferem daqueles do pluton neoarqueano Matok, do Cinturão Limpopo na África do Sul, por serem os últimos mais acentuadamente magnesianos e mais fortemente oxidados.

Palavras-chave: Granitoides neoarqueanos. Petrologia magnética. Grau de oxidação. Província Carajás. Granitoides ferrosos e magnesianos.

ABSTRACT

The Vila Jussara suite (VJs) comprises several granitic stocks of Neoproterozoic age (~ 2.75-2.73 Ga), intrusive in Mesoproterozoic units and distributed in the central and northern portions of the Sapucaia Domain in Carajás Province. The VJs granitoids consist of reduced and oxidized ferrous granites as well as magnesian granites. Petrographically, four types of rocks were distinguished in the VJs: (1) Biotite-hornblende monzogranite (BHMzG); (2) Biotite-hornblende tonalite (BHTnl); (3) biotite monzogranite (BMzG); (4) Hornblende-biotite granodiorite (HBGd). The study of magnetic susceptibility (MS) in VJs rocks showed very variable values (MS, 0.14×10^{-3} to 30.13×10^{-3}), distributed in three populations (A, B and C). Based on the magnetic behavior and the Fe and Ti oxides, BHMzG was divided into two subgroups: the first with very low to low MS (MS 0.14×10^{-3} and 0.81×10^{-3} ; populations A and B₁) marked by the dominance of ilmenite with titanite crowns, as well as the subordinate presence of magnetite and pyrite crystals, the latter evidenced only in subpopulation B₁; the second shows moderate to high values of MS (1.91×10^{-3} to 6.02×10^{-3} , subpopulations B₃ and C₁), being characterized by the dominance of magnetite over ilmenite. The BHTnl presented moderate values of MS (0.85×10^{-3} to 1.36×10^{-3} , subpopulation B₂, with the exception of a single sample with high value of MS belonging to subpopulation C₂) and present dominance of pyrite, seconded by magnetite which is more abundant than ilmenite. BMzG and HBGd are characterized by relatively higher MS values (MS, respectively, 2.14×10^{-3} to 6.01×10^{-3} and MS 6.02×10^{-3} to 25.0×10^{-3} , subpopulations B₃, C₁ and C₂) and both are characterized by the dominance of magnetite over pyrite, with rare occurrences of ilmenite. In geochemical terms, the first subgroup of BHMzG exhibits silica >70% and affinity with the reduced ferrous granites; the second presents silica varying between 63 and 70% and is similar to oxidized ferrous granites. All other groups show magnesian granite characteristics with increasing BHTnl silica for HBGd and BMzG. The biotite compositions vary in the passage of BHMzG from subgroup 1 to subgroup 2 and from these to magnesian granites and are compatible with those from the Ilmenite series for transitional between Ilmenite and Magnetite series and, finally, Magnetite series. In this same sense, amphibole compositions indicate low, moderate and transition between moderate and high oxygen fugacity. The four VJs strains formed in different degrees of oxidation, the first subgroup of BHMzG formed under reduced (<FMQ) or moderately reduced (coincident or slightly above FMQ) conditions; the second group of BHMzG was formed under moderately oxidizing conditions (between NNO and NNO-0.5); finally the magnesian granites formed under oxidizing conditions with comparatively higher

fO_2 (between NNO and NNO + 1). The magnetite is usually partially martitized and the pyrite is intensely altered to goethite, forming pseudomorphs. In addition to the four described varieties, biotite-hornblende sienogranites occur to medium equigranular monzogranites that paradoxically exhibit high MS value and high magnetite modal content, along with FeOt/(FeOt+MgO) ratios in extremely high total rock, biotite and amphibole, indicative of training under reducing conditions. It is assumed that these granites formed under such conditions, but it was not possible to explain the high modal contents of magnetite and the high MS. The comparison of the VJs with related Neoproterozoic granitoids from the Carajás Province reveals that the first subgroup of BHMzG exhibits strong similarity with the granites of the Planalto suite, the Estrela granitic complex and the reduced granites of the granitoids of the Vila União region, while that the other varieties are closer to the oxidized ferroan and magnesian granites of Vila União. The VJs granitoids differ from those of the Matok Neoproterozoic pluton, of the Limpopo Belt in South Africa, because they are the latter more markedly magnesian and more strongly oxidized.

Keywords: Neoproterozoic granitoids. Magnetic petrology. Degree of oxidation. Carajás Province. Ferroan and Magnesian granitoids.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1

- Figura 1.1 - Mapa de localização da área de estudo; a) Mapa do Brasil destacando o estado do Pará; b) Mapa do estado do Pará destacando a área de estudo; c) Mapa rodoviário do sudeste do Pará, localizando a área de estudo.....2
- Figura 1.2 - Modelos de compartimentação Tectônica/Geocronológica do Cráton Amazônico. a) Modelo proposto por Santos *et al.* (2006); b) Proposta de Tassinari & Macambira (2004).....3
- Figura 1.3 - a) Mapa do estado do Pará destacando a Província Carajás (PC); b) Compartimentação tectônica da PC; c) Mapa geológico da PC.....7

CAPÍTULO 2

- Figura 2.1 - a) Proposta de compartimentação do Cráton Amazônico (Santos *et al.* 2006); b) Mapa de compartimentação tectônica da Província Carajás (Dall’Agnol *et al.* 2013); c) Mapa geológico das porções central e norte da Província Carajás Fonte: Modificado (Vasquez *et al.* 2008, Almeida *et al.* 2011, Oliveira *et al.* 2010, Feio *et al.* 2013; Teixeira *et al.* 2013; Santos *et al.* 2013; Silva *et al.* 2014, Gabriel & Oliveira 2014, Rodrigues *et al.* 2014, Leite-Santos & Oliveira 2016, Teixeira *et al.* 2017, Marangoanha *et al.* 2019).....20
- Figura 2.2 - Mapa geológico simplificado (Baseado em F. F. Silva, em preparação, e Dall’Agnol *et al.* 2017, modificado), destacando os diferentes corpos graníticos da Suíte Vila Jussara e a localização das amostras estudadas em detalhe no presente trabalho.....23
- Figura 2.3 - Aspectos de campo da Suíte Vila Jussara: a) Aspecto geomorfológico dos granitoides estudados que definem morros suaves em contraste com o padrão morfológico arrasado das rochas encaixantes; b) Principal modo de ocorrência em forma de blocos métricos; c) HBGd interdigitado com rochas de composição tonalítica; d) enclave microgranular parcialmente digerido pela rocha hospedeira (BHMzG); e) enclave microgranular máfico hospedado no HMzG.....24
- Figura 2.4 - Diagramas modais Q-A-P e Q-(A+P)-M’ para os granitoides da Suíte Vila Jussara (campos conforme Streckeisen 1976, Le Maitre *et al.* 2002). Dados modais

compilados de trabalhos anteriores do GPPG, acrescidos de novas composições modais obtidas por F. F. Silva e pelo autor.....26

Figura 2.5 - aspecto macroscópico de BHMzG; b) subgrãos de quartzo formando a matriz em BHMzG; c) cristais de anfibólio substituídos parcialmente por biotita em BHMzG; d) aspecto macroscópico de BMzG com textura porfiroclástica; e) aspecto microscópico do BMzG mostrando finos cristais de quartzo com migração da borda de grãos; f) cristal automorfo de allanita bordeado por uma coroa de epidoto, associados com biotita em BMzG; g) aspecto macroscópico do HBGd; h) porfiroclasto de plagioclásio em matriz quartzo-feldspática proveniente de recristalização em HBGd com textura porfiroclástica; i) cristais de anfibólio e biotita associados com epidoto magmático automorfo, formando agregado máfico; j) aspecto macroscópico de BHTnl; l) textura granular hipidiomórfica em BHTnl; m) cristais subautomorfos de titanita exibindo contatos irregulares com minerais opacos em BHTnl. Figuras b, c, e, f, h, l, m e Figura i, todas fotomicrografias em microscópio ótico em luz polarizada, respectivamente, em nicóis cruzados e em nicóis paralelos.....29

Figura 2.6 - Gráfico de Probabilidade das rochas estudadas indicando a existência de três populações magnéticas; b) Histograma de SM com as três populações magnéticas da Suíte Vila Jussara apresentando distribuição bimodal.....31

Figura 2.7 - a) Gráfico de probabilidade integrado de todas as amostras da suíte, mostrando a distribuição das variedades e subgrupos estabelecidos; b) Histograma de frequência de SM integrado das rochas estudadas destacando os principais grupos petrográficos e a distribuição de suas amostras em diferentes populações, conforme definido no gráfico de probabilidade; c) Histograma de frequência da variedade biotita-hornblenda monzogranito a granodiorito (BHMzG); d) Histograma de frequência da variedade biotita-hornblenda tonalito (BHTnl); e) Histograma de frequência da variedade biotita monzogranito com raro granodiorito (BMzG); f) Histograma de frequência da variedade hornblenda-biotita granodiorito (HBGd), no qual foram também incluídas as amostras de granitos com características particulares.....32

Figura 2.8 - Aspectos texturais de amostras representativas dos minerais óxidos de Fe e Ti do biotita-hornblenda monzogranito: a), b) Ilmenita com coroa de titanita associada com biotita; amostra do subgrupo 1, população A; c) cristal originalmente automorfo de pirita parcialmente alterado para goethita, associado com magnetita

subautomórfica; subgrupo 1, subpopulação B₁; d) cristal subautomórfico de magnetita; amostra do subgrupo 2, subpopulação C₁. a: fotomicrografia em nicóis paralelos em luz transmitida; b, c, d: imagens de elétrons retroespalhados obtida em MEV. b: mesma seção mostrada em.....35

Figura 2.9 - Aspectos texturais dos minerais opacos dominantes em amostras representativas do BHTnl: a) Cristal de ilmenita envolto por coroa de titanita, exibindo lamelas de exsolução de hematita e zonas de dominância de hematita com lamelas de ilmenita; b) cristal de magnetita subautomórfico; c) e d) cristais de pirita em quase totalidade ou integralmente substituídos por goethita, exibindo contato retilíneo com cristais de magnetita subautomórfica; e) e f) imagens de cristais subautomórficos de magnetita localmente com ilmenita composta interna e externa, respectivamente. a, b, d, e, f - imagens de elétrons retroespalhados obtidas em MEV; c - fotomicrografia em nicóis paralelos da mesma seção observada em d; MDP-02C e AFD-11B = BHTnl da subpopulação B₂; MYF-40 = BHTnl da subpopulação C₂.....38

Figura 2.10 - Aspectos texturais dos minerais opacos dominantes em amostras representativas do grupo BMzG: a) cristal primário, subautomórfico de magnetita mostrando contato retilíneo com biotita; b) cristal de pirita pseudomorfizado em goethita, apresentando finos grãos de magnetita em suas bordas c) e d) Pirita parcialmente substituída por goethita; e) cristais primários de magnetita em contato regular com cristal de pirita integralmente substituído por goethita; f) cristal de ilmenita com finíssimas lamelas esparsas de hematita e cristal de magnetita, estando ambas circundadas por coroa de titanita;. a, c - fotomicrografias em nicóis paralelos, sendo no caso de c, a mesma seção observada em d; b, d, e, f - imagens de elétrons retroespalhados obtidas em MEV; MDP-02A = BMzG e MDP-02B = BGd da subpopulação B₃ e MDP-03A = BMzG da subpopulação C₂.....42

Figura 2.11 - Aspectos texturais dos minerais opacos dominantes em amostra representativas do grupo HBGd: a) e b) Cristal de magnetita exibindo contato reto com anfibólio; c) cristal de pirita com uma fina borda de goethita; d) cristal de magnetita exibindo contato reto com cristal de pirita parcialmente substituído por goethita; e) e f) Cristal de ilmenita exibindo lamelas de martita e envolto por uma coroa de titanita. a = fotomicrografia em nicóis paralelos; b, c, d, e, f = imagens de elétrons retroespalhados obtidas em MEV.....45

Figura 2.12 - Caracterização geoquímica dos granitoides da Suíte Vila Jussara: a) Diagrama P-Q (Debon & Le Fort, 1983); b) Diagrama $100*(MgO+FeO+TiO_2)/SiO_2$ vs. $(Al_2O_3+CaO)/(FeO+K_2O+Na_2O)$ com campos de Sylvester (1989); c) Diagrama SiO_2 vs. $FeOt/(FeOt+MgO)$ de Frost *et al.* (2001); d) Diagrama $FeO_t/(FeO_t+MgO)$ vs. Al_2O_3 mostrando os campos dos granitos tipo A reduzidos e oxidados, bem como o dos granitoides cordilheiranos cálcico-alcalinos (Dall'Agnol & Oliveira 2007). Figura 2.12a – dq = quartzo-diorito; mzdq = quartzo-monozodiorito; mzq = quartzo-monzonito; sq = quartzo-sienito; Ton = tonalito; GrD = granodiorito; MzG = monzogranito; SyG – sienogranito.....50

Figura 2.13 - Diagramas de variação química para elementos maiores e traços: a) e b) Diagrama de Harker de Al_2O_3 e MgO, respectivamente; c) Diagrama de Harker de #mg; d) Diagrama binário de TiO_2 vs MgO; e) Diagrama de Sr vs Rb; f) Diagrama de $FeOt/(FeOt+MgO)$ vs Sr/Ba.....52

Figura 2.14 - a) Diagrama de $Fe/(Fe+Mg)$ vs Al^{IV} nos anfibólios das diferentes da Suíte Vila Jussara exibindo o comportamento das rochas com relação a fO_2 . (Campos de fO_2 baixa, intermediária, alta de acordo com Anderson e Smith, 1995); b) Diagrama $Fe/(Fe+Mg)$ vs $Al^{IV}+Al^{VI}$ mostrando a composição das biotitas das diferentes variedades da Suíte VJ similares a série magnetita e ilmenita de Ishihara (1981), conforme domínios indicados por Anderson *et al.* (2008). Abreviaturas: Subp=subpopulação; Pop=população, B=biotita, H= hornblenda, SnG=sienogranito, Mzg=monzogranito, Gd=granodiorito, Tnl=tonalito; q mzn= quartzo-monzonito.....57

Figura 2.15 - Diagrama T *versus* $\log fO_2$ mostrando o possível intervalo de Temperatura e a condições de fugacidade (fO_2) estimadas para as diferentes variedades de granitoides da SVJ. b) Diagrama de temperatura *versus* $\log fO_2$ para os granitoides da SVJ. Curvas dos diferentes tampões e domínios de estabilidade das diferentes fases portadoras de Fe, em função dos seus vários estados de oxidação, conforme Frost (1991). Temperaturas e a fO_2 foram calculadas através da composição do anfibólio de acordo com Ridolfi *et al.* (2010). Tampões: faialita-magnetita- quartzo (FMQ) e níquel-óxido de níquel (NNO).....63

Figura 2.16 - a) Histograma de suscetibilidade magnética (SM) da Suíte Vila Jussara; b) diagrama binário do conteúdo modal de opacos (Volume%) vs SM (SI); c) e d) Histograma de SM e o diagrama binário do conteúdo modal de opacos (Volume%) vs SM (SI); respectivos dos granitoides da Vila União.....66

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 2.1 - Síntese de informações das amostras de biotita-hornblenda monzogranito (BHMzG).....	34
Tabela 2.2 - Síntese de informações sobre o biotita-hornblenda tonalito (BHTnl).....	36
Tabela 2.3 - Síntese de informações sobre o biotita monzogranito (BMzG)	40
Tabela 2.4 - Síntese de informações sobre o grupo hornblenda-biotita granodiorito (HBGd) e sienogranitos (SnG) ricos em magnetita	43

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS	v
EPÍGRAFE	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	xii
LISTA DE TABELAS	xvii
CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	1
1.1 APRESENTAÇÃO	1
1.2 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	2
1.2.1 Cráton Amazônico	2
1.2.2 Província Carajás	3
1.2.2.1 Domínio Rio Maria (DRM).....	5
1.2.2.2 Domínio Sapucaia (DS).....	5
1.2.2.3 Domínio Canaã dos Carajás (DCS).....	6
1.3 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA.....	8
1.4 OBJETIVOS	9
1.5 MATERIAIS E MÉTODOS	9
1.5.1 Pesquisa bibliográfica.....	9
1.5.2 Amostragem e Trabalhos de campo.....	10
1.5.3 Petrografia.....	11
1.5.4 Suscetibilidade Magnética (SM).....	11
1.5.7 Química mineral	12
1.5.8 Geoquímica em rocha total	13
CAPÍTULO 2 PETROLOGIA MAGNÉTICA DOS GRANITOIDES DA SUÍTE VILA JUSSARA – PROVÍNCIA CARAJÁS, CRÁTON AMAZÔNICO	15
2.1 INTRODUÇÃO	16
2.2 CONTEXTO GEOLÓGICO	17
2.3 GEOLOGIA E GEOCRONOLOGIA DOS CORPOS DA SUÍTE VILA JUSSARA	21
2.4 PETROGRAFIA DAS ROCHAS DA SVJ	25

2.4.1 Composição modal e classificação petrográfica.....	25
2.4.2 Aspectos Texturais e Mineralógicos das diferentes variedades	26
2.5 SUSCETIBILIDADE MAGNÉTICA E ASSOCIAÇÕES De MINERAIS OPACOS ..	30
2.5.1 Suscetibilidade magnética	30
2.5.2 Principais aspectos texturais e mineralógicos dos óxidos de Fe e Ti e sulfetos das diferentes variedades petrográficas e seus respectivos subgrupos de SM.....	33
2.6 CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO GEOQUÍMICA DOS GRANITOIDES DA SUÍTE VILA JUSSARA.....	46
2.7 RAZÕES FeOt/(FeOt +MgO) EM ROCHA TOTAL E MINERAIS	53
2.7.1 Biotita-hornblenda monzogranito (BHMzG).....	53
2.7.2 Biotita-hornblenda tonalito (BHTnl)	54
2.7.3 Biotita monzogranito (BMzG)	55
2.7.4 Hornblenda-biotita granodiorito (HBGd).....	55
2.8 DISCUSSÕES	58
2.8.1 Estimativa de Fugacidade de Oxigênio para os granitoides da Suíte Vila Jussara	58
2.8.2 Estudo comparativo entre a Suíte Vila Jussara e granitos similares da Província Carajás.....	64
2.8.3 Possíveis causas para a variação de fugacidade de Oxigênio nos granitoides da Suíte Vila Jussara.....	66
CAPÍTULO 3 CONCLUSÕES	86
REFERÊNCIAS.....	88
APÊNDICE A1- ANÁLISES EM MICROSSONDA ELETRÔNICA DE BIOTITA DAS DIFERENTES VARIEDADES DOS GRANITOIDES VJ.....	97
APÊNDICE A2-ANÁLISES EM MICROSSONDA ELETRÔNICA DE ANFIBÓLIO DAS DIFERENTES VARIEDADES DOS GRANITOIDES DA SUÍTE VILA JUSSARA.....	109
APÊNDICE B-COMPARAÇÃO ENTRE AS ANÁLISES DE ANFIBÓLIOS E BIOTITAS OBTIDAS POR EDS EM MEV (CAMPOS ASSINALADOS PARA A SVJ) E WDS EM MICROSSONDA ELETRÔNICA (SÍMBOLOS PARA A SVJ; CAMPOS PARA OS GRANITOIDES DE VILA UNIÃO).....	127

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

A presente pesquisa está voltada para os granitoides da Suíte Vila Jussara que afloram nas porções central e norte do Domínio Sapucaia da Província Carajás, sudeste do Cráton Amazônico. Geograficamente, estes corpos graníticos localizam-se nos municípios de Canaã dos Carajás e Sapucaia, sudeste do Estado do Pará (Fig. 1.1). Esses granitoides já foram submetidos a estudos petrográficos, mineralógicos, geoquímicos e geocronológicos (Dall’Agnol *et al.* 2017, Oliveira *et al.* 2010, Santos P.A. 2013, Teixeira 2013), porém até o momento não se dispunha de estudos em termos de petrologia magnética da suíte. Em razão disso, o foco do trabalho está direcionado para determinar o comportamento magnético, bem como efetuar a caracterização das principais fases opacas existentes nessas rochas. Além disso, se pretende estabelecer relações entre a petrologia magnética e as suas características petrográficas, mineralógicas e geoquímicas. Para tanto, foram realizados estudos petrográficos e análises geoquímicas e de química mineral complementares de modo a compor um banco de dados robusto de informações, somando tais dados aqueles provenientes dos trabalhos anteriores citados acima e de trabalhos em andamento (Silva, em preparação; Cunha, em preparação). Com os estudos de petrologia magnética pretende-se sobretudo discutir as variações do grau de oxidação e sua influência na evolução magmática desta suíte.

Este trabalho está vinculado com outras pesquisas do Grupo de Pesquisa Petrologia de Granitoides (GPPG), em particular com as teses de doutoramento de Fernando Fernandes da Silva e Ingrid Roberta Viana da Cunha. O primeiro está desenvolvendo estudos geológicos, geocronológicos e isotópicos e a segunda efetua pesquisas de petrologia experimental e de química mineral sobre a suíte. A pesquisa contou com o apoio financeiro do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Geociências da Amazônia/Geociam (Processo N° 573733/2008-2; CNPq-CAPES-PETROBRAS-FAPESPA).

A dissertação é constituída de um capítulo introdutório (Capítulo 1), no qual se aborda o contexto geológico regional, destacando os principais aspectos geológicos da Província Carajás, sendo, em seguida, apresentados a contextualização da problemática, os objetivos e os aspectos metodológicos da pesquisa. Os resultados obtidos são apresentados e discutidos no Capítulo 2, na forma de manuscrito de artigo científico intitulado “Petrologia Magnética dos Granitoides da Suíte Vila Jussara – Província Carajás, Cráton Amazônico”, que será

submetido à revista indexada da área. No Capítulo 3, consta uma discussão integrada dos resultados obtidos e são apresentadas as principais conclusões da pesquisa.

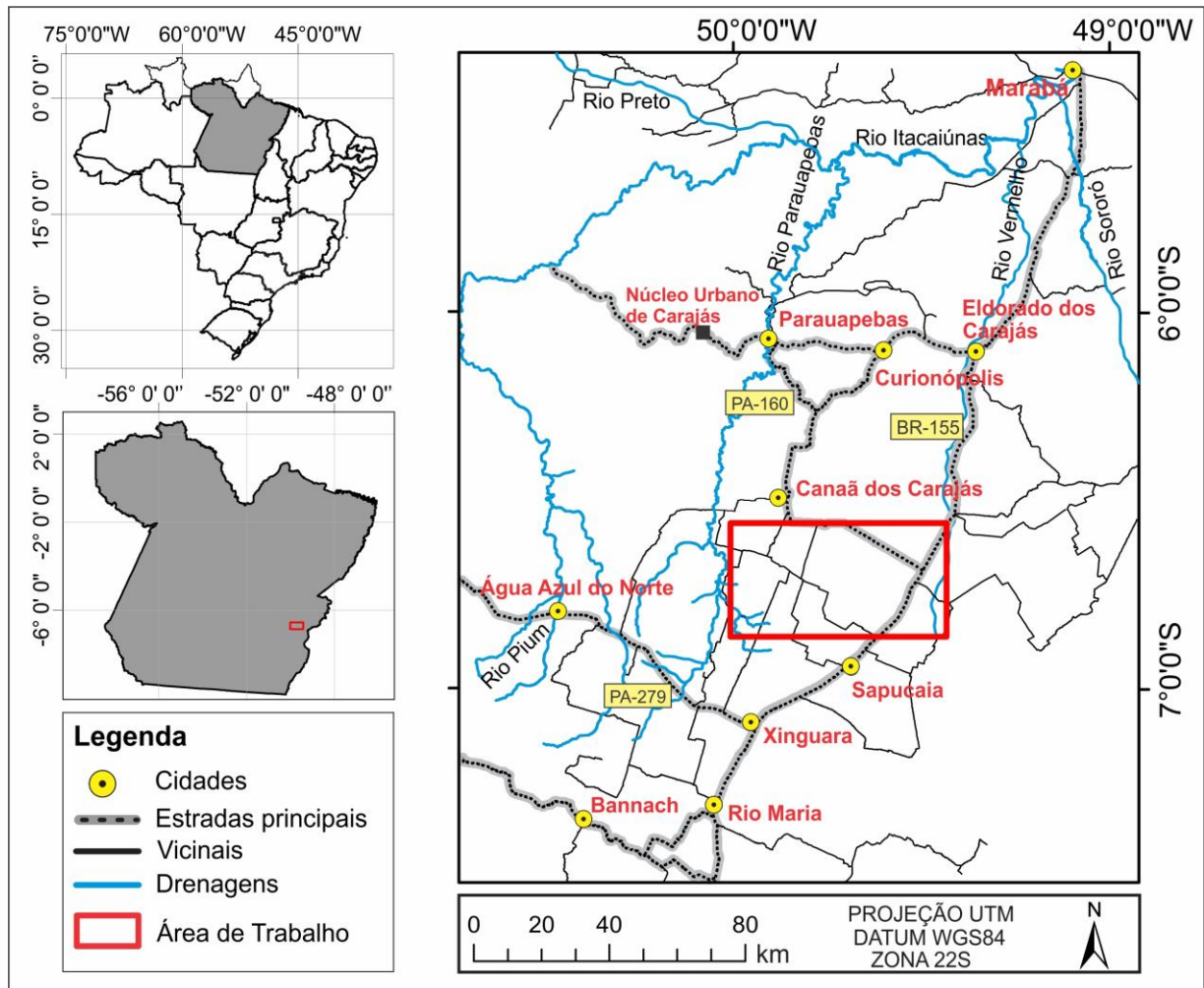


Figura 1.1 - Mapa de localização da área de estudo; a) Mapa do Brasil destacando o estado do Pará; b) Mapa do estado do Pará destacando a área de estudo; c) Mapa rodoviário do sudeste do Pará, localizando a área de estudo. O polígono em linhas vermelhas corresponde a área de estudo.

1.2 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

1.2.1 Cráton Amazônico

O Cráton Amazônico está situado na Plataforma Sul-Americana e seu arcabouço tectônico é constituído por terreno arqueano-proterozoico dividido em províncias crustais distintas cuja evolução envolveu uma sucessão de acreções de arcos magmáticos com formação de material juvenil, além de reciclagem e retrabalhamento crustal subordinados (Santos *et al.* 2000, Tassinari & Macambira 1999). Nas últimas décadas, diversos trabalhos propuseram modelos de compartimentação tectônica para o Cráton Amazônico (Cordani & Brito Neves *et al.* 1982, Cordani *et al.* 1979, Teixeira *et al.* 1989). Atualmente, os dois

principais modelos que se destacam são os de Tassinari & Macambira *et al.* (1999, 2004) e Santos *et al.* (2000, 2006), sendo que tais autores divergem sobre os limites e denominações dos domínios/províncias tectônicas, mas concordam que a Província Carajás (PC) constitui o principal núcleo arqueano do cráton. De acordo com Santos *et al.* (2006), a Província Carajás (~ 3,10–2,53 Ga) (Fig. 1.2a) corresponde a um extenso segmento arqueano situado na porção sudeste do Cráton Amazônico. Por outro lado, no modelo proposto por Tassinari & Macambira (2004), os terrenos arqueanos do centro e sudeste do cráton fazem parte da Província Amazônia Central (>2,5 Ga), subdividida em dois blocos tectônicos distintos: Carajás e Xingu-Iricoumé, os quais correspondem à porção mais antiga do cráton (Fig. 1.2b).

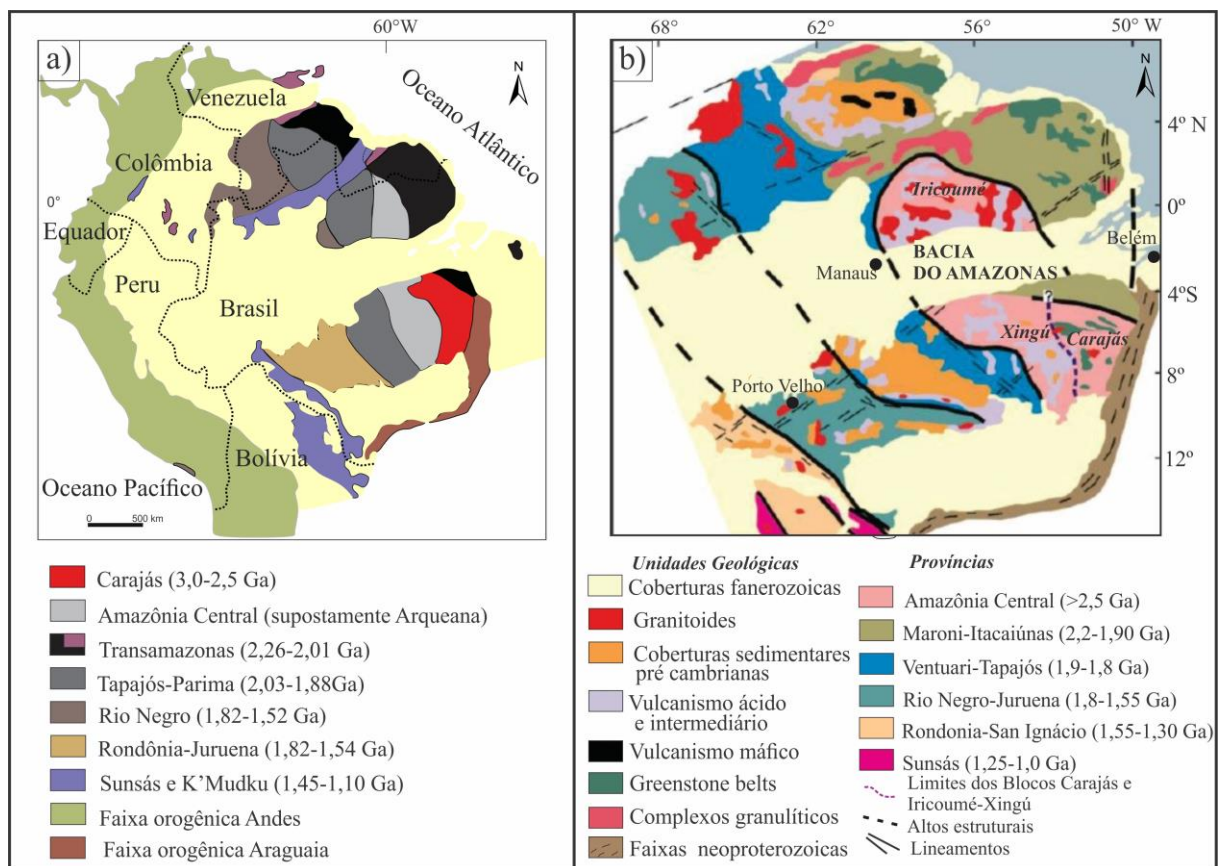


Figura 1.2 - Modelos de compartimentação Tectônica/Geocronológica do Cráton Amazônico. a) Modelo proposto por Santos *et al.* (2006); b) Proposta de Tassinari & Macambira (2004).

1.2.2 Província Carajás

A Província Carajás está localizada na porção sul-oriental do Cráton Amazônico, no sudeste do estado do Pará (Fig. 1.3a), sendo delimitada ao norte pelo Domínio Bacajá, correspondente ao extremo sul da província Transamazonas (Santos *et al.* 2006) ou Maroni-Itacaiúnas (Tassinari & Macambira 2004), a sul com o Domínio Santana do Araguaia (Santos

et al. 2006), a leste é cavalgada pelo Cinturão Araguaia e a oeste limita-se com a Província Amazônia Central (Santos *et al.* 2006). Nas últimas décadas vem sendo alvo de muitas pesquisas por representar uma das províncias metalogenéticas mais importantes do mundo. Destes estudos resultou um grande avanço no conhecimento geológico e metalogenético da região, possibilitando a proposta de diversos modelos tectônicos (Dall'Agnol *et al.* 2000, 2006, 2013, Santos *et al.* 2006, Souza *et al.* 1996, Vasquez *et al.* 2008) e metalogenéticos (Bettencourt *et al.* 2016, Moreto *et al.* 2015, Tallarico *et al.* 2005, Xavier *et al.* 2012).

Souza *et al.* (1996) subdividiram a PC nos domínios Rio Maria (DRM) e Domínio Carajás (DC). Por sua vez, Dall'Agnol *et al.* (2006), sugeriram uma subdivisão para o Domínio Carajás em Bacia Carajás (BC) e Domínio de Transição (DT), sendo que este último representaria uma extensão crustal do DRM de idade Mesoarqueana (~ 3,0 – 2,86 Ga) afetado e deformado por eventos tectônicos e magmáticos neoarqueanos responsáveis pela formação e fechamento da Bacia Carajás. Na revisão do mapa geológico do Estado do Pará, Vasquez *et al.* (2008) adotaram a subdivisão da PC em dois domínios: o Domínio Rio Maria (DRM), situado na porção sul, de idade mesoarqueana (~ 3,0 – 2,86 Ga) e o Domínio Carajás (DC) com idade neoarqueana (~ 3,0 a 2,54 Ga), localizado no norte da PC. Posteriormente, Feio *et al.* (2013) propuseram uma nova denominação para o DT que passou a ser nomeado como Subdomínio de Transição (SDT).

Na presente década, foram realizados diversos trabalhos no SDT com intuito de esclarecer a evolução geológica, magmática e tectônica desta porção (Gabriel & Oliveira *et al.* 2014, Leite-Santos & Oliveira 2014, Marangoanha & Oliveira 2014, Rodrigues *et al.* 2014, Santos *et al.* 2013, Silva *et al.* 2016, Teixeira *et al.* 2013). Os resultados obtidos levaram à proposição de uma nova subdivisão tectônica para esta região, pois ficou evidente que não se tratava de uma crosta arqueana tectonicamente homogênea (Feio *et al.* 2013). Foram então distinguidos neste segmento de crosta (SDT) dois novos domínios (Dall'Agnol *et al.* 2013; Fig. 1.3b), denominados Domínio Canaã do Carajás (DCC) e Domínio Sapucaia (DS). Geograficamente, o DS (~ 2,95 - 2,73 Ga) compreende a região que se estende de Água Azul do Norte no sentido leste até o limite com o Cinturão Araguaia, enquanto o DCC (~ 3,00 a 2,70 Ga) fica a norte do DS e se prolonga da região de Canaã dos Carajás para oeste até a área da reserva indígena Xicrim-Cateté.

1.2.2.1 Domínio Rio Maria (DRM)

O Domínio Rio Maria (DRM), situado na porção sul da Província Carajás, é constituído essencialmente por unidades mesoarqueanas (3,0 a 2,86 Ga), formadas por associações *greenstone belt* do supergrupo Andorinhas (3,0 Ga a 2,9 Ga) e diversos tipos de granitoides (Dall’Agnol *et al.* 2006), correspondentes a: (a) Séries TTG com idades respectivamente de 2,96 e 2,93 Ga, representadas pelo Tonalito Arco Verde, Trondhjemitó Mogno e Tonalito Mariazinha (Almeida *et al.* 2011, 2017, Macambira & Lafon 1995, Rolando & Macambira 2003); (b) granitoides de alto-Mg (sanukitoides), representados pela Suíte Rio Maria com idade de 2,87 Ga (Macambira & Lancelot 1996, Oliveira, M. A. *et al.* 2009, Santos & Oliveira 2016) e rochas afins desta unidade descritas na região de Ourilândia do Norte (Silva *et al.* 2018); (c) leucogranodioritos-granitos de alto Ba-Sr da Suíte Guarantã (2,87 a 2,86 Ga; Almeida *et al.* 2010, 2013); (d) Leucogranitos potássicos de afinidade cálcio-alcalina com idade de 2,87 Ga, representados pelo Granito Mata Surrão e afins (Almeida *et al.* 2013, Dall’Agnol *et al.* 2006, Lafon *et al.* 1994, Leite *et al.* 2004). Posteriormente ao final do Arqueano, essas rochas foram recobertas pelos sedimentos do Grupo Rio Fresco (DOCEGEO 1988), e no Paleoproterozóico foram seccionadas por granitos tipo-A (1,88-1,86 Ga) e enxames de diques máficos e félsicos associados (Dall’Agnol *et al.* 2005, Dall’Agnol & Oliveira 2007, Mesquita *et al.* 2018, R. F. S. Santos *et al.* 2006, Silva *et al.* 2016, Teixeira *et al.* 2017, 2018, 2019, Fig. 1.3c).

1.2.2.2 Domínio Sapucaia (DS)

O Domínio Sapucaia (~ 2,95 a 2,73 Ga) está localizado na porção central da província e apresenta similaridades em termos litológicos com o Domínio Rio Maria, porém as unidades que compõem o Domínio Sapucaia foram fortemente deformadas durante o Neoarqueano. Na porção central do Domínio Sapucaia, nas proximidades de Vila Jussara, foram distinguidas duas unidades: Tonalito São Carlos (~ 2,93 Ga; Silva *et al.* 2014), o qual apresenta comportamento geoquímico que o distingue das típicas suítes TTG arqueanas; e o Trondhjemitó Colorado (~ 2,87 Ga; Silva *et al.* 2010, 2014) com características geoquímicas típicas das suítes TTG arqueanas. Além disso, ocorrem rochas leucogranodioríticas de afinidade cálcio-alcalina peraluminosa e enriquecidas em Ba e Sr, representadas pelo Leucogranodiorito Pantanal (~ 2,87 Ga; Teixeira *et al.* 2013). Na região de Água Azul do Norte, afloram granitoides mesoarqueanos de alto Mg (afinidade sanukitoide),

individualizadas como granodioritos Água Azul (~ 2,88 Ga; Gabriel & Oliveira 2014) e Água Limpa (~ 2,87 Ga). Tais rochas revelam assinatura geoquímica predominantemente metaluminosa, distinta daquelas dos granitoides das séries TTGs e dos leucogranodioritos do Domínio Rio Maria (Gabriel *et al.* 2010a, Gabriel & Oliveira *et al.* 2014, Sousa *et al.* 2010). Ainda ocorrem, no DS granitoides subalcalinos das suítes Vila Jussara e Planalto (~ 2,74 Ga; Cunha 2013, Cunha *et al.* 2016, Dall'Agnol *et al.* 2013, Dall'Agnol *et al.* 2017, Galarza *et al.* 2017, Marangoanha *et al.* 2019, Oliveira *et al.* 2018, Silva *et al.* 2010, 2014, Fig. 1.3c).

1.2.2.3 Domínio Canaã do Carajás (DCC)

O Domínio Canaã do Carajás é caracterizado pela dominância de granitos *stricto sensu* e associações charnockíticas, que foram intensamente deformados durante o Neoarqueano no processo de fechamento e abertura da Bacia do Carajás. Feio *et al.* (2013) identificaram neste domínio quatro eventos magmáticos, três de idade mesoarqueana e um de idade neoarqueana: (1) evento de formação dos protólitos do Complexo Pium, do Tonalito Bacaba e de rochas com idades similares (~3,05-3,00 Ga), evidenciadas pela presença em outras unidades de zircões herdados; (2) cristalização do Granito Canaã dos Carajás e, possivelmente, do Trondhjemito Rio Verde (~2,96-2,93 Ga); (3) magmatismo responsável pela cristalização do Complexo Tonalítico Campina Verde e dos granitos Cruzadão, Bom Jesus, Serra Dourada e do Trondhjemito Rio Verde (~2,87-2,83 Ga); (4) magmatismo neoarqueano (~2,75-2,73 Ga), responsável pela cristalização dos granitos subalcalinos e sintectônicos, das suítes Planalto e Vila Jussara, do Complexo Estrela e dos granitos Serra do Rabo e Igarapé Gelado, bem como dos granitoides sódicos da Suíte Pedra Branca e de rochas charnockíticas do Complexo Pium (Barros *et al.* 2009, Barbosa 2004, Cunha 2013, Cunha *et al.* 2016, Dall'Agnol *et al.* 2006, Dall'Agnol *et al.* 2017, Feio *et al.* 2013, Gabriel *et al.* 2010, Gomes 2003, Huhn *et al.* 1999, Oliveira *et al.* 2010, Sardinha 2002, Santos *et al.* 2013, Fig. 1.3c).

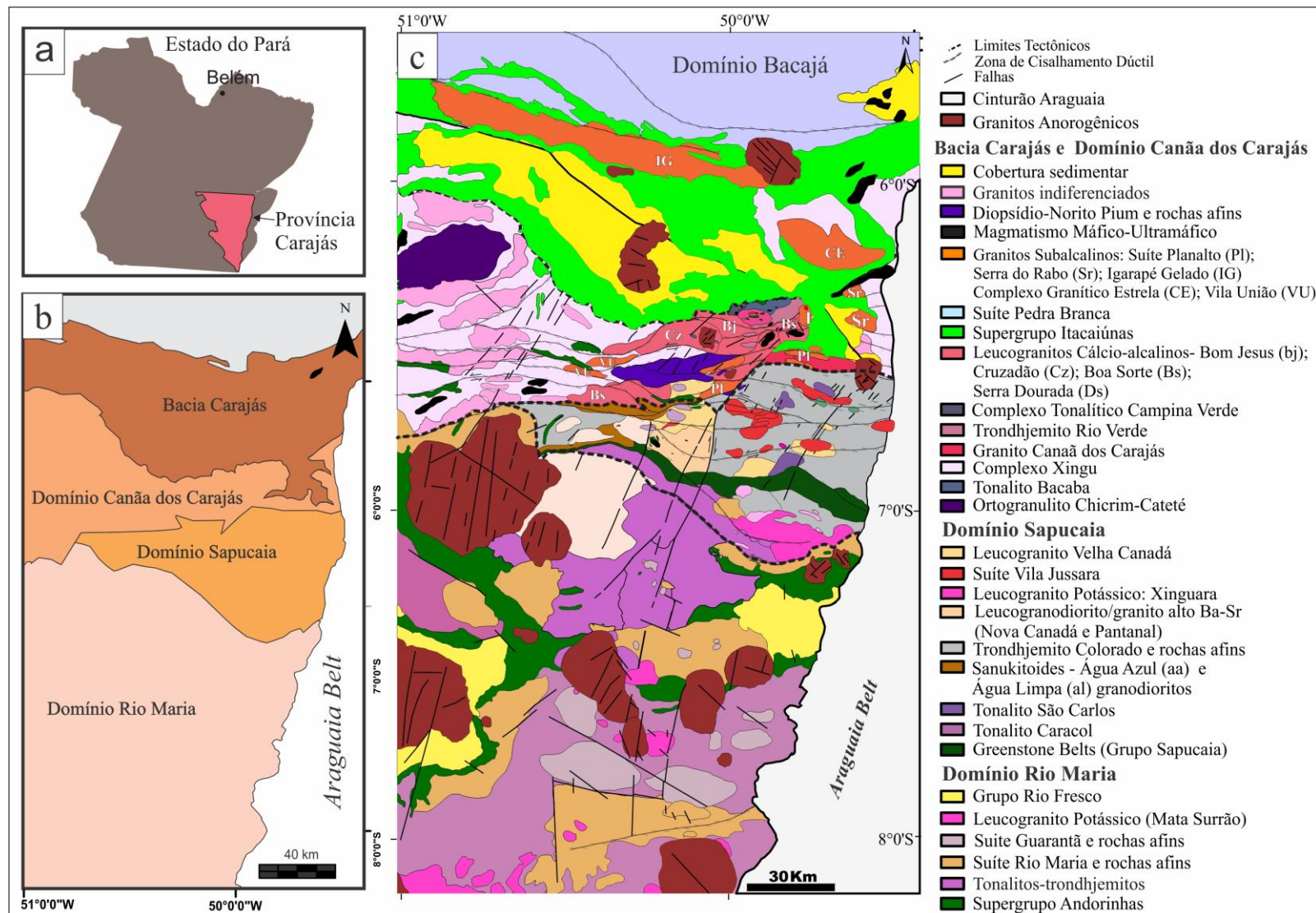


Figura 1.3 – a) Mapa do estado do Pará destacando a Província Carajás (PC); b) Compartimentação tectônica da PC (Dall’Agnol *et al.* 2013); c) Mapa geológico da PC (Almeida *et al.* 2011, Feio *et al.* 2013, Gabriel & Oliveira 2014, Marangoanha *et al.* 2019, Oliveira *et al.* 2010, Santos *et al.* 2013, Silva *et al.* 2014, Rodrigues *et al.* 2014, Teixeira *et al.* 2013, Teixeira *et al.* 2017, Vasquez *et al.* 2008).

1.3 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

Durante o Neoarqueano, entre ~2,75 e 2,73 Ga, a Província Carajás foi palco de um extenso magmatismo de afinidade subalcalina responsável pela colocação de granitos sintectônicos (Barros *et al.* 2009, Feio *et al.* 2012, Marangoanha *et al.* 2019). Este magmatismo é representado pelas suítes Vila Jussara e Planalto, pelo Complexo Granítico Estrela e granitos Igarapé Gelado e Serra do Rabo (Barros *et al.* 2001, 2009, Cunha *et al.* 2016, Dall’Agnol *et al.* 2017, Feio *et al.* 2012, 2013, Huhn *et al.* 1999, Sardinha *et al.* 2006) além dos granitoides de Vila União, recentemente individualizados (Marangoanha *et al.* 2019, Oliveira *et al.* 2018). Em geral, os granitos neoarqueanos desta província apresentam afinidades com os granitos tipo-A e caráter metaluminoso a levemente peraluminosos e são bastante similares entre si. Entretanto, Dall’Agnol *et al.* (2017) mostraram que a Suíte Vila Jussara diverge dos outros granitos tipo-A neoarqueanos da PC, por ser constituída não só por granitos ferrosos reduzidos, como também por granitos ferrosos oxidados e por granitos magnesianos. Comportamento geoquímico similar também foi observado nos granitoides de Vila União (Marangoanha *et al.* 2019, Oliveira *et al.* 2018). Os granitoides da Suíte Vila Jussara exibem notáveis variações em seus valores de suscetibilidade magnética (SM) e na natureza dos seus minerais óxidos de ferro e titânio, que traduzem contrastes em termos de fugacidade de oxigênio (Dall’Agnol *et al.* 2017). Porém, não são observadas outras variações marcantes em termos texturais, mineralógicos e composicionais, o que, ao lado das idades obtidas e relações de campo, indica o caráter cogenético dos granitoides da suíte. Apesar de ter sido registrado com clareza o comportamento distinto das diferentes variedades da Suíte Vila Jussara em termos da fugacidade de oxigênio reinante durante sua formação, não foram efetuados até o momento estudos detalhados de petrologia magnética desta unidade que permitam caracterizar devidamente as variações de SM e as fases opacas presentes em cada variedade, nem tampouco esclarecer a relação entre elas. Tais estudos são indispensáveis para aprofundar a compreensão das relações entre as diferentes fácies da suíte, bem como de aspectos fundamentais de sua evolução petrológica, em particular aqueles relacionados com a fugacidade de oxigênio.

Em função do exposto, a presente pesquisa está focada na aplicação das técnicas de petrologia magnética em rochas granitoides desta suíte, as quais envolvem a obtenção dos dados de SM, caracterização dos óxidos de Fe e Ti, bem como estabelecer relações entre o comportamento magnético e as variações mineralógicas, petrográficas e geoquímicas observadas nesta suíte. Esse conjunto de informações será utilizado para compreender os

processos envolvidos na formação dessas rochas, principalmente os que envolvem o estado de oxidação e as condições de fugacidade de oxigênio reinante durante a formação dessas rochas. Espera-se, deste modo, contribuir para determinar a origem deste tipo de magmatismo e, indiretamente, para esclarecer a evolução neoarqueana da PC. Além disso, serão estabelecidas comparações mais consistentes com outras ocorrências de granitoides neoarqueanos similares da Província Carajás e de outros crátons arqueanos.

1.4 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é estudar a petrologia magnética das diferentes variedades da Suíte Vila Jussara, afim de compreender melhor sua evolução magmática com ênfase no grau de oxidação do(s) seu(s) magma(s). Para isso, pretende-se atingir os seguintes objetivos específicos:

- 1) Determinar a suscetibilidade magnética das diferentes variedades da Suíte Vila Jussara;
- 2) Caracterizar os minerais de óxidos de Fe e Ti e opacos em geral (natureza, variedade, relações texturais, tamanho e abundância relativa);
- 3) Estabelecer relações entre a suscetibilidade magnética e as variações mineralógicas, petrográficas e geoquímicas observadas na suíte;
- 4) Estabelecer comparações com outras ocorrências de granitoides neoarqueanos similares da PC e de outros crátons arqueanos.

1.5 MATERIAIS E MÉTODOS

1.5.1 Pesquisa bibliográfica

Esta etapa consistiu no levantamento bibliográfico referente à geologia da região estudada e na realização de uma síntese dos dados publicados sobre a Província Carajás de maior interesse para a pesquisa. Além disso, foram consultados trabalhos sobre temas relacionados à geologia de terrenos arqueanos, com ênfase em granitoides tipo A ou afins. A fundamentação teórica teve como base principal trabalhos referentes à petrologia magnética e suas aplicações em rochas granitoides, por ser essa a principal metodologia utilizada na elaboração desta

dissertação. Cabe destacar, que esta etapa do trabalho foi desenvolvida por meio de pesquisa orientada vinculada ao Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica, sob a supervisão do professor Roberto Dall’Agnol. Os principais trabalhos utilizados abordam: importância do magnetismo nas propriedades físicas de rochas e minerais (Tarling 1971); conceito de petrologia magnética e relações entre conteúdo modal de óxidos de Fe e Ti e suscetibilidade magnética (Clark 1999); relações entre óxidos de Fe e Ti e fugacidade de oxigênio (Frost 1991a); ocorrências de óxidos de ferro-titânio em rochas ígneas (Frost & Lindsley, 1991, Frost 1991b); características mineralógicas e texturais dos minerais óxidos de Fe e Ti e dos sulfetos em rochas ígneas (Buddington & Lindsley 1964, Haggerty 1991); relações entre associações de minerais óxidos e composições de minerais máficos (Carmichael 1967); anisotropia de suscetibilidade magnética e processos de colocação de granitos (Oliveira *et al.* 2008, 2010); aplicações petrológicas e exemplos de utilização destas ferramentas em petrologia (Cunha *et al.* 2016, Dall’Agnol *et al.* 1997, Magalhães & Dall’Agnol 1992, Magalhães *et al.* 1994, Oliveira *et al.* 2018); e indicador metalogenético em granitoides (Ishihara 1977, 1981). Além disso, foram utilizados artigos publicados mais recentemente em que são discutidas as relações entre petrologia magnética e química mineral, com foco em parâmetros de cristalização (Cunha *et al.* 2016; Dall’Agnol *et al.* 2017; Oliveira *et al.* 2018; Salazar-Naranjo *et al.* 2018).

1.5.2 Amostragem e Trabalhos de campo

Inicialmente, a proposta desta dissertação era realizar um mapeamento geológico detalhado, seguido de estudos petrográficos, petrologia magnética e geoquímicos de corpos graníticos da Suíte Vila Jussara situados a norte do Domínio Sapucaia, que já tinham sido alvo de estudos preliminares (Teixeira 2013). Desta forma, foi efetuada uma campanha de campo no período de 31/07 a 07/08/2017 para executar tal proposta. Porém, não foi possível acessar segmento importante destes *stocks* graníticos, por não ter sido autorizado acesso a grandes fazendas da região. Em consequência, a amostragem realizada não foi suficiente para o estudo planejado inicialmente. Diante disso, a campanha de campo buscou adensar a amostragem nos corpos graníticos da Suíte Vila Jussara que ficam situados a sudoeste, na porção central do Domínio Sapucaia. Este levantamento de campo foi realizado sob a supervisão do professor Davis Carvalho de Oliveira e contou com a colaboração dos doutorandos Fernando Fernandes Silva e Ingrid Roberta Viana Cunha, que desenvolvem

igualmente pesquisas nas rochas da suíte.

Em função do empasse surgido, o tema da dissertação foi revisto, sendo esta direcionada para a realização de um estudo com foco em petrologia magnética envolvendo não apenas os granitoides que afloram ao norte do Domínio Sapucaia, como os demais corpos graníticos da suíte que afloram nas porções central, leste e sul deste domínio (Fig. 1c). Cabe destacar que, além das novas amostras coletadas na etapa de campo, a execução deste trabalho se baseou no levantamento das amostras dos granitoides da Suíte Vila Jussara já disponíveis no acervo do GPPG e estudadas em etapas anteriores. Vale ressaltar, que as novas amostras coletadas dos granitoides situados na porção norte do Domínio Sapucaia foram utilizadas para estudos petrográficos, mineralógicos e geoquímicos complementares no contexto geral deste trabalho.

1.5.3 Petrografia

Os estudos petrográficos foram iniciados pelas descrições macroscópicas dos granitoides estudados. Posteriormente, foram efetuadas descrições microscópicas de lâminas delgadas e polidas de amostras representativas das variedades identificadas. Nesta etapa foi utilizado microscópio petrográfico da marca Zeiss e empregadas técnicas de luz transmitida para minerais transparentes e de luz refletida para reconhecimento e descrição dos minerais opacos. Vale ressaltar que o conjunto maior de análises modais utilizadas nesse trabalho é oriundo da tese de doutorado de Fernando Fernandes Silva (em andamento), bem como de estudos prévios de pesquisadores do Grupo de Pesquisa Petrologia de Granitoides (GPPG; Teixeira 2013, P.A. Santos 2013). Foram realizadas pelo autor cinco análises modais adicionais de amostras de granitoides da suíte coletadas na porção norte do Domínio Sapucaia. Para realização de análises modais foi utilizado um contador automático de pontos do *software* Hardledge (versão *worsktation* 1.3.6. 1111) do fabricante *ENDEEPER*, tendo sido feita a contagem de cerca de 2.000 pontos por amostra, em uma única seção delgada. As rochas da suíte foram classificadas conforme recomendado pela Subcomissão de Nomenclatura de Rochas Ígneas da IUGS (Le Maitre 2002, Streckeisen 1976).

1.5.4 Suscetibilidade Magnética (SM)

A suscetibilidade magnética das rochas estudadas foi determinada no Laboratório de

Petrologia Magnética do IG-UFGA por meio de suscetibilímetro SM-30, fabricado pela *ZH INSTRUMENTS*, que permite medidas em materiais com SM variando até 1×10^{-7} SI. Foram efetuadas três medidas em superfícies planas de cada amostra, considerando-se a média aritmética dessas medidas como representativa para cada amostra. O tratamento estatístico dos dados de SM foi realizado com auxílio do aplicativo Minitab 17 (versão gratuita). Com base neles foram construídos histogramas e polígonos de frequência em escala logarítmica, pois esta permite uma melhor estabilização da variância (Larsson 1977).

1.5.5 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

O estudo petrográfico dos minerais óxidos de Fe e Ti foi complementado e aprofundado por observações texturais de imagens de elétrons retroespalhados, obtenções de espectros de EDS (Espectroscopia de Raios-X por Dispersão de Energia) e, eventualmente, análises semiquantitativas também por EDS. Foram estudadas amostras representativas das principais variedades dos corpos estudados, empregando-se lâminas polidas metalizadas em carbono. Nessa etapa do trabalho, utilizou-se o MEV da marca Zeiss modelo SIGMA-VP do Laboratório de Microanálises do Instituto de Geociências da UFGA. Este equipamento pertence ao Instituto Tecnológico Vale (ITV) e está cedido via contrato de comodato para o IG-UFGA. As condições analíticas foram: corrente do feixe de elétrons = 80 μ A, voltagem de aceleração constante = 20 kv, distância de trabalho = 8,5 mm e tempo de contagem para análise dos elementos foi aproximadamente de 30 segundos.

As análises realizadas permitiram visualizar com mais clareza e em maior detalhe as relações texturais, definir com rigor a natureza das fases e obter composições químicas semiquantitativas dos minerais de óxidos de Fe e Ti presentes nas diferentes variedades de rocha da suíte.

Foram feitos, ainda, estudos ao MEV visando a caracterização preliminar da composição química de anfibólio e biotita, principais fases máficas presentes nos granitoides estudados.

1.5.7 Química mineral

Esta etapa do trabalho teve como objetivo principal definir as composições de cristais de anfibólio e biotita representativos das diferentes fácies de granitoides e, com isso, estimar

as condições de fugacidade de oxigênio reinantes durante sua cristalização. As análises químicas de minerais foram efetuadas em estreita parceria com a doutoranda Ingrid Roberta Viana da Cunha. Inicialmente, envolveram análises semi-quantitativas via EDS (*Energy Dispersive Spectrometry*) em MEV e, posteriormente, análises químicas quantitativas por WDS (*Wavelength Dispersive Spectroscopy*) em microsonda eletrônica da marca Jeol, modelo JXA-8230, equipada com 5 espectrômetros WDS e um espectrômetro EDS, no Laboratório de Microanálises do Instituto de Geociências da UFPA. Cabe destacar, que a maioria dos dados de WDS foram compilados do trabalho de Dall’Agnol *et al.* (2017), sendo apenas complementados por este autor. As condições de operação da microsonda eletrônica utilizadas foram: voltagem de aceleração 15kv, corrente elétrica 20nA, diâmetro do feixe 10µm para silicatos e 1µm para os demais minerais. O efeito de matriz foi corrigido pelo método ZAF com precisão analítica de $\pm 1\%$ e $\pm 10\%$ para elementos maiores e menores, respectivamente. Os cristais usados para análise foram TAP para Si, Al, Mg e Na; PETJ para Cr, Ca, K, Sr; LIF para Ni, Fe, Mn, Ba e Ti; PETH para Cl e V; e LDE1 para F. Os padrões utilizados para a calibração do equipamento foram: andradita (Si e Ca), microclínio (Al e K), hematita (Fe), Olivina (Mg), albita (Na), pirofanita (Ti e Mn), vanadinita (Ve Cl) e topázio (F). O tratamento dos dados de química mineral e também de geoquímica em rocha total foi realizado com o auxílio do *software Microsoft Office Excel 2007* e do programa *GCDkit versão 2.3*.

Vale ressaltar, que as análises completas de EDS em MEV podem ser encontradas em apêndices (apêndice A1 e A2) e as mesmas foram plotadas juntas com os dados de WDS (Apêndice B).

1.5.8 Geoquímica em rocha total

Os dados geoquímicos utilizados nesta dissertação foram em sua maioria compilados de Dall’Agnol *et al.* (2017), sendo os métodos analíticos descritos naquele trabalho. Além disso, foram obtidos novos dados de composição química de rocha total pelo doutorando F. F. Silva (em preparação) e por este autor (4 amostras representativas do corpo granítico situado na porção norte do Domínio Sapucaia: LIF-04A, LIF-09, PFA-64 e PFA-80). As amostras analisadas pelo presente autor foram selecionadas a partir dos estudos petrográficos e, posteriormente, foram trituradas, quarteadas, pulverizadas e enviadas para análises químicas em rocha total no Laboratório da ALSGLOBAL, onde os conteúdos de elementos maiores e menores foram

analisados por ICP-ES, e os de elementos-traço e terras raras por ICP-MS. As informações detalhadas referentes aos aspectos metodológicos e aos limites de detecção são fornecidas no *site* do laboratório (<https://www.alsglobal.com>).

A caracterização geoquímica das diferentes variedades foi realizada por meio de diagramas clássicos de classificação de granitoides (Dall'Agnol & Oliveira 2007, Debon & Le Fort 1983, Frost *et al.* 2001, Harker 1965, Sylvester 1989). Ela foi feita sobretudo com o intuito de comparar e, na medida do possível, harmonizar, as variedades petrográficas distinguidas com base nos estudos de petrologia magnética, com aquelas resultantes da pesquisa mais abrangente em desenvolvimento por Fernando F. Silva. Os resultados das análises utilizadas de elementos maiores e menores, e elementos-traço, incluindo elementos terras raras, são apresentados em dados suplementares (Tab. S3).

CAPÍTULO 2 PETROLOGIA MAGNÉTICA DOS GRANITOIDES DA SUÍTE VILA JUSSARA – PROVÍNCIA CARAJÁS, CRÁTON AMAZÔNICO

Luan Alexandre Martins de Sousa¹ et al.,
(Artigo a ser submetido para uma revista indexada da área)

¹ Grupo de Pesquisa Petrologia de Granitoides (GPPG) - Instituto de Geociências (IG) Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica Universidade Federal do Pará (UFPA). CEP-66075-900, Belém, Pará. (PPGG) – IG – UFPA.

RESUMO

A Suíte Vila Jussara (SVJ) é formada por diversos corpos graníticos neoarqueanos (~ 2,75-2,73 Ga) que afloram no Domínio Sapucaia da Província Carajás. Foram distinguidas quatro variedades petrográficas na SVJ: (1) Biotita-hornblenda monzogranito (BHMzG); (2) Biotita-hornblenda tonalito (BHTnl); (3) Biotita monzogranito (BMzG); (4) Hornblenda-biotita granodiorito (HBGd). As rochas da SVJ apresentam ampla variação de suscetibilidade magnética (SM; $0,14 \times 10^{-3}$ a $30,13 \times 10^{-3}$), distribuída em três populações (A, B e C). Em termos de assinatura magnética, os BHMzG são divididos em dois subgrupos: o primeiro com SM muito baixa a baixa (SM $0,14 \times 10^{-3}$ e $0,81 \times 10^{-3}$; populações A e B₁), apresenta apenas ilmenita com coroas de titanita ou estas associadas com magnetita subordinada; o segundo apresenta SM moderada a alta (SM $1,91 \times 10^{-3}$ a $6,02 \times 10^{-3}$; subpopulações B₃ e C₁) e magnetita dominante sobre ilmenita. Com exceção de uma amostra com alta SM, os BHTnl constituem um grupo bastante homogêneo com SM moderada (SM $0,85 \times 10^{-3}$ a $1,36 \times 10^{-3}$; população B₂) e apresentam dominância de pirita, secundada por magnetita que é mais abundante que ilmenita. Os BMzG e HBGd se caracterizam por SM comparativamente elevada (respectivamente, SM $2,14 \times 10^{-3}$ a $6,01 \times 10^{-3}$ e SM $6,02 \times 10^{-3}$ a $25,0 \times 10^{-3}$; subpopulações B₃, C₁ e C₂) e ambos têm dominância de magnetita sobre pirita, com raras ocorrências de ilmenita. Geoquimicamente, o primeiro subgrupo dos BHMzG apresenta afinidade aos granitos ferrosos reduzidos enquanto o segundo é equivalente aos granitos ferrosos oxidados. Em geral, as rochas dos grupos BHTnl, HBGd e BMzG correspondem aos granitos magnesianos. As quatro variedades da SVJ se formaram em diferentes condições de fO_2 , sendo o primeiro subgrupo dos BHMzG evoluíram em condições reduzidas (<FMQ) ou moderadamente reduzidas (FMQ); o segundo grupo dos BHMzG se formou em condições moderadamente oxidantes (entre NNO e NNO-0,5) e por fim os granitos magnesianos se formaram em condições oxidantes com fO_2 (entre NNO e NNO+1). Além dessas variedades,

ocorrem subordinadamente biotita-hornblenda sienogranitos a monzogranitos, exibe alto valor de SM e conteúdo modal elevado de magnetita, razões extremamente altas de $FeOt/(FeOt+MgO)$ em rocha total, bem como em anfibólio e biotita. Admite-se que estes granitos foram formados em condições redutoras de fO_2 , porém não se conseguiu explicar os altos conteúdos modais de magnetita e a elevada SM. O estudo comparativo da SVJ com granitos neoarqueanos afins da Província Carajás, mostrou que o primeiro subgrupo dos BHMzG assemelham-se aos granitos da Suíte Planalto, do Complexo Granítico Estrela, e com os granitos ferrosos reduzidos de Vila União, enquanto que as demais variedades se aproximam mais dos granitos ferrosos oxidados e magnesianos de Vila União. Ao compará-los com os granitoides neoarqueano do pluton Matok, do Cinturão Limpopo na África do Sul, notou-se que estes são mais fortemente oxidados.

Palavras-chave: Granitoides neoarqueanos. Petrologia magnética. Grau de oxidação. Província Carajás. Granitoides ferrosos e magnesianos.

1.6 INTRODUÇÃO

Os terrenos arqueanos de diferentes crátons pré-cambrianos do mundo são constituídos principalmente por associações graníticas dos tipos TTG, *greenstone belts*, sanukitoides, leucogranodioritos e leucogranitos com alto Ba e Sr, e granitos *stricto sensu* (Martin *et al.* 2005; Jayananda *et al.* 2006; Oliveira *et al.* 2011; Feio & Dall’Agnol, 2012; Almeida *et al.* 2011, 2013; Dall’Agnol *et al.* 2017; Silva *et al.* 2018; Oliveira *et al.* 2018; Topno *et al.* 2018; Terentiev *et al.* 2018; Jayananda *et al.* 2018; Rahaman *et al.* 2019; Chakraborti *et al.* 2019; Marangoanha *et al.* 2019).

Os granitoides da Suíte Vila Jussara, alvo desta pesquisa, afloram nas porções central e norte do Domínio Sapucaia da Província Carajás e fazem parte do magmatismo subalcalino neoarqueano (~2,75-2,73) desta província. Geoquimicamente, são metaluminosos a peraluminosos e possuem afinidade com os granitos ferrosos, exceto a Suíte Vila Jussara e os granitoides da Vila União, que são constituídos tanto por granitos ferrosos, quanto magnesianos, conforme definidos por Frost *et al.* (2001). Essas rochas exibem uma significativa heterogeneidade textural, mineralógica, composicional e notáveis variações em termos de fugacidade de oxigênio (Dall’Agnol *et al.* 2017), que se refletem em seus valores de suscetibilidade magnética (SM).

A petrologia magnética integra os dados de SM com a petrologia convencional para estabelecer relações entre o comportamento magnético das rochas e as características dos óxidos de Fe e Ti (natureza, composição, abundância, microestrutura e paragênese) e destes com aspectos petrológicos (Clark, 1999). Diversos autores têm aplicado a petrologia magnética como uma importante ferramenta para discutir processos magmáticos, com destaque para as condições de fugacidade de oxigênio em que se deu a formação e evolução de corpos graníticos, bem como a sua especialização metalogenética (Czamanske & Mihálik 1972; Ishihara, 1977, 1981; Frost, 1991; Magalhães & Dall'Agnol, 1992; Magalhães *et al.* 1994; Dall'Agnol *et al.* 1997; Almeida *et al.* 2007; Geuna *et al.* 2008; Cunha *et al.* 2016; Oliveira *et al.* 2018; Salazar-Naranjo & Vlach, 2018). Neste trabalho, são apresentados e discutidos os dados de petrologia magnética dos granitoides da Suíte Vila Jussara, afim de compreender melhor o papel do grau da oxidação do magma na evolução magmática desta suíte, bem como estabelecer relações entre o comportamento magnético e as variações mineralógicas, petrográficas e geoquímicas observadas nesta suíte. Por fim, são feitas comparações entre esta suíte e granitoides neoarqueanos similares do Cráton Amazônico e de outros crátons.

1.7 CONTEXTO GEOLÓGICO

A Província Carajás (PC) está localizada na porção sul-oriental do Cráton Amazônico (Fig. 2.1a), sendo considerada o principal domínio arqueano da Província Amazônia Central (Tassinari & Macambira 2004), ou uma província arqueana independente (Santos *et al.* 2006). Nas últimas décadas, diversos autores discutiram a evolução e compartimentação tectônica da Província Carajás (Souza *et al.* 1996; Althoff *et al.* 2000; Dall'Agnol *et al.* 2006; Santos *et al.* 2006; Vasquez *et al.* 2008; Dall'Agnol *et al.* 2013). Desde os primeiros trabalhos, foi destacado o contraste existente entre o então denominado Terreno Granito-Greenstone de Rio Maria (TGGRM) e a porção norte da província, denominada como Bloco Carajás (Souza *et al.* 1996; Althoff *et al.* 2000). Dall'Agnol *et al.* (2006) sugeriram uma subdivisão para o Bloco Carajás em Bacia Carajás (BC) e Domínio de Transição (DT), sendo que este último representaria uma extensão crustal do TGGRM, formado durante o Mesoarqueano (~3,0–2,86 Ga), porém afetado por eventos tectônicos e magmáticos neoarqueanos, responsáveis pela formação e fechamento da BC e ausentes no TGGRM. Por sua vez, Vasquez *et al.* (2008), seguindo denominações propostas por Santos *et al.* (2006), adotaram a subdivisão da província em dois domínios: Domínio Rio Maria, situado na porção sul da PC, de idade

mesoarqueana (~3,0–2,86 Ga), e Domínio Carajás (DC) com idade meso a neoarqueana (~3,0 a 2,54 Ga), localizado no norte da PC. Mais recentemente, Dall’Agnol *et al.* (2013) mantiveram o Domínio Rio Maria (DRM) e na porção centro-norte da PC reconheceram três domínios distintos, denominados de sul para norte de Domínio Sapucaia (DS), Domínio Canaã do Carajás (DCC) e Bacia Carajás (Fig. 2.1b).

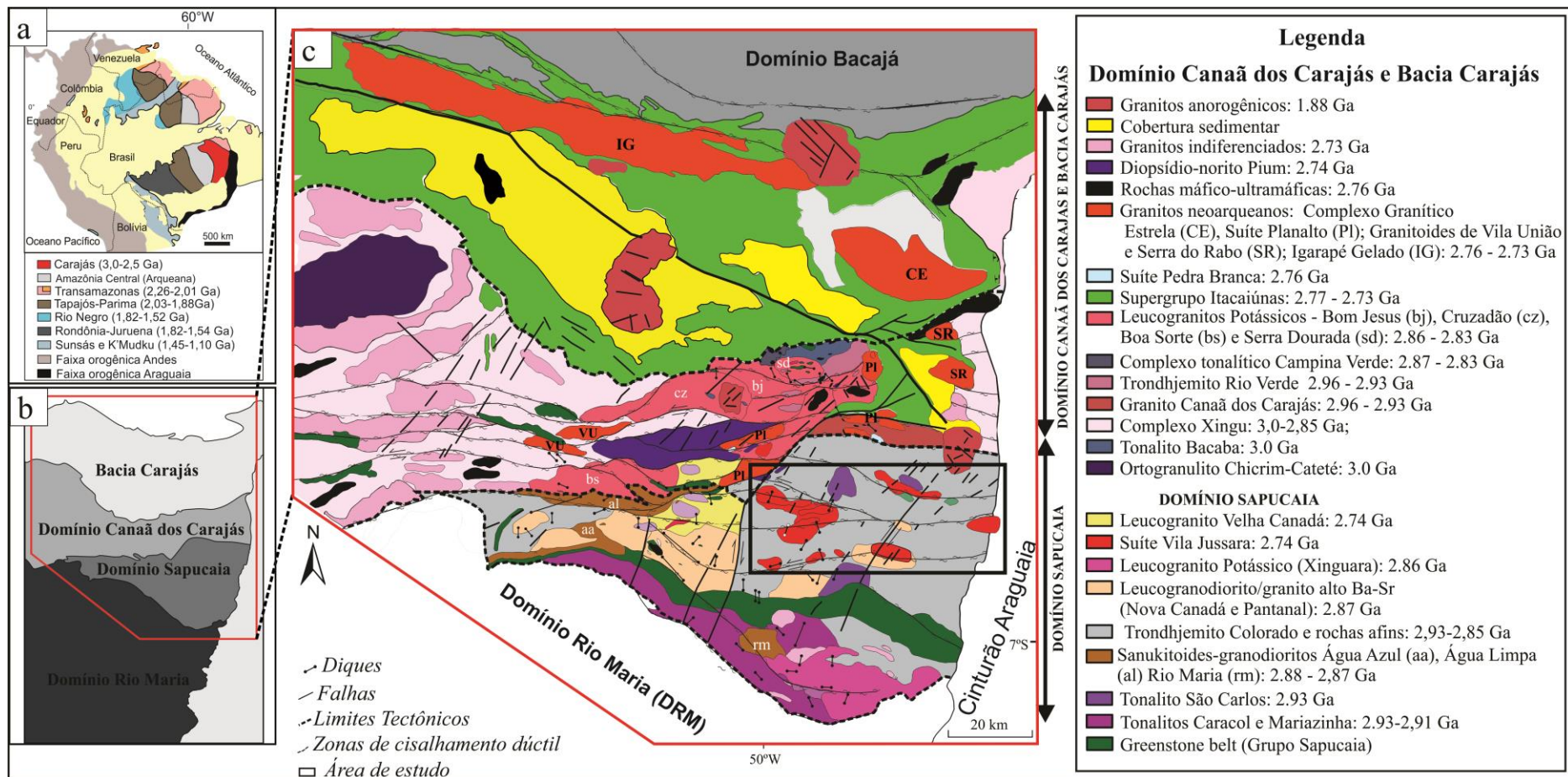
O Domínio Rio Maria, situado na porção sul da PC, formou-se durante o Mesoarqueano (3,0 a 2,86 Ga) e é constituído essencialmente por rochas do tipo TGG mesoarqueanas (2,98 a 2,93 Ga), *greenstone belts* do Supergrupo Andorinhas (3,0 a 2,9 Ga), granitoides do tipo sanukitoide, leucogranodioritos-granitos com alto Ba-Sr e leucogranitos potássicos (2,87-2,86 Ga; Macambira & Lancelot, 1996; Althoff *et al.* 2000; Rolando e Macambira, 2003; Dall’Agnol *et al.* 2006; M. A. Oliveira *et al.* 2009, 2011; Almeida *et al.* 2011, 2013; Silva *et al.* 2018). Posteriormente, essas rochas foram recobertas pelos sedimentos do Grupo Rio Fresco (DOCEGEO, 1988).

No Paleoproterozóico (~1,88-1,86 Ga), os terrenos arqueanos da PC foram seccionados por plutons e batólitos de três suítes graníticas do tipo-A anorogênicas e enxames de diques máficos e félsicos associados (Dall’Agnol *et al.* 2005; Almeida *et al.* 2006; Dall’Agnol & Oliveira, 2007; Oliveira *et al.* 2008, 2010; Silva *et al.* 2016, Teixeira *et al.* 2017, 2018; Mesquita *et al.* 2018; R. F. S. Santos *et al.* 2018).

O Domínio Sapucaia (~2,95 a 2,73 Ga) está localizado na porção central da PC e apresenta similaridades em termos litológicos com o DRM, porém ele apresenta unidades de idade neoarqueana e as formações mesoarqueanas que o compõem foram fortemente deformadas durante o Neoarqueano. O *greenstone belt* do Grupo Sapucaia, formado por rochas metavulcânicas máfico-ultramáficas, forma uma estreita faixa que se estende de leste para oeste, ao longo de todo o DS. Na porção central deste domínio, Silva *et al.* (2014) distinguiram duas unidades: Tonalito São Carlos (~2,93 Ga), com foliação dominante ~N-S destoante do padrão das demais unidades arqueanas e características geoquímicas que o distinguem das clássicas suítes TTG arqueanas, e o Trondhjemitó Colorado (~2,93-2,87 Ga) com quimismo típico das suítes TTG arqueanas. Foram identificados ainda no DS, granitoides mesoarqueanos de alto Mg de afinidade sanukitoide (Gabriel *et al.* 2010a; Gabriel & Oliveira 2014), assim como rochas leucogranodioríticas enriquecidas em Ba e Sr, representadas pelo Leucogranodiorito Pantanal (Teixeira *et al.* 2013) e pelo Leucogranodiorito Nova Canadá (Leite-Santos & Oliveira, 2016). Os granitoides neoarqueanos da Suíte Vila Jussara formam stocks que se concentram na porção centro-leste do DS (~2,75-2,73 Ga; Oliveira *et al.* 2010; P. A. Santos *et al.* 2013; Silva *et al.* 2010, 2014; Dall’Agnol *et al.* 2017; Fig. 2.1c).

O Domínio Canaã do Carajás é caracterizado pela dominância de granitos *stricto sensu* e associações charnockíticas, os quais foram intensamente deformados durante o Neoarqueano, muito provavelmente em relação com o processo de fechamento da Bacia do Carajás. Este domínio é constituído por granitoides mesoarqueanos com assinaturas geoquímicas e idades bastante variadas (Moreto *et al.* 2011; Feio *et al.* 2013; Rodrigues *et al.* 2014). Durante o Neoarqueano, formaram-se os granitos da Suíte Planalto e os granitoides de Vila União, além dos granitos sódicos da Suíte Pedra Branca, do Diopsídio-norito Pium e de rochas charnockíticas (Huhn *et al.* 1999; Sardinha *et al.* 2006; Dall’Agnol *et al.* 2006; Barros *et al.* 2009; Feio *et al.* 2013; Cunha *et al.* 2016; Dall’Agnol *et al.* 2017; Oliveira *et al.* 2018; Marangoanha *et al.* 2019).

A Bacia Carajás está situada na porção mais a norte da PC, sendo composta predominantemente por uma sequência de rochas metavulcanossedimentares do Supergrupo Itacaiúnas, representadas pelos Grupos Igarapé Salobo, Grão-Pará, Igarapé Bahia, Igarapé Pojuca, Rio Novo e Buritirama (DOCEGEO, 1988; Machado *et al.* 1991; Vasquez *et al.* 2008). O Grupo Grão-Pará é formado por rochas metavulcânicas máficas a intermediárias e félsicas (Formação Parauapebas; 2745 ± 5 Ma, SHRIMP U-Pb, Martins *et al.* 2017) e formações ferríferas bandadas (Formação Carajás). Além disso, tem-se ocorrências de granitos subalcalinos neoarqueanos (Igarapé Gelado, Barbosa, 2004; Complexo Estrela, Barros *et al.* 2009; Granito Serra do Rabo, Sardinha *et al.* 2006) e granitos tipo-A anorogênicos ($\sim 1,88$ - $1,86$ Ga; Javier Rios *et al.* 1995; Dall’Agnol *et al.* 2005; Teruiya *et al.* 2008; Teixeira *et al.* 2017, 2018, 2019; Fig. 2.1c).



1.8 GEOLOGIA E GEOCRONOLOGIA DOS CORPOS DA SUÍTE VILA JUSSARA

A Suíte Vila Jussara (SVJ) aflora nas porções central e norte do Domínio Sapucaia e compreende diferentes *stocks* graníticos (Fig. 2.2), os quais são intrusivos no Tonalito São Carlos, no Trondhjemitó Colorado e no Leucogranodiorito Pantanal (Silva *et al.* 2014; Teixeira *et al.* 2013). Os corpos da SVJ definem um relevo de colinas, que se destaca por ser comparativamente acidentado em meio ao padrão morfológico aplainado de suas encaixantes (Fig. 2.3a). Apresentam formas alongadas segundo a direção E-W e estão comumente associados a zonas de cisalhamento de mesma direção. Esta suíte é constituída por um conjunto de rochas anisotrópicas, intensamente deformadas, com foliações penetrativas, comumente exibindo texturas miloníticas, com marcadores cinemáticos sugerindo movimentações transcorrentes sinistrais (F. F. Silva, em preparação). Os afloramentos são geralmente em forma de blocos métricos (Fig. 2.3b).

As rochas formadoras da SVJ foram reunidas em quatro grupos petrográficos principais: biotita-hornblenda monzogranito (BHMzG), biotita monzogranito (BMzG), hornblenda-biotita granodiorito (HBGd) e biotita-hornblenda tonalito (BHTnl). As relações de contato entre essas diferentes variedades são transicionais, em geral imperceptíveis em campo. Porém, em alguns afloramentos é possível observar rochas porfiroclásticas do grupo HBGd interdigitadas com BHTnl e BHMzG (Fig. 2.3c). São comuns enclaves microgranulares ou máficos englobados e parcialmente digeridos pelo BHMzG (Fig. 2.3d, e), assim como enclaves de rochas de composição tonalítica hospedados neste mesmo BHMzG. Há fortes evidências de interação entre os magmas formadores das diferentes variedades, sugerindo atuação expressiva de processos de mingling (Dall’Agnol *et al.* 2017). Estes processos estão sendo estudados por F. F. Silva (em preparação) e, portanto, fora do escopo do presente trabalho.

De modo geral, os contatos dos granitoides da SVJ com as rochas encaixantes são abruptos, tendo sido possível observar a presença de enclaves microgranulares máficos hospedados principalmente no BHMzG. Esses enclaves microgranulares exibem formas elípticas, dimensões centimétricas a métricas e, em alguns casos, parecem parcialmente digeridos pela rocha hospedeira.

Por outro lado, a distribuição espacial destas fácies petrográficas é bastante variável (Fig. 2.2) e sugere a existência de estruturação interna em determinados plutons. Tais variações são mais evidentes, em particular se forem somados aos dados obtidos neste trabalho, aqueles de Dall’Agnol *et al.* (2017, sua Fig. 2), nos corpos da porção centro-oeste

(Fig. 2.2), que foram amostrados de modo mais detalhado. Num daqueles corpos, o que se situa mais ao norte dentre os três que ocorrem em contato, podem ser distinguidas zonas centrais, marcadas pela predominância de BHMzG, e marginais, constituídas essencialmente por granitos magnesianos (dominância de BMzG), de modo geral com feições porfiroclásticas. No corpo que se situa a sudeste deste, próximo à principal ocorrência do Tonalito São Carlos, a amostragem disponível indica a presença marcante de granitos magnesianos (BMzG, HBGd e BHTnl). Finalmente, no terceiro corpo, situado mais a sul, tem-se, ao que tudo indica, dominância de granitos ferrosos oxidados da variedade BHMzG. Em outros dois corpos, o primeiro situado em contato com o Leucogranodiorito Pantanal e o segundo, mais a leste, próximo do limite entre o Cráton Amazônico e o Cinturão Araguaia (Fig. 2.2), embora a amostragem seja limitada, foram descritos unicamente granitos ferrosos da variedade BHMzG. Finalmente, no corpo situado na porção norte do DS, embora persistam limitações na amostragem que impedem a verificação de zoneamento interno, constatou-se a ocorrência das quatro variedades descritas, indicando maior diversidade litológica.

Datações geocronológicas por evaporação de Pb em zircão e, mais, raramente, U-Pb SHRIMP em zircão (Oliveira *et al.* 2010; Dall’Agnol *et al.* 2017) forneceram idades geralmente variáveis entre 2750 a 2730 Ma, com uma idade ligeiramente mais antiga, 2769 ±10 Ma, tendo sido obtida em amostra de tonalito do corpo norte do Domínio Sapucaia.

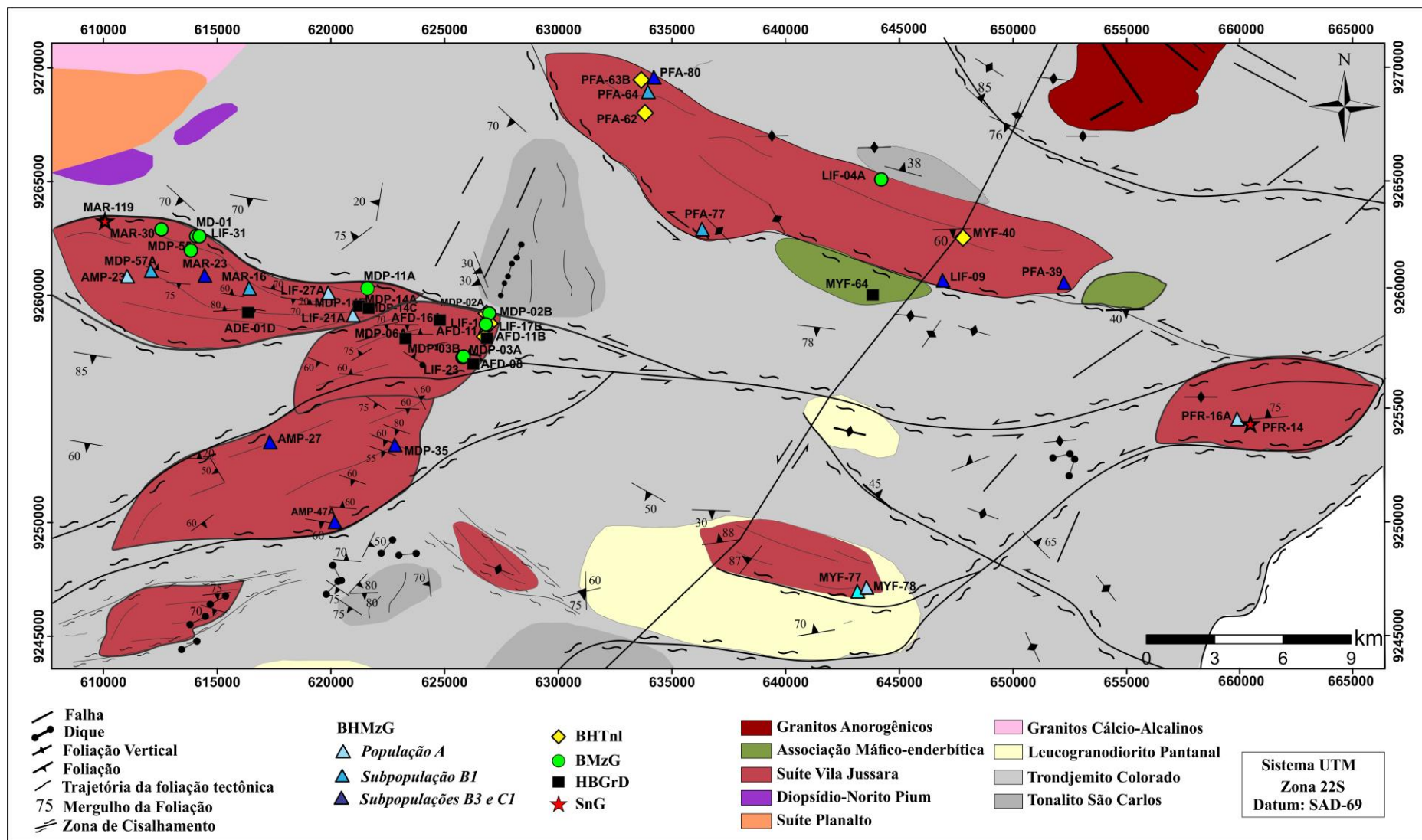


Figura 2.2 - Mapa geológico simplificado (Baseado em F. F. Silva, em preparação, e Dall'Agnol *et al.* 2017, modificado), destacando os diferentes corpos graníticos da Suíte Vila Jussara e a localização das amostras estudadas em detalhe no presente trabalho.

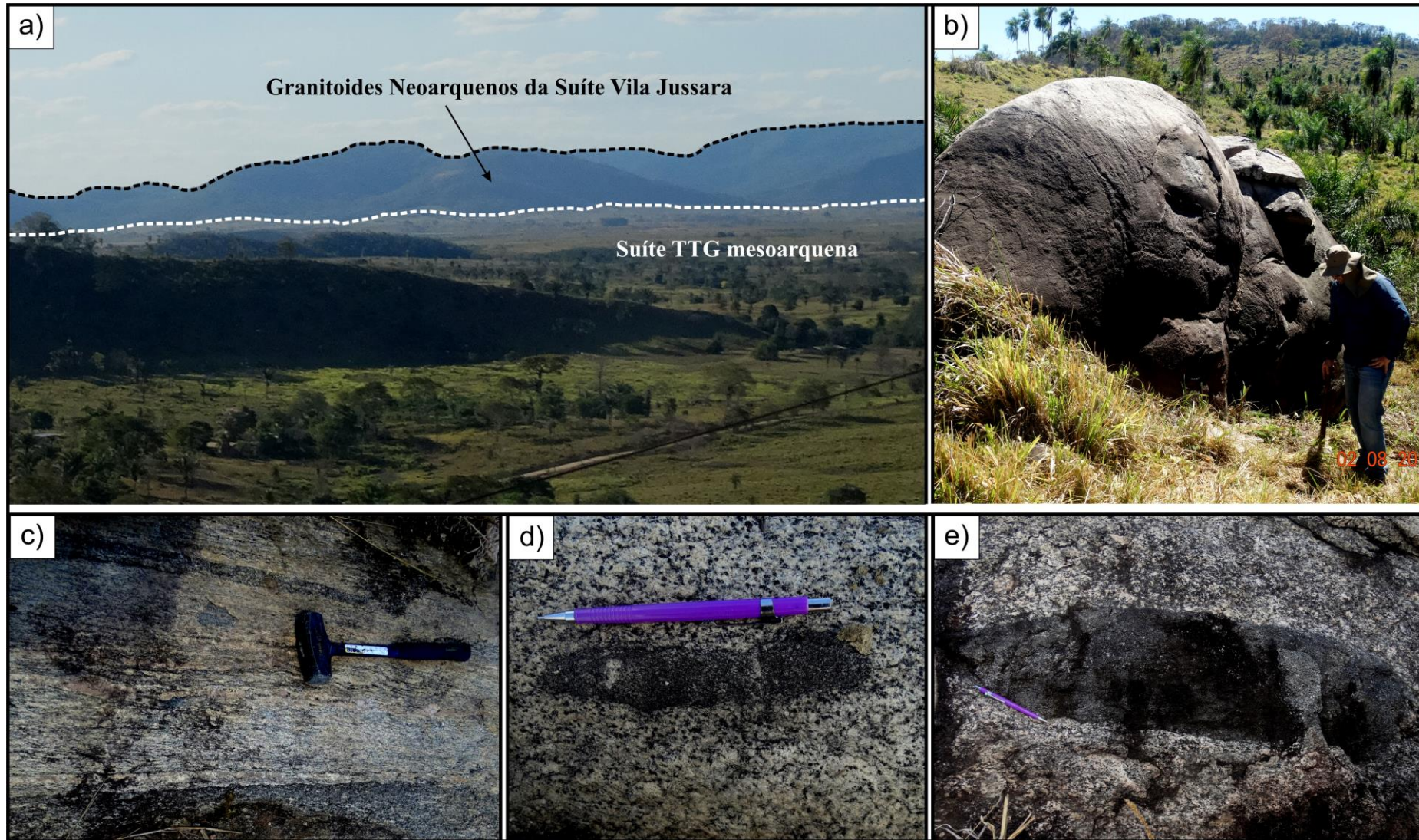


Figura 2.3 - Aspectos de campo da Suíte Vila Jussara: a) Aspecto geomorfológico dos granitoides estudados que definem morros suaves em contraste com o padrão morfológico arrasado das rochas encaixantes; b) Principal modo de ocorrência em forma de blocos métricos; c) HBGd interdigitado com rochas de composição tonalítica; d) enclave microgranular parcialmente digerido pela rocha hospedeira (BHMzG); e) enclave microgranular máfico hospedado no BHMzG.

2.4 PETROGRAFIA DAS ROCHAS DA SVJ

2.4.1 Composição modal e classificação petrográfica

Os granitoides da Suíte Vila Jussara são constituídos por rochas leucocráticas de coloração rosada a cinza esbranquiçada, de granulação média a grossa, anisotrópicas. O quartzo é sempre um constituinte essencial nas rochas da suíte, sendo acompanhado por proporções variáveis de feldspato alcalino e plagioclásio que vão determinar a passagem de monzogranitos para granodioritos e tonalitos. As principais fases máficas são anfibólio e biotita que geralmente ocorrem associadas, havendo, porém, uma variedade onde o anfibólio é pouco abundante. Como acessórios primários ocorrem titanita, epidoto, allanita, zircão, apatita, ilmenita, magnetita e pirita.

As suas composições modais foram plotadas nos diagramas Q-A-P e Q-(A+P)-M' (Streckeisen, 1976; Le Maitre *et al.* 2002; Fig. 2.4; dados suplementares - Tab. S1). Conforme já mencionado foram distinguidas quatro principais variedades de rochas: *i*) Biotita-hornblenda monzogranito com granodiorito subordinado (BHMzG); *ii*) Biotita-hornblenda tonalito e raro granodiorito equigranular (BHTnl); *iii*) Biotita monzogranito e raro granodiorito (BMzG); *iv*) Hornblenda-biotita granodiorito com raro monzogranito (HBGd). Além desses, foi descrito um biotita-hornblenda sienogranito a monzogranito (BHSnG) com características particulares, que não permite seu enquadramento nos grupos precedentes.

Os BHMzG mostram composições variáveis de monzogranitos a granodioritos, sendo que estes correspondem quase que sempre aos BHMzG ferrosos oxidados, com mais alta SM e dominância da magnetita diferentemente dos BHMzG ferrosos reduzidos que exibe os menores valores de SM e apresenta a ilmenita como principal fase opaca. Os conteúdos modais de máficos da variedade BHMzG variam geralmente entre 11,3 e 27,4%, tendendo a ser mais elevados nos BHMzG ferrosos oxidados com valores variando entre 15 a 27,4% e menor nos BHMzG ferrosos reduzidos com valores entre 11,3 a 21,1%.

As amostras da variedade HBGd é constituída essencialmente por granodioritos e modalmente apresenta apenas 3 monzogranitos. Esta variedade apresenta coloração em tons mais escuros que refletem conteúdos modais de máficos variando entre 14,6 a 31,5%, bem elevados quando comparados com aqueles das amostras de BMzG que variam de 6,8 a 18,3% (salvo a exceção da amostra MDP-02B do BMZG com valor levemente mais alto, 22,5%). Em geral, tais variedades exibem valores moderados a altos de SM e com magnetita como principal fase entre os minerais óxido de Fe e Ti. O grupo de rochas menos evoluídas compõem a variedade BHTnl exibem os maiores valores no conteúdo de minerais máficos (16,8 a 37,8%) e

apresentam valores relativamente moderados de SM, sendo que a principal fase opaca corresponde aos sulfetos (pirita e calcopirita), exceto a amostra MYF-40 que exibe alto valor de SM e contém magnetita como fase dominante entre os minerais opacos. Por fim, amostras do BHSnG exibem conteúdos modais variáveis de máficos (5,4% para amostra MAR-119) e amostra PFR-14 com valor de 14,2%, as duas amostras apresentam altos valores de SM e apresentam valores modais elevados de opacos (1,1 a 1,5%) com dominância da magnetita entre os minerais opacos.

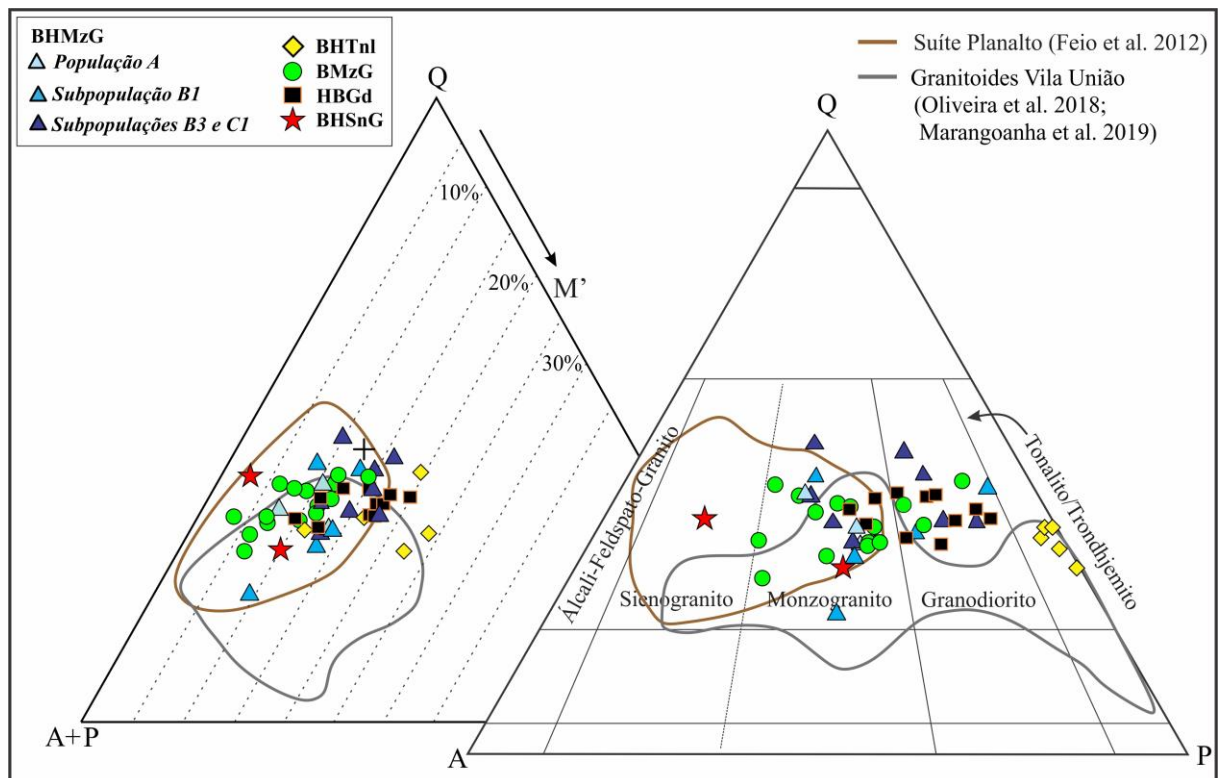


Figura 2.4 - Diagramas modais Q-A-P e Q-(A+P)-M' para os granitoides da Suíte Vila Jussara (campos conforme Streckeisen 1976; Le Maitre *et al.* 2002). Dados modais compilados de trabalhos anteriores do GPPG, acrescidos de novas composições modais obtidas por F. F. Silva e pelo autor.

2.4.2 Aspectos Texturais e Mineralógicos das diferentes variedades

Com base nas análises petrográficas das diferentes rochas estudadas foi possível observar variações texturais e deformacionais. As rochas estudadas apresentam diferentes estágios de deformação, desde protomilonítica a milonítica, onde as texturas ígneas são mascaradas pela deformação. Em linhas gerais, a foliação é marcada principalmente pela orientação preferencial dos minerais ferromagnesianos mais abundantes (anfíbólio e biotita). A variedade biotita-hornblenda monzogranito (granodiorito) exibe textura inequigranular, granulação média a grossa e coloração rosada. Nas rochas que ainda preservam texturas

magmáticas é possível visualizar textura granular hipidiomórfica, enquanto que as rochas mais deformadas desta variedade exibem tramas protomiloníticas e, por vezes, textura porfiroclástica (Fig. 2.5a). Em geral, os biotita monzogranitos (Fig. 2.5d) e hornblenda-biotita granodioritos são rochas porfiroclásticas com fenoclastos médios a grossos (Fig. 2.5d, g). No biotita monzogranito os porfiroclastos são em sua grande maioria de feldspato alcalino (Fig. 2.5d, e), sendo que no hornblenda-biotita granodiorito são mais comuns fenoclastos de plagioclásio (Fig. 2.5g, h). Em ambas variedades, a matriz é formada essencialmente por agregados quartzo-feldspáticos provenientes de recristalização. Os minerais máficos formam agregados e exibem granulação fina a média (Fig. 2.5f, i). Além disso, os HBGd exibem razão matriz/porfiroclastos mais elevada (Fig. 2.5g, h). Os biotita-hornblenda tonalitos em geral exibem coloração cinza, apresentam granulação média e textura granular hipidiomórfica e se encontram menos deformados do que as rochas dos grupos anteriores (Fig. 2.5j, l).

O **quartzo** forma cristais subautomórficos a xenomórficos com granulação fina a média (0,2-3,0 mm) que se apresentam principalmente em três tipos morfológicos: (i) formando *ribbons* com granulação fina (<1 mm) e moderada extinção ondulante; (ii) em agregados policristalinos compondo a matriz ou formando subgrãos xenomórficos de cristais recristalizados, tendo nestes casos sempre granulação fina (<1 mm), moderada extinção ondulante e contatos poligonais entre si (Fig. 2.5 b, e, h); (iii) em finos grãos xenomórficos inclusos em cristais de feldspato potássico.

Os cristais de **feldspato alcalino** ocorrem em dois tipos petrográficos: (i) formando porfiroclastos com geminação ou macla albita-periclina; (ii) neogrãos e subgrãos formando a matriz. Os fenoclastos, embora originalmente subautomórficos e com granulação grossa (> 5mm), geralmente tiveram sua forma original obliterada e se apresentam como cristais ovalados com contornos xenomorfos. Localmente exibem exsoluções peritíticas. Os cristais da matriz formam agregados policristalinos de granulação fina a muito fina e se associam com o quartzo com o qual exibem contatos lobados, ambos compondo a matriz recristalizada (Fig. 2.5e).

O **plagioclásio** ocorre em dois tipos petrográficos, sendo o primeiro como fenocristais subautomórficos ou porfiroclastos com granulação média a grossa (Fig. 2.5l) e geminação polissintética do tipo albita e albita-carlsbad ou, mais raramente, sem maclas. Apresentam contatos irregulares entre si e com os demais minerais e, geralmente, exibem em seus núcleos alteração para sericita. O segundo tipo de plagioclásio (Pl₂) ocorre como finos cristais formando a matriz recristalizada da rocha.

O **anfíbólio** ocorre sob a forma de cristais subautomórficos a automórficos, de granulação média a fina (0,3 -3,0 mm), comumente orientados marcando a foliação da rocha (Fig. 2.5c). Associa-se com biotita, titanita, epidotos e óxidos de Fe e Ti formando agregados

máficos (*clusters*). De modo geral, os cristais de anfibólio estão bem preservados e apresentam pleocroísmo que varia de verde claro (X) para marrom (Y) e verde azulado (Z). Localmente, formam fenocristais com textura poiquilítica, com inclusões principalmente de opacos e quartzo. Os contornos e contatos são por vezes retilíneos com a biotita e irregulares com os demais minerais (Fig. 2.5i). A sua composição varia de hastingsita até a sua transição para magnésio-hastingsita (Dall’Agnol *et al.* 2017).

Os cristais de **biotita** são subautomórficos a xenomórficos com dimensões entre 0,2 e 2,5 mm, com seções retangulares, terminações serrilhadas e pleocroísmo variando de amarelo-pálido a castanho escuro. Os contatos são irregulares ou, por vezes, retilíneos entre si e, ainda, com cristais de plagioclásio, quartzo, epidoto e anfibólio (Fig. 2.5f). Em geral, estes cristais estão orientados e contornam fenoclastos de feldspato alcalino marcando a anisotropia da rocha. De modo geral, está preservada de alteração, mas alguns cristais estão parcialmente alterados para clorita e/ou, ao longo dos planos de clivagem, para minerais opacos. A biotita possui composição ferrosa com os termos mais ricos em ferro se aproximando da composição de annita (Dall’Agnol *et al.* 2017).

A **titanita** ocorre preferencialmente como cristais subautomórficos a xenomórficos, localmente automórficos, de granulação fina, geralmente associados aos agregados máficos (**Tit₁**; Fig. 2.5m). Ela também ocorre associada aos minerais óxidos de Fe e Ti, formando de modo característico coroas envolvendo cristais de ilmenita, aos quais substituiu parcialmente.

O **epidoto** magmático ocorre como cristais automórficos a subautomórficos, de granulação fina, em geral associados aos agregados máficos e mostrando contatos retilíneos com a biotita (Fig. 2.5i) e irregulares com os demais minerais. É comum o epidoto formar coroas em torno de cristais automorfos de allanita preservados ou metamictizados (Fig. 2.5f). A **allanita** forma cristais subautomórficos a automórficos de granulação fina, cor castanha e geralmente zonados.

Apatita ocorre sob a forma de cristais prismáticos de granulação fina, geralmente inclusos em cristais de feldspato alcalino ou associados aos agregados máficos. O **zircão** se apresenta em cristais automórficos a subautomórficos de granulação fina.

Os minerais opacos formam cristais xenomórficos a subautomórficos, localmente automórficos, de granulação fina, de modo geral, associados aos minerais máficos. Estes minerais serão descritos detalhadamente no tópico referente à mineralogia magnética.

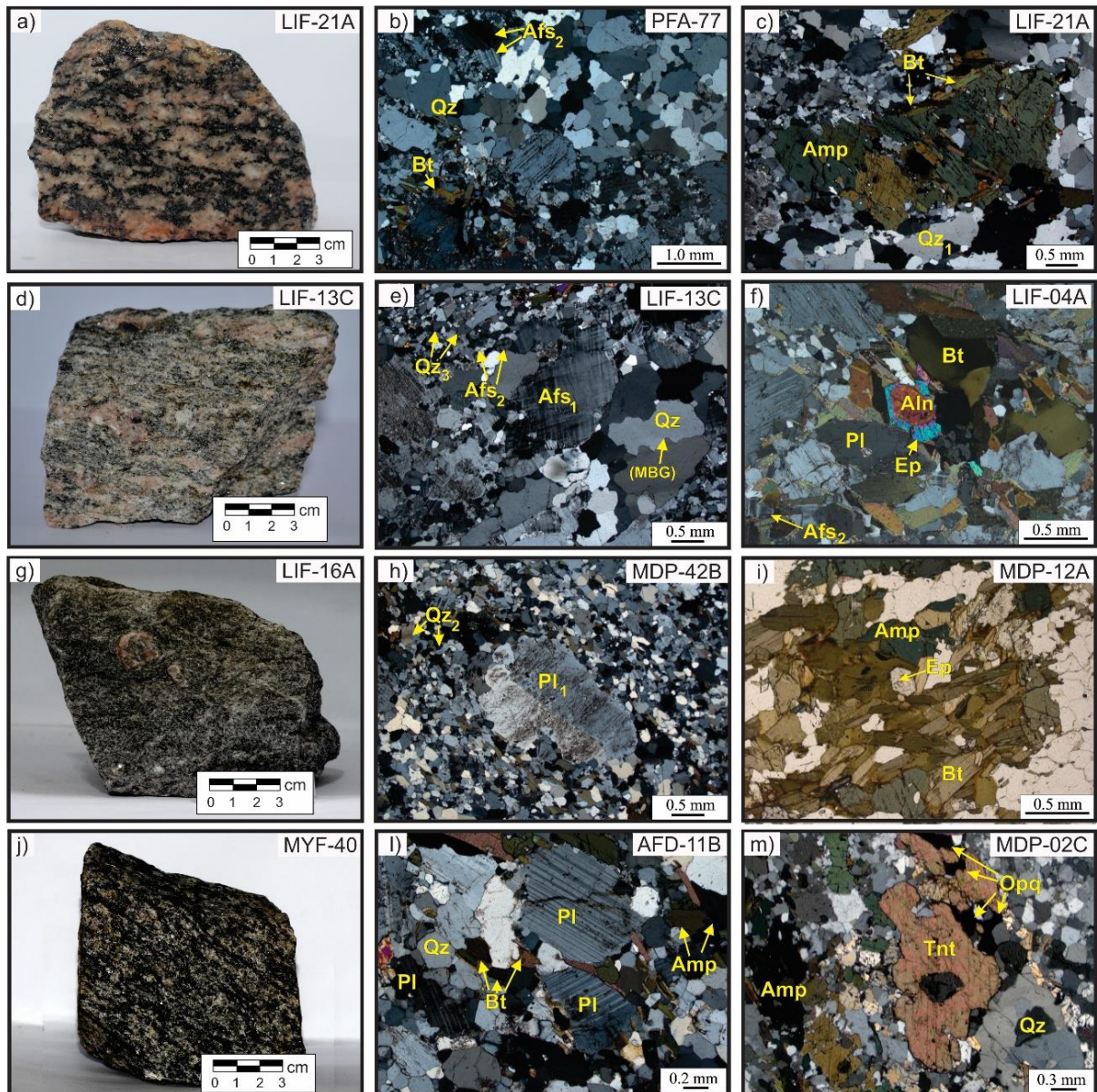


Figura 2.5 - aspecto macroscópico de BHMzG; b) subgrãos de quartzo formando a matriz em BHMzG; c) cristais de anfibólio substituídos parcialmente por biotita em BHMzG; d) aspecto macroscópico de BMzG com textura porfiroclástica; e) aspecto microscópico do BMzG mostrando finos cristais de quartzo com migração da borda de grãos; f) cristal automorfo de allanita bordeado por uma coroa de epidoto, associados com biotita em BMzG; g) aspecto macroscópico do HBGd; h) porfiroclasto de plagioclásio em matriz quartzo-feldspática proveniente de recristalização em HBGd com textura porfiroclástica; i) cristais de anfibólio e biotita associados com epidoto magmático automorfo, formando agregado máfico; j) aspecto macroscópico de BHTnl equigranular; l) textura granular hipidiomórfica em BHTnl; m) cristais subautomorfos de titanita exibindo contatos irregulares com minerais opacos em BHTnl. Figuras b, c, e, f, h, l, m e Figura i, todas fotomicrografias em microscópio ótico em luz polarizada, respectivamente, com polarizador e luz plano-polarizada..

1.5 SUSCETIBILIDADE MAGNÉTICA E ASSOCIAÇÕES DE MINERAIS OPACOS

1.5.1 Suscetibilidade magnética

1.5.1.1 Aspectos Gerais

A Suscetibilidade Magnética (SM) de uma rocha depende essencialmente do conteúdo modal, natureza e modo de ocorrência dos minerais ferromagnéticos que ela contém. Tais características são, portanto, responsáveis pela intensidade e estabilidade da SM no decorrer do tempo. Nas rochas ígneas, compostas por quartzo, feldspatos, silicatos ferromagnesianos e minerais acessórios, a variação de SM está ligada diretamente com o comportamento de magnetita, que é o principal mineral ferromagnético (Clark, 1999). As propriedades magnéticas de uma rocha dependem da partição do Fe nos minerais óxidos de Fe e Ti, sendo que esta partição depende, por sua vez, da composição química, do estado de oxidação do Fe e das condições petrogenéticas de formação das rochas (Clark, 1999). Os minerais óxidos de Fe e Ti podem ser magnéticos e apresentam variações expressivas de SM. O magnetismo é propriedade marcante na magnetita, a qual apresenta valores máximos de SM e contrasta neste aspecto em relação à ilmenita, também magnética, porém com SM muito inferior.

1.5.1.2 Apresentação de dados de Suscetibilidade Magnética (SM)

Os dados de SM da Suíte Vila Jussara foram obtidos em amostras de diferentes corpos, provenientes de áreas distintas, e, portanto, certamente não representam a evolução de um único magma. Os valores de SM medidos em amostras da Suíte Vila Jussara variam de $0,14 \times 10^{-3}$ a $30,13 \times 10^{-3}$, com um valor médio de $15,14 \times 10^{-3}$ e se distribuem entre -3,85 e -1,52 (log SI) (Fig. 2.6; dados suplementares - Tab. S2). O gráfico de probabilidade normal para as rochas estudadas possibilitou a separação de três populações magnéticas com comportamentos distintos, marcadas pelas mudanças de orientação no gráfico de probabilidade, as quais foram denominadas de populações A, B e C (Fig. 2.6a). Os intervalos de SM obtidos para essas populações foram, respectivamente, de $0,14 \times 10^{-3}$ a $0,32 \times 10^{-3}$ (log -3,85 a -3,50, SI), $0,32 \times 10^{-3}$ a $6,01 \times 10^{-3}$ SI (log -3,49 a -2,25), e $6,02 \times 10^{-3}$ a $30,13 \times 10^{-3}$ SI (-2,24 a -1,52). As populações A, B e C englobam, respectivamente, 11%, 50,6% e 38,4% do total de amostras estudadas. O histograma de frequência revelou, por sua vez, um padrão bimodal para as medidas de SM nas rochas da suíte (Fig. 2.6b).

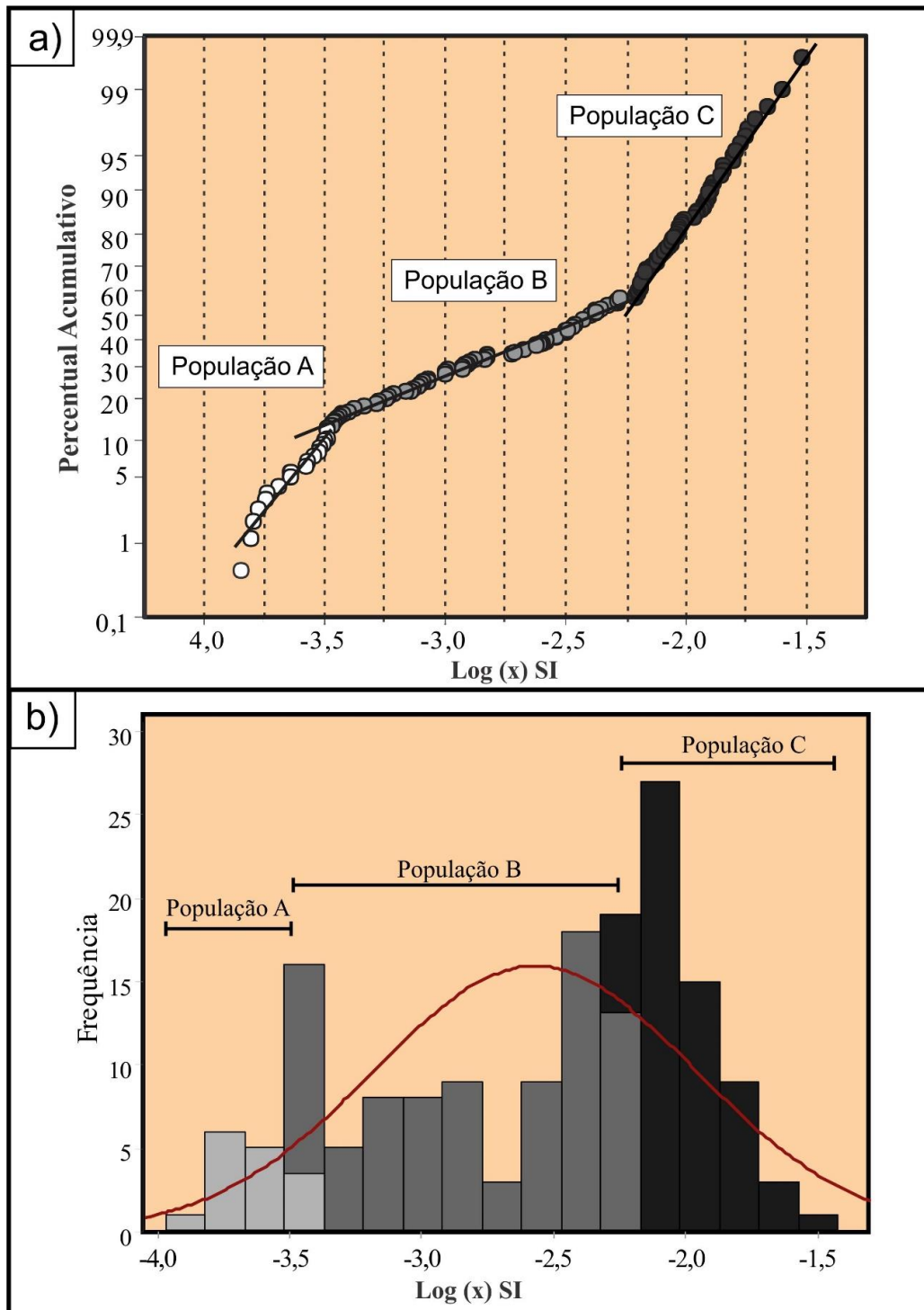


Figura 2.6 - Gráfico de Probabilidade das rochas estudadas indicando a existência de três populações magnéticas; b) Histograma de SM com as três populações magnéticas da Suíte Vila Jussara apresentando distribuição bimodal.

As quatro principais variedades de rochas da suíte se distribuem em uma ou mais populações de SM, definindo assim diferentes subgrupos de SM. Todos os subgrupos podem ser observados em gráfico de probabilidade integrado e em histogramas específicos para cada variedade de rocha da suíte (Fig. 2.7).

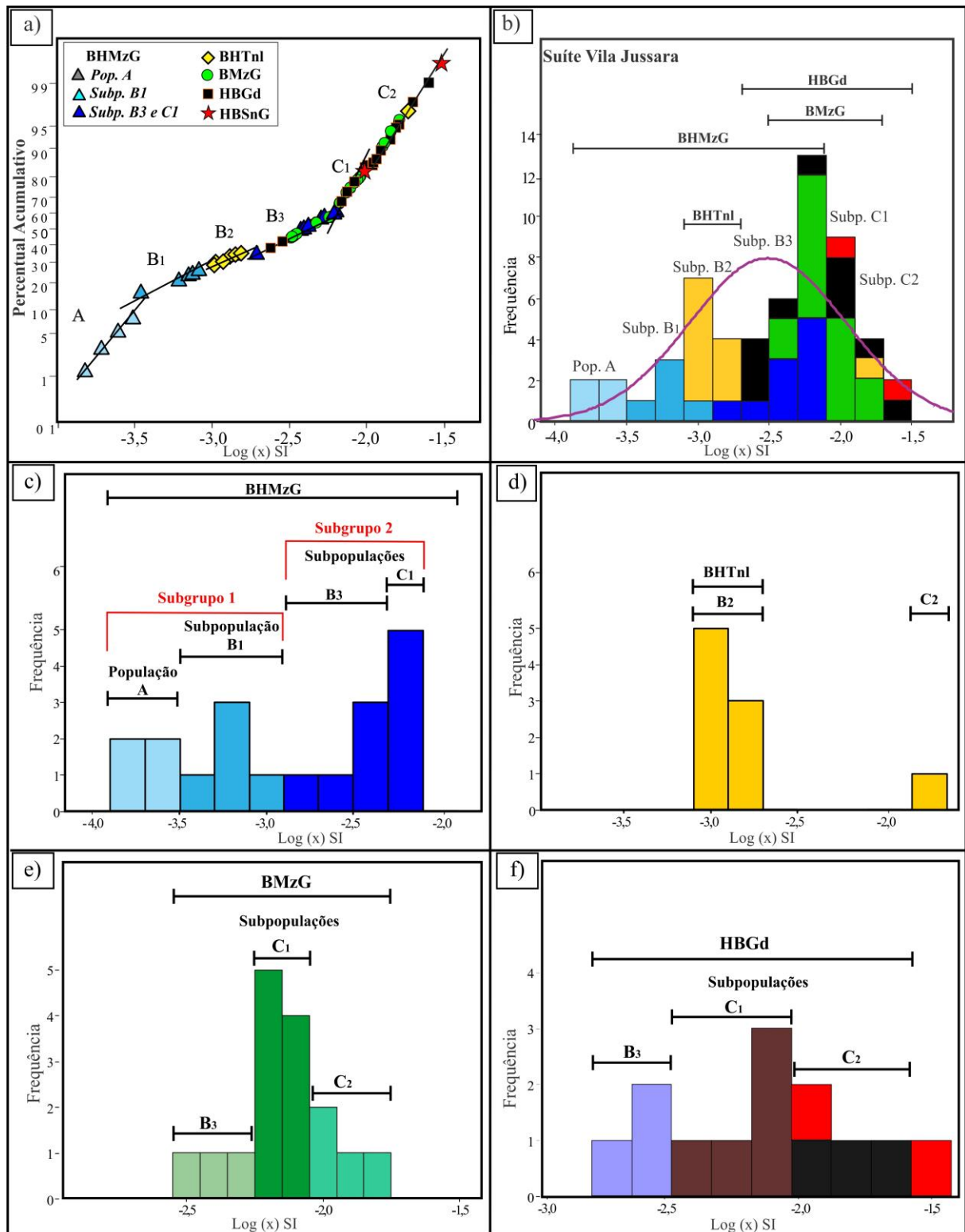


Figura 2.7 - a) Gráfico de probabilidade integrado de todas as amostras da suíte, mostrando a distribuição das variedades e subgrupos estabelecidos; b) Histograma de frequência de SM integrado das rochas estudadas destacando os principais grupos petrográficos e a distribuição de suas amostras em diferentes populações, conforme definido no gráfico de probabilidade; c) Histograma de frequência da variedade biotita-hornblenda monzogranito (BHMzG); d) Histograma de frequência da variedade biotita-hornblenda tonalito (BHTnl); e) Histograma de frequência da variedade biotita monzogranito com raro granodiorito (BMzG); f) Histograma de frequência da variedade hornblenda-biotita granodiorito (HBGd), no qual foram também incluídas as amostras de granitos com características particulares.

1.5.2 Principais aspectos texturais e mineralógicos dos óxidos de Fe e Ti e sulfetos das diferentes variedades petrográficas e seus respectivos subgrupos de SM

Os grupos e subgrupos de rochas serão descritos em seguida, iniciando pela apresentação de dados de SM e suas associações mineralógicas de opacos. Posteriormente, em um tópico específico, serão discutidos os dados geoquímicos juntamente com os de química mineral de cada uma desses subgrupos.

1.5.2.1 Biotita-hornblenda monzogranito (BHMzG)

Esta variedade é formada por biotita-hornblenda monzogranitos a granodioritos, sendo os monzogranitos amplamente dominantes (Tab. 2.1). Ela apresenta ampla variação de SM e se distribui nas suas três populações (Fig. 2.7a, b, c)). Ela foi subdividida em dois subgrupos, o primeiro reunindo as amostras com mais baixa SM, da população A e subpopulação B₁, e o segundo formado por amostras com valores mais elevados de SM, das subpopulações B₃ e C₁ (Fig. 2.7c).

O **subgrupo 1** engloba todas as amostras da população A, as quais apresentam baixos valores SM situados entre $0,14 \times 10^{-3}$ e $0,32 \times 10^{-3}$ (log -3,85 a -3,50, SI), sendo caracterizada pela ocorrência de ilmenita com coroas de titanita (Fig. 2.8a, b), pela ausência de magnetita e por conteúdo modal de opacos geralmente igual a 0,10% (Tab. 2.1). Além disso, o **subgrupo 1** é constituído por amostras da subpopulação B₁ com valores de SM variando de $0,32 \times 10^{-3}$ a $0,81 \times 10^{-3}$ (-3,49 a -3,09 log; Tab. 2.1), as quais possuem igualmente ilmenita com coroas de titanita como mineral opaco mais abundante, porém apresentam adicionalmente cristais de magnetita e, eventualmente, de pirita parcialmente substituída por goethita (Fig. 2.8c). O conteúdo modal de opacos varia entre 0,20 e 0,40%, mas em uma amostra isolada alcança 1,20% (Tab. 2.1).

O **subgrupo 2** apresenta valores de SM variando de $1,91 \times 10^{-3}$ a $6,02 \times 10^{-3}$ (-2,72 a -2,22 log) e conteúdo modal de opacos entre 0,22 e 0,80%, com exceção de uma amostra com valor de 1,20% (Tab. 2.1). A magnetita é o mineral opaco mais abundante (Fig. 8.d), seguida de pirita (\pm calcopirita), transformada parcial ou totalmente em goethita, e de cristais de ilmenita com finas lamelas de exsolução de hematita, associada com titanita. A magnetita revela, em geral, alteração para martita, a qual varia de leve a intensa. A ocorrência expressiva de magnetita no subgrupo 2 justifica sua assinatura magnética com valores de SM relativamente mais elevados que os do subgrupo 1. Da mesma forma, o contraste de SM entre as amostras das populações A e B₁ do

subgrupo 1 pode ser explicado pela presença de pequena proporção de magnetita nas amostras da subpopulação B₁.

Nas amostras do subgrupo 1, os cristais de ilmenita mostram aspectos texturais similares nas populações A e B₁ e se apresentam sob forma de finos cristais individuais (Ilm I; Haggerty, 1991; Dall'Agnol *et al.* 1997), geralmente envoltos por coroas de titanita ((Fig. 2.8a, b) ou, localmente, acham-se associados e inclusos em cristais de biotita e anfibólio. Destaca-se que no subgrupo 1, os cristais de ilmenita não apresentam lamelas de exsolução de hematita e diferem neste aspecto da ilmenita do subgrupo 2 dos BHMzG. Quando presente no subgrupo 1 (subpopulação B₁), a magnetita ocorre como finos cristais subautomórficos.

Tabela 2.1 - Síntese de informações das amostras de biotita-hornblenda Monzogranito (BHMzG).

Populações ou Subp. Magnéticas	Amostra	SM Log (K)	%Opacos	← (+) Aumento (-) (abundância relativa)		Classificação Modal	FeOt/(FeOt+MgO) rocha total	Química Mineral (Anf) /fO ₂ EDS ou WDS*	Química Mineral (Bt) EDS ou WDS*		
				Descrição de opacos							
Subgrupo 1	População A	PFR-16	-3,80	0,10	Ilm (Tit)		BHMzG	0,90	Baixa*	S Ilm*	
		LIF-21A	-3,74	0,10	Ilm (Tit)		BHMzG		Baixa	S Ilm	
		AMP-23	-3,64	0,10	Ilm (Tit)		HBMzG	0,95	Baixa	S Ilm	
		LIF-27A	-3,52	0,11	Ilm (Tit)		BHMzG		Baixa	S Ilm	
	Subpopulação B1	MYF-77	-3,49	0,40	Ilm (Tit)	Mt→Mrt (forte)	BHMzG	0,84	Baixa	S Ilm	
		PFA-64	-3,24	1,20	Ilm (Tit)	Py→Goeth	BHGd	0,88	Baixa/inter	S T	
		MAR-16	-3,21	0,40	Ilm (Tit)	Mt→Mrt (forte)	BHMzG	0,95			
		MDP-57A	-3,11	0,22	Ilm (Tit)	Mt→Mrt (forte)	BHGd	0,91	Baixa*	S T*	
		PFA-77	-3,09	0,20	Ilm (Tit)	Mt→Mrt (forte)	BHMzG	0,93	Baixa	S Ilm	
		AMP-47A	-2,72	0,40	Mt→Mrt (leve)	(Py)→Goeth	Ilm(Ex Hem)+Tit	BHMzG	0,87		
Subgrupo 2	Subpopulação B3	LIF-09	-2,44	0,33	Mt→Mrt (leve)	(Py)→Goeth	BHMzG	0,87	Baixa	S T	
		LIF-26A	-2,62	0,22	Mt→Mrt (leve)	(Py)→Goeth	Ilm(Ex Hem)+Tit	BHMzG		Baixa	S T
		LIF-26B	-2,43	0,33	Mt→Mrt (forte)	Ilm(Ex Hem)+Tit	(Py)→Goeth	BHMzG		Baixa	S T
		LIF-19	-2,43	0,40	Mt→Mrt (forte)	Ilm(Ex Hem)+Tit		BHMzG		Baixa	S T
		PFA-80	-2,29	0,80	Mt→Mrt (forte)	(Py)→Goeth	Ilm(Ex Hem)+Tit	HBMzG	0,84	Baixa/Inter	S Mt
		MYF-64	-2,29	1,20	Mt→Mrt (forte)	Py→Goeth	Ilm(Ex Hem)+Tit	BHGd	0,85		
		MDP-35	-2,22	0,40	Mt→Mrt (forte)			HBMzG	0,89	Baixa	S T
		PFA-39	-2,22	0,80	Mt→Mrt (leve)	(Py)→Goeth	Ilm(Ex Hem)+Tit	BHGd	0,85	Baixa*	S Mt*
	MAR-23	-2,22	0,28	Mt→Mrt (leve)	(Py)→Goeth	BHMzG	0,89				

Abreviaturas: Ilm (Tit)=Ilmenita associada com titanita; Ilm (Ex Hem+Tit)=Ilmenita com exsolução de hematita associada com titanita; Py= Pirita; (Py)= Pirita rara ou ausente; Goeth=Goethita; Mt=Magnetita; Mrt=Martita; B=Biotita; H=Hornblenda; MzG= monzogranito; Gd=granodiorito; S Ilm= Série ilmenita; S Mt= Série magnetita; T=Transicional entre as Séries Magnetita e Ilmenita. Ilm, S Mt e T baseados em Anderson et al. (2008) Dall'Agnol et al. (2017) Fugacidade de Oxigênio (fO₂) baixa, intermediária (inter) ou alta, segundo Anderson & Smith (1995) e Dall'Agnol et al. (2017); Subp=Subpopulação. Análises químicas semiquantitativas por *Energy Dispersive Spectrometry* (EDS) em microscópio eletrônico de varredura e análises químicas quantitativas por *Wavelength Dispersive Spectroscopy* (WDS) em microsonda eletrônica.

Associados com pirita (\pm calcopirita) alterada para goethita (Fig. 2.7c). Já nas amostras do subgrupo 2, a magnetita forma cristais subautomórficos que exibem leve a moderada alteração para martita (Fig. 2.7d). Os cristais de pirita possuíam granulação fina e caráter automórfico a subautomórfico, porém apresentam em sua maioria intensa alteração para goethita que chega a formar pseudomorfos.

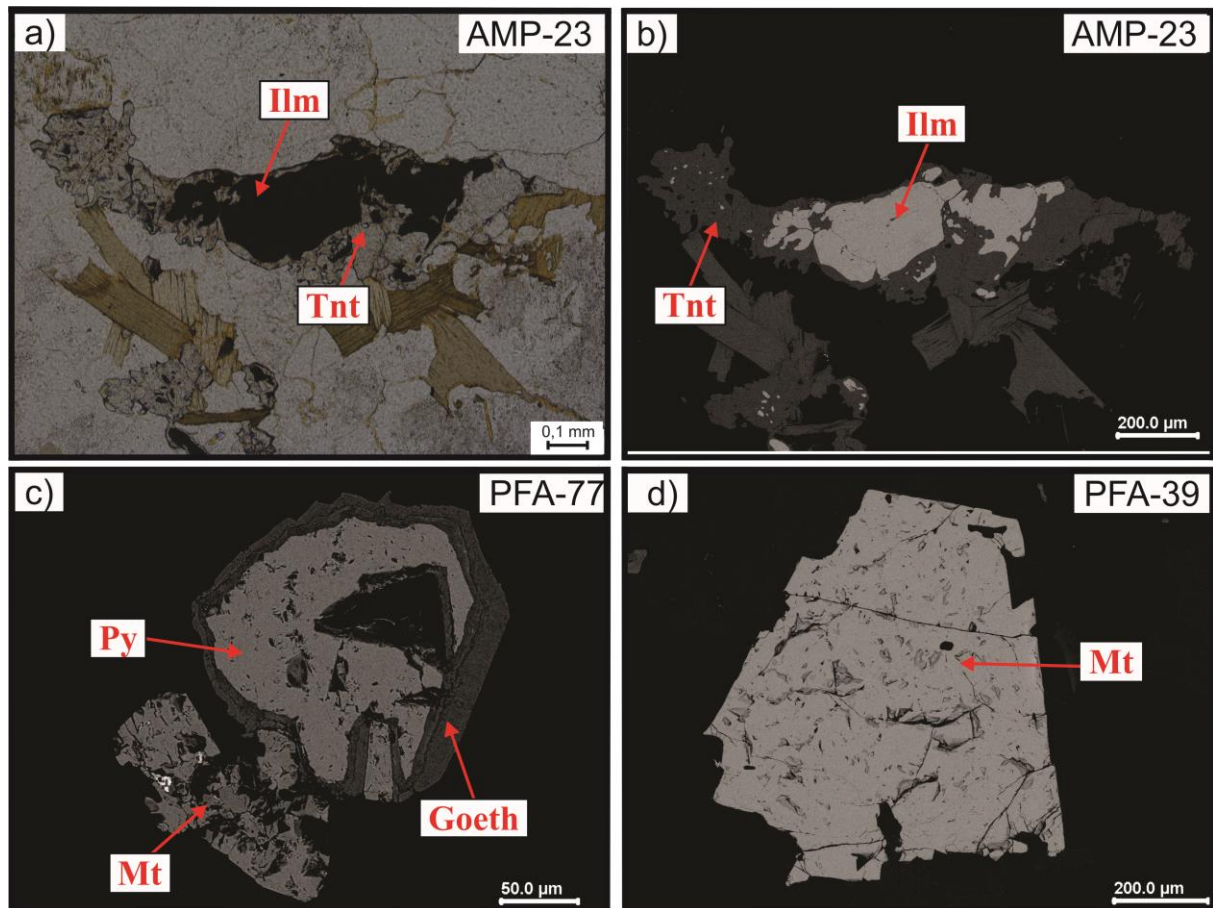


Figura 2.8 - Aspectos texturais de amostras representativas dos minerais óxidos de Fe e Ti do biotita-hornblenda monzogranito: a), b) Ilmenita com coroa de titanita associada com biotita; amostra do subgrupo 1, população A; c) cristal originalmente automorfo de pirita parcialmente alterado para goethita, associado com magnetita subautomórfica; subgrupo 1, subpopulação B₁; d) cristal subautomórfico de magnetita; amostra do subgrupo 2, subpopulação C₁. a: fotomicrografia em nicóis paralelos em luz transmitida; b, c, d: imagens de elétrons retroespalhados obtida em MEV. b: mesma seção mostrada em a.

1.5.2.2 Biotita-hornblenda tonalito (BHTnl)

Esta variedade é formada essencialmente por rochas tonalíticas com monzogranitos e granodioritos subordinados (Tab. 2.2), se concentra na população B (subpopulação B₂; Fig. 2.7a, b, d) e exibe valores baixos a moderados de SM variando de $0,85 \times 10^{-3}$ SI a $1,36 \times 10^{-3}$ SI (-3,07 a -2,86 log), com exceção da amostra MYF-40 que pertence a subpopulação C₂ da População C (SM

16,6 x 10⁻³; -1,78 log). Os conteúdos modais de opacos situam-se em geral entre 0,20 e 0,60%, com um valor discrepante abaixo e outro acima deste intervalo (Tab. 2.2). Esse subgrupo é caracterizado pela dominância de sulfetos (pirita ± calcopirita) em relação a magnetita e ilmenita.

Tabela 2.2 - Síntese de informações sobre o biotita-hornblenda tonalito (BHTnl)

Populações ou Subp. Magnéticas	Amostra	SM Log (K)	%Opacos	<div style="text-align: center;"> (+) ← Aumento (abundância relativa) → (-) Descrição de opacos </div>			Classificação Modal	FeO/(FeO+MgO) rocha total	Química Mineral (Anf) fO ₂ EDS ou WDS*	Química Mineral (Bt) EDS ou WDS*
Subpopulação B2	LIF-17B	-3,07	0,20	Py→Goeth	Mt→Mrt (leve)	Ilm(Ex Hem)+Tit	BHTnl		Inter/Alta	S Mt
	MDP-02E	-3,07	0,05	Py→Goeth	Mt→Mrt (leve)		BHTnl	0,75	Inter	S Mt
	LIF-17E	-2,99	0,20	Py→Goeth	Mt→Mrt (leve)		BHTnl		Inter/Alta	S Mt
	PFA-62	-2,92	0,30	Py→Goeth	Mt→Mrt (leve)	Ilm I	BHTnl	0,85	Inter*	S Mt*
	MDP-02C	-2,91	0,55	Py→Goeth	Ilm(Ex Hem)+Tit		HBTnl	0,75	Inter*	S Mt*
	PFA-63B	-2,88	1,10	Py→Goeth	Mt→Mrt (leve)	Ilm I	HBGd		Inter	S Mt
	AFD-11B	-2,87	0,60	(Py)→Goeth	Mt→Mrt (leve)	Ilm(Ex Hem)+Tit	BHTnl	0,75	Inter	S Mt
	LIF-17D	-2,86	0,30	Py→Goeth	Mt→Mrt (leve)		BHTnl		Inter	S Mt
	MYF-40	-1,78	0,50	Mt→Mrt (leve)	Py→Goeth	Ilm(Ex Hem)+Tit Ilm C	BHTnl	0,76	Alta*	S Mt*

Abreviaturas: Ilm (I)= Ilmenita Individual; Im (Ex Hem+Tit)= Ilmenita com exsolução de hematita associada com titanita; Ilm C= Ilmenita Composta; Py= Pirita; (Py)= Pirita rara ou ausente; Goeth= Goethita; Mt= Magnetita; Mrt= Martita; B= biotita; H= Hornblenda; MzG= monzogranito; Tnl= Tonalito; Gd= granodiorito; S Ilm= Série ilmenita; S Mt= Série magnetita; T=Transicional entre as Séries Magnetita e Ilmenita. Ilm, S Mt e T baseados em Anderson et al.(2008), Dall'Agnol et al. (2017). Fugacidade de Oxigênio (fO₂) baixa, intermediária (inter) ou alta, segundo Anderson & Smith (1995), Dall'Agnol et al. (2017). Subp=Subpopulação. Análises químicas semiquantitativas por *Energy Dispersive Spectrometry* (EDS) em microscópio eletrônico de varredura e análises químicas quantitativas por *Wavelength Dispersive Spectrometry* (WDS) em microsonda eletrônica.

Neste grupo, os cristais de ilmenita também se encontram circundados por coroas de titanita, o que mascara sua forma original, porém geralmente exibem lamelas de exsolução de hematita, além de zonas onde a hematita é dominante e engloba lamelas de ilmenita (Fig. 2.9a). O aspecto desta variedade textural de ilmenita é similar ao observado no subgrupo 1 dos BHMZG, exceto pela presença marcante de lamelas de exsolução de hematita. Além disso, ocorrem neste grupo, tanto em amostras das subpopulações B₂, quanto C₂, finos cristais de ilmenita individual. Os sulfetos são mais abundantes neste grupo do que no grupo dos BHMZG, tanto no seu subgrupo 1, onde costumam ser ausentes, quanto no subgrupo 2, que apresenta sulfetos na maioria de suas amostras (Tab. 2.1). A pirita é amplamente dominante sobre a calcopirita em todas as amostras dos diversos grupos. Ocorre sempre sob a forma de cristais automórficos a subautomórficos alterados em diferentes graus para goethita. A alteração pode afetar apenas parcialmente os cristais de pirita, que são ainda perfeitamente

identificáveis opticamente (Fig. 2.8c), ou, com aumento progressivo do grau de alteração, culminar em substituição integral dos cristais de pirita gerando pseudomorfos de goethita (Fig. 2.9c, d). A magnetita forma cristais subautomorfos que, por vezes, exibem contatos retilíneos com a pirita, substituída por goethita (Fig. 2.9b, c, d). Os cristais de magnetita exibem leve alteração para martita, a qual ocorre de forma irregular ou ao longo de planos cristalográficos da magnetita. A amostra MYF-40, um tonalito da subpopulação C₂, apresenta como particularidades texturas do tipo Ilmenita Composta interna (Ilm Cint; Fig. 2.9e) e externa (Ilm Cext; Fig. 2.9f) (Buddington & Lindsley, 1964; Haggerty, 1991; Dall'Agnol *et al.* 1997).

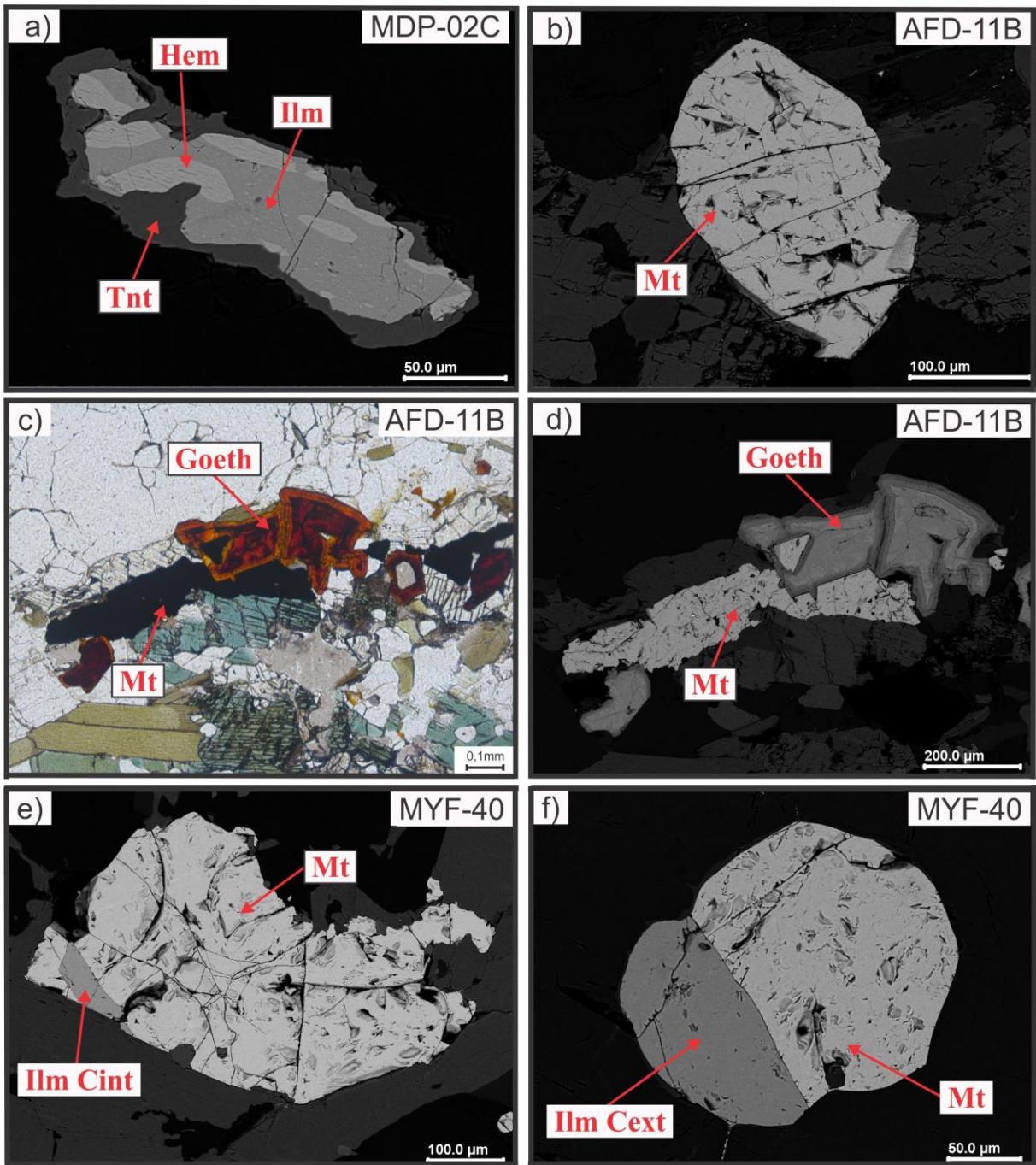


Figura 2.9 - Aspectos texturais dos minerais opacos dominantes em amostras representativas do BHTnl: a) Cristal de ilmenita envolto por coroa de titanita, exibindo lamelas de exsolução de hematita e zonas de dominância de hematita com lamelas de ilmenita; b) cristal de magnetita subautomórfico; c) e d) cristais de pirita em quase totalidade ou integralmente substituídos por goethita, exibindo contato retilíneo com cristais de magnetita subautomórfica; e) e f) imagens de cristais subautomórficos de magnetita localmente com ilmenita composta interna e externa, respectivamente. a, b, d, e, f - imagens de elétrons retroespalhados obtidas em MEV; c - fotomicrografia em nicóis paralelos da mesma seção observada em d; MDP-02C e AFD-11B = BHTnl da subpopulação B₂; MYF-40 = BHTnl da subpopulação C₂.

1.5.2.3 Biotita monzogranito (BMzG)

O **grupo dos BMzG** é muito homogêneo em termos de composição sendo constituído quase que unicamente por monzogranitos com raros granodioritos (Tabela 2.3). Todas as amostras medidas possuem SM relativamente elevada (Fig. 2.7e) e se distribuem nas populações B (subpopulação B₃) e C (subpopulações C₁ e C₂). Os valores de SM da subpopulação B₃ variam de 3,35 a 6,01 x10⁻³ SI (-2,47 a -2,25 em escala log) e o conteúdo modal de opacos entre 0,20 e 0,30 %, com um valor extremo de 0,70 % (Tab. 2.3). Nas subpopulações C₁ e C₂ a SM varia, respectivamente, de 6,32 x10⁻³ a 9,20 x10⁻³ SI (-2,24 a -2,06 em escala log) e de 10,4 x10⁻³ a 19,3 x10⁻³ SI (-1,99 a -1,80 em escala log). As amostras da subpopulação C₁ apresentam conteúdo modal de opacos entre 0,20 e 0,40 %, chegando a atingir 0,90%, enquanto que as da subpopulação C₂ apresentam proporções modais entre 0,50 e 0,95 % (Tab. 2.3) e conteúdo modal médio bem mais elevado que as amostras das subpopulações B₃ e C₁.

Independente da subpopulação de SM a que pertencem, as amostras da variedade petrográfica BMzG se caracterizam pela total dominância de biotita sobre anfibólio (<1% modal) e são essencialmente de composição monzogranítica, com apenas três amostras com composição granodiorítica (Tab. 2.3). Nesta variedade de rocha o mineral opaco mais abundante é sempre a magnetita, seguida de pirita (±calcopirita) transformada em goethita podendo ou não ter magnetita associada. Em apenas duas amostras da subpopulação C₂ foi observada a presença de ilmenita com exsoluções de hematita e titanita associada.

Tabela 2.3 - Síntese de informações sobre o biotita monzogranito (BMzG)

Subpopulações de SM	Amostra	SM Log (K)	%Opacos	← (+) Aumento (-) (abundância relativa)		Classificação Modal	FeO/(FeO+MgO) rocha total	Química Mineral (Anf) fO ₂ EDS ou WDS*	Química Mineral (Bt) EDS ou WDS*	
				Descrição de opacos						
Subp. B3	MDP-02B	-2,46	0,20	Mt→Mrt (leve)	(Py)→Goeth+Mt→Mrt	BGd			S Mt	
	MDP-11A	-2,37	0,28	Mt→Mrt (leve)	(Py)→Goeth+Mt→Mrt	BMzG		Inter	S Mt	
	MDP-02A	-2,30	0,70	Mt→Mrt (forte)	Py→Goeth	BMzG	0,79	Inter	S Mt	
Subpopulação C1	MD-01	-2,24	0,40	Mt→Mrt (forte)	Py+(Ccp)→Goeth	BMzG	0,79			
	LIF-17A	-2,23	0,30	Mt→Mrt (forte)	Py→Goeth	BMzG		Baixa/Inter	S Mt	
	LIF-24	-2,22	0,20	Mt→Mrt (forte)	(Py)→Goeth+Mt→Mrt	BMzG		Inter	S Mt	
	LIF-18B	-2,20	0,20	Mt→Mrt (leve)	Py+(Ccp)→Goeth→Mt→Mrt	BMzG		Inter	S Mt	
	MDP-55	-2,20	0,65	Mt→Mrt (leve)	Py→Goeth+Mt	BMzG	0,79	Inter*	S Mt*	
	LIF-30A	-2,13	0,40	Mt→Mrt (leve)	Py+(Ccp)→Goeth→Mt→Mrt	BMzG		Inter	S Mt	
	MAR-30	-2,10	0,90	Mt→Mrt (leve)		BMzG	0,81			
	LIF-13C	-2,07	0,28	Mt→Mrt (forte)	Py→Goeth+Mt→Mrt	BMzG		Inter	S Mt	
	LIF-31	-2,06	0,40	Mt→Mrt (forte)	Py→Goeth+Mt→Mrt	BMzG		Inter	S Mt	
	LIF-04A	-1,99	0,95	Mt→Mrt (forte)		BMzG	0,78	Inter/Alta*	S Mt*	
Subp. C2	MDP-03A	-1,98	0,95	Mt→Mrt (forte)	(Py)→Goeth+Mt→Mrt	Ilm(Ex Hem)+Tit	BMzG	0,79		S Mt
	MDP-03B	-1,90	0,55	Mt→Mrt (forte)	Py+(Ccp)→Goeth→Mt→Mrt	Ilm(Ex Hem)+Tit	BMzG	0,80		S Mt
	LIF-16A	-1,80	0,50	Mt→Mrt (forte)	(Py)→Goeth+Mt→Mrt		BMzG		Inter/Alta	S Mt

Abreviaturas: Ilm (Tit) = Ilmenita associada com titanita; Mt = Magnetita; Mrt = Martita; B = biotita; H = Hornblenda; MzG = monzogranito; Gd=granodiorito; S Ilm= Série ilmenita; S Mt= Série magnetita; T= Transicional entre as Séries Magnetita e Ilmenita. Ilm, S Mt e T baseados em Anderson et al. (2008) e Dall'Agnol et al. (2017). Fugacidade de Oxigênio (fO₂) baixa, intermediária (inter) ou alta, segundo Anderson & Smith (1995) e Dall'Agnol et al. (2017). Subp=Subpopulação. Análises químicas semiquantitativas por *Energy Dispersive Spectrometry* (EDS) em microscópio eletrônico de varredura e análises químicas quantitativas por *Wavelength Dispersive Spectroscopy* (WDS) em microsonda eletrônica.

A magnetita, forma, em geral, cristais automórficos e subautomórficos, associados em sua maioria com cristais de biotita, com as quais exibe contatos retilíneos (Fig. 2.10a). A magnetita também ocorre inclusa na biotita, sendo evidente sua origem primária. Além disso, são comuns cristais de magnetita associados com cristais de pirita parcialmente ou integralmente substituídos para goethita sendo que a magnetita exibe contatos retilíneos ou ligeiramente irregulares com a goethita (Fig. 2.10b, e). A magnetita foi afetada por processo de martitização cuja intensidade varia de leve a forte. Os cristais de ilmenita com coroas de titanita ocorrem em apenas duas amostras da subpopulação C₂ (MDP-03A e MDP-03B; Tab. 2.3). Uma particularidade é a ocorrência numa mesma amostra da subpopulação C₂ (MDP-03A), ilmenita e magnetita associadas, apresentando ambas uma coroa comum de titanita (Fig. 2.10f). A pirita apresenta aspecto similar ao descrito no grupo dos BHTnl, sendo

automórfica a subautomórfica e mostrando alteração parcial (Fig. 2.10c, d) até pseudomorfose por goethita (Fig. 2.10e). É comum a presença nas bordas dos cristais alterados de pirita de cristais finos de magnetita, tal como descrito no subgrupo B₂. Estes cristais de magnetita, quando em contato com a goethita mostram evidências de corrosão e esta modificação dificulta avaliar o caráter primário ou secundário destes grãos de magnetita (Fig. 2.10f). Por outro lado, a preservação de contatos retilíneos e da forma primitiva de diversos cristais demonstra que a magnetita não foi afetada de modo significativo pelos processos de alteração que desestabilizaram a pirita (Fig. 2.10e). Contudo, existem situações em que a magnetita é muito fina e suas relações texturais com a pirita e a goethita são menos conclusivas (Fig. 2.10b). É possível que, neste caso, os grãos de magnetita possam ser no todo ou em parte de formação mais tardia, representando uma segunda geração de magnetita, porém não se pode descartar a hipótese de que representem igualmente cristais de magnetita primária, talvez parcialmente afetados pelos processos hidrotermais formadores da goethita.

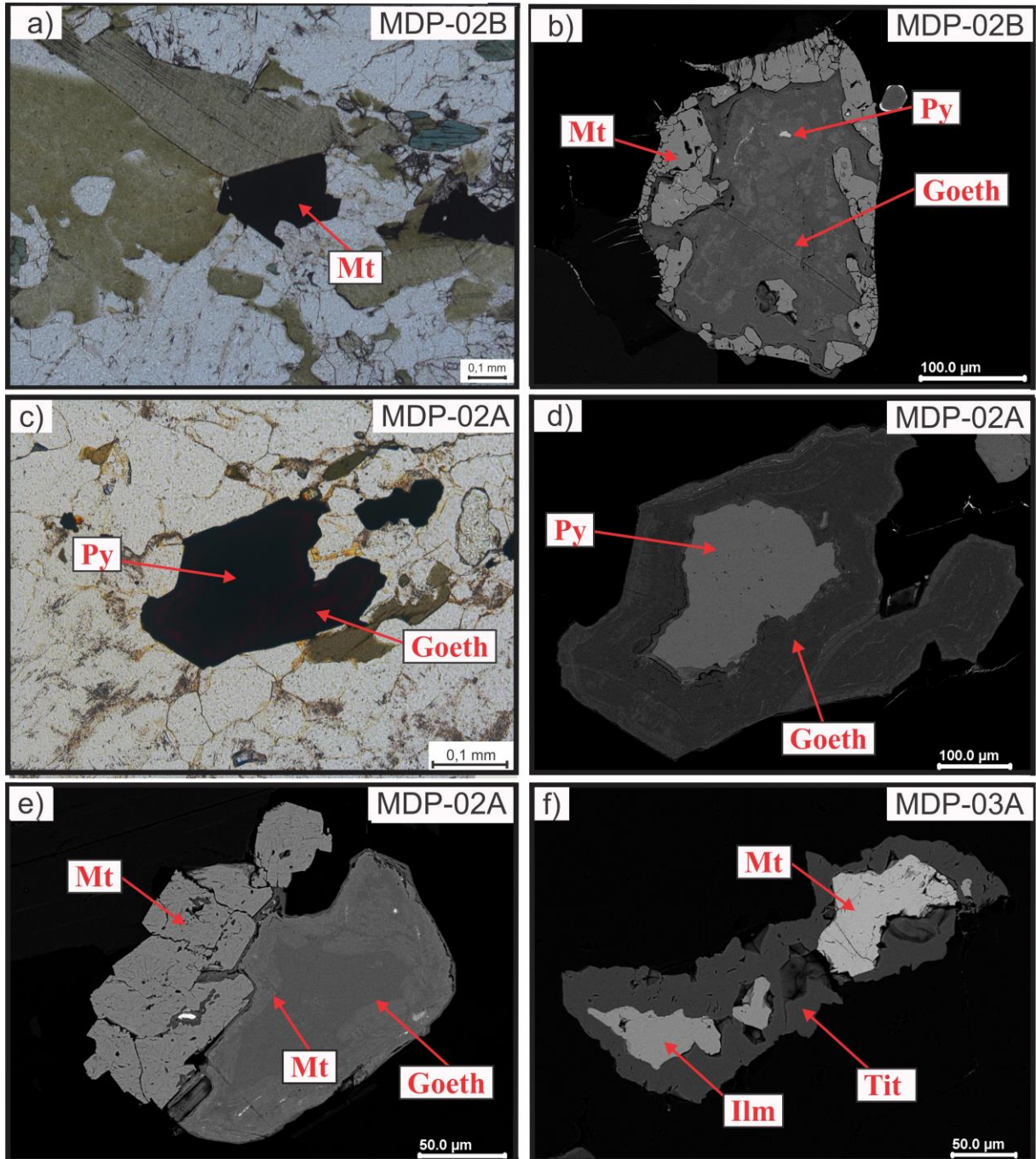


Figura 2.10 - Aspectos texturais dos minerais opacos dominantes em amostras representativas do grupo BMzG: a) cristal primário, subautomórfico de magnetita mostrando contato retilíneo com biotita; b) cristal de pirita pseudomorfisado em goethita, apresentando finos grãos de magnetita em suas bordas c) e d) Pirita parcialmente substituída por goethita; e) cristais primários de magnetita em contato regular com cristal de pirita integralmente substituído por goethita; f) cristal de ilmenita com finíssimas lamelas esparsas de hematita e cristal de magnetita, estando ambas circundadas por coroa de titanita; . a, c - fotomicrografias em nicóis paralelos, sendo no caso de c, a mesma seção observada em d; b, d, e, f - imagens de elétrons retroespalhados obtidas em MEV; MDP-02A = BMzG e MDP-02B = BGD da subpopulação B₃ e MDP-03A = BMzG da subpopulação C₂.

1.5.2.4 Hornblenda-biotita granodiorito (HBGd)

O grupo dos hornblenda-biotita granodioritos também apresenta SM relativamente elevada e em grande parte superposta com aquela dos BMzG (Fig. 2.7f). A subpopulação B₃ apresenta valores de SM variando de $2,14 \times 10^{-3}$ a $6,01 \times 10^{-3}$ SI (-2,67 a -2,25 log) e conteúdo modal de opacos entre 0,20 e 0,60 % (Tab. 2.4). Já as amostras das subpopulações C₁ e C₂ apresentam, respectivamente, SM nos intervalos de $6,02 \times 10^{-3}$ a $9,33 \times 10^{-3}$ SI (-2,22 a -2,03 log) e $11,8 \times 10^{-3}$ a $25,0 \times 10^{-3}$ SI (-1,93 a -1,60 log). O teor modal de opacos varia de 0,28 a 0,60 % Na subpopulação C₁ e de 0,50 a 1,30 % na subpopulação C₂ (Tab. 2.4). Tal como no grupo BMzG, o conteúdo modal médio de opacos é nitidamente mais elevado na subpopulação C₂.

Tabela 2.4 - Síntese de informações sobre o grupo hornblenda-biotita granodiorito (HBGd) e sienogranitos (SnG) ricos em magnetita

Subpopulações de SM	Amostra	SM Log (K)	% Opacos	<div style="text-align: center;"> (+) (-) </div> Aumento (abundância relativa)			Classificação Modal	FeO/(FeO+MgO) rocha total	Química Mineral (Anf) /O ₂ EDS ou WDS*	Química Mineral (Bt) EDS ou WDS*
				Descrição de opacos						
Subp. B ₃	MDP-14C	-2,67	0,20	Py→Goeth+Mt→Mrt	Mt→Mrt (forte)	Ilm(Ex Hem)+Tit	HBGd	0,78	Inter	S Mt
	MDP-14E	-2,60	0,60	Mt→Mrt (leve)	(Py)→Goeth+Mt→Mrt	Ilm(Ex Hem)+Tit	HBGd	0,78	Baixa/Inter	S Mt
	MDP-06A	-2,54	0,28	Mt→Mrt (leve)	Py→Goeth+Mt→Mrt	Ilm(Ex Hem)+Tit	HBGd		Inter	S Mt
	AFD-11A	-2,39	0,60	Py→Goeth+Mt→Mrt	Mt→Mrt (forte)		HBGd	0,76	Inter*	S Mt*
Subp. C ₁	AFD-16A	-2,11	0,28	Mt→Mrt (forte)	(Py)→Goeth+Mt→Mrt		HBGd	0,81	Inter	S Mt
	ADE-01D	-2,10	0,60	Mt→Mrt (forte)	(Py)→Goeth+Mt→Mrt		HBGd	0,76	Inter*	S Mt*
	MDP-12A	-2,03	0,40	Mt→Mrt (leve)	Py→Goeth+Mt	Ilm(Ex Hem)+Tit	HBMzG		Inter	S Mt
Subp. C ₂	MDP-02D	-1,91	0,60	Mt→Mrt (leve)	Py→Goeth+Mt		HBGd	0,80	Inter/Alta	S Mt
	AFD-08	-1,85	0,60	Mt→Mrt (leve)	Py→Goeth+Mt		BHGd	0,80	Inter/Alta*	S Mt*
	MDP-14A	-1,66	1,30	Mt→Mrt (leve)	Py→Goeth+Mt		HBGd	0,83	Inter	S Mt
	PFR-14	-2,02	1,10	Mt→Mrt (leve)			BHSnG	0,94		
	MAR-119	-1,52	1,50	Mt→Mrt (leve)			BHSnG	0,99	Baixa*	S Ilm

Abreviaturas: Ilm (Tit) = Ilmenita associada com titanita; Mt = Magnetita; Mrt = Martita; B = biotita; H = Hornblenda; MzG = monzogranito; Gd=granodiorito; S Ilm= Série ilmenita; S Mt= Série magnetita; T= Transicional entre as Séries Magnetita e Ilmenita. Ilm, S Mt e T baseados em Anderson et al. (2008) e Dall'Agnol et al. (2017). Fugacidade de Oxigênio (fO₂) baixa, intermediária (inter) ou alta, segundo Anderson & Smith (1995) e Dall'Agnol et al. (2017). Subp=Subpopulação. Análises químicas semiquantitativas por *Energy Dispersive Spectrometry* (EDS) em microscópio eletrônico de varredura e análises químicas quantitativas por *Wavelength Dispersive Spectroscopy* (WDS) em microsonda.

As rochas que constituem o grupo dos hornblenda-biotita granodioritos mostram acentuado predomínio de composições granodioríticas, com raros monzogranitos e tonalitos e dominância em geral de biotita, mas por vezes de hornblenda, sendo ambas expressivas. O

mineral opaco mais abundante é, com raríssimas exceções, a magnetita (Tab. 2.4), a qual ocorre como cristais subautomórficos a automórficos associados ou inclusos em anfibólio e biotita, com os quais exibem contatos retilíneos (Fig. 2.11a, b). A magnetita apresenta-se levemente ou fortemente alterada para martita. A associação pirita-goethita é a segunda em abundância nesta variedade. As características texturais da pirita e suas relações com goethita são similares às descritas nos subgrupos precedentes, inclusive a ocorrência de cristais automorfos de magnetita exibindo contato retilíneo com pseudomorfo de goethita formado a partir da pirita (Fig. 2.11cd), e a presença de grãos finos de magnetita associados ao sulfeto alterado para goethita. A ilmenita está presente em algumas amostras, mas é comparativamente aos demais minerais opacos menos abundante. A forma original dos cristais de ilmenita é difícil de definir porque eles se encontram envoltos por coroas de titanita. A ilmenita exhibe finas lamelas de exsolução de hematita (Fig. 2.11f).

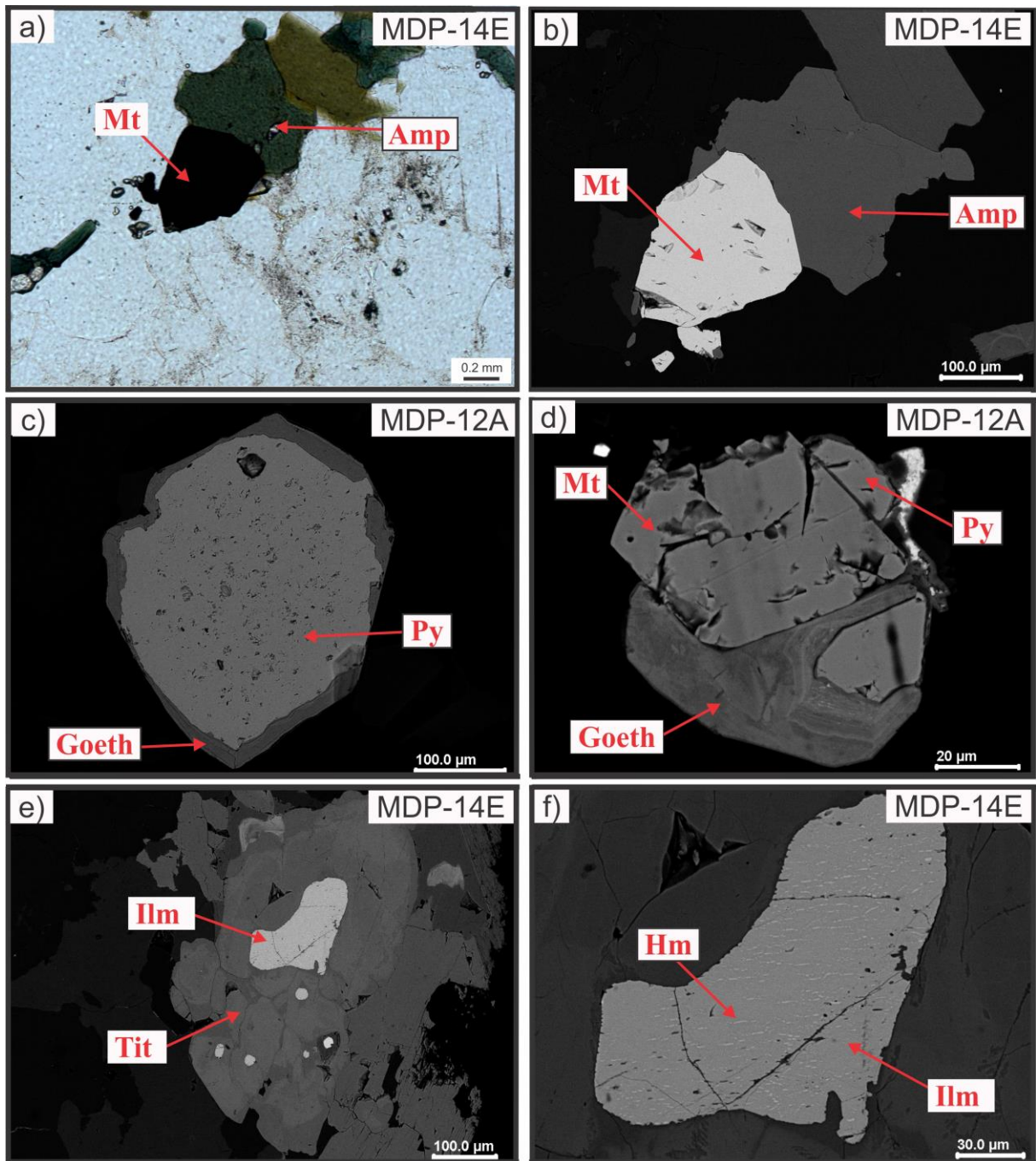


Figura 2.11 - Aspectos texturais dos minerais opacos dominantes em amostra representativas do grupo HBGd: a) e b) Cristal de magnetita exibindo contato reto com anfibólio; c) cristal de pirita com uma fina borda de goethita; d) cristal de magnetita exibindo contato reto com cristal de pirita parcialmente substituído por goethita; e) e f) Cristal de ilmenita exibindo lamelas de hematita e envolto por uma coroa de titanita. a = fotomicrografia em nicóis paralelos; b, c, d, e, f = imagens de elétrons retroespalhados obtidas em MEV.

Siengranitos ricos em magnetita (SnG)

Além das quatro variedades descritas acima, que são dominantes na suíte, há duas amostras que apresentam comportamento muito particular e são inteiramente destoantes dos

grupos e subgrupos discutidos anteriormente. São elas as amostras PFR-14 (HBMzG) e MAR-119 (BHSnG) que, apesar de conterem um monzogranito, serão descritas como sienogranitos ricos em magnetita (SnG) para distingui-las dos demais grupos. Estas duas amostras, apresentam valores muito elevados de SM, ambos situados na subpopulação C₂ (Tab. 2.4). A amostra PFR-14 exibe valor de SM de $12,17 \times 10^{-3}$ SI (-2,02 log) e a amostra MAR-119 SM de $30,1 \times 10^{-3}$ SI (-1, 52 log), que corresponde ao valor máximo de toda a suíte. Os altos valores de SM registrados nestas duas amostras são consistentes com seus conteúdos modais de opacos que variam entre 1,1 e 1,5%. Constata-se, ainda, que estas duas amostras possuem magnetita levemente martitizada como principal mineral opaco, sendo desprovidas de pirita e ilmenita (Tab. 2.4). Estas duas amostras serão discutidas a parte das demais e, por esta razão, foram destacadas.

1.6 CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO GEOQUÍMICA DOS GRANITOIDES DA SUÍTE VILA JUSSARA

Cabe destacar que se pretende neste tópico apenas fazer uma caracterização geoquímica geral da Suíte Vila Jussara, sem aprofundá-la, uma vez que a mesma já foi discutida em detalhe por Dall’Agnol *et al.* (2017) e está sendo retomada e ampliada por F. F. Silva (em prep.). O objetivo é destacar as principais características geoquímicas das diferentes variedades, procurando enfatizar aquelas que se relacionam mais diretamente com a petrologia magnética, tema do presente estudo. Em razão disso, não serão considerados todas as análises químicas disponíveis da Suíte Vila Jussara, mas tão somente aquelas correspondentes às amostras que foram estudadas neste trabalho.

Os resultados geoquímicos discutidos a seguir, baseados em análises químicas em rocha total, foram em sua maioria compilados de Dall’Agnol *et al.* (2017) e de F. F. Silva (em prep.) e os aspectos metodológicos estão contidos naqueles trabalhos. Além destes dados, foram realizadas novas análises geoquímicas em rocha total em laboratório da ALSGLOBAL de 4 amostras representativas do corpo granítico situado a norte de Sapucaia: LIF-04A, LIF-09, PFA-64, e PFA-80. Os conteúdos de elementos maiores e menores foram analisados por ICP-ES enquanto os elementos-traço, incluindo os elementos terras raras, foram analisados por ICP-MS. O conjunto de análises disponível é apresentado em dados suplementares (Tab. S3). As informações referentes aos métodos empregados e os limites de detecção das novas análises podem ser encontrados no site do laboratório (<https://www.alsglobal.com>). Estão sendo

consideradas aqui 36 análises químicas, assim distribuídas: 14 amostras do grupo biotita-hornblenda monzogranito, sendo 7 do subgrupo 1 e 7 do subgrupo 2; 5 amostras do grupo biotita-hornblenda tonalito; 7 amostras do grupo biotita monzogranito; 8 amostras do grupo hornblenda-biotita granodiorito; e 2 amostras do grupo sienogranitos.

As composições químicas de amostras representativas das variedades de granitoides da Suíte Vila Jussara estudadas no presente trabalho (dados suplementares - Tab. S3) foram lançadas em alguns diagramas clássicos de classificação geoquímica de granitos. O diagrama P-Q (Debon & Le Fort, 1983) foi concebido para estabelecer um paralelo entre a classificação química catiônica de rochas e aquela baseada na composição modal, conforme proposto pela Subcomissão de Nomenclatura de Rochas Ígneas da IUGS (LeMaitre *et al.* 2002). Há uma razoável correspondência entre a distribuição das diferentes variedades no diagrama P-Q (Fig. 2.12a) e a classificação petrográfica definida com base nas composições modais plotadas no diagrama QAP (Fig. 2.4). Tanto no diagrama QAP, quanto no P-Q, o conjunto de amostras varia de tonalitos a granodioritos e monzogranitos, com sienogranitos subordinados. No entanto, no diagrama P-Q há dominância de granodioritos sobre monzogranitos e tonalitos, enquanto que no diagrama QAP monzogranitos e granodioritos ocorrem em proporções similares. Além disso, constata-se que no diagrama P-Q os biotita monzogranitos incidem coincidentemente no campo dos monzogranitos, ao passo que os biotita-hornblenda monzogranitos se concentram preferencialmente no campo dos granodioritos. Esta diferença entre classificação modal (QAP) e química (P-Q) se deve muito provavelmente ao fato que na última, o parâmetro P tem seu valor reduzido devido ao alto conteúdo de Ca, reflexo em grande parte da proporção modal elevada de hornblenda e não da percentagem modal ou conteúdo de anortita do plagioclásio. Em razão disso, optou-se por manter a classificação indicada pelo diagrama QAP.

A distribuição no diagrama P-Q das amostras da Suíte Vila Jussara, quando comparada com os campos definidos pelos granitoides neoarqueanos de Vila União (Oliveira *et al.* 2018; Marangoanha *et al.* 2019) e pela Suíte Planalto (Feio *et al.* 2012), revela que a Suíte Vila Jussara e os granitoides de Vila União mostram variações similares, exceto pela presença de rochas menos evoluídas de composição quartzo-diorítica nos últimos, ao passo que na Suíte Planalto tem-se rochas mais ricas em sílica e com menor variação composicional, formadas essencialmente por monzogranitos e sienogranitos.

No diagrama $100*(MgO+FeO_t+TiO_2)/SiO_2$ proposto por Sylvester (1989) para separar grandes séries de granitos pós-colisionais, nota-se que as rochas do grupo biotita monzogranito plotam no campo de granitos cálcico-alcalinos e fortemente peraluminosos,

enquanto que as amostras do hornblenda-biotita granodiorito plotam naquele mesmo campo ou na sua transição para rochas alcalinas (Fig. 2.12b). Os biotita-hornblenda monzogranitos do subgrupo 1 se situam francamente no domínio alcalino e os do subgrupo 2 ficam neste mesmo campo, porém mais próximos do campo cálcico-alcalino. As amostras do subgrupo 1 se situam neste diagrama nos campos definidos pelos granitos neoarqueanos da Suíte Planalto e pelos granitoides de Vila União.

No diagrama de $\text{FeOt}/(\text{FeOt}+\text{MgO})$ vs SiO_2 (Frost *et al.* 2001), proposto para diferenciar granitoides ferrosos afins dos granitos tipo A de granitoides magnesianos, as rochas pertencentes ao grupo biotita-hornblenda monzogranito plotam exclusivamente no campo dos granitoides ferrosos enquanto as amostras representativas dos grupos biotita-hornblenda tonalito, biotita monzogranito e hornblenda-biotita granodiorito se situam essencialmente no campo dos granitoides magnesianos, porém próximas do seu limite com o campo ferroso (Fig. 2.12c).

No diagrama $\text{FeOt}/(\text{FeOt}+\text{MgO})$ vs Al_2O_3 , proposto para diferenciar granitos tipo-A reduzidos e oxidados entre si, assim como ambos de granitos cordilheiranos cálcico-alcalinos (Dall’Agnol & Oliveira 2007), as rochas pertencentes ao grupo biotita-hornblenda monzogranito plotam nos campos dos granitos tipo A (Fig. 2.12d), sendo que os granitos do subgrupo 1 (população A e subpopulação B₁) se situam no campo ferroso reduzido e os do subgrupo 2 (subpopulações B₃ e C₁) no campo ferroso oxidado. Por outro lado, as amostras dos grupos biotita-hornblenda tonalito, biotita monzogranito e hornblenda-biotita granodiorito ocupam o campo das rochas com afinidade com granitos cordilheiranos cálcico-alcalinos, sendo que os biotita monzogranitos e os hornblenda-biotita granodioritos se situam no limite inferior do campo dos granitos tipo A oxidados com o campo dos granitos cordilheiranos, enquanto que os biotita-hornblenda tonalitos plotam, com exceção de uma única amostra, fora do campo dos granitos tipo A oxidados. Há, por razões óbvias, forte analogia entre o que se observa neste diagrama e no $\text{FeOt}/(\text{FeOt}+\text{MgO})$ vs SiO_2 .

As rochas do subgrupo 1 do BHMzG, que se situam no campo ferroso reduzido, apresentam forte similaridade com os granitos da Suíte Planalto. Já as rochas do subgrupo 2 do BHMzG e aquelas dos BHTnl, BMzG e HBGd se distribuem de modo coincidente com os granitoides de Vila União, exceto no diagrama $(100*(\text{MgO}+\text{FeO}+\text{TiO}_2)/\text{SiO}_2$ vs. $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO})/(\text{FeO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$, no qual os granitoides de Vila União revelam tendência alcalina mais acentuada que as variedades mencionadas da Suíte Vila Jussara (Fig. 2.12b).

As composições químicas das rochas estudadas permitiram discriminar as variedades de granitoides da Suíte Vila Jussara. Tais dados geoquímicos plotados no diagrama P-Q

apresentam grande correspondência com a classificação petrográfica obtida via composições modais plotadas no diagrama QAP variando de monzogranitos, granodioritos e tonalitos dominantes e sienogranitos subordinados, onde modalmente são bem similares aos granitoides neoarqueanos de Vila União que apresenta a mesma variedade com adição de rochas menos evoluídas de composição quartzo-diorítica, ao passo que, a Suíte Planalto exibem apenas rochas mais evoluídas formadas essencialmente por rochas de composição monzogranítica e sienogranítica (Debon & Le Fort, 1983; Le Maitre *et al.* 2002; Fig. 2.12a).

No diagrama de $\text{FeOt}/(\text{FeOt}+\text{MgO})$ vs SiO_2 , proposto para diferenciar granitoides ferrosos (granitos tipo-A) de granitoides magnesianos, as rochas pertencentes ao grupo do BHMzG plotam exclusivamente no campo dos granitoides ferrosos enquanto as rochas formadas pelos grupos do BHMzG + HBGd + BHTnl plotam essencialmente no campo dos granitoides magnesianos (Frost *et al.* 2001; Fig. 2.12b). No diagrama $\text{FeOt}/(\text{FeOt}+\text{MgO})$ vs Al_2O_3 , proposto para diferenciar granitos tipo-A em oxidados e reduzidos, além disso as rochas de afinidade de cálcico-alcálicas (Dall’Agnol & Oliveira 2007), as rochas pertencentes ao grupo BHMzG plotam tanto no campo dos granitos tipo-A (situado no limite entre ferroso reduzido e o ferroso oxidado) ao passo que as rochas formadas pelo grupo BMzG + HBGd + BHTnl plotam essencialmente no campo das rochas com afinidade cálcico-alcálicas (situado no limite entre o ferroso oxidado e magnesiano; cf. Frost *et al.* 2001; Dall’Agnol *et al.* 2017; Fig. 2.12c,d). O membro correspondente ao ferroso reduzido do primeiro grupo é bem similar as rochas da Suíte Planalto enquanto os granitoides da Vila União exibem semelhanças com o conjunto geral de rochas da Suíte Vila Jussara. No diagrama discriminante proposto por Sylvester (1989), nota-se que as rochas do grupo BMzG plotam no campo de rochas cálcico-alcálicas e fortemente peraluminosos enquanto que o conjunto de rochas formados pelos demais grupos de rochas plotam essencialmente no campo das rochas alcálicas juntamente com a maioria dos granitos neoarqueanos da Suíte Planalto e os granitoides de Vila União (Fig. 2.12b). No contexto geral, tais diagramas sugerem a existência de dois conjuntos de rochas com evolução independente.

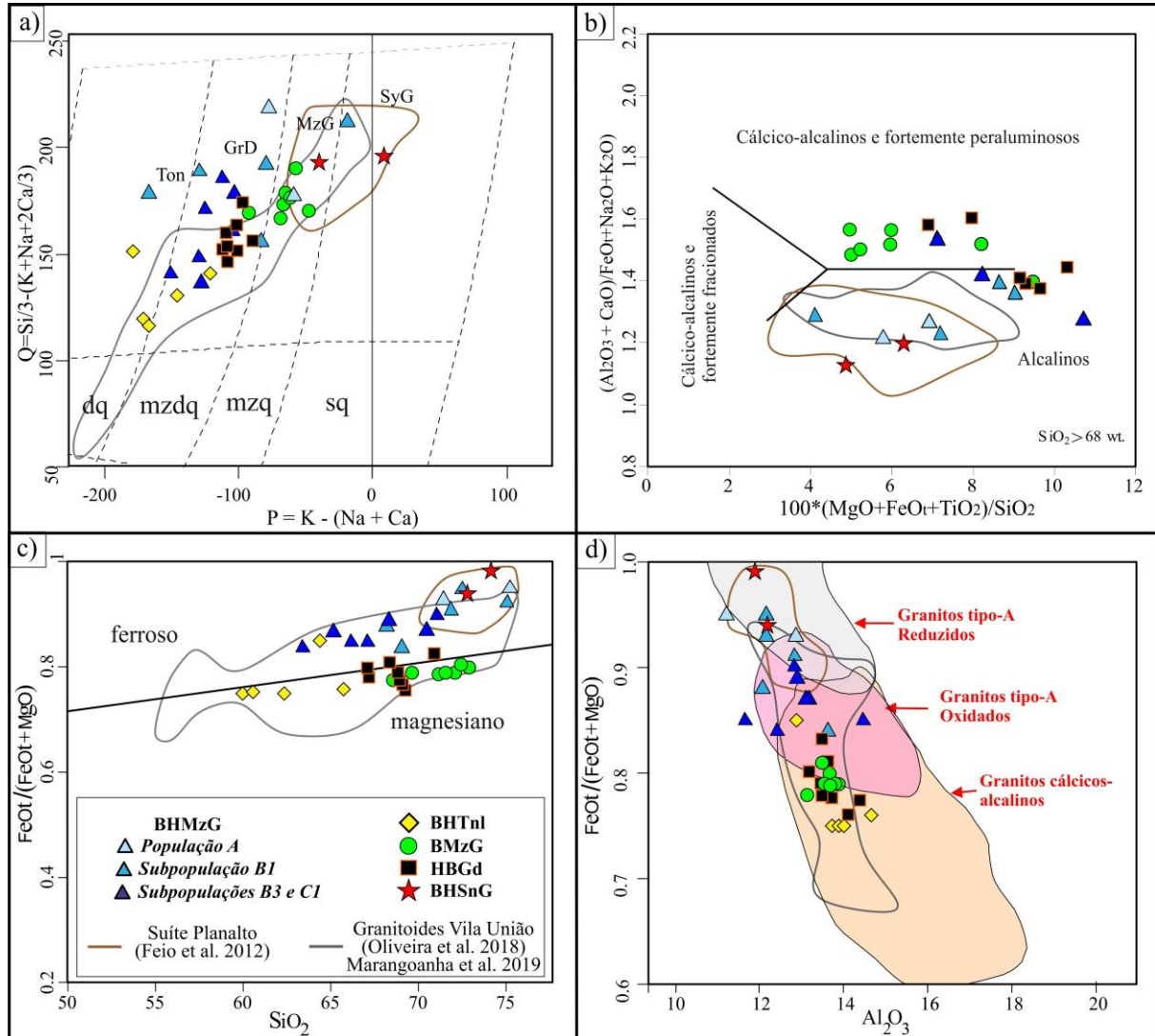


Figura 2.12 - Caracterização geoquímica dos granitoides da Suíte Vila Jussara: a) Diagrama P-Q (Debon & Le Fort, 1983); b) Diagrama $100 * (\text{MgO} + \text{FeO} + \text{TiO}_2) / \text{SiO}_2$ vs. $(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO}) / (\text{FeO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ com campos de Sylvester (1989); c) Diagrama SiO_2 vs. $\text{FeOt}/(\text{FeOt} + \text{MgO})$ de Frost *et al.* (2001); d) Diagrama $\text{FeO}_t/(\text{FeO}_t + \text{MgO})$ vs. Al_2O_3 mostrando os campos dos granitos tipo A reduzidos e oxidados, bem como o dos granitoides cordilheiranos cálcico-alcinos (Dall'Agnol & Oliveira 2007). Figura 2.12a – dq = quartzo-diorito; mz dq = quartzo-monzodiorito; mz q = quartzo-monzonite; sq = quartzo-sienito; Ton = tonalito; GrD = granodiorito; MzG = monzogranito; SyG – sienogranito.

Para complementar a visualização dos dados geoquímicos, foram selecionados alguns diagramas de variação química que acentuam os contrastes entre os vários grupos de granitoides da suíte. Inicialmente são apresentados alguns diagramas de Harker selecionados (Fig. 2.13a, b, c). No diagrama MgO vs. SiO_2 , notam-se dois *trends* distintos, o primeiro definido pelas rochas do grupo biotita-hornblenda monzogranito e o segundo pelo conjunto de variedades magnesianas, BHTnl, BMzG e HBGd. Por sua vez, o diagrama Al_2O_3 vs SiO_2 revela que o grupo dos BHMzG apresenta conteúdos menores de Al_2O_3 (11,2 a 13,6%, com exceção de uma amostra com valor de 14,5%), quando comparado com as rochas dos demais grupos que exibem valores maiores, variando entre 12,9 e 14,7% (Fig. 2.13b). O diagrama

#mg vs SiO₂ reforça a tendência geral observada nos demais diagramas, pois, de forma geral, as rochas do grupo BHMzG caracterizam-se por apresentar valores moderados de #mg (0,9 a 0,26%; Tab. S3), enquanto as amostras dos demais grupos exibem valores mais elevados (0,27 a 0,38; Fig. 2.13c). A amostra PFA-62, um biotita-hornblenda tonalito da subpopulação B₂, diverge geoquimicamente das demais amostras do grupo BHTnl e revela mais afinidade com o grupo dos BHMzG (Fig. 2.13a, b, c).

O diagrama binário TiO₂ vs MgO (Fig. 2.13d) mostra dois *trends* distintos, separando as amostras do grupo BHMzG das dos demais grupos. Ele mostra que os BHMzG são enriquecidos em TiO₂ e empobrecidos em MgO quando comparados com os granitoides dos demais grupos. No diagrama binário Sr vs Rb (Fig. 2.13e), constata-se que os granitoides magnesianos são mais ricos em Sr do que os BHMzG, assim como que os BMzG são enriquecidos em Rb em relação aos demais grupos, o que é consistente com a dominância entre as fases máficas de biotita em sua composição modal. O diagrama Sr/Ba vs. FeOt/(FeOt+MgO) também coloca em destaque o contraste geoquímico entre os BHMzG e os demais grupos (Fig. 2.13f), pois as razões Sr/Ba tendem a ser mais elevadas nos granitos magnesianos e isto reforça a acentuada diferença em termos de razões FeOt/(FeOt+MgO) entre eles.

A avaliação integrada de tais diagramas sugere a existência de dois grandes conjuntos de rochas que correspondem a rochas ferrosas e magnesianas (cf. Frost *et al.* 2001), equivalentes respectivamente a granitos com assinatura geoquímica similar aos granitos tipo A e a granitoides cordilheiranos cálcico-alcalinos (cf. Dall’Agnol & Oliveira, 2007). Além disso, os granitos ferrosos ou tipo A, podem ser subdivididos em tipo A reduzidos e oxidados. Tudo indica que tais associações granitoides tiveram evolução independente.

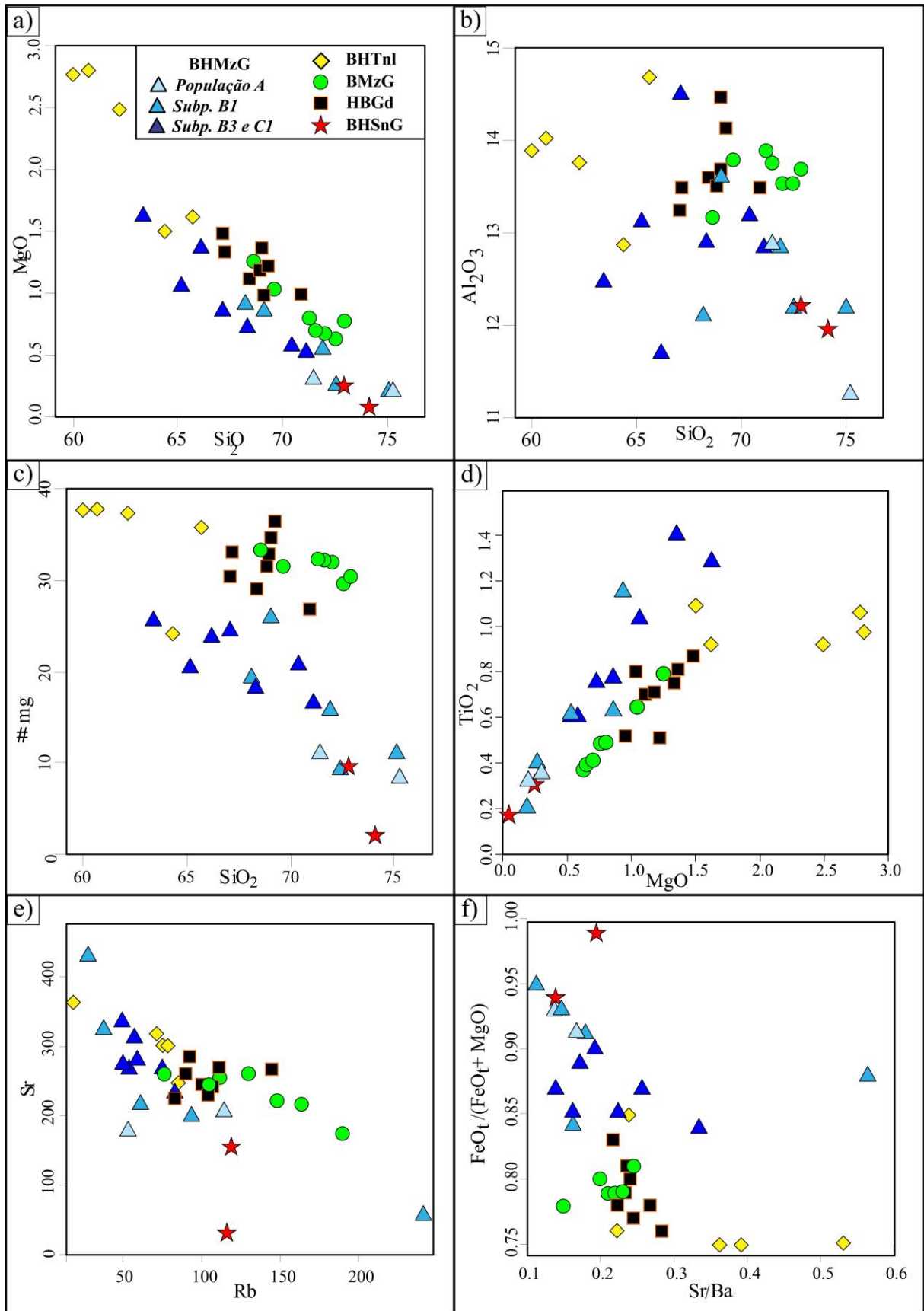


Figura 2.13 - Diagramas de variação química para elementos maiores e traços: a) e b) Diagrama de Harker de Al_2O_3 e MgO , respectivamente; c) Diagrama de Harker de #mg; d) Diagrama binário de TiO_2 vs MgO ; e) Diagrama de Sr vs Rb ; f) Diagrama de $FeO_t/(FeO_t+MgO)$ vs Sr/Ba .

1.7 RAZÕES $\text{FeO}_t/(\text{FeO}_t + \text{MgO})$ EM ROCHA TOTAL E MINERAIS

Além das informações sobre mineralogia, petrografia e SM discutidas anteriormente, foram compilados dados de química mineral e geoquímica de rocha total dos diferentes grupos de granitoides da Suíte Vila Jussara (Tabelas 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4). A grande maioria dos dados de rocha total e química mineral em microsonda de anfibólio e biotita foi compilada de Dall’Agnol *et al.* (2017), sendo complementados com dados obtidos pelo presente autor e apresentados na Tabela S3, S4 e S5. Os métodos empregados nas análises em rocha total e nas análises de minerais à microsonda são idênticos aos empregados e descritos por Dall’Agnol *et al.* (2017) e são apresentados em apêndice nos dados suplementares. Além de análises de amostras representativas da suíte em microsonda, foram obtidas análises de anfibólio e biotita por EDS em microscópio eletrônico de varredura de quase todas as amostras estudadas neste trabalho (Tabelas 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4). As análises por EDS são semiquantitativas e não representam com rigor a composição das fases analisadas, mas elas permitem verificar se há variações muito expressivas de uma amostra para outra de diferentes grupos ou entre amostras de um único grupo.

Para efeitos de comparação com a Suíte Vila Jussara, foram selecionados granitoides neoarqueanos da Província Carajás, da Suíte Planalto (Cunha *et al.* 2016), do Complexo Estrela (Barros *et al.* 2001) e dos granitoides de Vila União (Oliveira *et al.* 2018), bem como granitoides neoarqueanos do pluton Matok (Rapopo 2010; Laurent *et al.* 2014), localizado no Limpopo Belt na África do Sul.

Conforme discutido na seção anterior, dispõe-se de análises em rocha total de 36 amostras representativas dos diferentes grupos de granitoides. Quanto às análises de anfibólio e biotita, elas também cobrem todas variedades de granitoides da suíte e, de modo geral, as suas populações e subpopulações de SM. O conjunto de dados disponíveis se encontra sumarizado nas tabelas 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4.

1.7.1 Biotita-hornblenda monzogranito (BHMzG)

Em termos da razão $\text{FeO}_t/(\text{FeO}_t + \text{MgO})$ em rocha total, as amostras do subgrupo 1 (população A e subpopulação B₁) tendem a apresentar valores $\geq 0,90$, enquanto que as do subgrupo 2 (subpopulações B₃ e C₁) variam entre 0,84 e 0,89 (Tabela 2.1). Geoquimicamente, em rocha total, as amostras do subgrupo 1 podem ser classificadas como granitos ferrosos reduzidos [$\text{FeO}_t/(\text{FeO}_t + \text{Mg}) \geq 0,89$] e as do subgrupo 2 como granitos ferrosos oxidados

[(FeO_t)/(FeO_t+Mg) entre 0,84 e 0,88; cf. Dall’Agnol & Oliveira, 2007; Dall’Agnol *et al.* 2017]. As composições químicas obtidas em microsonda eletrônica quando lançadas em diagramas Fe/(Fe+Mg) vs. Al^{IV} (anfíbólio) e Fe/(Fe+Mg) vs. Al^{IV}+Al^{VI} (biotita) (Fig. 2.14) indicam que, em sua grande maioria, os anfíbólios do subgrupo 1 se formaram em condições de baixa fugacidade de oxigênio e as composições da sua biotita são compatíveis com as encontradas em granitos da série ilmenita ou, no caso da subpopulação B₁, transicionais entre as das séries Ilmenita e Magnetita (Ishihara, 1977; Anderson *et al.* 2008; Dall’Agnol *et al.* 2017).

As sete amostras analisadas do subgrupo 2, subpopulações B₃ e C₁, revelam em rocha total razão FeO_t/(FeO_t+Mg) entre 0,84 a 0,89, que se superpõem com aquelas mostradas pela subpopulação B₁ do subgrupo 1. Os dados de química mineral em cristais de anfíbólio e biotita de uma amostra representativa da subpopulação C₁ deste subgrupo analisada via microsonda eletrônica (PFA-39; Tab. 2.1), revelaram que seu anfíbólio se formou em condições intermediárias de *f*O₂ [razão (Fe/(Fe+Mg) entre 0,72 a 0,76; cf. Anderson & Smith, 1995; Fig. 2.14a], e os valores obtidos para a biotita são equivalentes aos encontrados em biotita de granitos da série magnetita [razão (Fe/(Fe+Mg) entre 0,65 a 0,67; Anderson *et al.* 2008, baseados na classificação de Ishihara, 1977; Fig. 2.14b]. Os dados de química mineral em anfíbólio obtidos por EDS em MEV sugerem que as amostras da subpopulação B₃ se formaram em condições de baixa fugacidade ou no limite entre baixa e intermediária (Fig. 14A), enquanto que a biotita mostra composição similar àquelas da transição entre as séries Ilmenita e Magnetita, chegando a apresentar afinidade com a biotita de granitos da série Magnetita na amostra PFA-80 (Figura 2.14; Tabela 2.1).

Os dados de química mineral obtidos por EDS em MEV, apesar de semiquantitativos, estão, de modo geral, alinhados com os dados de WDS-Microsonda (Tab. 2.1).

1.7.2 Biotita-hornblenda tonalito (BHTnl)

Geoquimicamente, as rochas analisadas deste subgrupo apresentam características de granitos magnesianos (Fig. 2.14c,d; cf. Dall’Agnol *et al.* 2017) com razão FeO_t/(FeO_t+Mg) entre 0,75 a 0,76 com um valor anômalo de 0,85 (PFA-62). As análises em microsonda em cristais de anfíbólio e biotita desta amostra PFA-62, da subpopulação B₂, revelaram que os anfíbólios possuem razão (Fe/(Fe+Mg) entre 0,68 a 0,71 e se formaram em condições intermediárias de fugacidade de oxigênio (Anderson & Smith, 1995; Fig. 2.14a) e que a composição da biotita é

compatível com a observada em granitos da série magnetita [razão (Fe/(Fe+Mg) entre 0,67 a 0,69; Anderson *et al.* 2008, baseados na classificação de Ishihara, 1977; Fig. 2.14b]. Por outro lado, o anfibólio da amostra MYF-40 da subpopulação C2 apresentou caráter magnesiano mais acentuado com razão (Fe/(Fe+Mg) entre 0,48 a 0,52, da mesma forma que sua biotita [(Fe/(Fe+Mg) entre 0,52 a 0,55], indicando formação em condições de alta fugacidade de oxigênio e mica com composição afim a da biotita de granitos da série Magnetita (Tabela 2.2).

1.7.3 Biotita monzogranito (BMzG)

As razões $\text{FeO}_v/(\text{FeO}_t+\text{MgO})$ em rocha total obtidas em sete amostras analisadas destes subgrupos variam entre 0,78 a 0,81 e revelam características de granitos magnesianos (Frost *et al.* 2001; cf. Dall'Agnol *et al.* 2017; Fig. 2.14c,d). Os resultados de química mineral obtidos via EDS-MEV em cristais de anfibólio para estes subgrupos são, em geral, muito consistentes, revelaram formação em condições de fugacidade de oxigênio transicional de intermediária a alta (Fig. 2.14a) e biotita com composição equivalente às da Série Magnetita (Fig. 2.14b). Tais resultados, estão em consonância com os dados obtidos via WDS-Microsonda em cristais de anfibólio e biotita de uma amostra representativa da subpopulação C₁ (MDP-55; Tab. 2.3), apontaram formação em condições intermediárias de $f\text{O}_2$ [razão (Fe/(Fe+Mg) entre 0,63 a 0,65; cf. Anderson & Smith, 1995; Fig. 2.14a], e para a biotita os valores correspondem aos granitos da série magnetita [razão (Fe/(Fe+Mg) entre 0,54 a 0,56; Anderson *et al.* 2008, baseados na classificação de Ishihara, 1977; Fig. 2.14b]. Neste grupo também foi analisada uma amostra representante da subpopulação C₂ (LIF-04A), as quais os anfibólios se formaram em condições variando entre intermediária à alta $f\text{O}_2$ [razão (Fe/(Fe+Mg) entre 0,54 a 0,62; cf. Anderson & Smith, 1995; Fig. 2.14a) e os valores da composição da biotita são equivalentes aos granitos da série magnetita [razão (Fe/(Fe+Mg) entre 0,53 a 0,55; Anderson *et al.* 2008, baseados na classificação de Ishihara, 1977; Fig. 2.14b].

1.7.4 Hornblenda-biotita granodiorito (HBGd)

As razões $\text{FeO}_t/(\text{FeO}_t+\text{MgO})$ em rocha total das amostras deste grupo variam de 0,76 a 0,83, se superpõem nas três subpopulações e são compatíveis com granitos magnesianos. Os dados de química mineral em anfibólio das subpopulações B₃ (amostra AFD-11A; razão 0,71 a 0,74) e C₁ (amostra ADE-01D; 0,66 a 0,70) sugerem sua formação em condições de

fugacidade de oxigênio intermediária (Fig. 2.14a), ao passo que no caso daqueles da subpopulação C₂ (amostra AFD-08; 0,60 a 0,68), a fugacidade de oxigênio seria transicional entre intermediária e alta. A biotita de todas amostras analisadas deste grupo exibe composições equivalentes às das biotitas de granitos da Série Magnetita (Fig. 2.14b), com razões Fe/(Fe+Mg) variando de 0,64 a 0,65 (AFD-11A, subpopulação B₃) para 0,58 a 0,61 (ADE-01D, subpopulação C₁) e 0,56 a 0,58 (AFD-08; subpopulação C₂). Os dados de química mineral para este grupo são muito consistentes e indicam fugacidade de oxigênio intermediária a alta (anfíbólio; Fig. 2.14a) ou composição equivalente à Série Magnetita (biotita; Fig. 2.14b).

2.5.5 Biotita-hornblenda sienogranitos (BHSnG)

A amostra MAR-119 exibe o valor mais elevado da razão $FeO_t/(FeO_t+MgO)$ em rocha total para todo o conjunto estudado igual a 0,99. As análises de anfíbólio em microsonda revelaram altos valores nas razões Fe/Fe+Mg, variando entre 0,93 a 0,95, compatíveis com o valor extremo obtido para a razão $FeO_t/(FeO_t+MgO)$ em rocha total. A amostra PFR-14 apresenta comportamento similar, com altos valores na razão $FeO_t/(FeO_t+MgO) = 0,94$.

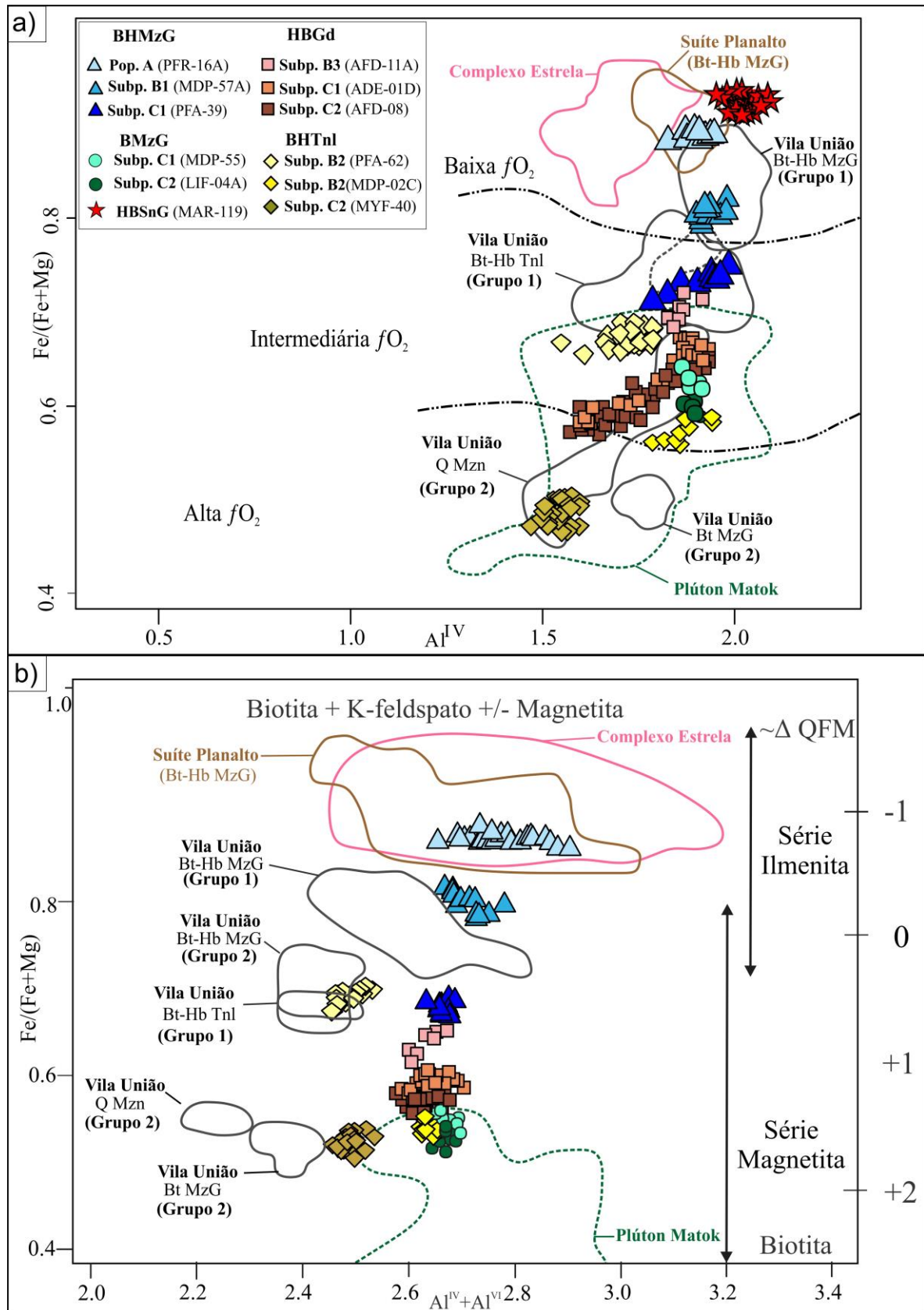


Figura 2. 114 - a) Diagrama de $Fe/(Fe+Mg)$ vs Al^{IV} nos anfibólios das diferentes da Suíte Vila Jussara exibindo o comportamento das rochas com relação a fO_2 . (Campos de fO_2 baixa, intermediária, alta de acordo com Anderson e Smith, 1995); b) Diagrama $Fe/(Fe+Mg)$ vs $Al^{IV}+Al^{VI}$ mostrando a composição das biotitas das diferentes variedades da Suíte VJ similares a série magnetita e ilmenita de Ishihara (1981), conforme domínios indicados por Anderson *et al.* (2008). Abreviaturas: Subp=subpopulação; Pop=população, B=biotita, H=hornblenda, SnG=sienogranito, Mzg=monzogranito, Gd=granodiorito, Tnl=tonalito; q mzn= quartzo-monzonito.

1.8 DISCUSSÕES

1.8.1 Estimativa de Fugacidade de Oxigênio para os granitoides da Suíte Vila Jussara

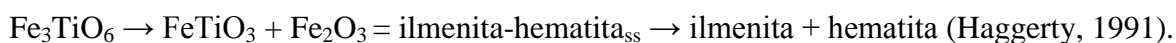
Buddington & Lindsley (1964) propuseram um oxibarômetro para rochas magmáticas crustais com base nas composições primárias (magnéticas) dos minerais óxidos de Fe e Ti formados no sistema ternário FeO-Fe₂O₃-TiO₂. Seu oxibarômetro se fundamentava na coexistência em equilíbrio de pares minerais óxidos de Fe e Ti, formados a partir de duas séries de soluções sólidas: (i) série titanomagnetita tendo como componentes ulvoespínélio e magnetita; e ii) série ilmeno-hematita cujos termos extremos são ilmenita e hematita. As variações composicionais dos termos das duas soluções sólidas seriam estritamente dependentes de temperatura e fugacidade de oxigênio (fO_2). Uma vez determinadas as composições magmáticas das duas séries existentes em equilíbrio, era possível com a utilização de um diagrama experimental determinar a temperatura e fO_2 reinantes durante a formação da rocha. Spencer & Lindsley (1981) aprimoraram o diagrama proposto por Buddington & Lindsley (1964).

O trabalho clássico de Buddington & Lindsley (1964) auxiliou enormemente na compreensão das soluções sólidas e variedades texturais envolvendo os minerais óxidos de Fe e Ti e das suas relações com processos relacionados a oxidação e exsolução. Entretanto, o fato de tais minerais estarem sujeitos e serem de modo geral fortemente afetados por reequilíbrio em condições *subsolidus*, particularmente em rochas ígneas plutônicas, criou dificuldades práticas para determinação das composições das fases primárias formadas e limitou a utilização de seu oxibarômetro. Este teve maior aplicação em rochas vulcânicas e hipabissais, em que o resfriamento rápido inibiu os processos de reequilíbrio subsolidus e permitiu a estimativa das composições das fases primárias das soluções ulvoespínélio-magnetita e ilmenita-hematita (cf. Dall'Agnol *et al.* 1997). Carmichael (1967) discutiu os minerais óxidos de Fe e Ti em rochas vulcânicas e suas relações com as fases silicáticas.

Buddington & Lindsley (1964) demonstraram que processos de oxi-exsolução eram responsáveis pela evolução de soluções sólidas de cristais de titanomagnetita primária para intercrescimentos principalmente de magnetita e ilmenita em treliça e, possivelmente, também de magnetita e ilmenita composta (Haggerty, 1991; Dall'Agnol *et al.* 1997). Em casos extremos ou de resfriamento por períodos prolongados, pode haver a formação de cristais de magnetita texturalmente homogêneos e composicionalmente afins do termo extremo da série. Isto se verifica no caso dos granitoides da Suíte Vila Jussara, formados em condições

plutônicas, submetidos à deformação expressiva e de idade arqueana. Nestas condições não se pode esperar a preservação de composições primárias dos minerais óxidos de Fe e Ti e não há condições objetivas para aplicar o oxigeobarômetro baseado nestes minerais. Por outro lado, as associações entre eles e as fases silicáticas, bem como as composições destas e da rocha total fornecem informações de grande relevância para estimar as condições de fugacidade de oxigênio reinantes durante a cristalização magmática.

Nos granitoides da Suíte Vila Jussara, evidências texturais, como os contatos retilíneos entre cristais automorfos de magnetita e minerais ferromagnesianos primários, são indicativas que a formação de magnetita se deu no estágio magmático. Quanto à composição, análises semiquantitativas em MEV demonstram que a composição da magnetita das diferentes variedades de granitoides da suíte são próximas do termo extremo (Fe_3O_4). Os intercrescimentos entre ilmenita e hematita podem ter sido gerados a partir de solução sólida ilmenita-hematita por processo de exsolução, segundo a reação:



A alteração de magnetita para martita corresponde a uma reação de oxidação em que o termo ferroso da magnetita é transformado em férrico. A martita é similar a hematita e esta reação traz consigo uma redução da SM da rocha.

A fugacidade de oxigênio ($f\text{O}_2$) é um importante parâmetro termodinâmico, pois exerce forte influência nas condições de formação de rochas em diversos sistemas geológicos (Frost, 1991). Em sistemas graníticos, a $f\text{O}_2$ é importante indicador petrológico, pois diferentes estados de oxidação afetam as condições de equilíbrio e a formação dos minerais de óxidos de Ti e Fe no sistema Fe-Si-O, assim como das fases silicáticas portadoras de Fe associadas a eles. Portanto a $f\text{O}_2$ reinante nos processos de formação e diferenciação tem implicações na evolução e cristalização magmática (Wones, 1981; Haggerty, 1991; Dall'Agnol *et al.* 1997). Além disso, a $f\text{O}_2$ exerce grande influência nos processos de formação de mineralizações (Ishihara, 1981; Blevin *et al.* 1996; Jugo *et al.* 2010). Diversos estudos teóricos e experimentais foram desenvolvidos com intuito de estimar a $f\text{O}_2$ e buscar compreender o papel da oxidação dos magmas, tanto na origem destes, quanto ao longo de sua diferenciação e cristalização (Buddington & Lindsley, 1964; Wones & Eugster, 1965; Carmichael, 1991; Frost, 1991; Frost & Lindsley, 1992; Anderson e Smith, 1995; Anderson *et al.* 2008; Ghiorso & Evans, 2008; Ridolfi *et al.* 2010; Putirka, 2016; Arató & Audétat, 2017).

Estudos experimentais para estimar a fugacidade de oxigênio por meio da composição do anfibólio demonstraram que existe uma estreita relação entre $f\text{O}_2$ e o parâmetro Mg^* neste mineral (Scaillet and Evans, 1999; Ridolfi *et al.* 2008, 2010). Para avaliar a consistência dos

valores empíricos de fO_2 estimados para as diferentes variedades da Suíte Vila Jussara, foram calculados valores de $\log fO_2$ para estas mesmas rochas com base na composição do anfibólio usando a equação de Ridolfi *et al.* (2010): $\Delta NNO = 1.644 \text{ Mg}^* - 4.01$

Onde $\text{Mg}^* = \text{Mg} + \text{Si}/47 - \text{VI Al}/9 - 1.3 \text{ VI Ti} + \text{Fe}^{3+}/3.7 + \text{Fe}^{2+}/5.2 - \text{B Ca}/20 - \text{A Na}/2.8 + \text{A}^{\text{I}}/9.5$.

Esta equação tem uma precisão estimada em 0.22 unidades de $\log fO_2$ (Ridolfi *et al.* 2010) e está em acordo com a incerteza esperada em outros trabalhos experimentais (0,2-0,3 unidades $\log fO_2$; Scaillet & Evans, 1999; Pichavant *et al.* 2002).

O conjunto de informações petrográficas, mineralógicas e geoquímicas disponível sobre os granitoides da Suíte Vila Jussara permite estimar de forma empírica, porém com razoável precisão, as condições de formação dos vários grupos de rochas e estes foram confrontados com os valores de $\log fO_2$ obtidos via composição do anfibólio, utilizando o método de Ridolfi *et al.* (2010). Os BHMzG da população A do subgrupo 1 se formaram no domínio de estabilidade da ilmenita e fora do campo de estabilidade da magnetita, suas razões $\text{FeOt}/(\text{FeOt}+\text{MgO})$ em rocha total são compatíveis com granitos tipo A reduzidos, sua composição de anfibólio indica formação em baixa fO_2 e a da biotita é correspondente à da mica da série Ilmenita (Tabela 2.1). Com base nisso, pode-se estimar que tenham evoluído em condições reduzidas (Fig 2.15a), com trajetória situada ligeiramente abaixo da curva do tampão faialita-magnetita-quartzo (FMQ; curvas tampão segundo Frost 1991). Esta estimativa é consistente com os valores de fugacidade de oxigênio deduzidos para a amostra PFR-16A com base no modelo de Ridolfi *et al.* (2010), com $\log fO_2$ variando entre -15,4 a -15,3, ou seja, abaixo de FMQ (Fig 2.15b). Por sua vez, os BHMzG da subpopulação B₁ do subgrupo 1, apesar de terem ilmenita com coroas de titanita como principal mineral opaco, já apresentam magnetita primária, suas razões $\text{FeOt}/(\text{FeOt}+\text{MgO})$ em rocha total são equivalentes as de granitos tipo A reduzidos ou oxidados e as composições de anfibólio apontam para condições de baixa fO_2 ou transicionais entre baixa e intermediária, enquanto que as da biotita indicam características das micas da série ilmenita ou transicionais entre série ilmenita e magnetita (Tabela 2.1). Este conjunto de dados sugere a formação desta variedade em condições moderadamente reduzidas, ou seja, já no domínio de estabilidade da magnetita, mas apenas ligeiramente acima da curva do tampão FMQ (Fig 2.15a). Tais dados mostram convergência com os valores quantitativos de $\log fO_2$ situados sobre a curva do tampão FMQ ou ligeiramente acima dela (amostra MDP-57A com $\log fO_2$ entre -15 a 14,9; Fig 2.15b). Os BHMzG do subgrupo 2, pertencentes às subpopulações B₃ e C₁, divergem significativamente das rochas do subgrupo 1, porque apresentam magnetita dominante sobre ilmenita e contém pirita transformada em goethita como fase expressiva (Tabela 2.1). Suas razões

FeOt/(FeOt+MgO) em rocha total permitem classificá-los como granitos tipo A oxidados, a composição de seu anfibólio aponta para formação em baixa fO_2 , podendo chegar a intermediária na subpopulação C_1 , e a da biotita é transicional entre biotitas de granitos da série ilmenita e magnetita, chegando à série magnetita nos granitos da subpopulação C_1 . Tais granitos se formaram acima do tampão FMQ, mas muito provavelmente abaixo do tampão NNO, podendo se estimar sua condição de fO_2 como equivalente a NNO-0,5. Esta estimativa é fortalecida pelos valores quantitativos de $\log fO_2$ obtidos que se situam acima de FMQ, porém abaixo da curva do tampão NNO (amostra PFA-39, $\log fO_2$ entre -14,6 a -14,4; Fig. 2.15b). A correlação positiva entre SM e diversas outras propriedades com fO_2 fica muito evidente nas três variedades da fácies BHMzG e aponta para consistência do conjunto de dados obtidos.

As amostras do grupo dos BHTnl se distribuem na subpopulação B_2 e se caracterizam pela dominância de pirita alterada para goethita, seguida, em geral, de magnetita (Tab. 2.2; esta é dominante apenas na amostra MYF-40 da subpopulação C_2). Suas razões FeOt/(FeOt+MgO) em rocha total indicam que são granitos magnesianos, com exceção da amostra PFA-62 (subpopulação B_2) que se enquadra entre os granitos tipo A oxidados. Os dados composicionais de anfibólio e biotita são muito consistentes e apontam, respectivamente, para formação em condições intermediárias de fO_2 e similaridade com biotitas de granitos da série magnetita (Tabela 2.2). Conclui-se que este granitoide cristalizou em condições oxidantes que podem ser estimadas como equivalentes a $NNO \pm 0.5$ e $NNO +1$ (Fig. 2.15a). Os valores quantitativos de $\log fO_2$ obtidos para as amostras PFA-62 e MDP-02C correspondem, respectivamente, a $\log fO_2$ -14,5 a -14 e $\log fO_2$ entre -13,8 a -13,5. Tais valores são algo distintos, mas são influenciados pela temperatura mais elevada indicada para a amostra MDP-02C (Fig. 2.15b). Ambos são consistentes com a estimativa empírica que sugere condições essencialmente oxidantes e próximas de $NNO \pm 0.5$ para esta variedade. A outra amostra analisada, MYF-40 (subpopulação C_2), revela condições de fO_2 claramente mais oxidantes, com valores de fO_2 entre -13,5 a -13,2 e próximas de $NNO +1$ (Fig. 2.15b). A amostra MYF-40 exhibe o caráter mais oxidado de todas amostras analisadas de granitoides da SVJ.

Os BMzG constituem um grupo de rochas com grande homogeneidade em termos de petrologia magnética, apresentando sempre magnetita como fase opaca dominante, seguida de pirita transformada em goethita com rara ilmenita. Suas razões FeOt/(FeOt+MgO) em rocha total permitem classificá-los como granitos magnesianos, a composição de seus anfibólios aponta para cristalização em condição intermediária ou transicional entre intermediária a alta

(subpopulação C₂) de fO_2 e a da biotita é equivalente à da mica dos granitoides da série magnetita (Tabela 2.3; Fig. 2.14a, b). Em linhas gerais, tais granitoides devem ter cristalizado em condições oxidantes, correspondentes com base nos dados empíricos provavelmente a $NNO + 0,5$ (Fig. 2.15a). Porém, os valores indicados pelo método quantitativo empregado, embora apresentem ligeira diferença em termos absolutos (MDP-55 da subpopulação C₁; $\log fO_2 = -14,2$ a -14 ; LIF-04A da subpopulação C, $\log fO_2 = -13,9$), situam-se ambos próximos e ligeiramente abaixo da curva do tampão NNO (Fig. 2.15b). Portanto, as diferenças de valor absoluto em termos de fO_2 refletem contrastes entre as temperaturas indicadas para as duas amostras e não variações efetivas de fO_2 . Somando a estimativa empírica com a quantitativa, pode-se estimar que a cristalização desta variedade se deu em condições de fO_2 correspondentes a $NNO \pm 0,5$.

Por fim, as rochas do grupo HBGD mostram fortes analogias com os BMzG em termos de opacos dominantes, razões $FeOt/(FeOt+MgO)$ em rocha total e composições de anfibólio e biotita (Tabela 2.4). Fica evidente no diagrama $Fe/(Fe+Mg)$ vs $Al^{IV}+Al^{VI}$, proposto por Anderson *et al.* (2008), uma variação no grau da oxidação da subpopulação B₃ para subpopulação C₁ e desta para subpopulação C₂ (Fig. 2.14a, b). Apesar das diferenças notadas em relação ao grau de oxidação neste grupo, fica evidente que as diversas subpopulações de rochas cristalizaram em condições oxidantes, estimadas como sendo próximas de $NNO + 0,5$ (Fig. 2.15a). Os valores calculados do $\log fO_2$ para subpopulação B₃ variam entre $-14,5$ a $-14,4$ (amostra AFD-11A), para a subpopulação C₁ entre $-14,3$ a $-14,2$ (amostra ADE-01D) e entre $-14,2$ a $-13,8$ (amostra AFD-16A) e, por último, na subpopulação C₂ entre $-14,2$ a $-13,7$ (AFD-08). Se forem levadas em conta as variações de temperatura, as variações de fO_2 se tornam ainda mais significativas. Os resultados quantitativos confirmam o caráter oxidado dos HBGD e apontam para cristalização em condições oxidantes, próximo da curva do tampão NNO, mais precisamente entre $NNO - 0,5$ e $NNO + 0,5$ (Fig. 15b).

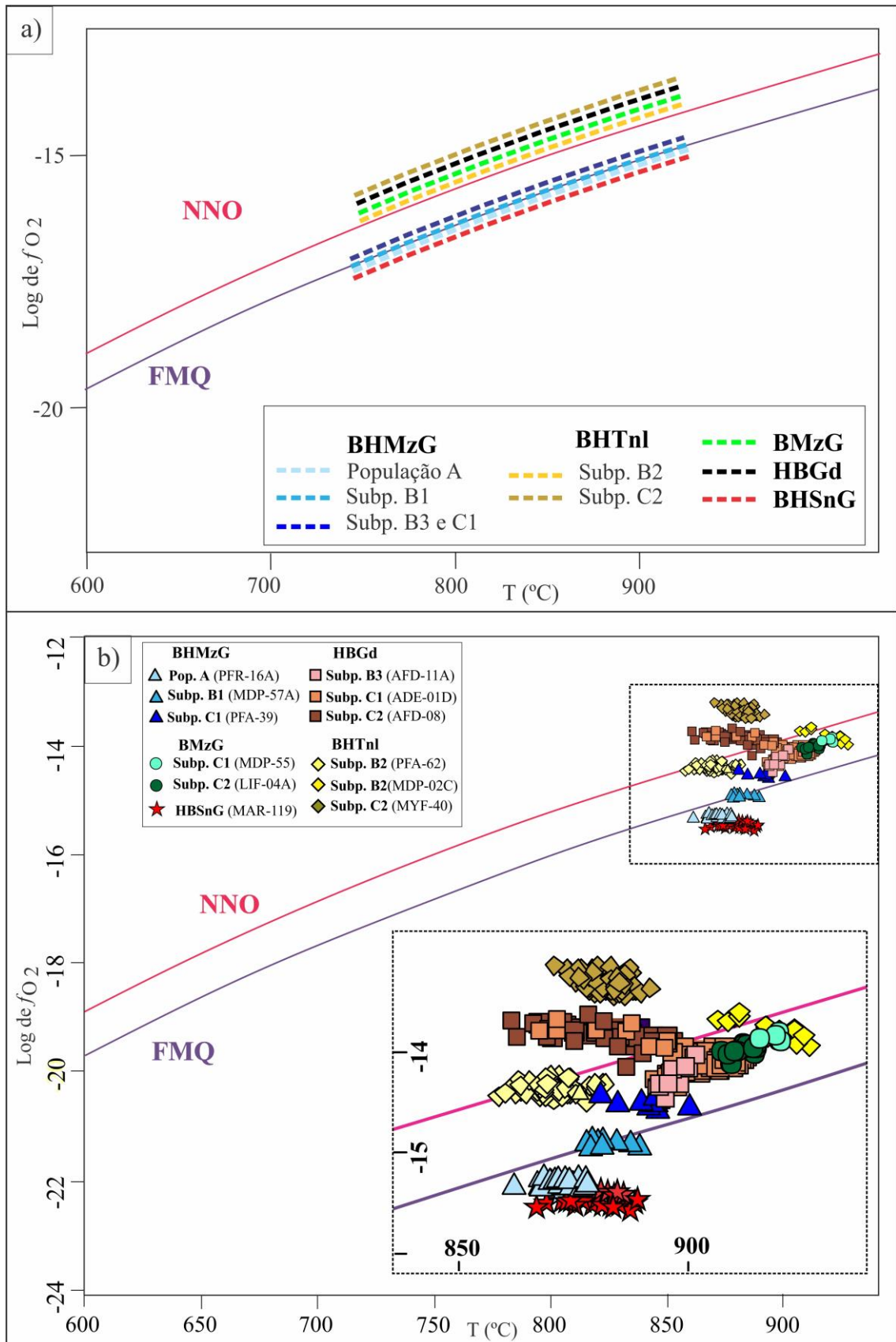


Figura 2.15 - a) Diagrama T versus $\log fO_2$ mostrando intervalos de temperatura e a condições de fugacidade (fO_2) estimados de modo empírico para as diferentes variedades de granitoides da SVJ. **b)** Diagrama de temperatura versus $\log fO_2$ para os granitoides da SVJ, sendo temperaturas e a fO_2 calculadas com base na composição do anfibólio de acordo com Ridolfi *et al.* (2010). Curvas dos tampões faiailita-magnetita- quartzo (FMQ) e níquel-óxido de níquel (NNO) conforme Frost (1991).

1.8.2 Estudo comparativo entre a Suíte Vila Jussara e granitos similares da Província Carajás

Foram realizados estudos detalhados de petrologia magnética em granitoides neoarqueanos pertencentes à Suíte Planalto (Cunha *et al.* 2016) e da região de Vila União (Oliveira *et al.* 2018), os quais serviram de base para o estudo comparativo com as rochas estudadas nesta pesquisa. Em geral, essas rochas neoarqueanas apresentam um padrão de distribuição bimodal de SM como indicam os histogramas de frequência (Fig. 2.16 a, c, e), sendo que as rochas da Suíte Planalto e dos granitoides de Vila União são divididas em dois grupos: o grupo 1 é marcado por baixos valores de SM e caracterizado pela presença de ilmenita e ausência de magnetita, enquanto o grupo 2 apresenta valores mais elevados de SM e, além de ilmenita, tem-se presença expressiva de magnetita (Cunha *et al.* 2016; Oliveira *et al.* 2018). Porém, a presença de magnetita nas rochas do grupo 2 da Suíte Planalto não confere um caráter oxidado para este grupo, pois os dados geoquímicos e de química mineral [elevadas razões $\text{FeO}/(\text{FeO}+\text{MgO})$] indicam que tais rochas se formaram em condições moderadamente reduzidas, no campo de estabilidade da magnetita, mas muito próximo da curva do tampão FMQ (Feio *et al.* 2012; Cunha *et al.* 2016). Já no caso dos granitoides do grupo 1 de Vila União, a maior parte das amostras analisadas se situa no campo dos granitos tipo A reduzidos, transicionando para o campo A oxidado e elas são similares em termos de $f\text{O}_2$ aos BHMzG da Suíte Vila Jussara (Oliveira *et al.* 2018).

Portanto, o grupo Biotita-hornblenda monzogranito da Suíte Vila Jussara apesar do seu comportamento diversificado no que tange à SM, exibe similaridades em termos dos minerais óxidos de Fe e Ti e de suas relações texturais, conteúdos modais relativamente baixos de minerais opacos e dos valores de SM e, de modo geral, em termos de petrologia magnética, com os granitos da Suíte Planalto (Cunha *et al.* 2016) e com os biotita-hornblenda monzogranitos pertencentes ao grupo 1 dos granitoides da região de Vila União (Fig. 2.16).

Por sua vez, as variedades de granitoides da Suíte Vila Jussara classificadas como biotita-hornblenda tonalito, biotita monzogranito e hornblenda-biotita granodiorito se caracterizam por tenderem a apresentar caráter magnésiano e evoluíram em condições oxidantes. Tais variedades não possuem correspondente na Suíte Planalto. Quanto aos granitoides de Vila União, há um número significativo de amostras das fácies biotita monzogranito/leucogranito e biotita-hornblenda monzogranito que pertencem ao grupo 2 daquele conjunto e plotam no limite entre os campos dos granitos ferrosos e magnésianos (Oliveira *et al.* 2018). Tais rochas certamente se formaram em condições de fugacidade de

oxigênio oxidantes e seriam comparáveis em termos de fO_2 aos granitoides magnesianos da Suíte Vila Jussara.

Embora não tenham sido efetuados estudos de petrologia magnética detalhados sobre os granitos do Complexo Estrela e os granitos Serra do Rabo e Igarapé Gelado, as informações disponíveis (Barros *et al.* 2009, Cunha *et al.* 2016, Dall’Agnol *et al.* 2017) indicam que o Complexo Estrela e o Granito Serra do Rabo se formaram em condições de fO_2 similares às admitidas para as fácies reduzidas da Suíte Vila Jussara. No caso do Granito Igarapé Gelado, tem-se variação mais ampla de fO_2 cobrindo os campos dos granitos tipo A reduzidos e oxidados e se assemelhando ao que se observa no conjunto de biotita-hornblenda monzogranitos da Suíte Vila Jussara.

O diagrama binário de SM versus conteúdo modal de opacos indica uma correlação fraca entre essas variáveis (Fig. 2.16 b, d, f). Ele mostra, no entanto, uma nítida separação entre as rochas portadoras de magnetita (variedades oxidadas do BHMzG e granitoides magnesianos de Vila Jussara; rochas dos grupos 2 da Suíte Planalto e dos granitoides de Vila União) e as desprovidas ou muito pobres neste mineral (variedades reduzidas do BHMzG de Vila Jussara; rochas dos grupos 1 da Suíte Planalto e dos granitoides de Vila União).

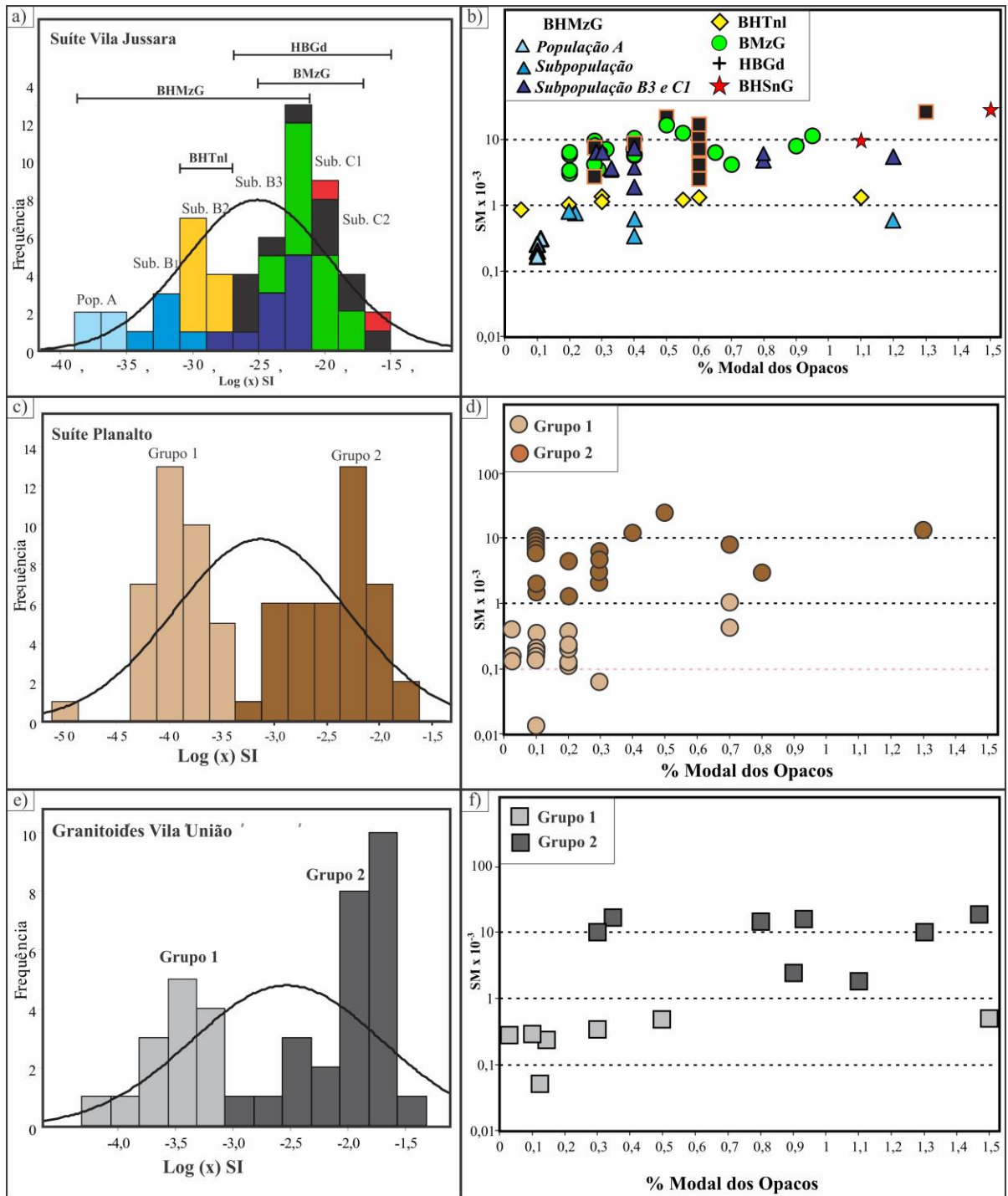


Figura 2.16- a) Histogramas de suscetibilidade magnética (SM): a) Suíte Vila Jussara; c) Suíte Planalto; e) granitoides de Vila União; diagramas binários de conteúdo modal de opacos (% em volume) vs SM (SI): b) Suíte Vila Jussara; d) Suíte Planalto; f) granitoides de Vila União.

1.8.3 Possíveis causas para a variação de fugacidade de Oxigênio nos granitoides da Suíte Vila Jussara

A ampla variação de fO_2 registrada nas variedades da Suíte Vila Jussara não é muito comumente observada, pois granitos tendem a manter um padrão dominante e se alinhar

segundo um tampão durante sua evolução (Dall'Agnol *et al.* 2005, Cunha *et al.* 2016). Entre as possíveis explicações para isto, podem ser destacadas duas:

- 1) Variações composicionais na fonte dos magmas que se reflitam em contrastes de fO_2 nos líquidos gerados – Esta hipótese foi apresentada inicialmente por Dall'Agnol *et al.* (2017) que argumentaram que as variedades reduzidas da Suíte Vila Jussara e de outros granitos neoarqueanos seriam derivadas de fontes toleíticas metamorfasadas em fácies granulito, ao passo que aquelas com caráter oxidado seriam provenientes de granulitos máficos a intermediários de natureza cálcico-alcalina. Esta hipótese permanece válida e implica admitir que o caráter reduzido ou oxidado dos magmas dos granitoides neoarqueanos seria em sua essência feição herdada da fonte dos magmas (cf. Carmichael, 1991; Frost & Frost, 1997; Pichavant *et al.* 1996; Rajesh, 2008).
- 2) Efeitos de outros constituintes voláteis presentes no líquido magmático que possam influenciar a trajetória de fO_2 do magma durante sua cristalização – Uma feição mineralógica nos granitoides de Vila Jussara chama a atenção. As variedades mais acentuadamente reduzidas (BHMzG da população A e da subpopulação B1) praticamente não apresentam pirita, nem outros tipos de sulfetos (Tabela 2.1). Sulfetos passam a ocorrer de modo significativo nos BHMzG das subpopulações B3 e C1 (Tabela 2.1) que são moderadamente oxidadas. Nas demais variedades da Suíte Vila Jussara, que englobam granitoides francamente oxidados, constata-se que nos biotita-hornblenda tonalitos os sulfetos são a fase opaca modal mais abundante (Tabela 2.2) e, nos biotita monzogranitos e hornblenda-biotita granodioritos, os sulfetos estão presentes na quase totalidade das amostras e vem logo após a magnetita em abundância (Tabelas 2.3 e 2.4). Os granitos da Suíte Planalto apresentam o mesmo tipo de feições (Cunha *et al.* 2016) descritas nas variedades reduzidas da Suíte Vila Jussara. Mussalam *et al.* (2014) discutiram o possível efeito de enxofre em variações no grau de oxidação de magmas em ambiente vulcânico. Eles mostraram evidências que a liberação por degaseificação de voláteis ricos em enxofre afeta a fugacidade de oxigênio dos líquidos residuais que tendem a ser mais reduzidos. Por extensão, podemos admitir que a presença no magma de sulfetos em quantidade expressiva, tal como indicado pela ocorrência de pirita, possa ter causado oxidação, o que explicaria o contraste em grau de oxidação entre os granitoides oxidados, portadores de pirita, e os reduzidos, desprovidos de pirita e, por extensão, de enxofre em teores apreciáveis.

Outro componente volátil que poderia influenciar a fugacidade de oxigênio no magma seria a água. Gaillard *et al.* (2001) avaliaram experimentalmente os efeitos de adição de água em líquidos em termos de variações de fO_2 . Eles concluíram que a água pode exercer efeito oxidante, mas o mesmo é restrito a líquidos magmáticos relativamente reduzidos, sendo que em magmas oxidados de séries cálcico-alcalinas, a presença de água dissolvida não deveria exercer influência marcante na fO_2 . Estas observações podem auxiliar a explicar a variação de fO_2 entre os granitos dos grupos 1 e 2 da Suíte Planalto e, por analogia, entre os BHMzG da população A e da subpopulação B1 da Suíte Vila Jussara. O ligeiro contraste em fO_2 entre estas rochas pode refletir um aumento comparativo no conteúdo de água nas rochas portadoras de magnetita, algo mais oxidadas do que aquelas desprovidas de magnetita.

Não se pode no estágio atual ser inteiramente conclusivo sobre as causas das variações de fO_2 nos granitoides da Suíte Vila Jussara. Nada impede que as hipóteses apresentadas atuem eficazmente em diferentes situações, seja isoladamente ou de modo integrado, mais provavelmente em pares, nos casos assinalados acima. Fica evidente do exposto que este tema possui grande relevância e deve ser alvo de pesquisas complementares.

1.9 CONCLUSÕES

A integração dos dados de suscetibilidade magnética, estudos petrográficos, geoquímicos e de química mineral permitiu a subdivisão dos granitoides da Suíte Vila Jussara em quatro principais grupos petrográficos com ampla variação no comportamento magnético. Foram diferenciadas diversas populações e subpopulações de SM e se concluiu que tais grupos se formaram em condições contrastantes de fugacidade de oxigênio. Seguem as principais conclusões da pesquisa:

O grupo BHMzG é formado por dois subgrupos: o primeiro constituído por granitos com baixa SM (população A e subpopulação B₁), caracterizados pela dominância de ilmenita com magnetita ausente ou subordinada e desprovidos de pirita. Tais rochas são classificadas como granitos ferrosos reduzidos derivados de magma reduzido que evoluiu em fugacidade de oxigênio desde abaixo de FMQ (população A) até moderadamente reduzidas, igual ou ligeiramente superior a FMQ (subpopulação B₁). O segundo subgrupo compreende granitos ferrosos oxidados (subpopulações B₃ e C₁), sendo marcado pela presença significativa de magnetita, que é dominante em relação à ilmenita, e

pelo conteúdo modal expressivo de pirita. Tais rochas evoluíram em condições acima do tampão FMQ, porém abaixo do tampão NNO ($\text{NNO}-0,5$);

A variedade BHTnl (subpopulações B_2 e C_2) apresenta comportamento bastante homogêneo com valores moderados de SM (subpopulação B_2), amplo domínio dos sulfetos em relação à magnetita e ilmenita subordinada. A exceção é uma única amostra com ampla dominância de magnetita e alta SM (MYF-40; subpopulação C_2). Os BHTnl são granitoides magnesianos que evoluíram em condições essencialmente oxidantes, sendo que a subpopulação B_2 formou-se em condições equivalentes a $\text{NNO}+0,5$ e a subpopulação C_2 próximo de $\text{NNO}+1$;

O grupo BMzG exhibe ampla variação em termos de SM e contém magnetita como principal fase opaca secundada pela pirita e é praticamente desprovido de ilmenita (subpopulações B_3 , C_1 e C_2). Exibem um padrão muito homogêneo tanto em termos de petrologia magnética quanto geoquímico. São granitoides da série magnetita, geoquimicamente similares aos granitos magnesianos, e se admite uma origem comum para as diferentes subpopulações de SM, as quais cristalizaram em condições oxidantes ($\text{NNO}\pm 0,5$);

Os HBGd exibem valores variáveis de SM (subpopulações B_3 , C_1 e C_2) e evoluíram em condições essencialmente oxidantes, porém com ligeiras variações nos graus de oxidação de uma subpopulação para outra, dentro do intervalo das curvas dos tampões $\text{NNO} - 0,5$ a $\text{NNO} + 0,5$.

Além dos grupos mencionados, foi descrito BHSnG com alta SM e conteúdo modal máximo de magnetita, porém que apresenta contraditoriamente caráter acentuadamente reduzido, conforme relevado por suas razões $\text{FeO}_t/(\text{FeO}_t+\text{MgO})$ em rocha total e minerais. Assume-se que o BHSnG se formou em condições reduzidas, mas não se tem uma explicação para seu alto conteúdo de magnetita juntamente com o conseqüente alto valor de SM.

O subgrupo 1 dos BHMZG da SVJ, composto de granitos ferrosos reduzidos, é bastante similar aos granitos da Suíte Planalto e aos granitoides ferrosos reduzidos de Vila União, os quais evoluíram em condições redutoras ($\text{FMQ}\pm 0,5$). As demais variedades da Suíte Vila Jussara, BHTnl, BMzG e HBGd, se formaram em condições essencialmente oxidantes e, neste aspecto, se assemelham aos granitos oxidados da Vila União, tendo ambos cristalizado em condições de moderada a alta $f\text{O}_2$ (entre $\text{NNO}\pm 0,5$ e $\text{NNO}+1$). Em geral, os granitoides neoarqueanos do Pluton Matok, do Cinturão Limpopo na África do Sul, diferem das rochas da SVJ, pois exibem caráter mais oxidado.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal do Pará (UFPA), ao Instituto de Geociências, ao Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica, por toda

infraestrutura disponibilizada. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo (L. A. M. Sousa). Ao CNPq por apoio (R. Dall'Agnol - Proc. 306108/2014-3; I.R.V. Cunha); Ao professor Davis Carvalho e ao doutorando Fernando Silva por todo apoio na Campanha de Campo e pelas discussões ao longo da execução desta pesquisa. A Silvío F. Vlach, Hilton T. Costi e aos revisores do artigo por suas críticas que enriqueceram o trabalho. A Bruno Scaillet (ISTO, Orléans) por discussões petrológicas. Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Geociências da Amazônia/Geociam (CNPq-FAPESPA-CAPES-PETROBRAS, Processo N°573733/2008-2) pelo apoio financeiro. Ao professor Cláudio N. Lamarão, responsável pelo Laboratório de Microanálises da UFPA e, pelo apoio técnico, Ana Paula Corrêa e Gisele T. Marques, respectivamente, na aquisição dos dados químico-mineralógicos em EDS-MEV e WDS-Microsonda.

Referências

- Almeida, J.A.C., Dall'Agnol, R., Oliveira, D.C. 2006. Geologia; petrografia e geoquímica do granito anorogênico Bannach; Terreno Maria; Pará. *Revista Brasileira de Geociências*, **36** (2):282-295.
- Almeida, J.A.C., Guimarães, F.V., Dall'Agnol, R. 2007. Petrologia Magnética do Granito Anorogênico Bannach, Terreno Granito-Greenstone de Rio Maria, Pará. *Revista Brasileira de Geociências*, **37**(1):17-36.
- Almeida, J.A.C., Dall'Agnol, R., Oliveira, M.A., Macambira, M.B., Pimentel, M.M., Rämö, O.T., Guimarães, F.V., Leite, A.A.S. 2011. Zircon geochronology and origin of the TTG suites of the Rio Maria granite-greenstone terrane: Implications for the growth of the Archean crust of the Carajás province, Brazil. *Precambrian Research*, **187**:201-221.
- Almeida, J.A.C., Dall'Agnol, R., Leite, A.A.S. 2013. Geochemistry and zircon geochronology of the Archean granite suites of the Rio Maria granite-greenstone terrane, Carajás Province, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **42**:103-126.
- Anderson, J.L., Smith, D.R. 1995. The Effects of temperature and fO_2 on the Al-in-hornblende barometer. *American Mineralogist*, **80**:549- 559.
- Anderson, J.L., Barth, A.P., Wooden J.L., Mazdab, F. 2008. Thermometers and thermobarometers in granitic systems. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, **69**:121-142.
- Althoff, F.J., Barbey P., Boullier, A.M. 2000. 2.8-3.0 Ga plutonism and deformation in the SE Amazonian craton: the Archean granitoids of Marajoara (Carajás Mineral Province, Brazil). *Precambrian Research*, **104**:187-206.
- Arató, R., & Audétat, A. 2017. Vanadium magnetite–melt oxybarometry of natural, silicic magmas: a comparison of various oxybarometers and thermometers. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **172**(7), 52.
- Barbosa, J.P.O. 2004. Geologia Estrutural, Geoquímica, Petrografia e Geocronologia de granitoides da região do Igarapé Gelado, norte da Província Mineral de Carajás. Dissertação

de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 96p.

Barros, C.E.M., Barbey, P., Boullier, A.M. 2001. Role of magma pressure, tectonic stress and crystallization progress in the emplacement of the syntectonic A-type Estrela Granite Complex (Carajás Mineral Province, Brazil). *Tectonophysics* **343**:93–109.

Barros, C.E.M., Sardinha, A.S., Barbosa, J.P.O., Macambira, M.J.B. 2009. Structure, petrology, geochemistry and zircon U/Pb and Pb/Pb geochronology of the synkinematic Archean (2.7 Ga) A-Type granites from the Carajás Metallogenic Province, northern Brazil, *The Canadian Mineralogist*, **47**:1423-1440.

Blevin, P.L., Chappell, B.W., Allen, C.M. (1996) Intrusive metallogenic provinces in eastern Australia based on granite source and composition. *Geol Soc Am Spec Pap*, **315**:281–290.

Buddington, A.F. & Lindsley, D.H. 1964. Iron-titanium oxide minerals and synthetic equivalents. *J. Petrology*, **5** (2):310-357.

Carmichael, I.S.E. 1967. The iron-titanium oxides of salic volcanic rocks and their associated ferromagnesian silicates. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **14**:36-64.

Carmichael, I.S.E. 1991. The redox states of basic and silicic magmas: a reflection of their source regions. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **106**:129-141.

Chakraborti, T.M., Ray, A., Deb, G.K., Upadhyay, D., Chakrabarti, R. 2019. Evidence of crustal reworking in the Mesoarchean: Insights from geochemical, U-Pb zircon and Nd isotopic study of a 3.08–3.12 Ga ferro-potassic granite-gneiss from north-eastern margin of Singhbhum Craton, India. *Lithos*, **330**:16-34.

Clark, D.A. 1999. Magnetic petrology of igneous intrusions: implications for exploration and magnetic interpretation. *Exploration Geophysics*, **30**:5-26.

Cunha, I.R.V., Dall'Agnol, R., Feio, G.R.L. 2016. Mineral chemistry and magnetic petrology of the Archean Planalto Suite, Carajás Province e Amazonian Craton: Implications for the evolution of ferroan Archean granites. Brasil. *Journal of South American Earth Sciences*, **67**: 100-121.

Czamanske, G.K., & Mihalik, P. 1972. Oxidation during magmatic differentiation, Finnmarka complex, Oslo area, Norway: Part 1, The opaque oxides. *Journal of Petrology*, **13**(3):493-509.

Dall'Agnol, R., Pichavant, M., Champenois, M. 1997. Iron-titanium oxide minerals of the Jamon Granite, eastern Amazonian region, Brazil: implications for the oxygen fugacity in Proterozoic, A-type granites. *An. Acad. Bras. Ci.*, **69**(3):325-347.

Dall'Agnol, R., Teixeira, N.P., Ramo, O.T., Moura, C.A.V., Macambira, M.J.B., Oliveira, D.C. 2005. Petrogenesis of the Paleoproterozoic, rapakivi, A-type granites of the Archean Carajás Metallogenic Province, Brazil. *Lithos*, **80**:101-129.

Dall'Agnol, R., Oliveira, M.A., Almeida, J.A.C., Althoff, F.J., Leite, A.A.S., Oliveira, D.C., Barros, C.E.M. 2006 Archean and Paleoproterozoic granitoids of the Carajás metallogenic province, eastern Amazonian craton. In: Dall'agnol, R., Rosa-Costa, L.T., Klein, E.L. (eds.). *Symposium on Magmatism, Crustal Evolution, and Metallogenesis of the Amazonian Craton. Abstracts Volume and Field Trips Guide*. Belém, PRONEX- UFPA/SBG-NO, 150p.

Dall'Agnol, R. & Oliveira, D. C. 2007. Oxidized, magnetite series, rapakivi-type granites of Carajás, Brazil: implications for classification and petrogenesis of A-type granites. *Lithos*, **93**(3-4):215-233.

- Dall'Agnol, R., Oliveira, D.C., Guimarães, F.V., Gabriel, E.O., Feio, G.R.L., Lamarão, C.N., Althoff, F.A., Santos, P.A., Teixeira, M.F.B, Silva, A.C., Rodrigues, D.S., Santos, C.R.P., Silva, R.D., Santos, P.J.L. 2013. Geologia do Subdomínio de Transição do Domínio Carajás – implicações para a evolução arqueana da Província Carajás – Pará. Anais do Simpósio de Geologia da Amazônia 13: 1 CD-ROM.
- Dall'Agnol, R., Cunha, I.R.V., Guimarães, F.V., Oliveira, D.C., Teixeira, M.F.B., Feio, G.R.L., Lamarão, C.N. 2017. Mineralogy, geochemistry, and petrology of Neoproterozoic ferroan to magnesian granites of Carajás Province, Amazonian Craton: The origin of hydrated granites associated with charnockites. *Lithos*, **277**: 3-32.
- Debon, F. & LeFort, P. 1983. A chemical–mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. Transactions of the Royal Society of Edinburgh, *Earth Sciences*, **73**:135-149.
- Docegeo, (Rio Doce Geologia e Mineração), 1988. Revisão litoestratigráfica da Província Mineral de Carajás, in: 35 Congresso Brasileiro de Geologia. CVRD/SBG, Belém, pp.11–59.
- Feio, G.R.L., Dall'Agnol, R. 2012. Geochemistry and petrogenesis of the Mesoproterozoic granites from the Canaã dos Carajás Area, Carajás Province, Brazil: implications for the origin of Archean granites. *Lithos*, **154**: 33-52.
- Feio, G.R.L., Dall'Agnol, R., Dantas, E., Macambira, M.J.B., Gomes, A.C.B., Sardinha, A.S., Santos, P. 2012. Geochemistry, geochronology, and origin of the planalto granite suite and associated rocks: implications for the neoproterozoic evolution of the Carajás Province. *Lithos*, **151**:57-73.
- Feio, G. R. L., Dall'Agnol, R., Dantas, E. L., Macambira, M. J. B., Santos, J.O. S., Althoff, F. J. 2013. Archean granitoid magmatism in the Canaã dos Carajás area: Implication for crustal evolution of the Carajás province, Amazonian cráton, Brazil. *Precambrian Research*, **227**: 157-185.
- Frost, B.R. 1991a. Introduction to oxygen fugacity and its petrologic importance. LINDSLEY, D.H. (Ed.): Oxide minerals: petrologic and magnetic significance. Washington, D. C., *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, **25**:1-9.
- Frost, B.R. 1991b. Magnetic petrology: factors that control the occurrence of magnetite in crustal rocks. LINDSLEY, D.H. (Ed.): Oxide minerals: petrologic and magnetic significance. Washington, D. C., *Mineralogical Society of America*, **25**:433-468.
- Frost, B.R. & Lindsley, D.H. 1992. Equilibria among Fe-Ti oxides, pyroxenes, olivine, and quartz: Part II. Application. *American Mineralogist*, **77**(9-10):1004-1020.
- Frost, C.D. & Frost, B.R. 1997. Reduced rapakivi type granites: the tholeiitic connection. *Geology*, **25**:647-650.
- 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. *J. Petrol*, **42**:2033-2048.
- Gabriel, E.O., Oliveira, D.C., Galarza, M.A. 2010. Petrografia e Geocronologia de granitoides do Complexo Xingu da região nordeste de Água Azul do Norte, Província Mineral de Carajás, In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 45, Anais, Belém, CDrom.
- Gabriel, E.O., Oliveira, D.C., Santos, M.S. 2014. Sanukitoides mesoproterozoicos de Água Azul do Norte, Sul do Domínio Carajás: Novos dados e perspectivas. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 47, Anais, Salvador, CDrom.

- Gaillard, F., Scaillet, B., Pichavant, M., Bény, J. M. 2001. The effect of water and fO_2 on the ferric–ferrous ratio of silicic melts. *Chemical Geology*, **174**(1-3):255-273.
- Geuna, S.E., McEnroe, S.A., Robinson, P., Escosteguy, L.D. 2008. Magnetic petrology of the Devonian Achala Batholith, Argentina: Titanohaematite as an indicator of highly oxidized magma during crystallization and cooling. *Geophysical Journal International*, **175**(3):925-941.
- Ghiorso, M.S & Evans, B.W. 2008. Thermodynamics of rhombohedral oxide solid solutions and a revision of the Fe-Ti two-oxide geothermometer and oxygen-barometer. *Am J Sci*, **308**(9):957-1039
- Haggerty, S.E. 1991. Oxide textures - a mini-atlas. In: LINDSLEY, D. H. Oxide minerals: petrologic and magnetic significance. Mineral Soc. Am. *Reviews in Mineralogy*, **25**:129-219. (129-137).
- Huhn, S.B., Macambira, M.J.B., Dall’Agnol, R., 1999. Geologia e geocronologia Pb/Pb do granito alcalino arqueano planalto, região da Serra do Rabo, Carajás-PA. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 6, Manaus. Boletim de Resumos Expandidos. Manaus: SBG-NNO. **1**:463-466.
- Ishihara, S. 1977. The magnetite-series and ilmenite-series granitic rocks. *Mining Geology*, **27**:293-305.
- Ishihara, S. 1981. The granitoid series and mineralization. *Econ. Geol.*, **75**:458-484.
- Janoušek, V., Farrow, C. M., Erban, V. 2006. Interpretation of whole-rock geochemical data in igneous geochemistry: introducing Geochemical Data Toolkit (GCDkit). *Journal of Petrology*. **47**(6):1255-1259.
- Javier Rios, F., Villas, R.N., Dall’Agnol, R. 1995. O Granito Serra dos Carajás: fácies petrográficas e avaliação do potencial metalogenético para estanho no setor norte. *Rev. Bras. Geociencias*, **25**:20-31 in Portuguese.
- Jayananda, M., Chardon, D., Peucat, J.J., Capdevila, R. 2006. 2.61 Ga potassic granites and crustal reworking in the western Dharwar craton, southern India: tectonic, geochronologic and geochemical constraints. *Precambrian Research*, **150**(1-2):1-26.
- Jayananda, M., Santosh, M., Aadhiseshan, K.R. 2018. Formation of Archean (3600–2500 Ma) continental crust in the Dharwar Craton, southern India. *Earth-Science Review*, **181**:12-42
- Jugo, P.J., Wilke, M., Botcharnikov, R.E. 2010. Sulfur K-edge XANES analysis of natural and synthetic basaltic glasses: implications for S speciation and S content as function of oxygen fugacity. *Geochim Cosmochim Acta*, **74**(20):5926-5938.
- Laurent, O., Rapopo, M., Stevens, G., Moyon, J.F., Martin, H., Doucelance, R., Bosq, C. 2014. Contrasting petrogenesis of MgeK and FeeK granitoids and implications for post-colisional magmatism: case study from the Late-Archean Matok pluton (Pietersburg block, South Africa). *Lithos*, **196**:131-149.
- Leite-Santos, P.J.L., Oliveira, D.C. 2016. Geologia, petrografia e geoquímica das associações leucograníticas arqueanas da área de Nova Canadá – Província Carajás. *Geologia USP, Série Científica*, **16**(2):37-66
- Le Maitre, R.W. 2002. A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms, second ed. pp. 193 London.

- Macambira, M.J.B., Lancelot, J. 1996. Time constraints for the formation of the Archean Rio Maria crust, southeastern Amazonian Craton, Brazil. *International Geology Review*, **38**:1134-1142
- Machado, N., Lindenmayer, Z., Krogh, T.H., Lindenmayer, Z.G. 1991. U-Pb geochronology of Archean magmatism and basement reactivation in the Carajás area, Amazon shield, Brazil. *Precambrian Research*, **49**:329-354.
- Magalhães, M.S, Dall'Agnol, R. 1992. Estudos de minerais opacos e suscetibilidade magnética nos Granitos Musa e Jamon (Região de Rio Maria – SE do Pará) e suas implicações petrológicas. *Revista Brasileira de Geociências*, **22**:184-197p.
- Magalhães, M.S., Dall'Agnol, R., Sauck, W.A., Gouvea, L.J. 1994. Suscetibilidade magnética: um indicador da evolução petrológica de granitoides da Amazônia. *Revista Brasileira de Geociências*, **24(3)**:139-149.
- Marangoanha, B., Oliveira, D.C., Oliveira, V.E.S., Galarza, M.A., Lamarão, C.N. 2019. Neoproterozoic A-type granitoids from Carajás province (Brazil): New insights from geochemistry, geochronology and microstructural analysis. *Precambrian Research*, **324**:86-108.
- Martin, H., Smithies, R.H., Rapp, R., Moyen, J.F., Champion, D. 2005. An overview of adakite, tonalite-trondjemite-granodiorite (TTG) and sanukitoid: relationships and some implications for crustal evolution. *Lithos*, **79**:1-24.
- Martins, P.L.G., Toledo, C.L.B., Silva, A.M., Chemale, F., Santos, J.O.S., Assis, L.M. 2017. Neoproterozoic magmatism in the southeastern Amazonian Craton, Brazil: Petrography, geochemistry and tectonic significance of basalts from the Carajás Basin. *Precambrian Research*, **302**:340-357.
- Mesquita, C.J.S., Dall'Agnol, R., Almeida, J.A.C. 2018. Mineral chemistry and crystallization parameters of the A-type Paleoproterozoic Bannach Granite, Carajás Province, Pará, Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, **48(3)**:575-601.
- Moussallam, Y., Oppenheimer, C., Scaillet, B., Gaillard, F., Kyle, P., Peters, N., Hartley, M., Berlo, K., Donovan, A. 2014. Tracking the changing oxidation state of Erebus magmas, from mantle to surface, driven by magma ascent and degassing. *Earth Planet. Sci. Lett*, **393**:200-209.
- Oliveira, D.C., Dall'Agnol, R., Silva, J.B.C., Almeida, J.A.C. 2008. Gravimetric, radiometric, and magnetic susceptibility study of the Paleoproterozoic Redenção and Bannach plutons, eastern Amazonian Craton, Brazil: Implications for architecture and zoning of A-type granites. *Journal of South American Earth Sciences*, **25(1)**:100-115.
- Oliveira, M.A., Dall'Agnol, R., Althoff, F.J., Leite, A.A.S. 2009. Mesoarchean sanukitoid rocks of the Rio Maria Granite-Greenstone Terrane, Amazonian craton, Brazil. *J. S. Am. Earth Sci.* **27**:146-160.
- Oliveira, M.A., Dall'Agnol, R., Scaillet, B. 2010. Petrological constraints on crystallization conditions of Mesoarchean Sanukitoid Rocks, southeastern Amazonian craton, Brazil. *Journal of Petrology*, **51**:2121-2148.
- Oliveira, M.A., Dall'Agnol, R., Almeida, J.A.C. 2011. Petrology of the Mesoarchean Rio Maria suite and the discrimination of sanukitoid series. *Lithos*, **137**:192-209
- Oliveira, V.E.S., Oliveira, D.C., Marangoanha, B., Lamarão, C.N. 2018. Geology, mineralogy and petrological affinities of the Neoproterozoic granitoids from the central portion of the Canaã

- dos Carajás domain, Amazonian craton, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **85**:135-159.
- Pichavant, M., Hammouda, T., Scaillet, B. 1996. Control of redox state and Sr isotopic composition of granitic magmas: a critical evaluation of the role of source rocks. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences* **88**:321-329.
- Putirka, K. 2016. Rates and styles of planetary cooling on Earth, Moon, Mars, and Vesta, using new models for oxygen fugacity, ferric-ferrous ratios, olivine-liquid Fe–Mg exchange, and mantle potential temperature. *Am Mineral*, **101**:819-840.
- Rapopo, M. 2010. Petrogenesis of the Matok Pluton, South Africa: Implications on the Heat Source that Induced Regional Metamorphism in the Southern Marginal Zone of the Limpopo Belt. Master Thesis. University of Stellenbosch, South Africa, p. 197.
- Rahaman, M.S., Mondal, M.E.A., Ahmad, I., Bhutani, R., Choudhary, A.K. 2019. Geochemical and Nd isotopic studies of the Neoproterozoic-Palaeoproterozoic granitoids of the Aravalli Craton, NW India: evidence for heterogeneous crustal evolution processes. In *Geological Evolution of the Precambrian Indian Shield* Springer, Cham. pp. 327-350.
- Rajesh, H.M. 2008. Petrogenesis of two granites from the Nilgiri and Madurai blocks, southwestern India: Implications for charnockite–calc-alkaline granite and charnockite–alkali (A-type) granite link in high-grade terrains. *Precambrian Research*, **162**:180-197
- Ridolfi, F., Puerini, M., Renzulli, A., Menna, M., Toulkeridis, T. 2008. The magmatic feeding system of El Reventador volcano (Sub-Andean zone, Ecuador) constrained by texture, mineralogy and thermobarometry of the 2002 erupted products. *J. Volcanol. Geoth. Res.* **176**:94-106
- Ridolfi, F., Renzulli, A., Puerini, M. 2010. Stability and chemical equilibrium of amphibole in calc-alkaline magmas: an overview, new thermobarometric formulations, and application to subduction-related volcanoes. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **160**:45-66.
- Rolando, A.P. & Macambira M.J.B., 2003. Archean crust formation in Inajá range area, SSE of Amazonian Craton, Brazil, based on zircon ages and Nd isotopes. In: *Expanded Abstracts 40 South American Symposium on Isotope Geology*: CDrom. Salvador. Rollinson H. 1993. *Using geochemical data: evolution, presentation, interpretation*, New York, Longman, 352f.
- Rodrigues, D.D., Oliveira, D.C., Macambira, M.J.B. 2014. Geologia, geoquímica e geocronologia do Granito Mesoarqueano Boa Sorte, município de Água Azul do Norte, Pará – Província Carajás. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Ciências da Terra*, Belém. **9**:597-633.
- Santos, J.O.S., Hartmann, L.A., Faria, M.S., Riker, S.R., Souza, M.M., Almeida, M.E., Mcnaughton, N.J. 2006. A Compartimentação do Cráton Amazonas em províncias: avanços ocorridos no período de 2000-2006. In: *SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA*, 9, 2006, Belém, Anais... Belém: SBG.
- Santos P.A., Teixeira M.F.B., Dall’Agnol, R., Guimarães F.V. 2013. Geologia, petrografia e geoquímica da associação tonalito-trondhjemito-granodiorito (TTG) do extremo leste do Subdomínio de Transição, Província Carajás - Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais*. **8**:257-290.
- Santos, R.F.S., Oliveira, D.C., Silva, F.F. 2018. Geocronologia U-Pb, classificação e aspectos evolutivos do Granito Marajoara, Província Carajás. *Geologia USP. Série Científica*, **18**(4), 89-124.

- Sardinha, A.S., Barros, C.E.M., Krymsky, R. 2006. Geology, geochemistry, and U-Pb geochronology of the Archean (2.74 Ga) Serra do Rabo granite stocks, Carajás Province, north- ern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **20**:327-339.
- Salazar-Naranjo, A.F., Vlach, S.R.F. 2018. On the crystallization conditions of the Neoproterozoic, high-K calc-alkaline, Bragança Paulista-type magmatism, southern Brasília Orogen, SE Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, **48**(3), 631-650.
- Scaillet, B., Evans, B.W. 1999. The 15 June 1991 eruption of Mount Pinatubo; I, Phase equilibria and pre-eruption P-T-fO₂-fH₂ conditions of the dacite magmas. *J. Petrol.* **40**, 381–411.
- Silva, A.C., Oliveira, D.C., Macambira, M.J.B. 2010. Individualização e geocronologia de granitoides do Complexo Xingu, região de Vila Jussara, Município de Água Azul do Norte-PA, Província Mineral de Carajás. *In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia*, **45**, Anais, Belém, CDrom.
- Silva, A.C., Dall’Agnol, R., Guimarães, F.V., Oliveira, D.C. 2014. Geologia, petrografia e geoquímica de associações tonalíticas e trondhjêmíticas arqueanas de Vila Jussara, Província Carajás, Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*. **9** (1): 13-45.
- Silva, F.S., Oliveira, D.C., Antonio, P.Y., D’Agrella-Filho, M., Lamarão, C.N. 2016. Bimodal magmatism of the Tucuma area, Carajás Province: U-Pb geochronology, classification and processes. *J. S. Am. Earth Sci.* **72**, 95–114.
- Silva, L.R., Oliveira, D.C., Santos, M.N.S. 2018. Diversity, origin and tectonic significance of the Mesoarchean granitoids of Ourilândia do Norte, Carajás province (Brazil). *Journal of South American Earth Sciences*, **82**:33-61.
- Souza, S.Z., Dall’Agnol, R., Althoff, F.J., Leite, A.A.S., Barros, C.E.M. 1996. Carajás mineral province: geological, geochronological and tectonic constrasts on the Archean evolution of the Rio Maria Granite-Greenstone Terrain and the Carajás block. *In: SYMPOSIUM ON ARCHEAN TERRANES OF SOUTH AMERICA PLATFORM*, Brasília, 1996, Extended abstracts. SBG. p. 31-32.
- Streckeisen, A. 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews*, **12**(1):1-33.
- Sylvester, P.J. 1989. Post-collisional alkaline granites. *J. Geol.* **97**:261–280.
- Pichavant, M., Martel, C., Bourdier, J.L., Scaillet, B. 2002. Physical conditions, structure, and dynamics of a zoned magma chamber: Mount Pelee (Martinique, Lesser Antilles Arc). *J. Geophys. Res.* **107** (B5) ECV 1–1–ECV 1–28.
- Tassinari, C.C.G., Macambira, M.J.B., 2004. A Evolução tectônica do Cráton Amazônico. *In: Mantesso-Neto, V., Bartorelli, A., Carneiro, C.D.R., Brito Neves, B.B. (eds.) Geologia do continente Sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: [s.n.].
- Teixeira, M.F.B., Dall’Agnol, R., Silva, A.C. Santos, P.A. 2013. Geologia, petrografia e geoquímica do Leucogranodiorito Pantanal e dos leucogranitos arqueanos da área a Norte de Sapucaia, Província Carajás, Pará: implicações petrogenéticas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*. **8** (3): 291-323.
- Teixeira, M.F.B., Dall’Agnol, R., Santos, J.O.S., de Sousa, L.A.M., Lafon, J.M. 2017. Geochemistry, geochronology and Nd isotopes of the Gogó da Onça Granite: A new Paleoproterozoic A-type granite of Carajás Province, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **80**:47-65.

- Teixeira, M.F.B., Dall'Agnol, R., Santos, J.O.S., Oliveira, D.C., Lamarão, C.N., McNaughton, N.J. 2018. Crystallization ages of Paleoproterozoic A-type granites of Carajás province, Amazon craton: Constraints from U-Pb geochronology of zircon and titanite. *Journal of South American Earth Sciences*, **88**:312-331.
- Teixeira, M.F.B., Dall'Agnol, R., Santos, J.O.S., Kemp, A., Evans, N. 2019. Petrogenesis of the Paleoproterozoic (Orosirian) A-type granites of Carajás Province, Amazon Craton, Brazil: Combined in situ HfO isotopes of zircon. *Lithos*, **332-333**:1-22.
- Terentiev, R.A., Santosh, M. 2018. High magnesian granitoids in the Precambrian continental crust: Implication for the continuum between ferro-potassic and magnesio-potassic rock suites. *Lithos*, **314**:669-682.
- Teruiya, R.K., Paradella, W.R., Santos, A.R., Dall'Agnol, R., Veneziani, P. 2008. Integrating airborne SAR, Landsat TM and airborne geophysics data for improving geological mapping in the Amazon region: the Cigano Granite, Carajás Province, Brazil. *Int J Remote Sens.* **29**, 3957-3974.
- Topno, A., Dey, S., Liu, Y., Zong, K. 2018. Early Neoproterozoic A-type granitic magmatism by crustal reworking in Singhbhum craton: Evidence from Pala Lahara area, Orissa. *Journal of Earth System Science*, **127**(3): 43.
- Vasquez, L.V., Rosa-Costa, L.R., Silva, C.G., Ricci, P.F., Barbosa, J.O., Klein, E.L., Lopes, E.S., Macambira, E.B., Chaves, C.L., Carvalho, J.M., Oliveira, J.G., Anjos, G.C., Silva, H.R., 2008. Geologia e Recursos Minerais do Estado do Pará: Sistema de Informações Geográficas – SIG: texto explicativo dos mapas Geológico e Tectônico e de Recursos Minerais do Estado do Pará, 328p.
- Wones, D. & Eugster, H. 1965. Stability of biotite: experiment theory and application. *Am Miner*, **50**(9):1228–1272.
- Wones, D., 1981. Mafic silicates as indicators of intensive variables in granitic magmas. *Min Geol*, **31**(4):191–212.

DADOS SUPLEMENTARES

Tabela S1- Composições modais de amostras representativas das diferentes variedades dos granitoides da Suíte Vila Jussara

Grupos Petrográficos	Biotita-Hornblenda monzogranito (BHMzG)															Biotita-HornblendaTonalito (BHTnl)					BHSnG		
Classificação modal	HB	HB	BH	HB	BH	BH	BH	BH	BH	BH	BH	BH	Bt-Hb	BH	BH	BH	BH	BH	HB	HB	BH	BH	HB
	MzG	MzG	MzG	MzG	Gd	MzG	Gd	MzG	MzG	MzG	Gd	Gd	Gd	Gd	Gd	MzG	Tnl	Tnl	Tnl	Tnl	Tnl	SnG	MzG
População magnética	População A			Subpopulação B1					Subpopulação B3					Subpopulação C1			Subpopulação B2					Particulares	
Amostra	PFR	AMP	LIF	MYF	PFA	MAR	MDP	PFA	AMP	LIF	LIF	PFA	MYF	PFA	PFA	MAR	MDP	PFA	MDP	AFD	MYF	MAR	PFR
	16A	23	27A	77	64	16	57A	77	47A	9	26B	80	64	78	39	23	02E	62	02C	11B	40	119	14
Quartzo	31,35	26,00	34,11	17,90	35,61	38,00	30,89	26,40	28,00	41,72	31,00	35,28	26,20	33,10	30,00	26,00	20,90	26,20	30,85	18,80	26,60	35,47	26,00
Plagioclásio (Pl)	32,20	30,00	22,89	35,10	32,89	22,90	39,94	32,50	25,00	20,06	20,00	26,94	34,50	31,00	43,00	30,00	38,40	46,30	30,00	44,40	54,30	13,20	32,60
Feldspato alcalino (A)	25,00	23,00	26,89	32,60	12,06	25,80	18,06	26,20	24,00	23,22	24,44	12,00	11,40	11,00	9,00	23,00	2,05	1,20	6,80	0,00	1,30	45,20	28,10
Hornblenda	4,90	8,10	8,11	3,60	12,03	7,20	11,83	9,81	11,80	7,11	15,06	11,67	18,50	12,20	7,40	12,80	26,30	15,20	13,45	10,30	8,70	2,10	3,40
Biotita	5,20	11,30	6,22	8,30	5,33	5,20	7,56	8,90	8,40	6,11	7,94	11,11	7,10	9,40	7,40	7,00	7,05	9,50	14,20	22,30	7,30	0,20	8,90
Titanita	0,55	0,70	1,44	1,00	-	0,40	1,39	1,20	1,90	0,72	1,06	1,22	0,30	-	1,70	0,80	3,40	0,30	2,85	1,50	0,20	0,10	-
Epidoto	0,10	0,20	0,06	0,50	0,06	-	-	0,90	-	0,56	0,17	0,22	-	1,00	0,20	-	0,30	-	0,20	-	0,40	-	0,70
Zircão	0,20	-	0,11	0,20	0,11	-	0,11	0,10	-	0,11	-	0,28	-	0,10	-	0,10	0,15	-	0,35	-	-	0,10	0,10
Allanita	0,20	0,20	0,06	-	-	0,10	-	-	0,10	0,06	-	0,22	-	-	-	0,30	0,55	-	-	-	-	1,40	0,10
Apatita	-	0,20	-	-	0,06	-	-	-	0,40	-	-	0,22	0,30	-	-	-	-	-	-	-	0,20	-	0,00
Opacos	0,20	0,10	0,11	0,40	1,83	0,40	0,22	0,20	0,40	0,33	0,33	0,83	1,20	0,20	0,80	0,28	0,05	0,40	0,55	0,10	0,20	1,50	1,10
Máficos	11,35	20,60	16,11	14,00	19,66	13,30	21,11	21,11	22,60	15,00	24,56	25,55	27,40	22,90	17,50	21,28	37,80	25,40	31,60	34,20	16,80	5,40	14,20
Félsicos	88,55	79,20	83,89	85,60	80,62	86,70	88,89	85,10	77,40	85,00	75,44	74,44	72,10	75,10	82,00	79,00	61,35	73,70	67,65	63,20	82,40	93,87	86,70
Pl/A	1,29	1,30	0,85	1,08	20,82	0,89	2,21	1,24	1,04	0,86	0,82	2,25	3,03	2,82	4,78	1,30	18,73	38,58	4,41	44,40	41,77	0,29	1,16
A+Pl	57,20	53,00	49,78	67,70	44,95	48,70	58,00	58,70	49,00	43,28	44,44	38,94	45,90	42,00	52,00	53,00	40,45	47,50	36,80	44,40	55,60	58,40	60,70
*Quartzo	35,40	32,91	40,66	20,91	44,20	43,83	34,75	31,02	36,36	49,08	41,09	47,53	36,34	44,07	36,59	32,91	34,07	35,55	45,60	29,75	32,36	37,79	29,99
*Feldspato alcalino	28,23	29,11	32,05	38,08	2,56	29,76	20,32	30,79	31,17	27,32	32,40	16,17	15,81	14,65	10,98	29,11	3,34	1,63	10,05	0,00	1,58	48,15	32,41
*Plagioclásio	36,36	37,97	27,29	41,00	53,24	26,41	44,93	38,19	32,47	23,60	26,51	36,30	47,85	41,28	52,44	37,97	62,59	62,82	44,35	70,25	66,06	14,06	37,60
Referências	3	4	4	2	4	4	2	4	4	4	2	3	4	4	2	4	4	2	4	1	2	2	3

Fonte dos dados: ¹Silva *et al.* (2012); ²Teixeira (2013); ³Santos (2013); ⁴F. F. Silva. (em prep.). Abreviaturas: B (biotita), H (hornblenda), Gd (granodiorito), MzG (monzogranito), SnG (sienogranito) e - (mineral não observado na amostra).

Tabela S1- (continuação)

Grupos Petrográficos	Biotita monzogranito (BHMzG)												Hornblenda-biotita granodiorito (HBGd)													
	Classificação modal			BGd	BGd	BMzG	BMzG	BMzG	BMzG	BGd	BMzG	BMzG	BMzG	BMzG	BMzG	BMzG	BMzG	BMzG	BMzG	BMzG	BMzG	BMzG	BMzG			
Sugrupos de SM	Subpopulação B3			Subpopulação C1									Subpopulação C2			Subpopulação B3			Subpopulação C1			Subpopulação C2				
	MDP	MDP	MDP	LIF	MD	LIF	MDP	MDP	LIF	MAR	LIF	LIF	LIF	MDP	LIF	MDP	MDP	MDP	AFD	AFD	MDP	MDP	AFD	MDP	ADE	MDP
Amostra	02B	11A	02A	24	1	17A	18B	55	30A	30	13C	31	04A	03B	16A	14CII	14E	06A	16A	11A	12A	02D	8	14A	01D	02D
Quartzo	33,05	29,89	35,20	36,06	24,1	31,6	34,89	31,30	29,94	33,90	28,61	30,61	33,67	28,2	29,83	31,4	28,11	27,50	26,70	28,60	32,56	29,45	30,60	26,75	29,80	29,5
Plagioclásio (Pl)	33,00	36,89	17,45	28,50	22,9	37,7	36,11	23,60	34,61	28,80	31,00	21,00	20,83	32,5	31,78	29,6	37,50	29,33	39,60	36,70	29,11	31,95	40,70	27,40	41,20	32
feldspato alcalino (A)	10,45	15,33	29,80	26,28	41,6	23,9	17,50	26,50	24,94	23,60	31,78	38,33	27,61	23,1	21,17	15,1	7,50	10,89	14,20	18,60	18,72	10,50	11,20	19,64	12,50	10,5
Hornblenda	0,40	1,33	0,40	0,94	0,10	0,10	0,78	0,75	0,22	0,80	0,44	0,11	0,61	0,25	2,78	8,80	10,94	10,11	7,00	2,10	5,06	10,55	5,20	5,78	5,40	10,6
Biotita	17,75	14,00	13,15	8,06	8,4	5,8	10,06	13,85	8,44	10,60	6,50	8,61	11,72	11,9	11,94	13,40	13,50	17,44	10,20	10,10	11,50	12,95	9,30	16,50	9,00	13
Titanita	2,25	0,67	2,05	-	0,20	0,40	0,06	2,15	0,94	1,30	0,44	0,33	1,89	1,35	1,94	1,50	2,06	3,11	0,50	0,90	2,11	2,85	1,30	2,33	1,20	2,85
Epidoto	0,10	0,44	0,30	0,06	0,20	0,20	0,28	0,05	0,33	-	0,67	0,56	2,17	0,35	0,06	-	0,17	0,06	0,90	0,90	0,39	0,15	0,10	0,11	0,40	0,15
Zircão	0,70	-	0,60	-	0,3	-	0,11	0,50	0,06	0,10	0,17	0,06	0,17	0,35	0,06	0,10	0,11	0,22	-	-	0,17	0,50	-	0,11	-	0,5
Allanita	0,50	0,11	0,15	-	0,2	-	0,11	0,40	0,11	-	0,17	-	0,17	0,25	-	-	0,06	0,28	-	-	-	0,35	-	-	0,20	0,35
Apatita	-	-	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-
Opacos	0,80	0,28	0,70	0,11	0,2	0,3	0,11	0,65	0,39	0,90	0,22	0,39	1,06	0,55	0,44	0,20	0,06	0,28	0,70	0,60	0,39	0,75	0,80	1,28	0,60	0,75
Máficos	22,50	16,83	17,35	9,17	9,60	6,80	11,51	18,35	10,49	13,70	8,61	10,06	17,79	15	17,22	24,00	26,90	31,50	19,30	14,60	19,62	28,10	16,70	26,11	16,80	28,1
Félsicos	76,50	82,11	82,55	90,84	88,60	93,20	88,50	81,40	89,49	86,30	91,39	89,94	82,22	83,8	82,78	76,10	73,11	67,72	80,50	83,90	80,39	71,90	82,60	73,79	83,50	71,9
PI/A	4,83	2,41	0,59	1,08	0,55	1,58	2,06	0,89	1,39	1,22	0,98	0,55	0,75	1,41	1,50	1,96	5,00	2,69	2,79	1,97	1,56	3,04	6,21	1,40	3,30	3,04
A+PI	43,45	52,22	47,25	54,78	64,60	61,60	53,61	50,10	59,55	52,40	62,78	59,33	48,44	55,6	52,95	44,70	45,00	40,22	53,80	55,30	47,83	42,45	51,90	47,04	53,70	42,5
*Quartzo	43,20	36,40	42,69	39,70	27,09	33,91	39,42	38,45	33,46	39,28	31,31	34,03	41,01	33,6	36,04	41,26	38,45	40,61	33,17	34,09	40,50	40,96	37,09	36,25	35,69	41
*Feldspato alcalino	9,74	18,67	36,14	28,93	46,95	25,64	19,77	32,56	27,87	27,35	34,77	42,62	33,63	27,6	25,57	19,84	10,26	16,08	17,64	22,17	23,29	14,60	8,73	26,62	14,97	14,6
*Plagioclásio	47,06	44,93	21,16	31,37	25,96	40,45	40,80	28,99	38,67	33,37	33,92	23,35	25,37	38,8	38,39	38,90	51,29	43,31	49,19	43,74	36,21	44,44	54,18	37,13	49,34	44,4
Referências	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	1	4	1	4

Fonte dos dados: ¹Silva *et al.* (2012); ²Teixeira (2013); ³Santos (2013); ⁴F. F. Silva. (em prep.). Abreviaturas: B (biotita), H (hornblenda), Gd (granodiorito), MzG (monzogranito), SnG (sienogranito) e - (mineral não observado na amostra).

Tabela S2 - Coordenadas UTM dos pontos amostrados da Suíte VJ com suas respectivas variedades e subgrupos de SM.

Amostra	Variedade (Grupo)	Subgrupo	População de SM	Subpopulação de SM	SM x10-3	Log K	Classificação Petrográfica	Longitude (UTM)	Latitude (UTM)
PFR-16A	BHMzG	Subgrupo 1	A		0,16	-3,8	BHMzG	661791	9253858
LIF-21A	BHMzG	Subgrupo 1	A		0,18	-3,74	BHMzG	620906	9259083
AMP-23	BHMzG	Subgrupo 1	A		0,23	-3,64	HBMzG	620220	9260732
LIF-27A	BHMzG	Subgrupo 1	A		0,31	-3,5	BHMzG	620017	9259925
MYF - 77	BHMzG	Subgrupo 1	B	B1	0,32	-3,49	BHMzG	643178	9246812
PFA-64	BHMzG	Subgrupo 1	B	B1	0,58	-3,24	BHGd	634424	9269740
MAR.16	BHMzG	Subgrupo 1	B	B1	0,61	-3,21	BHMzG	617081	9259994
LIF-21A	BHMzG	Subgrupo 1	B	B1	0,18	-3,74	BHMzG	620906	9259083
MDP-57A	BHMzG	Subgrupo 1	B	B1	0,77	-3,11	BHGd	612067	9261037
PFA-77	BHMzG	Subgrupo 1	B	B1	0,81	-3,09	BHMzG	636276	9262678
AMP-47A	BHMzG	Subgrupo 2	B	B3	1,91	-2,72	BHMzG	620137	9249906
LIF-26A	BHMzG	Subgrupo 2	B	B3	2,38	-2,62	BHMzG	618163	9251275
LIF-25A	BHMzG	Subgrupo 2	B	B3	3,16	-2,5	BHMzG	621456	9251047
LIF-09	BHMzG	Subgrupo 2	B	B3	3,62	-2,44	BHMzG	647038	9260808
LIF-26B	BHMzG	Subgrupo 2	B	B3	3,7	-2,43	BHMzG	618163	9251275
LIF-19	BHMzG	Subgrupo 2	B	B3	3,73	-2,43	BHMzG	623648	9258116
MDP-44A	BHMzG	Subgrupo 2	B	B3	4,29	-2,37	HBMzG	611597	9250197
MDP-42A	BHMzG	Subgrupo 2	B	B3	4,71	-2,33	BHMzG	617106	9250595
PFA-80	BHMzG	Subgrupo 2	B	B3	5,16	-2,29	BHGd	634312	9269358
MYF 64	BHMzG	Subgrupo 2	B	B3	5,22	-2,29	BHGd	644065	9260038
AMP-27	BHMzG	Subgrupo 2	C	C1	5,84	-2,23	BHMzG	617346	9253574
PFA-78	BHMzG	Subgrupo 2	C	C1	5,97	-2,22	BHMzG	635839	9262776
PFA - 39	BHMzG	Subgrupo 2	C	C1	6,02	-2,22	BHGd	651992	9261088
MAR.23	BHMzG	Subgrupo 2	C	C1	6,02	-2,22	BHMzG	614466	9260772
MAR.12	BHMzG	Subgrupo 2	C	C1	6,2	-2,21	BHMzG	611004	9263272
LIF-21B	BHMzG	Subgrupo 2	C	C1	7,29	-2,14	BHGd	620906	9259083
LIF-14C	BHMzG	Subgrupo 2	C	C1	8,27	-2,09	BHMzG	624896	9258965
LIF-22	BHMzG	Subgrupo 2	C	C2	11,7	-1,93	HBMzG	622864	9255398
LIF-23	BHMzG	Subgrupo 2	C	C2	18	-1,74	BHMzG	622940	9254949
LIF-15	BHMzG	Subgrupo 2	C	C2	12,2	-1,91	HBMzG	624495	9257993
LIF-17B	BHTnl		B	B2	0,85	-3,07	BHTnl	626707	9258192
MDP-02E	BHTnl		B	B2	0,86	-3,07	BHTnl	626704	9258200
LIF-17E	BHTnl		B	B2	1,03	-2,99	BHTnl	626707	9258192
PFA - 62	BHTnl		B	B2	1,46	-2,83	BHTnl	633710	9268486
MDP-02C	BHTnl		B	B2	1,49	-2,82	BHTnl	626704	9258200
PFA-63B	BHTnl		B	B2	1,5	-2,82	BHGd	634077	9269740
AFD-11B	BHTnl		B	B2	1,67	-2,78	BHTnl	626622	9258168
LIF-17D	BHTnl		B	B2	1,88	-2,71	BHTnl	626707	9258192
MYF-40	BHTnl		C	C2	16,6	-1,78	BHTnl	647586	9262500

Tabela S2 - (Continuação.1)

Amostra	Variedade (Grupo)	Subgrupo	População de SM	Subpopulação de SM	SM x10-3	Log K	Classificação Petrográfica	Longitude (UTM)	Latitude (UTM)
MDP-02B	BMzG		B	B3	3,37	-2,47	BGd	626704	9258200
MYF 78	BMzG		B	B3	3,45	-2,46	BMzG	642932	9246810
MDP-11A	BMzG		B	B3	4,22	-2,37	BMzG	619910	9259992
MDP-02A	BMzG		B	B3	5	-2,3	BMzG	626704	9258200
MD-01	BMzG		C	C1	5,75	-2,24	BMzG	614050	9262358
LIF-17A	BMzG		C	C1	5,84	-2,23	BMzG	626707	9258192
LIF-24	BMzG		C	C1	6,01	-2,22	BMzG	622986	9254124
LIF-18B	BMzG		C	C1	6,32	-2,2	BMzG	626852	9258709
MDP-55	BMzG		C	C1	6,36	-2,2	BMzG	613843	9261885
LIF-30A	BMzG		C	C1	7,46	-2,13	BMzG	616520	9260177
MAR.30	BMzG		C	C1	7,98	-2,1	BMzG	612555	9262904
LIF-13C	BMzG		C	C1	8,5	-2,07	BMzG	625006	9259394
LIF-31	BMzG		C	C1	8,76	-2,06	BMzG	614059	9262368
LIF-30B	BMzG		C	C1	9,16	-2,04	BMzG	616520	9260177
MDP-12C	BMzG		C	C1	9,2	-2,04	BMzG	621613	9260243
LIF-04A	BMzG		C	C2	10,4	-1,99	BMzG	645022	9265091
MDP-03A	BMzG		C	C2	10,5	-1,98	BMzG	626361	9257007
MDP-03B	BMzG		C	C2	12,6	-1,9	BMzG	626361	9257007
LIF-16A	BMzG		C	C2	16,2	-1,8	BMzG	626361	9257010
MDP-14C	HBGd		B	B3	2,14	-2,67	HBGd	621269	9259428
MDP-14E	HBGd		B	B3	2,5	-2,6	HBGd	621269	9259428
PFA-63A	HBGd		B	B3	2,53	-2,58	BHGd	634077	9269740
MDP-06A	HBGd		B	B3	2,87	-2,54	HBGd	623648	9258136
MDP-14B	HBGd		B	B3	3,45	-2,46	HBGd	621269	9259428
AFD-11A	HBGd		B	B3	4,11	-2,39	HBGd	626622	9258168
MDP-36	HBGd		C	C1	5,98	-2,22	HBMzG	620941	9251856
LIF-29	HBGd		C	C1	7,22	-2,14	HBGd	620425	9260435
LIF-14A	HBGd		C	C1	7,53	-2,12	HBMzG	624896	9258965
AFD-16A	HBGd		C	C1	7,76	-2,11	HBGd	624791	9258906
LIF-17C	HBGd		C	C1	8,45	-2,07	HBMzG	626707	9258192
MDP-12B	HBGd		C	C1	8,71	-2,06	HBMzG	621613	9260243
LIF-21D	HBGd		C	C1	8,88	-2,05	BHGd	620906	9259083
MDP-12A	HBGd		C	C1	9,33	-2,03	HBMzG	621613	9260243
LIF-16C	HBGd		C	C1	9,33	-2,03	HBMzG	626361	9257010
LIF-13B	HBGd		C	C1	9,4	-2,03	HBMzG	625006	9259394
MDP-42C	HBGd		C	C2	9,85	-2,01	HBMzG	617106	9250595
LIF-14B	HBGd		C	C2	10,5	-1,98	HBMzG	624896	9258965
MDP-42B	HBGd		C	C2	11,8	-1,93	HBMzG	617106	9250595
MDP-02D	HBGd		C	C2	12,3	-1,91	HBGd	626704	9258200
MDP-10	HBGd		C	C2	13,1	-1,89	HBMzG	621092	9257227
LIF-27D	HBGd		C	C2	13,8	-1,86	HBMzG	620017	9259925
LIF-21C	HBGd		C	C2	14,1	-1,85	HBMzG	620906	9259083
AFD-08	HBGd		C	C2	14,2	-1,85	BHGd	626319	9256956
MDP-14A	HBGd		C	C2	21,9	-1,66	HBGd	621269	9259428
MDP-11B	HBGd		C	C2	25	-1,6	BHMzG	619910	9259992
PFR-14	BHsnG		C	C1	9,56	-2,02	BHMzG	662361	9253932
MAR.119	BHsnG		C	C2	30,1	-1,52	BHsnG	610036	9263340

Tabela S3- Composições químicas em rocha total representativas das diferentes variedades dos granitoides da Suíte Vila Jussara.

Variedade Petrográfica	Biotita-hornblenda monzogranito (BHMzG)															Biotita-hornblenda tonalito (BHTnl)				
Classificação Modal	HBMzG	HBMzG	HBMzG	BHGd	BHGd	BHGd	BHMzG	BHMzG	BHMzG	HBMzG	BHGd	BHGd	HBMzG	BHMzG	BHMzG	BHTnl	BHTnl	HBnl	HBnl	BHTnl
População ou Subp. de SM	População A		Subpopulação B1					Subpopulação B3				Subpopulação C1			Subpopulação B2				Subp. C2	
Amostra	PFR-16A	AMP-23	MYF-77	PFA-64	MAR-16	MDP-57A	PFA-77	AMP-47A	LIF-09	PFA-80	MYF-64	MDP-35	PFA-39	MAR-23	MDP-02E	PFA-62	MDP-02C	AFD-11B	MYF-40	
SiO ₂	71,44	75,24	69,07	68,20	72,51	71,90	75,02	65,18	70,40	63,40	67,12	71,10	66,18	68,33	60,00	64,36	62,20	60,67	65,70	
TiO ₂	0,36	0,33	0,63	1,16	0,40	0,64	0,21	1,04	0,61	1,29	0,78	0,61	1,40	0,76	1,06	1,09	0,92	0,97	0,92	
Al ₂ O ₃	12,89	11,24	13,64	12,10	12,19	12,85	12,19	13,13	13,20	12,45	14,49	12,85	11,69	12,91	13,90	12,90	13,75	14,03	14,67	
Fe ₂ O _{3t}	4,76	4,24	4,96	7,64	5,07	5,91	2,99	8,14	4,26	9,37	5,25	5,24	8,67	6,48	9,09	9,33	8,24	9,21	5,74	
MnO	0,06	0,05	0,05	0,11	0,06	0,08	0,03	0,10	0,06	0,11	0,06	0,08	0,11	0,08	0,12	0,12	0,11	0,12	0,07	
MgO	0,30	0,20	0,88	0,93	0,26	0,55	0,19	1,06	0,57	1,63	0,86	0,53	1,37	0,73	2,78	1,50	2,49	2,82	1,62	
CaO	1,91	1,52	2,76	3,91	1,93	2,83	0,94	3,50	2,81	4,46	3,61	2,88	3,54	2,94	5,56	4,46	4,86	5,49	3,65	
Na ₂ O	3,46	3,58	3,58	3,88	3,60	3,94	3,02	3,85	3,58	3,54	3,81	3,63	3,33	3,63	3,38	3,89	3,34	3,46	3,65	
K ₂ O	3,93	3,05	3,72	1,31	3,34	2,28	4,49	2,78	2,94	2,02	2,72	2,66	2,15	3,06	1,75	1,24	2,27	2,01	2,89	
Yb (ppm)	4,82	3,01	2,69	1,75	2,48	2,70	4,49	6,39	2,43	3,53	2,06	2,98	3,03	3,99	2,97	1,93	2,68	2,57	3,39	
Ba	1480,0	1704,0	1234,0	766,0	2015,0	1815,0	397,0	907,0	1930,0	929,0	2067,0	1480,0	1229,0	1530,0	599,0	1529,0	681,0	769,0	1349,0	
Sr	209,3	183,9	200,8	432,0	216,3	326,0	57,1	233,2	269,0	313,0	336,8	282,0	275,8	263,4	318,0	363,0	247,0	301,4	300,2	
Rb	114,6	53,4	93,6	27,7	60,2	38,8	242,6	82,9	53,8	56,8	49,3	58,9	49,8	75,7	71,3	18,2	85,1	75,4	80,0	
Zr	361,9	460,3	616,6	207,0	546,8	682,0	209,6	487,2	723,0	485,0	757,2	456,0	745,9	584,2	268,0	235,9	221,0	238,4	420,3	
Y	47,70	34,40	29,60	18,70	27,80	28,60	48,00	74,80	27,40	34,80	23,50	32,90	37,80	46,20	30,20	19,30	30,90	25,80	37,80	
Nb	19,20	13,90	13,40	9,10	13,40	11,20	25,70	20,40	13,50	16,30	10,40	14,60	16,40	16,90	9,80	5,30	11,10	7,30	17,20	
FeOt/(FeOt+MgO)	0,93	0,95	0,84	0,88	0,95	0,91	0,93	0,87	0,87	0,84	0,85	0,90	0,85	0,89	0,75	0,85	0,75	0,75	0,76	
K ₂ O/Na ₂ O	1,14	0,85	1,04	0,34	0,93	0,58	1,49	0,72	0,82	0,57	0,71	0,73	0,65	0,84	0,52	0,32	0,68	0,58	0,79	
#Mg	0,11	0,09	0,26	0,19	0,09	0,16	0,11	0,21	0,21	0,26	0,25	0,17	0,24	0,18	0,38	0,24	0,38	0,38	0,36	
Rb/Sr	0,55	0,29	0,47	0,06	0,28	0,12	4,25	0,36	0,20	0,18	0,15	0,21	0,18	0,29	0,22	0,05	0,34	0,25	0,27	
Sr/Y	4,39	5,35	6,78	23,10	7,78	11,40	1,19	3,12	9,82	8,99	14,33	8,57	7,30	5,70	10,53	18,81	7,99	11,68	7,94	
Ba/Sr	7,07	9,27	6,15	1,77	9,32	5,57	6,95	3,89	7,17	2,97	6,14	5,25	4,46	5,81	1,88	4,21	2,76	2,55	4,49	
La N/Yb N	9,55	8,08	9,92	12,59	7,25	14,02	22,73	11,83	13,07	10,97	15,12	9,43	11,55	7,21	8,96	12,92	12,28	8,57	32,07	
Eu/Eu*	0,63	0,60	0,56	1,05	1,14	1,14	0,16	0,37	0,79	0,55	1,08	0,89	0,63	0,68	0,76	1,09	0,59	0,73	0,49	
Referências	3	5	2		5	4	2	5			2	4	3	4	4	2	4	1	2	

Fonte dos dados: ¹Silva *et al.* (2012); ²Teixeira (2013); ³Santos (2013); ⁴F. F. Silva. (em prep.); ⁵Dall’Agnol *et al.* 2017. Abreviaturas: B (biotita), H (hornblenda), Gd (granodiorito), MzG (monzogranito) e SnG (sienogranito).

Tabela S3 - (continuação).

Variedade Petrográfica	Biotita-hornblenda monzogranito (BHMzG)															Biotita-hornblenda tonalito (BHTnl)				
Classificação Modal	HBMzG	HBMzG	HBMzG	BHGd	BHGd	BHGd	BHMzG	BHMzG	BHMzG	HBGd	BHGd	HBMzG	BHMzG	BHMzG	BHTnl	BHTnl	HTnl	HTnl	BHTnl	
População ou Subp. de SM	População A		Subpopulação B1					Subpopulação B3				Subpopulação C1			Subpopulação B2				Subp. C2	
Amostra	PFR-16A	AMP-23	MYF-77	PFA-64	MAR-16	MDP-57A	PFA-77	AMP-47A	LIF-09	PFA-80	MYF-64	MDP-35	PFA-39	MAR-23	MDP-02E	PFA-62	MDP 02C	AFD-11B	MYF-40	
SiO ₂	71,44	75,24	69,07	68,20	72,51	71,90	75,02	65,18	70,40	63,40	67,12	71,10	66,18	68,33	60,00	64,36	62,20	60,67	65,70	
TiO ₂	0,36	0,33	0,63	1,16	0,40	0,64	0,21	1,04	0,61	1,29	0,78	0,61	1,40	0,76	1,06	1,09	0,92	0,97	0,92	
Al ₂ O ₃	12,89	11,24	13,64	12,10	12,19	12,85	12,19	13,13	13,20	12,45	14,49	12,85	11,69	12,91	13,90	12,90	13,75	14,03	14,67	
Fe ₂ O _{3t}	4,76	4,24	4,96	7,64	5,07	5,91	2,99	8,14	4,26	9,37	5,25	5,24	8,67	6,48	9,09	9,33	8,24	9,21	5,74	
MnO	0,06	0,05	0,05	0,11	0,06	0,08	0,03	0,10	0,06	0,11	0,06	0,08	0,11	0,08	0,12	0,12	0,11	0,12	0,07	
MgO	0,30	0,20	0,88	0,93	0,26	0,55	0,19	1,06	0,57	1,63	0,86	0,53	1,37	0,73	2,78	1,50	2,49	2,82	1,62	
CaO	1,91	1,52	2,76	3,91	1,93	2,83	0,94	3,50	2,81	4,46	3,61	2,88	3,54	2,94	5,56	4,46	4,86	5,49	3,65	
Na ₂ O	3,46	3,58	3,58	3,88	3,60	3,94	3,02	3,85	3,58	3,54	3,81	3,63	3,33	3,63	3,38	3,89	3,34	3,46	3,65	
K ₂ O	3,93	3,05	3,72	1,31	3,34	2,28	4,49	2,78	2,94	2,02	2,72	2,66	2,15	3,06	1,75	1,24	2,27	2,01	2,89	
Yb (ppm)	4,82	3,01	2,69	1,75	2,48	2,70	4,49	6,39	2,43	3,53	2,06	2,98	3,03	3,99	2,97	1,93	2,68	2,57	3,39	
Ba	1480,0	1704,0	1234,0	766,0	2015,0	1815,0	397,0	907,0	1930,0	929,0	2067,0	1480,0	1229,0	1530,0	599,0	1529,0	681,0	769,0	1349,0	
Sr	209,3	183,9	200,8	432,0	216,3	326,0	57,1	233,2	269,0	313,0	336,8	282,0	275,8	263,4	318,0	363,0	247,0	301,4	300,2	
Rb	114,6	53,4	93,6	27,7	60,2	38,8	242,6	82,9	53,8	56,8	49,3	58,9	49,8	75,7	71,3	18,2	85,1	75,4	80,0	
Zr	361,9	460,3	616,6	207,0	546,8	682,0	209,6	487,2	723,0	485,0	757,2	456,0	745,9	584,2	268,0	235,9	221,0	238,4	420,3	
Y	47,70	34,40	29,60	18,70	27,80	28,60	48,00	74,80	27,40	34,80	23,50	32,90	37,80	46,20	30,20	19,30	30,90	25,80	37,80	
Nb	19,20	13,90	13,40	9,10	13,40	11,20	25,70	20,40	13,50	16,30	10,40	14,60	16,40	16,90	9,80	5,30	11,10	7,30	17,20	
FeOt/(FeOt+MgO)	0,93	0,95	0,84	0,88	0,95	0,91	0,93	0,87	0,87	0,84	0,85	0,90	0,85	0,89	0,75	0,85	0,75	0,75	0,76	
K ₂ O/Na ₂ O	1,14	0,85	1,04	0,34	0,93	0,58	1,49	0,72	0,82	0,57	0,71	0,73	0,65	0,84	0,52	0,32	0,68	0,58	0,79	
#Mg	0,11	0,09	0,26	0,19	0,09	0,16	0,11	0,21	0,21	0,26	0,25	0,17	0,24	0,18	0,38	0,24	0,38	0,38	0,36	
Rb/Sr	0,55	0,29	0,47	0,06	0,28	0,12	4,25	0,36	0,20	0,18	0,15	0,21	0,18	0,29	0,22	0,05	0,34	0,25	0,27	
Sr/Y	4,39	5,35	6,78	23,10	7,78	11,40	1,19	3,12	9,82	8,99	14,33	8,57	7,30	5,70	10,53	18,81	7,99	11,68	7,94	
Ba/Sr	7,07	9,27	6,15	1,77	9,32	5,57	6,95	3,89	7,17	2,97	6,14	5,25	4,46	5,81	1,88	4,21	2,76	2,55	4,49	
La N/Yb N	9,55	8,08	9,92	12,59	7,25	14,02	22,73	11,83	13,07	10,97	15,12	9,43	11,55	7,21	8,96	12,92	12,28	8,57	32,07	
Eu/Eu*	0,63	0,60	0,56	1,05	1,14	1,14	0,16	0,37	0,79	0,55	1,08	0,89	0,63	0,68	0,76	1,09	0,59	0,73	0,49	
Referências	3	5	2	5	4	2	5	2	4	3	4	4	2	4	1	2				

Fonte dos dados: ¹Silva *et al.* (2012); ²Teixeira (2013); ³Santos (2013); ⁴F. F. Silva. (em prep.); ⁵Dall'Agnol *et al.* 2017. Abreviaturas: B (biotita), H (hornblenda), Gd (granodiorito), MzG (monzogranito) e SnG (sienogranito).

Tabela S4 - Análises representativas de anfibólio em microsonda eletrônica das diferentes variedades dos granitoides da Suíte Vila Jussara.

Variedade	Biotita-hornblenda monzogranito (BHMzG)						Hornblenda-biotita granodiorito (HBGd)								Biotita-hornblenda tonalito (BHTnl)						Biotita monzogranito (BMZG)		BHSnG									
Pop. Magnética Amostra	Pop. A		Subp. B1		Subp. C1		Subp. B3		Subp. C1		Subp. C2				Subp. B2			Subp. C2			Subp. C1		Subp. C2		Particular MAR-119							
	PFR-16A		MDP-57A		PFA-39		AFD-11-A		ADE-01-D		AFD-16A				AFD-08			PFA-62			MDP-02-C			MYF-40			MDP-55		LIF-04A			
Análise	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C1	C2	C2	C3	C1	C6	C5	C3	C3	C3	C3	C3	C2	C4	C3	C3	C3	C3	C3	C7	C6				
	Amph-1-1	Amph-2-5	Anf-1-1	Anf-1-4	Amph-1-2	Amph-1-5	Amph-1-2	Amph-1-3	C2-1-3	C2-1-1	Amph-2-3	Amph-2-2	Amph-1-6	Amph-1-1	Amph-1-6	Amph-2-6	Anf-1-2	Anf-1-4	Amph-1-5	Amph-2-3	Anf-1-1	Anf-1-2	Anf-1-1	Anf-1-2	Amph-1-5	Amph-1-5						
SiO ₂ (peso %)	37,53	36,88	37,37	36,95	38,39	37,37	38,47	38,08	38,81	39,02	40,39	38,30	41,50	38,49	40,11	39,84	40,53	38,90	42,62	41,64	37,89	38,17	38,48	38,42	36,28	36,39						
TiO ₂	0,58	0,51	0,78	0,57	0,61	0,54	0,67	0,58	0,54	0,51	0,87	0,60	0,92	0,55	1,75	1,59	1,21	0,61	1,70	1,51	0,52	0,54	0,41	0,40	0,55	0,59						
Al ₂ O ₃	12,41	12,51	12,17	12,73	12,27	12,83	12,21	12,36	12,47	12,44	10,83	12,50	10,63	12,76	10,22	10,69	10,76	12,62	9,48	10,17	12,56	12,64	12,82	12,76	12,60	13,04						
FeO	30,11	29,57	28,90	29,14	25,69	27,18	25,10	26,07	25,10	25,62	23,27	24,98	23,24	24,86	25,72	25,30	21,91	22,68	19,94	20,18	24,14	24,02	23,72	23,51	31,40	30,57						
MnO	0,55	0,57	0,45	0,47	0,44	0,57	0,43	0,45	0,44	0,46	0,56	0,53	0,54	0,59	0,40	0,42	0,42	0,44	0,52	0,45	0,55	0,54	0,66	0,70	0,75	0,80						
MgO	1,52	1,35	2,45	2,15	4,46	3,50	4,58	4,09	4,91	4,69	6,43	5,04	6,79	5,12	5,16	5,09	7,42	6,31	9,10	8,33	5,36	5,20	5,70	5,76	0,91	0,78						
CaO	10,69	10,81	10,04	10,20	10,92	10,88	10,95	10,98	10,92	10,92	11,04	10,80	11,00	11,02	10,87	10,92	10,69	10,81	11,22	11,34	10,72	10,84	10,90	10,80	10,35	10,42						
Na ₂ O	1,52	1,27	1,49	1,39	1,61	1,35	1,48	1,48	1,62	1,59	1,53	1,49	1,56	1,53	1,75	1,71	1,61	1,48	1,60	1,59	1,52	1,56	1,55	1,51	1,32	1,27						
K ₂ O	2,45	2,42	2,03	2,22	2,19	2,49	2,20	2,21	2,20	2,18	1,72	2,20	1,64	2,30	1,70	1,77	1,65	1,94	1,44	1,51	2,06	2,15	1,92	1,96	2,68	2,71						
F	0,16	0,15	0,10	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,15	0,18	0,23	0,23	-0,01	-0,01	0,28	0,24	0,31	0,31	0,44	0,44	0,24	0,35	0,12	0,10						
Cl	1,08	1,23	1,51	1,87	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,61	0,95	0,55	0,98	1,21	1,23	0,55	0,75	0,18	0,21	0,70	0,68	0,59	0,61	2,03	2,25						
(OH)	1,66	3,05	3,00	2,65	2,45	1,77	2,88	2,63	2,15	1,79	2,64	2,79	1,26	1,53	1,46	1,60	3,17	3,49	2,01	2,67	3,75	3,55	3,16	3,39	1,38	1,44						
Subtotal:	100,26	100,32	100,28	100,48	99,05	98,47	98,96	98,97	99,20	99,22	100,04	100,37	99,87	99,96	100,33	100,15	100,19	100,27	100,12	99,92	100,20	100,31	100,14	100,16	100,35	100,33						
O-F-Cl	0,31	0,34	0,38	0,48	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,20	0,29	0,22	0,32	0,27	0,28	0,24	0,27	0,17	0,18	0,34	0,34	0,23	0,28	0,51	0,55						
Total	99,95	99,98	99,89	100,00	99,05	98,47	98,96	98,96	99,18	99,22	99,83	100,08	99,64	99,64	100,06	99,87	99,95	100,00	99,95	99,73	99,86	99,97	99,91	99,88	99,84	99,78						
Fórmula estrutural com base em 23 oxigênios																																
Si	6,06	6,05	6,04	5,98	6,10	5,97	6,13	6,09	6,11	6,12	6,30	6,05	6,37	6,04	6,28	6,26	6,09	6,46	6,41	6,03	6,07	6,04	6,05	5,91	5,94							
Al ^(IV)	1,94	1,95	1,96	2,02	1,90	2,03	1,87	1,91	1,89	1,88	1,70	1,95	1,63	1,96	1,72	1,74	1,72	1,91	1,54	1,59	1,97	1,93	1,96	1,95	2,09	2,06						
Soma T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00						
Al ^(VI)	0,42	0,47	0,35	0,40	0,40	0,39	0,43	0,41	0,42	0,42	0,29	0,37	0,29	0,40	0,17	0,24	0,25	0,42	0,16	0,26	0,38	0,44	0,41	0,41	0,33	0,45						
Fe ³⁺	0,70	0,64	1,07	1,05	0,70	0,85	0,64	0,69	0,72	0,75	0,71	0,88	0,73	0,81	0,62	0,57	0,83	0,87	0,60	0,47	0,93	0,76	0,92	0,95	1,04	0,85						
Ti	0,07	0,06	0,09	0,07	0,07	0,06	0,08	0,07	0,06	0,06	0,10	0,07	0,11	0,06	0,21	0,19	0,14	0,07	0,19	0,18	0,06	0,06	0,05	0,05	0,07	0,07						
Mn	0,07	0,08	0,06	0,06	0,06	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,07	0,07	0,09	0,09	0,10	0,11						
Mg	0,37	0,33	0,59	0,52	1,06	0,83	1,09	0,97	1,15	1,10	1,50	1,19	1,55	1,20	1,20	1,19	1,71	1,47	2,06	1,91	1,27	1,23	1,33	1,35	0,22	0,19						
Fe ²⁺	3,37	3,42	2,84	2,89	2,71	2,78	2,71	2,79	2,58	2,61	2,33	2,42	2,25	2,45	2,75	2,76	2,02	2,10	1,92	2,13	2,28	2,44	2,19	2,15	3,24	3,33						
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00						
Ca	1,85	1,90	1,74	1,77	1,86	1,86	1,87	1,88	1,84	1,84	1,84	1,83	1,81	1,85	1,82	1,84	1,78	1,81	1,82	1,87	1,83	1,85	1,83	1,82	1,81	1,82						
Na	0,15	0,10	0,26	0,23	0,14	0,14	0,13	0,12	0,16	0,16	0,16	0,17	0,19	0,15	0,18	0,16	0,22	0,19	0,18	0,13	0,17	0,15	0,17	0,18	0,19	0,18						
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00						
Na	0,33	0,30	0,20	0,20	0,35	0,28	0,33	0,34	0,34	0,32	0,31	0,28	0,27	0,32	0,35	0,36	0,26	0,26	0,29	0,35	0,29	0,33	0,31	0,28	0,22	0,23						
K	0,50	0,51	0,42	0,46	0,44	0,51	0,45	0,45	0,44	0,44	0,34	0,44	0,32	0,46	0,34	0,36	0,33	0,39	0,28	0,30	0,42	0,44	0,38	0,39	0,56	0,56						
Soma A	0,83	0,81	0,62	0,66	0,80	0,79	0,77	0,79	0,78	0,76	0,65	0,73	0,59	0,78	0,70	0,72	0,58	0,65	0,57	0,64	0,71	0,76	0,69	0,68	0,78	0,79						
Fe/(Fe+Mg)	0,90	0,91	0,83	0,85	0,72	0,77	0,71	0,74	0,69	0,70	0,61	0,67	0,59	0,67	0,70	0,70	0,54	0,59	0,48	0,53	0,64	0,66	0,62	0,61	0,94	0,95						
Mg/(Mg+Fe)	0,10	0,09	0,17	0,15	0,28	0,23	0,29	0,26	0,31	0,30	0,39	0,33	0,41	0,33	0,30	0,30	0,46	0,41	0,52	0,47	0,36	0,34	0,38	0,39	0,06	0,05						
Al total	2,36	2,42	2,32	2,43	2,30	2,42	2,29	2,33	2,31	2,30	1,99	2,33	1,92	2,36	1,89	1,98	1,97	2,33	1,69	1,85	2,35	2,37	2,37	2,37	2,42	2,51						
Si*	7,73	7,69	7,66	7,60	7,58	7,53	7,58	7,57	7,56	7,58	7,67	7,50	7,73	7,48	7,77	7,72	7,61	7,42	7,71	7,64	7,44	7,47	7,40	7,41	7,7	7,7						
T°C	869,4	876,4	881,1	889,25	893,0	900,7	892,9	894,3	896,4	892,4	879,2	904,8	870,7	908,3	863,6	871,8	887,4	917,6	872,9	883,4	914,2	909,6	920,1	919,0	875,93	881,51						
*Mg	1,04	1,01	1,28	1,24	1,59	1,46	1,60	1,52	1,68	1,65	1,94	1,74	2,00	1,73	1,57	1,55	2,10	1,96	2,29	2,14	1,81	1,74	1,86	1,89	1,01	0,93						
?NNO	-2,31	-2,36	-1,91	-1,97	-1,40	-1,61	-1,38	-1,51	-1,25	-1,30	-0,83	-1,15	-0,73	-1,16	-1,44	-1,46	-0,56	-0,79	-0,24	-0,49	-1,03	-1,15	-0,94	-0,90	-2,34	-2,48						

Fonte dos dados: Autor - amostras: MDP-57A, PFA-39, AFD-11A, MDP-02C, MDP-55, LIF-04A; demais - Dall'Agno *et al.* (2017).

Tabela S5 - Análises representativas de biotita em microsonda eletrônica das diferentes variedades dos granitoides da Suíte Vila Jussara.

Variedade	Biotita-hornblenda monzogranito (BHMzG)						Biotita-hornblenda tonalito (BHTnl)						Biotita monzogranito (BMZG)				Hornblenda-biotita granodiorito (HBGd)									
	População Magnética		Subp. B1		Subp. C1		Subp. B2			Subp. C2			Subp. C1		Subp. C2		Subp.B3			Subp. C1			Subp. C2			
Amostra	PFR-16A		MDP-57A		PFA-39		PFA-62		MDP-02		MYF-40		MDP-55		LIF-04A		AFD-11A			ADE-01D			AFD-16A		AFD-08	
Análise	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C5	C1	C3	C1	C2	C4	C1	C1	C2	C1	C1	C1	C2	C2	C3	C2	C2		
	Biot-1-1	Biot-2-2	Biot-1-1	Biot-1-3	Biot-1-5	Biot-1-4	Biot-1-1	Biot-1-3	Biot-1-3	Biot-1-3	Biot-1-3	Biot-2-3	Biot-1-4	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-4	Biot-1-3	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-1	Biot-1-1	Biot-1-4	Biot-1-6	Biot-1-1		
SiO ₂ (peso %)	29,61	31,07	34,07	33,99	35,99	35,76	35,35	39,77	36,02	35,75	37,10	36,22	36,47	36,26	36,42	36,32	36,26	35,92	36,90	36,55	36,01	36,22	37,05	36,31		
TiO ₂	1,29	29,52	3,09	3,13	2,29	2,31	4,26	1,22	1,72	2,12	3,60	3,87	2,07	1,44	1,65	1,79	2,07	1,93	1,64	1,88	1,81	1,92	2,07	2,17		
Al ₂ O ₃	15,25	6,77	14,44	14,13	14,71	14,76	13,50	11,23	14,70	14,55	14,13	13,99	14,88	15,00	14,97	14,84	14,74	14,83	14,83	14,48	14,52	14,71	14,97	14,52		
FeO	37,32	1,27	29,40	30,41	25,30	25,93	26,15	25,17	21,10	21,62	20,87	22,10	21,82	20,74	20,61	21,60	24,73	25,19	22,93	24,15	23,19	23,86	22,03	23,29		
MnO	0,55	0,12	0,34	0,32	0,35	0,33	0,23	0,42	0,32	0,28	0,30	0,29	0,39	0,38	0,44	0,47	0,33	0,31	0,28	0,29	0,41	0,39	0,40	0,38		
MgO	3,94	0,01	4,19	3,99	7,56	7,40	7,25	5,12	10,54	10,09	11,00	10,15	9,57	10,20	10,82	10,01	7,84	7,70	9,35	8,38	9,33	8,75	9,96	9,24		
CaO	0,10	28,05	0,01	0,00	0,03	0,02	0,03	10,99	0,02	0,00	0,03	0,02	0,00	0,04	0,08	0,01	0,03	0,02	0,06	0,04	0,05	0,01	0,03	0,04		
Na ₂ O	0,05	0,03	0,05	0,04	0,10	0,10	0,05	1,62	0,05	0,06	0,07	0,06	0,03	0,04	0,06	0,04	0,11	0,10	0,06	0,13	0,04	0,04	0,08	0,07		
K ₂ O	4,01	0,03	8,80	8,69	9,31	9,30	9,16	1,87	9,09	9,03	9,64	9,37	9,22	9,23	8,82	9,28	9,32	9,36	9,60	9,46	9,25	9,63	9,83	9,65		
F	0,000	1,918	0,232	0,240	0,336	0,396	0,015	-0,013	0,681	0,648	0,598	0,532	1,026	1,064	0,901	0,684	0,473	0,483	0,681	0,593	0,538	0,347	0,553	0,414		
Cl	0,348	0,003	0,948	0,940	0,820	0,825	0,840	1,252	0,368	0,36	0,184	0,177	0,313	0,321	0,282	0,329	0,561	0,61	0,389	0,388	0,492	0,546	0,43	0,464		
Subtotal	96,0	101,9	99,8	100,2	101,5	101,7	102,0	104,3	99,1	99,0	102,6	101,4	100,1	99,0	99,5	99,8	101,0	100,8	101,5	100,9	100,1	100,8	102,3	101,1		
O=F,Cl	0,08	0,81	0,31	0,31	0,33	0,35	0,20	0,28	0,37	0,35	0,29	0,26	0,49	0,52	0,44	0,36	0,33	0,34	0,37	0,34	0,34	0,27	0,33	0,28		
Total	95,9	101,1	99,5	99,9	101,2	101,4	101,8	104,1	98,8	98,6	102,3	101,2	99,7	98,5	99,1	99,5	100,7	100,4	101,2	100,6	99,8	100,6	102,0	100,8		
Fórmula estrutural com base em 22 oxigênios																										
Si	5,074	4,566	5,518	5,513	5,577	5,551	5,503	5,888	5,588	5,571	5,542	5,509	5,610	5,625	5,596	5,598	5,609	5,588	5,626	5,638	5,591	5,591	5,584	5,579		
Al ^{iv}	2,926	1,172	2,482	2,487	2,423	2,449	2,476	1,960	2,412	2,429	2,458	2,491	2,390	2,375	2,404	2,402	2,391	2,412	2,374	2,362	2,409	2,409	2,416	2,421		
Al ^{vi}	0,153	0,000	0,274	0,214	0,263	0,251	0,000	0,000	0,276	0,245	0,031	0,017	0,308	0,367	0,307	0,296	0,295	0,307	0,291	0,271	0,249	0,267	0,243	0,210		
Ti	0,166	3,263	0,377	0,382	0,266	0,270	0,499	0,136	0,200	0,249	0,405	0,443	0,239	0,168	0,191	0,207	0,241	0,225	0,189	0,218	0,212	0,223	0,235	0,250		
Fe	5,348	0,156	3,982	4,125	3,279	3,366	3,404	3,117	2,738	2,818	2,607	2,811	2,807	2,691	2,649	2,785	3,199	3,278	2,923	3,115	3,011	3,080	2,776	2,993		
Mn	0,079	0,015	0,046	0,044	0,046	0,044	0,031	0,053	0,042	0,037	0,038	0,037	0,050	0,050	0,057	0,061	0,043	0,041	0,037	0,038	0,053	0,052	0,051	0,049		
Mg	1,006	0,001	1,012	0,965	1,747	1,711	1,682	1,129	2,438	2,345	2,450	2,301	2,195	2,359	2,479	2,300	1,808	1,785	2,126	1,927	2,160	2,013	2,238	2,117		
Ca	0,019	4,417	0,002	0,000	0,004	0,003	0,004	1,744	0,003	0,000	0,005	0,003	0,001	0,007	0,013	0,001	0,005	0,004	0,009	0,006	0,008	0,002	0,005	0,006		
Na	0,017	0,007	0,017	0,013	0,030	0,029	0,016	0,465	0,014	0,018	0,020	0,019	0,009	0,013	0,018	0,013	0,033	0,031	0,016	0,037	0,011	0,011	0,024	0,021		
K	0,875	0,005	1,819	1,799	1,841	1,841	1,819	0,354	1,799	1,795	1,837	1,819	1,810	1,826	1,728	1,824	1,838	1,857	1,867	1,861	1,832	1,897	1,890	1,892		
OH*	3,899	3,108	3,621	3,618	3,620	3,589	3,771	3,692	3,569	3,585	3,671	3,698	3,437	3,394	3,489	3,581	3,622	3,602	3,571	3,609	3,606	3,688	3,627	3,678		
F	0,000	0,891	0,119	0,123	0,165	0,194	0,007	-0,006	0,334	0,319	0,283	0,256	0,479	0,522	0,438	0,333	0,231	0,238	0,328	0,289	0,264	0,169	0,264	0,201		
Al total	3,080	1,172	2,757	2,701	2,686	2,700	2,476	1,960	2,688	2,674	2,488	2,508	2,698	2,742	2,711	2,697	2,686	2,718	2,666	2,632	2,658	2,676	2,659	2,630		
Fe/Fe+Mg	0,842	0,992	0,797	0,810	0,652	0,663	0,669	0,734	0,529	0,546	0,516	0,550	0,561	0,533	0,517	0,548	0,639	0,647	0,579	0,618	0,582	0,605	0,554	0,586		

Fonte dos dados: Autor - amostras: MDP-57A, PFA-39, AFD-11A, MDP-02C, MDP-55, LIF-04A; demais - Dall’Agnol et al. (2017)

CAPÍTULO 3 CONCLUSÕES

A suíte Vila Jussara é constituída por um conjunto de rochas de caráter anisotrópico caracterizada por uma trama tectônica textural marcada por diferentes graus de intensidade de deformação, variando de protomilonítica à milonítica, e as texturas ígneas, por sua vez, estão parcialmente preservadas.

Os estudos petrográficos revelaram a existência de quatro grupos petrográficos, representadas por: Biotita-hornblenda monzogranito (BHMzG), Biotita-hornblenda tonalito (BHTnl), Biotita monzogranito (BMzG), Hornblenda-biotita granodiorito (HBGd).

Os resultados de Suscetibilidade Magnética (SM) da Suíte Vila Jussara mostraram valores variáveis entre $0,14 \times 10^{-3}$ e $30,13 \times 10^{-3}$, com valor médio de $15,14 \times 10^{-3}$. A análise dos dados de SM permitiu identificar três populações (A, B, C). Os valores de SM obtidos para essas populações foram, respectivamente, de $0,14 \times 10^{-3}$ a $0,81 \times 10^{-3}$ (log -3,85 a -3,50, SI); $0,85 \times 10^{-3}$ a $5,98 \times 10^{-3}$ SI (log -3,07 a -2,22); e $6,02 \times 10^{-3}$ a $30,13 \times 10^{-3}$ SI (-2,22 a -1,52). As populações A, B e C englobam, respectivamente, 25%, 36% e 39% do total de amostras estudadas.

Com base nos dados de suscetibilidade magnética e as características dos óxidos de Fe e Ti foram distinguidos diferentes populações e subpopulações de SM e estes dados associados aos estudos petrográficos, mineralógicos e geoquímicos sugerem que tais grupos petrográficos se cristalizaram em em diferentes condições de fO_2 .

O grupo BHMzG é composto por dois subgrupos: o primeiro formado por rochas de baixa SM (população A e subpopulação B₁), caracterizadas pela dominância de ilmenita com magnetita e pirita subordinadas ou ausentes. Tais rochas são classificadas como granitos ferrosos reduzidos, sendo que as rochas da população A se formaram em condições redutoras, abaixo do tampão ao passo que as rochas da subpopulação B₁ evoluíram em condições moderadamente reduzidas (igual ou ligeiramente acima do FMQ). O segundo subgrupo compreende rochas com moderada a alta SM (subpopulações B₃ e C₁), sendo marcada pela dominância de magnetita em relação a ilmenita e pirita, sendo que neste subgrupo a pirita é bem mais expressiva que no subgrupo anterior. Tais rochas são classificados como granitos ferrosos oxidados e se cristalizaram em condições acima do tampão FMQ, mas muito provavelmente abaixo do tampão NNO, podendo se estimar sua condição de fO_2 como equivalente a NNO-0,5;

A variedade BHTnl (subpopulação B₂ e C₂) compreende rochas com valores moderados de SM e um padrão bastante homogêneo (subpopulação B₂), caracterizada pelo amplo domínio de sulfetos em relação à magnetita e conteúdo modal subordinado de ilmenita. Exceto, uma única amostra que apresenta alta SM e contém magnetita como principal fase opaca (MYF-40;

subpopulação C₂). Tais rochas do grupo BHTnl são classificadas como granitoides magnesianos e se formaram em condições essencialmente oxidantes, sendo que a subpopulação B₂ se cristalizou próximo do tampão NNO+0,5 e a subpopulação C₂ próximo do NNO+1.

O grupo BMzG é formado por rochas com SM bastante variável (subpopulações B₃, C₁ e C₂), sendo marcada pela dominância de magnetita em relação à pirita e a ilmenita ausente ou subordinada. Tanto em termos de petrologia magnética quanto geoquímico, constituem um grupo homogêneo de rochas. Geoquimicamente são classificadas como granitos magnesianos e pertencem a série magnetita, o que aponta uma origem comum para as diferentes subpopulações de SM, as quais se formaram em condições oxidantes, provavelmente próximas ao NNO+0,5.

As rochas da variedade HBGd apresenta comportamento magnético bastante variável (subpopulações B₃, C₁ e C₂) e contém a magnetita como principal mineral opaco. Tais rochas se formaram em condições essencialmente oxidantes de fugacidade de oxigênio e com leve variação nos graus de oxidação entre as subpopulações B₃, C₁ e C₂, porém tudo indica que estas rochas se cristalizaram dentro do intervalo das curvas dos tampões NNO - 0,5 a NNO + 0,5.

Além disso, foi descrito BHSnG com alta SM e conteúdo modal bastante elevado de magnetita, porém exibe altas razões FeOt/(FeOt+MgO) em rocha total e minerais. Até o momento assumi-se que estes granitos se formaram em condições redutoras, no entanto, não se tem uma explicação clara para o alto conteúdo de minerais opacos e de magnetita, e conseqüentemente, para o alto valor de SM que são contraditórios com o caráter reduzido.

Em termos comparativos com os demais granitos subalcalino neoarqueanos da Província Carajás, nota-se que o subgrupo 1 dos BHMzG da SVJ, constituído essencialmente por rochas ferrosas reduzidas exibem fortes semelhanças com os granitos da Suíte Planalto e com os granitoides ferrosos reduzidos de Vila União, as quais se formaram em condições essencialmente redutoras (FMQ±0,5). Ao passo que, as rochas das variedades BMzG, HBGd e BHTnl evoluíram em condições predominantemente oxidantes, e, portanto, aproxima-se de forma geral dos granitos oxidados da Vila União, as quais cristalizaram em condições que variam de moderada a alta fO_2 (entre NNO±0,5 a NNO+1).

REFERÊNCIAS

- Almeida J.A.C., Dall'Agnol R., Oliveira D.C. 2006. Geologia; petrografia e geoquímica do granito anorogênico Bannach; Terreno Maria; Pará. *Revista Brasileira de Geociências*, **36** (2):282-295.
- Almeida J.A.C., Guimarães F.V., Dall'Agnol R. 2007. Petrologia Magnética do Granito Anorogênico Bannach, Terreno Granito-Greenstone de Rio Maria, Pará. *Revista Brasileira de Geociências*, **37**(1):17-36.
- Almeida J.A.C., Dall'Agnol R., Oliveira M.A., Macambira M.B., Pimentel M.M., Rämö O.T., Guimarães F.V., Leite A.A.S. 2011. Zircon geochronology and origin of the TTG suites of the Rio Maria granite-greenstone terrane: Implications for the growth of the Archean crust of the Carajás province, Brazil. *Precambrian Research*, **187**:201-221.
- Almeida J.A.C., Dall'Agnol R., Leite A.A.S. 2013. Geochemistry and zircon geochronology of the Archean granite suites of the Rio Maria granite-greenstone terrane, Carajás Province, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **42**:103-126.
- Anderson J.L. & Smith D.R. 1995. The Effects of temperature and fO_2 on the Al-in-hornblende barometer. *American Mineralogist*, **80**:549- 559.
- Anderson J.L., Barth A.P., Wooden J.L., Mazdab F. 2008. Thermometers and thermobarometers in granitic systems. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, **69**:121-142.
- Althoff F.J., Barbey P., Boullier A.M. 2000. 2.8-3.0 Ga plutonism and deformation in the SE Amazonian craton: the Archean granitoids of Marajoara (Carajás Mineral Province, Brazil). *Precambrian Research*, **104**:187-206.
- Arató R. & Audétat A. 2017. Vanadium magnetite–melt oxybarometry of natural, silicic magmas: a comparison of various oxybarometers and thermometers. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **172**(7), 52.
- Barbosa J.P.O. 2004. Geologia Estrutural, Geoquímica, Petrografia e Geocronologia de granitoides da região do Igarapé Gelado, norte da Província Mineral de Carajás. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 96p.
- Barros C.E.M., Barbey P., Boullier A.M. 2001. Role of magma pressure, tectonic stress and crystallization progress in the emplacement of the syntectonic A-type Estrela Granite Complex (Carajás Mineral Province, Brazil). *Tectonophysics* **343**:93–109.
- Barros C.E.M., Sardinha A.S., Barbosa J.P.O., Macambira M.J.B. 2009. Structure, petrology, geochemistry and zircon U/Pb and Pb/Pb geochronology of the synkinematic Archean (2.7 Ga) A-Type granites from the Carajás Metallogenic Province, northern Brazil, *The Canadian Mineralogist*, **47**:1423-1440.
- Blevin P.L., Chappell B.W., Allen C.M. 1996. Intrusive metallogenic provinces in eastern Australia based on granite source and composition. *Geol Soc Am Spec Pap*, **315**:281–290.
- Buddington A.F. & Lindsley D.H. 1964. Iron-titanium oxide minerals and synthetic equivalents. *J. Petrology*, **5** (2):310-357.
- Carmichael I.S.E. 1967. The iron-titanium oxides of salic volcanic rocks and their associated ferromagnesian silicates. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **14**:36-64.
- Carmichael I.S.E. 1991. The redox states of basic and silicic magmas: a reflection of their source regions. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **106**:129-141.

- Chakraborti T.M., Ray A., Deb G.K., Upadhyay D., Chakrabarti R. 2019. Evidence of crustal reworking in the Mesoarchean: Insights from geochemical, U-Pb zircon and Nd isotopic study of a 3.08–3.12 Ga ferro-potassic granite-gneiss from north-eastern margin of Singhbhum Craton, India. *Lithos*, **330**:16-34.
- Clark D.A. 1999. Magnetic petrology of igneous intrusions: implications for exploration and magnetic interpretation. *Exploration Geophysics*, **30**:5-26.
- Cordani U.G., Tassinari C.C.G., Teixeira W., Basei M.A.S., Katawasita K. 1979. Evolução Tectônica da Amazônia com base nos dados geocronológicos. In: 2º Congresso Geológico Chileno, Chile. *Atas...*, p.137-48.
- Cordani U.G. & Brito Neves B.B. 1982. The geologic evolution of South América during the Archean and Early Proterozoic. *Revista Brasileira de Geociências*, **12**:78-88.
- Cunha I.R.V. 2013. *Petrologia magnética e química mineral dos granitos da Suíte Planalto de Canaã dos Carajás, Província Carajás*. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1 CD-ROM.
- Cunha I.R.V., Dall'Agnol R., Feio G.R.L. 2016. Mineral chemistry and magnetic petrology of the Archean Planalto Suite, Carajás Province e Amazonian Craton: Implications for the evolution of ferroan Archean granites. Brasil. *Journal of South American Earth Sciences*, **67**: 100-121.
- Czamanske G.K. & Mihalik P. 1972. Oxidation during magmatic differentiation, Finnmarka complex, Oslo area, Norway: Part 1, The opaque oxides. *Journal of Petrology*, **13**(3):493-509.
- Dall'Agnol R., Pichavant M., Champenois M. 1997. Iron-titanium oxide minerals of the Jamon Granite, eastern Amazonian region, Brazil: implications for the oxygen fugacity in Proterozoic, A-type granites. *An. Acad. Bras. Ci*, **69**(3):325-347.
- Dall'Agnol R., Lafon J.M., Fraga L.M., Scandolaro J., Barros C.E.M. 2000. The Precambrian Evolution of the Amazonian Craton: one of the last Unknown Precambrian Terranes in the 153 World. In: International Geological Congress, 31. Rio de Janeiro. Abstracts...Rio de Janeiro: CPRM. (CDROM).
- Dall'Agnol R., Teixeira N.P., Ramo O.T., Moura C.A.V., Macambira M.J.B., Oliveira D.C. 2005. Petrogenesis of the Paleoproterozoic, rapakivi, A-type granites of the Archean Carajás Metallogenic Province, Brazil. *Lithos*, **80**:101-129.
- Dall'Agnol R., Oliveira M.A., Almeida J.A.C., Althoff F.J., Leite A.A.S., Oliveira D.C., Barros C.E.M. 2006 Archean and Paleoproterozoic granitoids of the Carajás metallogenic province, eastern Amazonian craton. In: Dall'agnol, R., Rosa-Costa, L.T., Klein, E.L. (eds.). Symposium on Magmatism, Crustal Evolution, and Metallogenesis of the Amazonian Craton. Abstracts Volume and Field Trips Guide. Belém, PRONEX- UFPA/SBG-NO, 150p.
- Dall'Agnol R. & Oliveira D. C. 2007. Oxidized, magnetite series, rapakivi-type granites of Carajás, Brazil: implications for classification and petrogenesis of A-type granites. *Lithos*, **93**(3-4):215-233.
- Dall'Agnol R., Oliveira D.C., Guimarães F.V., Gabriel E.O., Feio G.R.L., Lamarão C.N., Althoff F.A., Santos P.A., Teixeira M.F.B, Silva, A.C., Rodrigues D.S., Santos C.R.P., Silva R.D., Santos P.J.L. 2013. Geologia do Subdomínio de Transição do Domínio Carajás – implicações para a evolução arqueana da Província Carajás – Pará. Anais do Simpósio de Geologia da Amazônia 13: 1 CD-ROM.

- Dall'Agnol, R., Cunha, I.R.V., Guimarães, F.V., Oliveira, D.C., Teixeira, M.F.B., Feio, G.R.L., Lamarão, C.N. 2017. Mineralogy, geochemistry, and petrology of Neoproterozoic ferroan to magnesian granites of Carajás Province, Amazonian Craton: The origin of hydrated granites associated with charnockites. *Lithos*, **277**: 3-32.
- Debon F. & LeFort P. 1983. A chemical–mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. Transactions of the Royal Society of Edinburgh, *Earth Sciences*, **73**:135-149.
- Dias S.B. 2009. *Caracterização geológica, petrográfica e geoquímica de granitos Arqueanos da Folha Marajoara, terreno granito–greenstone de Rio Maria, sudeste do Pará*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 129p.
- Docegeo (Rio Doce Geologia e Mineração), 1988. Revisão litoestratigráfica da Província Mineral de Carajás, in: 35 Congresso Brasileiro de Geologia. CVRD/SBG, Belém, pp.11–59.
- Feio G.R.L. 2011. Magmatismo granitóide arqueano da área de Canaã dos Carajás: implicações da evolução crustal da Província Carajás. Tese (Doutorado em Geoquímica e Petrologia) - Programa de Pós-Graduação de Geologia e Geoquímica, Universidade Federal do Pará, Belém, 190f.
- Feio G.R.L., Dall'Agnol R. 2012. Geochemistry and petrogenesis of the Mesoarchean granites from the Canaã dos Carajás Area, Carajás Province, Brazil: implications for the origin of Archean granites. *Lithos*, **154**: 33-52.
- Feio G.R.L., Dall'Agnol R., Dantas E., Macambira M.J.B., Gomes A.C.B., Sardinha A.S., Santos P. 2012. Geochemistry, geochronology, and origin of the planalto granite suite and associated rocks: implications for the neoproterozoic evolution of the Carajás Province. *Lithos*, **151**:57-73.
- Feio G. R. L., Dall'Agnol R., Dantas E. L., Macambira M. J. B., Santos J.O. S., Althoff F. J. 2013. Archean granitoid magmatism in the Canaã dos Carajás area: Implication for crustal evolution of the Carajás province, Amazonian cráton, Brazil. *Precambrian Research*, **227**: 157-185.
- Frost B.R. 1991a. Introduction to oxygen fugacity and its petrologic importance. LINDSLEY, D.H. (Ed.): Oxide minerals: petrologic and magnetic significance. Washington, D. C., *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, **25**:1-9.
- Frost B.R. 1991b. Magnetic petrology: factors that control the occurrence of magnetite in crustal rocks. LINDSLEY, D.H. (Ed.): Oxide minerals: petrologic and magnetic significance. Washington, D. C., *Mineralogical Society of America*, **25**:433-468.
- Frost B.R. & Lindsley D.H. 1992. Equilibria among Fe-Ti oxides, pyroxenes, olivine, and quartz: Part II. Application. *American Mineralogist*, **77**(9-10):1004-1020.
- Frost C.D. & Frost B.R. 1997. Reduced rapakivi type granites: the tholeiitic connection. *Geology*, **25**:647-650.
- 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. *J. Petrol*, **42**:2033-2048.
- Gabriel E.O., Oliveira D.C., Galarza M.A. 2010. Petrografia e Geocronologia de granitoides do Complexo Xingu da região nordeste de Água Azul do Norte, Província Mineral de Carajás, In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 45, Anais, Belém, CD-ROM.

- Gabriel E.O., Oliveira D.C., Santos M.S. 2014. Sanukitoides mesoarqueanos de Água Azul do Norte, Sul do Domínio Carajás: Novos dados e perspectivas. *In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia*, 47, Anais, Salvador, CDrom.
- Gaillard F., Scaillet B., Pichavant M., Bény J. M. 2001. The effect of water and fO_2 on the ferric–ferrous ratio of silicic melts. *Chemical Geology*, **174**(1-3):255-273.
- Galarza M.A; Oliveira D.C; Rodrigues E. A; Santos A. N; Martins A. B; Marangoanha B. 2017. Granitoides neoarqueanos (2,73 – 2,74 Ga) intrusivos e associados ao Diopsídio Norito Pium, Canaã dos Carajás, Província Carajás (PA). (Ed.) *Contribuições à Geologia da Amazônia*, **10**:225-246.
- Geuna S.E., McEnroe S.A., Robinson P., Escosteguy L.D. 2008. Magnetic petrology of the Devonian Achala Batholith, Argentina: Titanohaematite as an indicator of highly oxidized magma during crystallization and cooling. *Geophysical Journal International*, **175**(3):925-941.
- Ghiorso M.S & Evans B.W. 2008. Thermodynamics of rhombohedral oxide solid solutions and a revision of the Fe-Ti two-oxide geothermometer and oxygen-barometer. *Am J Sci*, **308**(9):957-1039.
- Gomes A.C.B. 2003. *Geologia, Petrografia e Geoquímica dos granitóides de Canaã dos Carajás, SE do Estado do Pará*. 2003. 199 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, 160 p.
- Haggerty S.E. 1991. Oxide textures - a mini-atlas. *In: LINDSLEY, D. H. Oxide minerals: petrologic and magnetic significance. Mineral Soc. Am. Reviews in Mineralogy*, **25**:129-219. (129-137).
- Huhn S.B., Macambira M.J.B., Dall'Agnol R. 1999. Geologia e geocronologia Pb/Pb do granito alcalino arqueano planalto, região da Serra do Rabo, Carajás-PA. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA*, 6, Manaus. Boletim de Resumos Expandidos. Manaus: SBG-NNO. **1**:463-466.
- Ishihara S. 1977. The magnetite-series and ilmenite-series granitic rocks. *Mining Geology*, **27**:293-305.
- Ishihara S. 1981. The granitoid series and mineralization. *Econ. Geol.*, **75**:458-484.
- Janoušek V., Farrow C. M., Erban V. 2006. Interpretation of whole-rock geochemical data in igneous geochemistry: introducing Geochemical Data Toolkit (GCDkit). *Journal of Petrology*. **47**(6):1255-1259.
- Javier Rios F., Villas R.N., Dall'Agnol R. 1995. O Granito Serra dos Carajás: fácies petrográficas e avaliação do potencial metalogenético para estanho no setor norte. *Rev. Bras. Geociências*, **25**:20-31 in Portuguese.
- Jayananda M., Chardon D., Peucat, J.J., Capdevila R. 2006. 2.61 Ga potassic granites and crustal reworking in the western Dharwar craton, southern India: tectonic, geochronologic and geochemical constraints. *Precambrian Research*, **150**(1-2):1-26.
- Jayananda M., Santosh M., Aadhisheshan K.R. 2018. Formation of Archean (3600–2500 Ma) continental crust in the Dharwar Craton, southern India. *Earth-Science Review*, **181**:12-42.
- Jugo P.J., Wilke M., Botcharnikov R.E. 2010. Sulfur K-edge XANES analysis of natural and synthetic basaltic glasses: implications for S speciation and S content as function of oxygen fugacity. *Geochim Cosmochim Acta*, **74**(20):5926-5938.

- Larsson. L.O. 1997. Statistical treatment of in-set measurements of magnetic susceptibility. *Sreringes Geologisk Under Softhing*.
- Laurent O., Rapopo M., Stevens G., Moyen J.F., Martin H., Doucelance R., Bosq C. 2014. Contrasting petrogenesis of MgeK and FeeK granitoids and implications for post- collisional magmatism: case study from the Late-Archean Matok pluton (Pietersburg block, South Africa). *Lithos*, **196**:131-149.
- Leite-santos P.J., Oliveira D.C. 2014. Trondhjemitos da área de Nova Canadá: novas ocorrências de associações magmáticas tipo TTG no Domínio Carajás. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, **9**:635–659.
- Leite-Santos P.J.L., Oliveira D.C. 2016. Geologia, petrografia e geoquímica das associações leucograníticas arqueanas da área de Nova Canadá – Província Carajás. *Geologia USP, Série Científica*, **16**(2):37-66
- Le Maitre R.W. 2002. A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms, second ed. pp. 193 London.
- Macambira M.J.B. & Lafon J.M. 1995. Geocronologia da Província Mineral de Carajás, Síntese dos dados e novos desafios. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Ciências da Terra*, Belém, **7**:263-287.
- Macambira M.J.B., Lancelot J. 1996. Time constraints for the formation of the Archean Rio Maria crust, southeastern Amazonian Craton, Brazil. *International Geology Review*, **38**:1134-1142
- Machado N., Lindenmayer Z., Krogh T.H., Lindenmayer Z.G. 1991. U-Pb geochronology of Archean magmatism and basement reactivation in the Carajás area, Amazon shield, Brazil. *Precambrian Research*, **49**:329-354.
- Magalhães M.S, Dall'Agnol R. 1992. Estudos de minerais opacos e suscetibilidade magnética nos Granitos Musa e Jamon (Região de Rio Maria – SE do Pará) e suas implicações petrológicas. *Revista Brasileira de Geociências*, **22**:184-197p.
- Magalhães M.S., Dall'Agnol R., Sauck W.A., Gouvea L.J. 1994. Suscetibilidade magnética: um indicador da evolução petrológica de granitoides da Amazônia. *Revista Brasileira de Geociências*, **24**(3):139-149.
- Marangoanha B, Oliveira D.C., 2014. Diabásios e anfibolitos da área de Nova Canadá: natureza e implicações tectônicas para a Província Carajás. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Ciências da Terra*, Belém. **9**: 565-596.
- Marangoanha B., Oliveira D.C., Oliveira V.E.S., Galarza M.A., Lamarão C.N. 2019. Neoproterozoic A-type granitoids from Carajás province (Brazil): New insights from geochemistry, geochronology and microstructural analysis. *Precambrian Research*, **324**:86-108.
- Martin, H., Smithies, R.H., Rapp, R., Moyen, J.F., Champion, D. 2005. An overview of adakite, tonalite-trondhjemitic-granodiorite (TTG) and sanukitoid: relationships and some implications for crustal evolution. *Lithos*, **79**:1-24.
- Martins P.L.G., Toledo C.L.B., Silva A.M., Chemale F., Santos J.O.S., Assis L.M. 2017. Neoproterozoic magmatism in the southeastern Amazonian Craton, Brazil: Petrography, geochemistry and tectonic significance of basalts from the Carajás Basin. *Precambrian Research*, **302**:340-357.

- Mesquita C.J.S., Dall'Agnol R., Almeida J.A.C. 2018. Mineral chemistry and crystallization parameters of the A-type Paleoproterozoic Bannach Granite, Carajás Province, Pará, Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, **48**(3):575-601.
- Moussallam Y., Oppenheimer C., Scaillet B., Gaillard F., Kyle P., Peters N., Hartley M., Berlo K., Donovan A. 2014. Tracking the changing oxidation state of Erebus magmas, from mantle to surface, driven by magma ascent and degassing. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **393**:200-209.
- Oliveira D.C., Dall'Agnol R., Silva J.B.C., Almeida J.A.C. 2008. Gravimetric, radiometric, and magnetic susceptibility study of the Paleoproterozoic Redenção and Bannach plutons, eastern Amazonian Craton, Brazil: Implications for architecture and zoning of A-type granites. *Journal of South American Earth Sciences*, **25**(1):100-115.
- Oliveira M.A., Dall'Agnol R., Althoff F.J., Leite A.A.S. 2009. Mesoarchean sanukitoid rocks of the Rio Maria Granite-Greenstone Terrane, Amazonian craton, Brazil. *J. S. Am. Earth Sci.* **27**:146-160.
- Oliveira M.A., Dall'Agnol R., Scaillet B. 2010. Petrological constraints on crystallization conditions of MesoArchean Sanukitoid Rocks, southeastern Amazonian craton, Brazil. *Journal of Petrology*, **51**:2121-2148.
- Oliveira M.A., Dall'Agnol R., Almeida J.A.C. 2011. Petrology of the Mesoarchean Rio Maria suite and the discrimination of sanukitoid series. *Lithos*, **137**:192-209
- Oliveira V.E.S., Oliveira D.C., Marangoanha B., Lamarão, C.N. 2018. Geology, mineralogy and petrological affinities of the Neoproterozoic granitoids from the central portion of the Canaã dos Carajás domain, Amazonian craton, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **85**:135-159.
- Pichavant M., Hammouda T., Scaillet B. 1996. Control of redox state and Sr isotopic composition of granitic magmas: a critical evaluation of the role of source rocks. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences* **88**:321-329.
- Putirka K. 2016. Rates and styles of planetary cooling on Earth, Moon, Mars, and Vesta, using new models for oxygen fugacity, ferric-ferrous ratios, olivine-liquid Fe-Mg exchange, and mantle potential temperature. *Am Mineral*, **101**:819-840.
- Rapopo M. 2010. *Petrogenesis of the Matok Pluton, South Africa: Implications on the Heat Source that Induced Regional Metamorphism in the Southern Marginal Zone of the Limpopo Belt*. Master Thesis. University of Stellenbosch, South Africa, p. 197.
- Rahaman M.S., Mondal M.E.A., Ahmad I., Bhutani R., Choudhary A.K. 2019. Geochemical and Nd isotopic studies of the Neoproterozoic-Palaeoproterozoic granitoids of the Aravalli Craton, NW India: evidence for heterogeneous crustal evolution processes. In *Geological Evolution of the Precambrian Indian Shield* Springer, Cham. pp. 327-350.
- Rajesh H.M. 2008. Petrogenesis of two granites from the Nilgiri and Madurai blocks, southwestern India: Implications for charnockite-calc-alkaline granite and charnockite-alkali (A-type) granite link in high-grade terrains. *Precambrian Research*, **162**:180-197
- Ridolfi F., Puerini M., Renzulli, A. Menna M., Toulkeridis T. 2008. The magmatic feeding system of El Reventador volcano (Sub-Andean zone, Ecuador) constrained by texture, mineralogy and thermobarometry of the 2002 erupted products. *J. Volcanol. Geoth. Res.* **176**:94-106

- Ridolfi F., Renzulli A., Puerini M. 2010. Stability and chemical equilibrium of amphibole in calc-alkaline magmas: an overview, new thermobarometric formulations, and application to subduction-related volcanoes. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **160**:45-66.
- Rolando A.P. & Macambira M.J.B. 2003. Archean crust formation in Inajá range area, SSE of Amazonian Craton, Brazil, based on zircon ages and Nd isotopes. In: Expanded Abstracts 40 South American Symposium on Isotope Geology: CDrom. Salvador. Rollinson H. 1993. Using geochemical data: evolution, presentation, interpretation, New York, Longman, 352f.
- Rodrigues D.D., Oliveira D.C., Macambira M.J.B. 2014. Geologia, geoquímica e geocronologia do Granito Mesoarqueano Boa Sorte, município de Água Azul do Norte, Pará – Província Carajás. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Ciências da Terra*, Belém. **9**:597-633.
- Santos J.O.S., Hartmann L.A., Gaudette H.E, Groves D.I., Mcnaughton N.J., Flecher I.R. 2000. New understanding of the Amazon Craton provinces, based on Integration of Field Mapping and U-Pb and Sm-Nd Geochronology. *Gondwana Research*, **3**(4):453-488.
- Santos J.O.S., Hartmann L.A., Faria M.S., Riker S.R., Souza M.M., Almeida M.E., Mcnaughton, N.J. 2006. A Compartimentação do Cráton Amazonas em províncias: avanços ocorridos no período de 2000-2006. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 9, 2006, Belém, Anais... Belém: SBG.
- Santos P.A., Teixeira M.F.B., Dall’Agnol R., Guimarães F.V. 2013. Geologia, petrografia e geoquímica da associação tonalito-trondhjemito-granodiorito (TTG) do extremo leste do Subdomínio de Transição, Província Carajás - Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais*. **8**:257-290.
- Santos R.F.S., Oliveira D.C., Silva F.F. 2018. Geocronologia U-Pb, classificação e aspectos evolutivos do Granito Marajoara, Província Carajás. *Geologia USP. Série Científica*, **18**(4), 89-124.
- Sardinha A.S. 2002. *Geologia, geoquímica e geocronologia do Granito Serra do Rabo, Província Mineral de Carajás*. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Belém, p. 188.
- Sardinha A.S., Barros C.E.M., Krymsky R. 2006. Geology, geochemistry, and U-Pb geochronology of the Archean (2.74 Ga) Serra do Rabo granite stocks, Carajás Province, north- ern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **20**:327-339.
- Salazar-Naranjo A.F., Vlach S.R.F. 2018. On the crystallization conditions of the Neoproterozoic, high-K calc-alkaline, Bragança Paulista-type magmatism, southern Brasília Orogen, SE Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, **48**(3), 631-650.
- Scaillet B., Evans B.W. 1999. The 15 June 1991 eruption of Mount Pinatubo; I, Phase equilibria and pre-eruption P-T-fO₂-fH₂ conditions of the dacite magmas. *J. Petrol.* **40**, 381-411.
- Silva A.C., Oliveira D.C., Macambira M.J.B. 2010. Individualização e geocronologia de granitoides do Complexo Xingu, região de Vila Jussara, Município de Água Azul do Norte-PA, Província Mineral de Carajás. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 45, Anais, Belém, CDrom.
- Silva A.C., Dall’Agnol R., Guimarães F.V., Oliveira D.C. 2014. Geologia, petrografia e geoquímica de associações tonalíticas e trondhjemíticas arqueanas de Vila Jussara, Província Carajás, Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*. **9** (1): 13-45.

- Silva F.S., Oliveira D.C., Antonio P.Y., D'Agrella-Filho M., Lamarão C.N. 2016. Bimodal magmatism of the Tucuma area, Carajás Province: U-Pb geochronology, classification and processes. *J. S. Am. Earth Sci.* 72, 95–114.
- Silva L.R., Oliveira D.C., Santos M.N.S. 2018. Diversity, origin and tectonic significance of the Mesoarchean granitoids of Ourilândia do Norte, Carajás province (Brazil). *Journal of South American Earth Sciences*, **82**:33-61.
- Sousa S.D., Oliveira D.C., Gabriel E.O., Macambira M.J.B., 2010. Geologia, Petrografia e Geocronologia das rochas granitoides do Complexo Xingu da porção a leste da cidade de Água Azul do Norte (PA) - PMC. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 45, Anais, Belém, CDrom.
- Souza S.Z., Dall'Agnol R., Althoff F.J., Leite A.A.S., Barros C.E.M. 1996. Carajás mineral province: geological, geochronological and tectonic constrasts on the Archean evolution of the Rio Maria Granite-Greenstone Terrain and the Carajás block. In: SYMPOSIUM ON ARCHEAN TERRANES OF SOUTH AMERICA PLATFORM, Brasília, 1996, Extended abstracts. SBG. p. 31-32.
- Streckeisen A. 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews*, **12**(1):1-33.
- Sylvester P.J. 1989. Post-collisional alkaline granites. *J. Geol.* **97**:261–280.
- Pichavant M., Martel C., Bourdier J.L., Scaillet B. 2002. Physical conditions, structure, and dynamics of a zoned magma chamber: Mount Pelee (Martinique, Lesser Antilles Arc). *J. Geophys. Res.* 107 (B5) ECV 1–1–ECV 1–28.
- Tassinari C.C.G., Macambira M.J.B., 1999. Geochronological Provinces of the Amazonian Cráton. *Episodes*. **22** (3):174-182.
- Tassinari C.C.G., Macambira M.J.B. 2004. A Evolução tectônica do Cráton Amazônico. In: Mantesso-Neto, V., Bartorelli, A., Carneiro, C.D.R., Brito Neves, B.B. (eds.) Geologia do continente Sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: [s.n.].
- Teixeira W., Tassinari C.C.G., Cordani U.G. & Kawashita K., 1989. A review of the Geochronology of the Amazonian Cráton: Tectonic Implications. *Precambrian Research*, **42**: 213-227.
- Teixeira M.F.B., Dall'Agnol R., Silva A.C. Santos P.A. 2013. Geologia, petrografia e geoquímica do Leucogranodiorito Pantanal e dos leucogranitos arqueanos da área a Norte de Sapucaia, Província Carajás, Pará: implicações petrogenéticas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*. **8** (3): 291-323.
- Teixeira M.F.B., Dall'Agnol R., Santos J.O.S., de Sousa L.A.M., Lafon J.M. 2017. Geochemistry, geochronology and Nd isotopes of the Gogó da Onça Granite: A new Paleoproterozoic A-type granite of Carajás Province, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **80**:47-65.
- Teixeira M.F.B., Dall'Agnol R., Santos J.O.S., Oliveira D.C., Lamarão C.N., McNaughton N.J. 2018. Crystallization ages of Paleoproterozoic A-type granites of Carajás province, Amazon craton: Constraints from U-Pb geochronology of zircon and titanite. *Journal of South American Earth Sciences*, **88**:312-331.
- Teixeira M.F.B., Dall'Agnol R., Santos J.O.S., Kemp A., Evans N. 2019. Petrogenesis of the Paleoproterozoic (Orosirian) A-type granites of Carajás Province, Amazon Craton, Brazil: Combined in situ HfO isotopes of zircon. *Lithos*, **332-333**:1-22.

Terentiev R.A., Santosh M. 2018. High magnesian granitoids in the Precambrian continental crust: Implication for the continuum between ferro–potassic and magnesio–potassic rock suites. *Lithos*, **314**:669-682.

Teruiya R.K., Paradella W.R., Santos A.R, Dall'Agnol R., Veneziani, P. 2008. Integrating airborne SAR, Landsat TM and airborne geophysics data for improving geological mapping in the Amazon region: the Cigano Granite, Carajás Province, Brazil. *Int J Remote Sens.* 29, 3957-3974.

Topno A., Dey S., Liu Y., Zong K. 2018. Early Neoproterozoic A-type granitic magmatism by crustal reworking in Singhbhum craton: Evidence from Pala Lahara area, Orissa. *Journal of Earth System Science*, **127**(3): 43.

Vasquez L.V., Rosa-Costa L.R., Silva C.G., Ricci P.F., Barbosa J.O., Klein E.L., Lopes E.S., Macambira E.B., Chaves C.L., Carvalho J.M., Oliveira J.G., Anjos G.C., Silva H.R. 2008. Unidades litoestratigráficas. In: Vasquez L.V. & Rosa-Costa L.R. (coord). 2008. *Geologia e recursos minerais do Estado do Pará*: texto explicativo dos mapas Geológico e Tectônico e de Recursos Minerais do Estado do Pará Escala 1: 1000.000. Belém, CPRM. p. 113-215.

Wones D. & Eugster H. 1965. Stability of biotite: experiment theory and application. *Am Miner*, **50**(9):1228–1272.

Wones D. 1981. Mafic silicates as indicators of intensive variables in granitic magmas. *Min Geol*, **31**(4):191–212.

APÊNDICE A - TABELA A1- ANÁLISES EM MICROSSONDA ELETRÔNICA DE BIOTITA DAS DIFERENTES VARIEDADES DOS GRANITOIDES DA SUÍTE VILA JUSSARA.

(continua)

Variedade	Biotita-hornblenda monzogranito (População A)																							
Amostra	PFR-16A																							
Análise	C1																							
	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5	C1_Biot-1-Biot-1-7	Biot-1-8	Biot-1-9	Biot-1-10	Biot-2-1	Biot-2-2	Biot-2-3	Biot-2-4	Biot-2-5	Biot-2-6	Biot-2-7	Biot-2-8	Biot-3-1	Biot-3-2	Biot-3-3	Biot-3-4	Biot-3-5	Biot-3-6	
SiO2 (peso %)	34,68	34,72	34,60	34,24	34,47	34,89	34,82	34,63	34,45	34,64	34,32	34,28	34,54	34,32	33,82	34,43	35,07	34,76	34,24	34,49	34,17	34,70	34,40	34,61
TiO2	2,21	2,19	2,10	2,16	2,21	2,02	2,07	1,99	2,02	2,22	1,82	2,41	2,00	2,08	1,89	2,16	2,18	2,16	1,97	2,05	2,01	1,98	1,86	2,00
Al2O3	14,01	14,43	14,19	14,22	14,33	14,64	14,83	14,78	14,39	14,61	15,04	14,53	14,62	14,50	14,56	14,45	14,49	14,34	14,75	14,62	14,56	14,57	14,87	14,72
FeO	31,42	31,22	31,18	31,77	30,78	31,35	31,05	31,00	31,69	31,24	31,17	31,61	31,76	32,33	32,15	32,09	31,50	31,20	32,02	31,82	31,91	31,93	31,47	31,42
MnO	0,39	0,38	0,41	0,40	0,42	0,34	0,34	0,39	0,39	0,37	0,43	0,40	0,43	0,40	0,34	0,39	0,41	0,40	0,35	0,40	0,35	0,39	0,32	0,43
MgO	2,89	2,73	2,81	2,81	2,74	2,98	2,80	2,87	2,74	2,85	2,72	2,71	2,75	2,58	2,66	2,90	2,79	2,86	2,90	2,89	2,84	2,92	2,96	2,92
CaO	0,05	0,03	0,04	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,05	0,03	0,00	-0,01	0,03	0,01	0,02	0,05	0,02	0,03	0,02	-0,02	-0,01	0,03	0,03	0,02
Na2O	0,09	0,08	0,10	0,12	0,09	0,06	0,10	0,08	0,08	0,09	0,06	0,06	0,08	0,09	0,06	0,09	0,08	0,10	0,07	0,07	0,06	0,06	0,08	0,08
K2O	8,91	8,98	9,10	8,88	9,03	9,04	9,09	9,11	9,09	9,15	9,28	9,23	9,28	9,20	9,07	8,56	9,12	9,02	8,90	9,00	8,91	9,19	8,93	9,05
Subtotal	99,87	99,65	99,58	99,39	99,09	100,42	100,19	99,87	99,85	100,23	99,70	100,35	100,56	100,44	99,16	100,02	100,79	99,92	100,41	100,45	99,37	100,99	99,71	100,37
O=F,Cl	0,19	0,17	0,17	0,18	0,17	0,17	0,18	0,17	0,19	0,20	0,20	0,19	0,22	0,20	0,18	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,14	0,17	0,19	0,18
Total	99,68	99,47	99,41	99,21	98,92	100,25	100,00	99,70	99,66	100,03	99,50	100,16	100,34	100,25	98,98	99,87	100,63	99,76	100,25	100,27	99,23	100,82	99,52	100,20
Fórmula estrutural com base em 22 átomos de oxigênio																								
Si	5,642	5,639	5,641	5,605	5,637	5,620	5,618	5,612	5,612	5,603	5,590	5,569	5,595	5,580	5,569	5,586	5,633	5,637	5,558	5,585	5,586	5,593	5,589	5,596
Al iv	2,358	2,361	2,359	2,395	2,363	2,380	2,382	2,388	2,388	2,397	2,410	2,431	2,405	2,420	2,431	2,414	2,367	2,363	2,442	2,415	2,414	2,407	2,411	2,404
Al vi	0,328	0,400	0,369	0,348	0,399	0,401	0,439	0,434	0,376	0,389	0,477	0,350	0,386	0,358	0,394	0,350	0,377	0,378	0,381	0,375	0,392	0,361	0,437	0,402
Ti	0,270	0,268	0,258	0,266	0,272	0,245	0,251	0,243	0,247	0,270	0,223	0,294	0,244	0,255	0,234	0,264	0,264	0,263	0,241	0,249	0,247	0,240	0,228	0,243
Fe	4,275	4,239	4,252	4,349	4,210	4,224	4,190	4,202	4,318	4,227	4,246	4,294	4,303	4,396	4,427	4,355	4,232	4,230	4,347	4,311	4,364	4,304	4,276	4,248
Mn	0,054	0,052	0,056	0,055	0,058	0,046	0,047	0,054	0,053	0,051	0,059	0,055	0,059	0,054	0,048	0,053	0,056	0,055	0,049	0,054	0,049	0,053	0,043	0,058
Mg	0,700	0,661	0,683	0,684	0,669	0,717	0,672	0,693	0,665	0,686	0,660	0,657	0,663	0,624	0,654	0,702	0,668	0,690	0,702	0,699	0,691	0,701	0,717	0,704
Ca	0,009	0,005	0,007	0,009	0,009	0,002	0,009	0,008	0,008	0,005	0,000	-0,001	0,005	0,001	0,004	0,009	0,003	0,006	0,003	-0,003	-0,001	0,004	0,005	0,003
Na	0,027	0,026	0,030	0,038	0,029	0,020	0,031	0,026	0,027	0,028	0,019	0,018	0,025	0,028	0,019	0,027	0,026	0,032	0,023	0,020	0,019	0,020	0,026	0,024
K	1,849	1,861	1,893	1,855	1,885	1,857	1,871	1,884	1,889	1,888	1,929	1,912	1,918	1,909	1,904	1,771	1,869	1,866	1,842	1,860	1,858	1,890	1,850	1,866
OH*	3,767	3,788	3,795	3,782	3,788	3,794	3,778	3,788	3,767	3,761	3,754	3,762	3,732	3,759	3,776	3,810	3,806	3,800	3,799	3,789	3,829	3,793	3,772	3,784
F	0,031	-0,008	-0,005	0,008	-0,012	0,002	0,010	0,002	0,002	0,017	0,005	0,009	0,037	0,008	-0,010	-0,009	-0,015	-0,009	-0,016	-0,008	-0,035	-0,002	0,021	0,013
Al total	2,687	2,761	2,727	2,743	2,762	2,780	2,821	2,822	2,764	2,786	2,887	2,781	2,791	2,778	2,825	2,764	2,744	2,741	2,822	2,790	2,806	2,768	2,848	2,806
Fe/Fe+Mg	0,859	0,865	0,862	0,864	0,863	0,855	0,862	0,858	0,867	0,860	0,865	0,867	0,866	0,876	0,871	0,861	0,864	0,860	0,861	0,861	0,863	0,860	0,856	0,858

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol et al. 2017

(continuação)

Variedade	Biotita-hornblenda monzogranito (População A)																				
Amostra	PFR-16A																				
Análise	C1			C2		C3															
	Biot-3-7	Biot-3-8	Biot-3-9	Biot-1-2	Biot-2-1	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5	Biot-1-6	Biot-2-1	Biot-2-2	Biot-2-3	Biot-2-4	Biot-2-5	Biot-2-6	Biot-2-7	Biot-2-8	Biot-2-9	Biot-2-10
SiO2 (peso %)	34,08	34,35	33,93	31,98	34,16	32,72	33,89	34,73	34,96	33,42	35,22	34,42	32,00	34,58	34,86	34,36	34,38	34,25	34,77	34,53	34,07
TiO2	2,00	2,03	1,96	1,51	1,83	2,09	2,20	2,25	2,33	2,09	2,30	2,15	1,57	2,19	2,06	2,23	2,15	2,03	2,24	2,11	2,27
Al2O3	15,37	14,47	14,97	14,62	15,27	15,10	14,52	14,57	15,07	14,82	15,01	14,82	15,10	14,44	14,82	14,70	14,54	14,62	14,83	14,38	14,58
FeO	31,98	31,61	31,89	35,23	31,60	32,64	31,55	30,99	31,00	33,04	30,83	30,99	33,87	31,32	31,46	31,60	31,80	31,61	31,44	31,47	31,74
MnO	0,35	0,38	0,41	0,45	0,36	0,36	0,31	0,33	0,39	0,35	0,31	0,39	0,44	0,39	0,39	0,40	0,44	0,37	0,38	0,32	0,35
MgO	3,01	2,80	2,93	3,17	2,87	3,28	2,95	2,79	2,87	3,10	2,71	2,76	3,43	2,71	2,77	2,77	2,79	2,87	2,78	2,77	2,83
CaO	0,04	0,06	0,12	0,03	0,02	0,17	0,18	0,08	0,05	0,04	0,05	0,04	0,08	0,05	0,06	0,02	0,03	0,02	0,05	0,06	0,10
Na2O	0,06	0,07	0,09	0,03	0,06	0,10	0,14	0,14	0,12	0,08	0,06	0,07	0,12	0,11	0,11	0,04	0,05	0,05	0,12	0,12	0,10
K2O	8,34	8,94	8,19	6,68	8,85	6,88	8,23	9,07	9,07	7,65	9,17	8,89	6,37	8,95	8,93	8,99	9,01	8,55	8,78	8,78	8,61
Subtotal	99,68	99,57	99,07	97,96	99,90	97,70	98,76	99,78	100,97	99,07	100,87	99,58	97,21	99,87	100,38	100,05	100,04	99,24	100,33	99,58	99,17
O=F,Cl	0,14	0,18	0,16	0,12	0,18	0,13	0,15	0,17	0,16	0,14	0,16	0,17	0,10	0,19	0,16	0,17	0,15	0,15	0,16	0,14	0,16
Total	99,54	99,39	98,91	97,83	99,72	97,57	98,61	99,62	100,81	98,93	100,71	99,41	97,11	99,68	100,22	99,88	99,90	99,09	100,17	99,44	99,01
Fórmula estrutural com base em 22 átomos de oxigênio																					
Si	5,525	5,605	5,548	5,367	5,549	5,428	5,566	5,625	5,588	5,488	5,626	5,598	5,365	5,619	5,614	5,578	5,586	5,595	5,600	5,624	5,570
Al iv	2,475	2,395	2,452	2,633	2,451	2,572	2,434	2,375	2,412	2,512	2,374	2,402	2,635	2,381	2,386	2,422	2,414	2,405	2,400	2,376	2,430
Al vi	0,460	0,388	0,433	0,259	0,472	0,379	0,376	0,406	0,427	0,357	0,453	0,439	0,347	0,386	0,426	0,392	0,371	0,409	0,415	0,383	0,378
Ti	0,244	0,249	0,240	0,191	0,224	0,261	0,272	0,274	0,280	0,258	0,276	0,263	0,198	0,268	0,249	0,272	0,262	0,249	0,271	0,259	0,279
Fe	4,336	4,314	4,362	4,944	4,293	4,529	4,333	4,198	4,143	4,537	4,120	4,214	4,748	4,257	4,238	4,290	4,321	4,319	4,235	4,287	4,340
Mn	0,048	0,053	0,056	0,064	0,050	0,050	0,043	0,046	0,052	0,049	0,042	0,054	0,062	0,053	0,054	0,055	0,060	0,052	0,052	0,045	0,048
Mg	0,726	0,681	0,714	0,793	0,694	0,812	0,723	0,673	0,683	0,759	0,645	0,669	0,858	0,657	0,665	0,671	0,675	0,699	0,668	0,672	0,690
Ca	0,007	0,011	0,022	0,006	0,003	0,030	0,032	0,013	0,008	0,007	0,008	0,007	0,015	0,008	0,011	0,004	0,006	0,004	0,008	0,011	0,017
Na	0,017	0,022	0,029	0,009	0,018	0,032	0,044	0,042	0,038	0,025	0,018	0,021	0,038	0,035	0,035	0,014	0,017	0,016	0,038	0,037	0,031
K	1,723	1,862	1,708	1,429	1,834	1,456	1,723	1,873	1,848	1,603	1,869	1,844	1,363	1,854	1,833	1,861	1,867	1,781	1,803	1,824	1,794
OH*	3,823	3,778	3,804	3,844	3,780	3,843	3,813	3,799	3,803	3,822	3,808	3,796	3,875	3,765	3,804	3,791	3,820	3,815	3,809	3,826	3,802
F	-0,015	0,002	-0,007	0,000	0,000	-0,020	-0,007	-0,005	-0,003	-0,004	-0,016	0,001	-0,029	0,026	-0,014	-0,002	-0,031	-0,011	-0,008	-0,029	0,005
Al total	2,936	2,783	2,885	2,892	2,923	2,951	2,810	2,781	2,839	2,869	2,827	2,841	2,982	2,767	2,812	2,814	2,785	2,814	2,815	2,759	2,808
Fe/Fe+Mg	0,857	0,864	0,859	0,862	0,861	0,848	0,857	0,862	0,859	0,857	0,865	0,863	0,847	0,866	0,864	0,865	0,865	0,861	0,864	0,865	0,863

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol et al. 2017

(continuação)

Variedade	Biotita-hornblenda monzogranito (Subpopulação B1)															Biotita-hornblenda monzogranito (subpopulação C1)									
Amostra	MDP-57A															PFA-39									
Análise	C1					C2					C3					C1					C2				
	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5
SiO2 (peso %)	33,90	33,64	33,59	33,63	34,30	34,07	34,07	33,99	34,05	34,25	34,44	34,12	34,07	34,13	34,17	35,72	35,43	35,89	35,76	35,73	35,67	35,51	35,28	35,76	35,99
TiO2	2,56	2,76	2,50	2,61	2,81	3,09	3,18	3,13	2,82	2,23	2,64	2,72	2,68	2,86	2,71	2,68	2,74	2,59	2,72	2,63	2,18	2,46	2,30	2,31	2,29
Al2O3	14,20	14,12	14,04	14,12	14,36	14,44	14,22	14,13	14,20	14,52	14,57	14,49	14,45	14,69	14,86	14,73	14,61	14,84	14,64	14,60	14,69	14,62	14,71	14,76	14,71
FeO	29,77	30,32	30,18	30,11	29,35	29,40	29,84	30,41	30,09	30,23	28,63	28,69	28,67	28,83	29,10	25,36	25,54	25,00	25,74	25,65	25,76	25,43	25,94	25,93	25,30
MnO	0,38	0,36	0,36	0,34	0,38	0,34	0,33	0,32	0,34	0,30	0,33	0,34	0,29	0,36	0,36	0,36	0,34	0,34	0,34	0,37	0,34	0,36	0,35	0,33	0,35
MgO	4,45	4,18	4,30	4,33	4,24	4,19	3,97	3,99	4,16	4,28	4,58	4,71	4,65	4,60	4,32	7,32	7,28	7,30	7,19	7,19	7,59	7,44	7,48	7,40	7,56
CaO	0,02	0,02	0,04	0,02	0,03	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,04	0,02	0,03	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03
Na2O	0,13	0,13	0,11	0,11	0,10	0,05	0,05	0,04	0,05	0,06	0,10	0,10	0,13	0,09	0,10	0,09	0,07	0,12	0,10	0,08	0,08	0,06	0,11	0,10	0,10
K2O	8,63	8,57	8,67	8,65	8,63	8,80	8,82	8,69	8,76	8,71	8,78	8,73	8,81	8,86	8,68	9,31	9,32	9,30	9,35	9,30	9,25	9,29	8,85	9,30	9,31
Subtotal	99,15	99,20	98,75	99,26	99,51	99,79	99,79	100,20	100,01	100,13	99,32	99,37	99,10	99,83	99,45	101,52	101,14	101,21	101,77	101,67	101,50	101,23	100,82	101,73	101,53
O=F,Cl	0,26	0,21	0,29	0,25	0,26	0,31	0,28	0,31	0,31	0,33	0,27	0,31	0,31	0,28	0,21	0,39	0,33	0,35	0,34	0,38	0,37	0,38	0,34	0,35	0,33
Total	98,89	98,99	98,46	99,01	99,24	99,48	99,50	99,88	99,71	99,80	99,05	99,06	98,79	99,55	99,23	101,13	100,81	100,86	101,43	101,30	101,14	100,85	100,48	101,38	101,20
Fórmula estrutural com base em 22 átomos de oxigênio																									
Si	5,531	5,504	5,524	5,510	5,554	5,518	5,528	5,513	5,528	5,544	5,562	5,531	5,539	5,507	5,521	5,550	5,535	5,572	5,550	5,556	5,552	5,545	5,529	5,551	5,577
Al iv	2,469	2,496	2,476	2,490	2,446	2,482	2,472	2,487	2,472	2,456	2,438	2,469	2,461	2,493	2,479	2,450	2,465	2,428	2,450	2,444	2,448	2,455	2,471	2,449	2,423
Al vi	0,263	0,226	0,246	0,236	0,294	0,274	0,247	0,214	0,246	0,314	0,335	0,300	0,308	0,300	0,352	0,248	0,224	0,287	0,229	0,232	0,246	0,237	0,246	0,251	0,263
Ti	0,314	0,340	0,309	0,321	0,343	0,377	0,389	0,382	0,345	0,272	0,321	0,332	0,327	0,348	0,330	0,313	0,322	0,303	0,317	0,308	0,256	0,289	0,272	0,270	0,266
Fe	4,063	4,149	4,151	4,126	3,974	3,982	4,050	4,125	4,086	4,093	3,867	3,890	3,897	3,891	3,933	3,296	3,336	3,246	3,341	3,336	3,354	3,322	3,399	3,366	3,279
Mn	0,053	0,050	0,050	0,047	0,052	0,046	0,045	0,044	0,046	0,041	0,045	0,046	0,039	0,050	0,049	0,048	0,045	0,044	0,045	0,048	0,044	0,047	0,046	0,044	0,046
Mg	1,082	1,020	1,055	1,057	1,025	1,012	0,960	0,965	1,006	1,033	1,103	1,138	1,126	1,106	1,041	1,695	1,695	1,690	1,664	1,668	1,762	1,732	1,748	1,711	1,747
Ca	0,003	0,003	0,007	0,003	0,005	0,002	0,003	0,000	0,000	0,000	0,003	0,004	0,007	0,003	0,005	0,000	0,004	0,003	0,004	0,003	0,005	0,004	0,007	0,003	0,004
Na	0,042	0,041	0,036	0,033	0,032	0,017	0,016	0,013	0,016	0,018	0,031	0,031	0,039	0,028	0,030	0,028	0,021	0,035	0,029	0,025	0,024	0,019	0,035	0,029	0,030
K	1,797	1,789	1,818	1,808	1,782	1,819	1,825	1,799	1,813	1,799	1,809	1,804	1,826	1,823	1,789	1,845	1,857	1,842	1,851	1,845	1,836	1,850	1,768	1,841	1,841
OH*	3,677	3,737	3,647	3,687	3,679	3,621	3,652	3,618	3,627	3,602	3,672	3,623	3,618	3,664	3,741	3,548	3,615	3,594	3,598	3,560	3,567	3,550	3,598	3,589	3,620
F	0,077	0,014	0,106	0,075	0,083	0,119	0,096	0,123	0,116	0,126	0,082	0,126	0,132	0,091	0,013	0,232	0,159	0,179	0,168	0,218	0,214	0,232	0,187	0,194	0,165
Al total	2,732	2,722	2,722	2,727	2,740	2,757	2,719	2,701	2,718	2,770	2,773	2,769	2,769	2,793	2,831	2,698	2,689	2,716	2,679	2,676	2,695	2,692	2,717	2,700	2,686
Fe/Fe+Mg	0,790	0,803	0,797	0,796	0,795	0,797	0,808	0,810	0,802	0,799	0,778	0,774	0,776	0,779	0,791	0,660	0,663	0,658	0,668	0,667	0,656	0,657	0,660	0,663	0,652

Fonte: Do autor

(continuação)

Variedade	Biotita-hornblenda tonalito (Subpopulação B2)																								
Amostra	PFA-62																								
Análise	C1										C2								C4						
	Biot-1-1	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5	Biot-1-6	Biot-1-7	Biot-1-8	Biot-1-9	Biot-1-10	Biot-1-11	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-3-1	Biot-3-2	Biot-3-3	Biot-3-4	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5	Biot-1-6	Biot-1-7
SiO2 (peso %)	34,68	34,51	35,03	35,14	35,04	35,00	35,35	34,70	35,25	35,16	35,35	35,13	35,43	35,48	35,29	35,01	34,94	34,38	35,09	35,30	35,08	34,87	35,35	35,31	35,04
TiO2	4,26	4,02	4,34	4,15	4,07	4,42	4,21	3,98	4,32	4,28	4,26	4,30	4,30	4,37	4,36	4,39	4,25	3,88	4,29	4,17	4,33	4,34	4,28	4,31	4,08
Al2O3	13,60	13,59	13,78	13,65	13,71	13,59	13,63	13,66	13,48	13,66	13,50	13,53	13,55	13,66	13,59	13,57	13,56	13,70	13,58	13,57	13,69	13,51	13,67	13,62	13,59
FeO	26,63	27,13	27,02	26,55	26,87	26,79	26,93	27,21	26,90	27,05	26,15	26,52	26,28	26,13	26,28	26,16	26,72	27,99	26,31	26,39	26,49	26,77	26,58	27,26	26,86
MnO	0,25	0,18	0,20	0,22	0,16	0,23	0,22	0,21	0,17	0,24	0,23	0,24	0,20	0,19	0,18	0,13	0,14	0,12	0,25	0,24	0,20	0,22	0,22	0,23	0,20
MgO	6,62	6,68	6,79	6,75	6,70	6,67	6,81	6,73	6,75	6,78	7,25	7,17	7,27	7,19	7,07	7,04	7,01	6,93	6,85	6,90	6,84	6,71	6,99	6,74	6,78
CaO	0,07	0,10	0,02	0,03	0,03	0,03	0,00	0,05	0,07	0,00	0,03	0,00	0,01	0,05	0,04	0,06	0,16	0,03	0,10	0,05	0,06	0,04	0,03	0,01	0,07
Na2O	0,06	0,09	0,07	0,07	0,07	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,07	0,05	0,07	0,05	0,08	0,07	0,05	0,06	0,06	0,05	0,08	0,10	0,09	0,11
K2O	8,84	8,51	9,13	9,21	9,10	9,11	9,34	8,75	8,83	9,14	9,16	9,14	9,28	9,30	9,11	9,04	8,88	8,45	8,96	9,19	8,93	9,13	9,20	9,18	9,07
Subtotal	100,59	100,23	102,04	101,62	101,59	101,56	102,49	101,03	101,40	102,09	101,96	102,05	102,23	102,50	101,81	101,31	101,58	101,09	101,20	101,83	101,69	101,37	102,39	102,57	101,36
O=F,Cl	0,18	0,20	0,21	0,19	0,22	0,19	0,20	0,21	0,22	0,22	0,20	0,21	0,20	0,18	0,18	0,18	0,18	0,16	0,20	0,21	0,21	0,19	0,20	0,20	0,18
Total	100,41	100,03	101,82	101,44	101,37	101,37	102,29	100,82	101,18	101,87	101,76	101,84	102,03	102,32	101,62	101,13	101,39	100,93	101,00	101,61	101,48	101,17	102,19	102,37	101,18
Fórmula estrutural com base em 22 átomos de oxigênio																									
Si	5,489	5,483	5,465	5,502	5,496	5,485	5,495	5,478	5,514	5,484	5,503	5,479	5,497	5,493	5,499	5,487	5,474	5,436	5,503	5,511	5,486	5,482	5,491	5,485	5,497
Al iv	2,511	2,517	2,534	2,498	2,504	2,511	2,496	2,522	2,486	2,512	2,476	2,487	2,479	2,493	2,497	2,507	2,505	2,554	2,497	2,489	2,514	2,504	2,503	2,495	2,503
Al vi	0,025	0,029	0,000	0,022	0,029	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,008	0,010	0,000	0,000	0,009	
Ti	0,507	0,481	0,510	0,488	0,480	0,521	0,492	0,472	0,509	0,502	0,499	0,504	0,502	0,509	0,510	0,517	0,500	0,461	0,506	0,489	0,509	0,513	0,500	0,504	0,481
Fe	3,525	3,606	3,525	3,477	3,525	3,512	3,501	3,594	3,520	3,529	3,404	3,459	3,409	3,384	3,425	3,429	3,501	3,701	3,451	3,445	3,464	3,520	3,453	3,542	3,524
Mn	0,033	0,024	0,026	0,029	0,021	0,030	0,029	0,028	0,022	0,032	0,031	0,032	0,027	0,025	0,023	0,017	0,019	0,016	0,033	0,032	0,026	0,030	0,029	0,030	0,027
Mg	1,562	1,583	1,580	1,575	1,567	1,557	1,578	1,585	1,573	1,578	1,682	1,668	1,682	1,660	1,643	1,645	1,637	1,634	1,601	1,605	1,595	1,572	1,618	1,560	1,585
Ca	0,012	0,017	0,003	0,005	0,006	0,005	0,000	0,009	0,012	0,001	0,004	0,000	0,002	0,007	0,007	0,010	0,026	0,005	0,016	0,009	0,010	0,007	0,005	0,002	0,011
Na	0,019	0,026	0,021	0,022	0,022	0,015	0,014	0,019	0,015	0,016	0,016	0,021	0,014	0,020	0,015	0,024	0,022	0,014	0,019	0,019	0,016	0,026	0,029	0,026	0,034
K	1,784	1,724	1,816	1,840	1,821	1,821	1,852	1,763	1,762	1,818	1,819	1,818	1,837	1,837	1,811	1,808	1,774	1,704	1,792	1,830	1,782	1,830	1,823	1,819	1,815
OH*	3,784	3,763	3,749	3,780	3,743	3,777	3,761	3,751	3,745	3,740	3,771	3,757	3,768	3,788	3,786	3,790	3,784	3,805	3,767	3,749	3,752	3,771	3,762	3,762	3,782
F	-0,020	0,011	0,027	-0,001	0,024	-0,004	0,013	0,012	0,023	0,026	0,007	0,030	0,018	-0,002	0,009	0,008	0,017	0,010	0,029	0,040	0,032	0,018	0,023	0,022	0,000
Al total	2,537	2,546	2,534	2,519	2,534	2,511	2,496	2,542	2,486	2,512	2,476	2,487	2,479	2,493	2,497	2,507	2,505	2,554	2,510	2,497	2,524	2,504	2,503	2,495	2,512
Fe/Fe+Mg	0,693	0,695	0,691	0,688	0,692	0,693	0,689	0,694	0,691	0,691	0,669	0,675	0,670	0,671	0,676	0,676	0,681	0,694	0,683	0,682	0,685	0,691	0,681	0,694	0,690

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol et al. 2017

(continuação)

Variedade	Biotita-hornblenda tonalito (Subpopulação B2)													Hornblenda-biotita granodiorito (Subpopulação B3)					Hornblenda-biotita granodiorito (Subpopulação C1)						
Amostra	MDP-02C													AFD-11A					ADE-01D						
Análise	C1				C2				C3					C1					C2						
	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	1Biot_1-4	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	
SiO2 (peso %)	36,28	35,99	36,02	36,18	35,97	36,21	35,93	36,16	35,70	35,70	35,75	35,54	36,15	35,92	36,06	36,26	36,11	36,02	36,42	36,90	36,22	36,55	36,46	36,49	
TiO2	2,08	2,13	1,72	2,07	2,13	2,14	2,19	2,17	2,30	2,20	2,12	2,17	2,27	1,93	2,10	2,07	2,09	2,14	1,65	1,64	1,58	1,88	1,90	1,95	
Al2O3	14,77	14,58	14,70	14,81	14,70	14,76	14,73	14,67	14,52	14,51	14,55	14,59	14,66	14,83	14,75	14,74	14,70	14,65	14,70	14,83	14,62	14,48	14,59	14,54	
FeO	21,10	21,30	21,10	20,81	21,00	21,43	21,53	21,32	21,75	21,09	21,62	21,51	21,27	25,19	25,18	24,73	25,29	24,94	23,04	22,93	23,10	24,15	24,00	24,02	
MnO	0,29	0,30	0,32	0,33	0,29	0,29	0,30	0,28	0,30	0,31	0,28	0,30	0,29	0,31	0,32	0,33	0,30	0,33	0,31	0,28	0,32	0,29	0,30	0,29	
MgO	10,27	10,25	10,54	10,29	10,13	10,08	10,17	10,31	10,22	10,09	10,09	10,12	10,22	7,70	7,73	7,84	7,96	7,86	9,16	9,35	9,12	8,38	8,51	8,70	
CaO	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,02	0,04	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,00	0,01	0,10	0,06	0,08	0,04	0,04	0,06	
Na2O	0,05	0,03	0,05	0,05	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,04	0,06	0,05	0,06	0,10	0,12	0,11	0,05	0,07	0,07	0,06	0,08	0,13	0,10	0,12	
K2O	9,18	9,19	9,09	9,14	9,17	9,13	9,09	9,12	9,16	9,16	9,03	9,03	9,23	9,36	9,37	9,32	9,42	9,42	9,48	9,60	9,43	9,46	9,49	9,32	
Subtotal	99,78	99,16	99,13	99,32	99,14	99,82	99,52	99,83	99,45	98,57	98,95	98,86	99,76	100,78	101,38	101,03	101,68	101,04	100,53	101,53	99,92	100,94	101,05	101,01	
O=F,Cl	0,38	0,37	0,37	0,37	0,36	0,36	0,35	0,32	0,32	0,33	0,35	0,36	0,37	0,34	0,31	0,33	0,33	0,34	0,34	0,37	0,35	0,34	0,34	0,36	
Total	99,40	98,79	98,76	98,94	98,78	99,46	99,18	99,50	99,13	98,23	98,60	98,50	99,40	100,44	101,07	100,71	101,34	100,70	100,18	101,16	99,57	100,60	100,70	100,65	
Fórmula estrutural com base em 22 átomos de oxigênio																									
Si	5,589	5,584	5,588	5,591	5,584	5,582	5,560	5,574	5,544	5,579	5,571	5,554	5,576	5,588	5,583	5,609	5,575	5,589	5,618	5,626	5,622	5,638	5,620	5,615	
Al iv	2,411	2,416	2,412	2,409	2,416	2,418	2,440	2,426	2,456	2,421	2,429	2,446	2,424	2,412	2,417	2,391	2,425	2,411	2,382	2,374	2,378	2,362	2,380	2,385	
Al vi	0,271	0,248	0,276	0,290	0,274	0,265	0,247	0,240	0,202	0,251	0,245	0,241	0,241	0,307	0,275	0,295	0,251	0,269	0,291	0,291	0,297	0,271	0,270	0,253	
Ti	0,241	0,248	0,200	0,240	0,248	0,249	0,255	0,251	0,268	0,259	0,249	0,255	0,264	0,225	0,245	0,241	0,242	0,249	0,192	0,189	0,184	0,218	0,221	0,226	
Fe	2,718	2,763	2,738	2,689	2,727	2,764	2,787	2,749	2,826	2,756	2,818	2,811	2,744	3,278	3,260	3,199	3,266	3,236	2,973	2,923	2,999	3,115	3,094	3,091	
Mn	0,038	0,040	0,042	0,043	0,038	0,038	0,039	0,036	0,040	0,041	0,037	0,040	0,038	0,041	0,042	0,043	0,039	0,043	0,040	0,037	0,041	0,038	0,040	0,038	
Mg	2,358	2,371	2,438	2,370	2,344	2,317	2,346	2,369	2,367	2,351	2,345	2,358	2,350	1,785	1,783	1,808	1,833	1,817	2,106	2,126	2,111	1,927	1,956	1,996	
Ca	0,001	0,000	0,003	0,001	0,003	0,000	0,003	0,006	0,003	0,003	0,000	0,002	0,001	0,004	0,004	0,005	0,000	0,001	0,016	0,009	0,013	0,006	0,006	0,010	
Na	0,015	0,010	0,014	0,014	0,020	0,024	0,020	0,022	0,020	0,013	0,018	0,015	0,019	0,031	0,037	0,033	0,015	0,022	0,019	0,016	0,023	0,037	0,031	0,036	
K	1,803	1,818	1,799	1,801	1,816	1,795	1,794	1,794	1,815	1,826	1,795	1,800	1,816	1,857	1,851	1,838	1,855	1,864	1,865	1,867	1,866	1,861	1,866	1,829	
OH*	3,558	3,574	3,569	3,565	3,579	3,581	3,597	3,624	3,621	3,607	3,585	3,578	3,576	3,602	3,637	3,622	3,612	3,601	3,600	3,571	3,593	3,609	3,603	3,585	
F	0,351	0,329	0,334	0,339	0,321	0,318	0,301	0,275	0,281	0,296	0,319	0,324	0,325	0,238	0,205	0,231	0,239	0,244	0,298	0,328	0,305	0,289	0,298	0,320	
Al total	2,682	2,665	2,688	2,698	2,690	2,683	2,687	2,665	2,658	2,673	2,674	2,687	2,665	2,718	2,692	2,686	2,676	2,680	2,673	2,666	2,675	2,632	2,650	2,637	
Fe/Fe+Mg	0,535	0,538	0,529	0,532	0,538	0,544	0,543	0,537	0,544	0,540	0,546	0,544	0,539	0,647	0,646	0,639	0,641	0,640	0,585	0,579	0,587	0,618	0,613	0,608	

Fonte: Do autor

(continuação)

Variedade	Biotita monzogranito (Subpopulação C1)														Biotita monzogranito (Subpopulação C2)														
Amostra	MDP-55														LIF-04A														
Análise	C4				C3				C2				C1				C1				C2				C3				
	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4
SiO2 (peso %)	36,54	36,35	36,15	36,47	36,57	36,13	36,42	36,59	36,50	36,41	36,49	36,81	36,26	36,25	36,49	36,59	36,47	36,42	36,27	36,03	36,23	36,25	36,24	36,34	36,32	36,41	36,21	36,24	36,30
TiO2	2,15	2,18	2,27	2,07	1,94	1,93	2,13	2,06	1,69	1,69	1,75	1,57	1,44	1,60	1,48	1,61	1,70	1,65	1,69	1,79	1,77	1,78	1,73	1,85	1,79	1,92	1,96	2,00	2,04
Al2O3	14,86	14,80	14,74	14,88	14,91	14,79	14,86	14,91	15,07	15,06	15,01	15,15	15,00	14,90	14,98	14,97	14,79	14,97	14,86	14,64	14,92	14,88	14,81	14,84	14,84	14,89	14,88	14,88	15,07
FeO	21,58	21,72	21,80	21,82	21,77	21,93	21,71	21,68	21,31	21,31	21,66	21,36	20,74	21,26	2 0,71	21,22	20,67	20,61	21,08	21,48	20,65	21,37	21,47	21,29	21,60	21,48	21,53	21,52	21,16
MnO	0,35	0,34	0,38	0,39	0,42	0,33	0,38	0,38	0,37	0,43	0,38	0,40	0,38	0,34	0,37	0,34	0,44	0,44	0,50	0,46	0,40	0,46	0,45	0,49	0,47	0,48	0,54	0,46	0,46
MgO	9,72	9,74	9,65	9,57	9,92	9,81	9,69	9,78	9,94	9,80	9,86	10,08	10,20	10,08	10,06	10,11	10,65	10,82	10,55	10,34	10,28	10,24	10,15	10,17	10,01	10,27	10,22	10,20	10,34
CaO	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,00	0,00	0,03	0,04	0,08	0,03	0,02	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,00
Na2O	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,08	0,04	0,08	0,06	0,06	0,06
K2O	9,08	9,21	9,13	9,22	9,21	9,19	9,11	9,17	9,24	9,26	9,28	9,17	9,23	9,15	9,14	9,06	9,08	8,82	9,06	9,11	9,09	9,33	9,23	9,24	9,28	9,22	9,21	9,12	9,22
Subtotal	99,98	100,05	99,89	100,15	100,51	100,01	100,09	100,58	99,93	99,87	100,33	100,37	98,98	99,41	99,07	99,87	99,55	99,51	99,85	99,47	98,82	99,93	99,61	99,84	99,81	100,41	100,43	100,20	100,17
O=F,Cl	0,50	0,56	0,54	0,49	0,46	0,57	0,55	0,52	0,54	0,55	0,55	0,49	0,52	0,60	0,59	0,55	0,40	0,44	0,42	0,39	0,39	0,40	0,38	0,36	0,36	0,38	0,43	0,36	0,40
Total	99,48	99,49	99,34	99,66	100,05	99,44	99,54	100,06	99,39	99,32	99,77	99,88	98,46	98,81	98,48	99,32	99,15	99,06	99,43	99,08	98,44	99,53	99,22	99,47	99,45	100,03	100,00	99,83	99,77
Fórmula estrutural com base em 22 átomos de oxigênio																													
Si	5,616	5,599	5,587	5,610	5,601	5,587	5,605	5,605	5,617	5,616	5,606	5,625	5,625	5,615	5,649	5,628	5,611	5,596	5,585	5,582	5,611	5,584	5,598	5,596	5,60	5,58	5,56	5,57	5,56
Al iv	2,384	2,401	2,413	2,390	2,399	2,413	2,395	2,395	2,383	2,384	2,394	2,375	2,375	2,385	2,351	2,372	2,389	2,404	2,415	2,418	2,389	2,416	2,402	2,404	2,40	2,42	2,44	2,43	2,44
Al vi	0,307	0,287	0,273	0,308	0,292	0,283	0,300	0,297	0,349	0,354	0,325	0,353	0,367	0,337	0,382	0,341	0,292	0,307	0,283	0,256	0,334	0,285	0,294	0,289	0,30	0,27	0,26	0,27	0,29
Ti	0,249	0,252	0,264	0,239	0,224	0,224	0,247	0,237	0,195	0,196	0,203	0,181	0,168	0,187	0,173	0,187	0,197	0,191	0,196	0,209	0,206	0,206	0,201	0,214	0,21	0,22	0,23	0,23	0,23
Fe	2,773	2,798	2,817	2,807	2,788	2,836	2,794	2,778	2,742	2,748	2,782	2,730	2,691	2,755	2,681	2,729	2,659	2,649	2,715	2,783	2,675	2,753	2,773	2,741	2,79	2,75	2,77	2,77	2,71
Mn	0,046	0,044	0,050	0,050	0,055	0,043	0,050	0,049	0,048	0,056	0,049	0,052	0,050	0,044	0,049	0,044	0,057	0,057	0,065	0,060	0,053	0,060	0,058	0,063	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06
Mg	2,227	2,236	2,223	2,195	2,264	2,261	2,222	2,233	2,279	2,253	2,259	2,297	2,359	2,327	2,322	2,318	2,443	2,479	2,422	2,389	2,373	2,351	2,337	2,335	2,30	2,35	2,34	2,34	2,36
Ca	0,002	0,000	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,007	0,000	0,000	0,004	0,006	0,013	0,005	0,004	0,004	0,002	0,000	0,001	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Na	0,011	0,013	0,012	0,009	0,010	0,015	0,011	0,012	0,011	0,014	0,019	0,010	0,013	0,013	0,016	0,018	0,019	0,018	0,017	0,018	0,018	0,021	0,019	0,022	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
K	1,779	1,810	1,799	1,810	1,799	1,814	1,788	1,792	1,814	1,822	1,818	1,787	1,826	1,808	1,805	1,777	1,782	1,728	1,779	1,801	1,796	1,834	1,818	1,815	1,82	1,80	1,80	1,79	1,80
OH*	3,420	3,350	3,368	3,437	3,471	3,339	3,363	3,401	3,370	3,366	3,360	3,441	3,394	3,300	3,313	3,366	3,537	3,489	3,509	3,542	3,549	3,542	3,555	3,578	3,58	3,57	3,50	3,58	3,54
F	0,499	0,567	0,549	0,479	0,450	0,576	0,557	0,516	0,548	0,539	0,546	0,475	0,522	0,615	0,605	0,551	0,388	0,438	0,404	0,359	0,362	0,373	0,354	0,328	0,33	0,36	0,40	0,34	0,36
Al total	2,691	2,687	2,685	2,698	2,691	2,696	2,695	2,692	2,733	2,737	2,718	2,728	2,742	2,722	2,732	2,713	2,681	2,711	2,698	2,674	2,723	2,701	2,696	2,693	2,70	2,69	2,69	2,70	2,72
Fe/Fe+Mg	0,555	0,556	0,559	0,561	0,552	0,556	0,557	0,554	0,546	0,550	0,552	0,543	0,533	0,542	0,536	0,541	0,521	0,517	0,529	0,538	0,530	0,539	0,543	0,540	0,55	0,54	0,54	0,54	0,53

Fonte: Do autor

(continuação)

Variedade	Horblenda-biotita granodiorito (Subpopulação C1)																																													
Amostra	AFD-16A																																													
Análise	C1														C2																															
	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	C1_Biot-1-5	Biot-1-6	Biot-1-7	Biot-1-8	Biot-1-9	Biot-1-10	Biot-1-11	Biot-1-12	Biot-1-13	Biot-1-14	Biot-1-15	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5	Biot-1-6	Biot-1-7	Biot-1-8	Biot-1-9	Biot-1-10	Biot-1-11	Biot-1-12	Biot-1-13	Biot-1-14	Biot-1-15																
SiO2 (peso %)	36,08	36,26	36,33	36,01	36,37	36,30	36,12	36,14	35,90	35,95	35,92	36,19	36,01	36,35	36,31	36,24	36,02	36,11	36,12	36,21	36,05	36,22	35,96	35,68	35,78	36,47	36,33	36,01	36,35	36,31	36,24	36,02	36,11	36,12	36,21	36,05	36,22	35,96	35,68	35,78	36,47	36,33				
TiO2	1,67	1,90	1,89	1,75	1,84	1,99	1,82	1,87	1,94	1,78	1,76	1,63	1,81	1,76	1,89	1,73	1,82	1,60	1,74	1,52	1,65	1,67	1,59	1,66	1,71	1,70	1,76	1,81	1,76	1,89	1,73	1,82	1,60	1,74	1,52	1,65	1,67	1,59	1,66	1,71	1,70	1,76				
Al2O3	14,99	14,87	14,71	14,78	14,94	15,02	14,93	14,70	14,70	14,84	14,64	14,74	14,52	14,50	14,45	14,52	14,54	14,54	14,45	14,67	14,54	14,67	14,43	14,39	14,41	14,80	14,97	14,52	14,50	14,45	14,52	14,54	14,54	14,45	14,67	14,54	14,67	14,43	14,39	14,41	14,80	14,97				
FeO	22,52	22,83	22,65	23,00	23,09	22,64	22,89	23,16	23,21	22,80	23,27	23,49	23,19	23,17	23,39	23,30	23,35	23,51	23,37	23,73	23,48	23,18	23,70	23,05	23,22	23,30	23,30	23,19	23,17	23,39	23,30	23,35	23,51	23,37	23,73	23,48	23,18	23,70	23,05	23,22	23,30	23,30				
MnO	0,47	0,44	0,42	0,41	0,38	0,43	0,47	0,45	0,42	0,48	0,42	0,43	0,41	0,41	0,40	0,45	0,43	0,42	0,41	0,38	0,42	0,35	0,44	0,41	0,39	0,40	0,34	0,41	0,41	0,40	0,45	0,43	0,42	0,41	0,38	0,42	0,35	0,44	0,41	0,39	0,40	0,34				
MgO	8,92	8,87	8,91	8,93	8,90	8,77	8,83	8,79	8,78	8,90	8,77	8,91	9,33	9,20	9,29	9,34	9,07	9,16	9,20	9,10	9,17	9,25	9,00	8,69	8,97	9,01	8,86	9,33	9,20	9,29	9,34	9,07	9,16	9,20	9,10	9,17	9,25	9,00	8,69	8,97	9,01	8,86				
CaO	0,03	0,01	0,03	0,01	0,01	0,08	0,06	0,07	0,04	-0,01	0,01	0,01	0,05	0,03	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,00	0,05	0,03	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,00				
Na2O	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,02	0,06	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,04	0,05	0,02	0,03	0,05	0,04	0,05	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,04	0,03	0,04	0,05	0,02	0,03	0,05	0,04	0,05	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,04	0,03				
K2O	9,62	9,60	9,43	9,43	9,64	9,54	9,40	9,37	9,48	9,62	9,58	9,58	9,25	9,37	9,52	9,48	9,43	9,55	9,55	9,53	9,59	9,56	9,39	9,52	9,47	9,51	9,44	9,25	9,37	9,52	9,48	9,43	9,55	9,55	9,53	9,59	9,56	9,39	9,52	9,47	9,51	9,44				
Subtotal	99,6	100,4	99,8	99,8	100,8	100,3	100,0	100,0	99,9	99,8	99,6	100,5	100,1	100,4	100,9	100,6	100,4	100,5	100,4	100,6	100,4	100,6	100,1	98,9	99,3	100,9	100,7	100,1	100,4	100,9	100,6	100,4	100,5	100,4	100,6	100,4	100,6	100,1	98,9	99,3	100,9	100,7				
O=F,Cl	0,29	0,31	0,29	0,31	0,28	0,27	0,31	0,27	0,29	0,32	0,29	0,31	0,34	0,29	0,32	0,31	0,32	0,32	0,34	0,33	0,32	0,31	0,32	0,32	0,34	0,32	0,33	0,34	0,29	0,32	0,31	0,32	0,32	0,34	0,33	0,32	0,31	0,32	0,32	0,34	0,32	0,33				
Total	99,3	100,1	99,5	99,5	100,5	100,1	99,7	99,8	99,6	99,5	99,3	100,2	99,8	100,1	100,5	100,3	100,1	100,2	100,1	100,3	100,1	100,3	99,8	98,6	99,0	100,6	100,4	99,8	100,1	100,5	100,3	100,1	100,2	100,1	100,3	100,1	100,3	99,8	98,6	99,0	100,6	100,4				
Fórmula estrutural com base em 22 átomos de oxigênio																																														
Si	5,609	5,603	5,631	5,602	5,600	5,603	5,599	5,609	5,589	5,597	5,606	5,605	5,591	5,617	5,598	5,600	5,591	5,599	5,602	5,600	5,593	5,598	5,604	5,625	5,61	5,61	5,60	5,591	5,617	5,598	5,600	5,591	5,599	5,602	5,600	5,593	5,598	5,604	5,625	5,61	5,61	5,60				
Al iv	2,391	2,397	2,369	2,398	2,400	2,397	2,401	2,391	2,411	2,403	2,394	2,395	2,409	2,383	2,402	2,400	2,409	2,401	2,398	2,400	2,407	2,402	2,396	2,375	2,39	2,39	2,40	2,409	2,383	2,402	2,400	2,409	2,401	2,398	2,400	2,407	2,402	2,396	2,375	2,39	2,39	2,40				
Al vi	0,357	0,312	0,319	0,313	0,312	0,336	0,326	0,297	0,286	0,320	0,299	0,295	0,249	0,257	0,224	0,244	0,252	0,257	0,243	0,275	0,252	0,271	0,254	0,298	0,27	0,29	0,32	0,249	0,257	0,224	0,244	0,252	0,257	0,243	0,275	0,252	0,271	0,254	0,298	0,27	0,29	0,32				
Ti	0,195	0,221	0,220	0,205	0,213	0,231	0,212	0,218	0,227	0,208	0,207	0,190	0,212	0,204	0,220	0,201	0,212	0,186	0,203	0,177	0,193	0,194	0,186	0,197	0,20	0,20	0,20	0,212	0,204	0,220	0,201	0,212	0,186	0,203	0,177	0,193	0,194	0,186	0,197	0,20	0,20	0,20				
Fe	2,927	2,951	2,936	2,992	2,972	2,922	2,967	3,007	3,022	2,968	3,037	3,044	3,011	2,994	3,016	3,012	3,031	3,049	3,032	3,070	3,046	2,996	3,089	3,039	3,04	3,00	3,01	3,011	2,994	3,016	3,012	3,031	3,049	3,032	3,070	3,046	2,996	3,089	3,039	3,04	3,00	3,01				
Mn	0,061	0,058	0,055	0,054	0,049	0,056	0,061	0,059	0,055	0,063	0,055	0,057	0,053	0,054	0,052	0,059	0,057	0,055	0,054	0,050	0,055	0,046	0,058	0,055	0,05	0,05	0,04	0,057	0,053	0,054	0,052	0,059	0,057	0,055	0,054	0,050	0,055	0,046	0,058	0,055	0,05	0,05	0,04			
Mg	2,068	2,044	2,059	2,072	2,042	2,018	2,040	2,033	2,038	2,065	2,041	2,056	2,160	2,119	2,136	2,152	2,098	2,116	2,127	2,098	2,121	2,130	2,091	2,043	2,10	2,07	2,04	2,119	2,136	2,152	2,098	2,116	2,127	2,098	2,121	2,130	2,091	2,043	2,10	2,07	2,04					
Ca	0,005	0,002	0,005	0,002	0,001	0,013	0,010	0,011	0,006	-0,002	0,002	0,002	0,008	0,006	0,002	0,001	0,002	0,002	0,003	0,001	0,004	0,001	0,003	0,003	0,00	0,00	0,00	0,002	0,006	0,002	0,001	0,002	0,002	0,003	0,001	0,004	0,001	0,003	0,003	0,00	0,00	0,00				
Na	0,011	0,014	0,014	0,013	0,011	0,007	0,018	0,011	0,011	0,012	0,006	0,007	0,011	0,015	0,007	0,010	0,015	0,012	0,016	0,010	0,012	0,013	0,015	0,018	0,02	0,01	0,01	0,011	0,015	0,007	0,010	0,015	0,012	0,016	0,010	0,012	0,013	0,015	0,018	0,02	0,01	0,01				
K	1,908	1,892	1,864	1,870	1,893	1,878	1,858	1,855	1,883	1,910	1,908	1,892	1,832	1,846	1,871	1,868	1,866	1,888	1,888	1,881	1,898	1,885	1,867	1,913	1,89	1,87	1,86	1,871	1,868	1,866	1,888	1,888	1,881	1,898	1,885	1,867	1,913	1,89	1,87	1,86						
OH*	3,657	3,635	3,658	3,642	3,672	3,685	3,638	3,681	3,659	3,621	3,655	3,643	3,606	3,669	3,625	3,643	3,623	3,624	3,604	3,619	3,625	3,635	3,629	3,624	3,60	3,63	3,62	3,669	3,625	3,643	3,623	3,624	3,604	3,619	3,625	3,635	3,629	3,624	3,60	3,63	3,62					
F	0,218	0,235	0,213	0,228	0,201	0,190	0,241	0,198	0,224	0,246	0,210	0,220	0,264	0,215	0,259	0,239	0,249	0,243	0,251	0,240	0,247	0,244	0,227	0,225	0,26	0,24	0,24	0,259	0,239	0,249	0,243	0,251	0,240	0,247	0,244	0,227	0,225	0,26	0,24	0,24						
Al total	2,748	2,709	2,688	2,710	2,711	2,733	2,728	2,689	2,697	2,723	2,693	2,690	2,658	2,640	2,626	2,644	2,661	2,657	2,641	2,675	2,659	2,673	2,651	2,673	2,66	2,68	2,72	2,697	2,723	2,693	2,690	2,658	2,640	2,626	2,644	2,661	2,657	2,641	2,675	2,659	2,673	2,66	2,68	2,72		
Fe/Fe+Mg	0,586	0,591	0,588	0,591	0,593	0,592	0,593	0,597	0,597	0,590	0,598	0,597	0,582	0,586	0,585	0,583	0,591	0,590	0,588	0,594	0,590	0,584	0,596	0,598	0,59	0,59	0,60	0,597	0,590	0,598	0,597	0,582	0,586	0,585	0,583	0,591	0,590	0,588	0,594	0,590	0,584	0,596	0,598	0,59	0,59	0,60

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol et al. 2017

(continuação)

Variedade	Horblenda-biotita granodiorito (Subpopulação C1)																									
Amostra	AFD-16A																									
Análise	C3																									
	Biot-1-1	Biot-2-6	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5	Biot-1-6	Biot-1-7	Biot-1-8	Biot-1-9	Biot-1-10	Biot-1-11	Biot-2-1	Biot-2-2	Biot-2-3	Biot-2-4	Biot-2-5	Biot-2-6	Biot-2-7	Biot-2-8	Biot-2-9	Biot-2-10	Biot-2-11	Biot-2-12	AFD-16A	Biot-2-13
SiO2 (peso %)	36,46	36,60	36,32	36,48	36,22	36,35	35,97	36,26	36,08	36,19	36,34	36,31	36,16	36,32	36,28	36,44	36,33	36,48	36,30	36,44	36,50	35,96	35,98	36,24	36,29	36,05
TiO2	2,19	2,27	2,14	1,99	1,92	1,92	2,09	2,04	2,12	2,03	2,12	2,24	1,95	2,10	2,22	1,84	1,98	2,04	1,89	2,04	2,05	1,89	2,00	1,98	1,92	2,02
Al2O3	14,66	14,96	14,78	14,95	14,71	14,71	14,59	14,59	14,59	14,67	14,70	14,68	14,56	14,65	14,62	15,15	15,08	14,84	14,99	15,15	14,98	14,65	14,55	14,75	14,82	14,64
FeO	23,38	22,54	23,21	23,01	23,86	23,66	23,74	23,40	23,65	23,25	23,64	23,03	23,23	23,13	23,34	22,97	23,05	23,14	23,47	22,59	22,61	23,53	23,27	23,17	23,28	23,19
MnO	0,42	0,37	0,35	0,36	0,39	0,42	0,38	0,40	0,41	0,40	0,38	0,38	0,39	0,43	0,40	0,47	0,38	0,38	0,41	0,41	0,38	0,37	0,39	0,40	0,41	0,38
MgO	8,95	9,54	8,85	8,98	8,75	8,77	8,82	9,00	8,92	8,95	8,92	9,02	8,93	8,95	9,06	8,93	8,79	8,70	8,69	8,82	9,06	8,81	8,73	8,88	8,81	8,79
CaO	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,05	0,02	0,04	0,03	0,06	0,09	0,02	-0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,04	0,01
Na2O	0,02	0,09	0,04	0,03	0,04	0,06	0,04	0,05	0,03	0,03	0,04	0,03	0,06	0,06	0,07	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,07	0,06
K2O	9,52	9,73	9,73	9,63	9,63	9,61	9,52	9,60	9,59	9,60	9,58	9,56	9,38	9,43	9,46	9,46	9,42	9,35	9,60	9,65	9,66	9,57	9,62	9,58	9,50	9,41
Subtotal	101,3	101,8	101,1	101,0	100,8	101,0	100,6	100,7	100,8	100,7	101,3	100,8	100,2	100,9	101,0	101,0	100,4	100,7	101,0	100,8	101,0	100,2	100,1	100,7	100,5	100,1
O=F,Cl	0,32	0,33	0,28	0,29	0,27	0,30	0,30	0,29	0,31	0,29	0,29	0,30	0,33	0,33	0,32	0,30	0,27	0,30	0,33	0,31	0,30	0,28	0,26	0,31	0,31	0,32
Total	101,0	101,4	100,8	100,8	100,6	100,7	100,3	100,4	100,5	100,4	101,0	100,5	99,9	100,5	100,7	100,7	100,1	100,4	100,7	100,5	100,7	99,9	99,9	100,4	100,2	99,8
Si	5,592	5,563	5,587	5,595	5,591	5,599	5,574	5,591	5,576	5,590	5,581	5,590	5,607	5,596	5,579	5,590	5,594	5,613	5,589	5,598	5,597	5,588	5,597	5,595	5,60	5,60
Al iv	2,408	2,437	2,413	2,405	2,409	2,401	2,426	2,409	2,424	2,410	2,419	2,410	2,393	2,404	2,421	2,410	2,406	2,387	2,411	2,402	2,403	2,412	2,403	2,405	2,40	2,40
Al vi	0,242	0,244	0,267	0,298	0,267	0,270	0,239	0,244	0,233	0,261	0,242	0,253	0,269	0,257	0,229	0,329	0,332	0,304	0,310	0,341	0,303	0,271	0,265	0,279	0,30	0,28
Ti	0,253	0,260	0,248	0,229	0,223	0,223	0,243	0,237	0,246	0,236	0,245	0,259	0,227	0,243	0,257	0,213	0,229	0,236	0,219	0,235	0,236	0,221	0,234	0,230	0,22	0,24
Fe	2,999	2,866	2,987	2,951	3,080	3,049	3,077	3,018	3,057	3,004	3,037	2,965	3,013	2,981	3,001	2,947	2,969	2,978	3,022	2,903	2,899	3,058	3,027	2,993	3,00	3,01
Mn	0,055	0,048	0,045	0,047	0,052	0,055	0,050	0,052	0,053	0,052	0,050	0,050	0,051	0,057	0,052	0,061	0,050	0,050	0,054	0,054	0,049	0,049	0,052	0,053	0,05	0,05
Mg	2,047	2,160	2,031	2,054	2,013	2,013	2,038	2,068	2,054	2,061	2,041	2,069	2,064	2,054	2,078	2,043	2,018	1,997	1,994	2,019	2,070	2,040	2,025	2,044	2,03	2,04
Ca	0,003	0,003	0,002	0,001	0,002	0,003	0,006	0,000	-0,001	0,001	0,002	0,001	0,007	0,003	0,006	0,006	0,010	0,015	0,003	-0,001	0,000	0,001	0,002	0,000	0,01	0,00
Na	0,007	0,028	0,011	0,010	0,011	0,018	0,011	0,015	0,010	0,010	0,011	0,010	0,017	0,019	0,021	0,010	0,013	0,017	0,011	0,013	0,010	0,013	0,011	0,011	0,02	0,02
K	1,862	1,886	1,910	1,885	1,897	1,888	1,881	1,887	1,889	1,892	1,876	1,877	1,856	1,854	1,855	1,851	1,850	1,835	1,884	1,892	1,889	1,897	1,909	1,887	1,87	1,86
OH*	3,637	3,618	3,681	3,669	3,688	3,653	3,647	3,666	3,637	3,661	3,661	3,647	3,615	3,617	3,636	3,655	3,683	3,656	3,623	3,645	3,652	3,668	3,690	3,644	3,64	3,62
F	0,246	0,263	0,205	0,216	0,169	0,211	0,210	0,212	0,239	0,215	0,219	0,222	0,265	0,269	0,249	0,231	0,203	0,232	0,247	0,222	0,229	0,213	0,188	0,238	0,24	0,26
Al total	2,650	2,681	2,679	2,703	2,676	2,671	2,665	2,652	2,658	2,671	2,661	2,663	2,662	2,661	2,650	2,738	2,738	2,691	2,721	2,743	2,707	2,682	2,668	2,684	2,70	2,68
Fe/Fe+Mg	0,594	0,570	0,595	0,590	0,605	0,602	0,602	0,593	0,598	0,593	0,598	0,589	0,593	0,592	0,591	0,591	0,595	0,599	0,603	0,590	0,583	0,600	0,599	0,594	0,60	0,60

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol et al. 2017

(continuação)

Variedade	Horblenda-biotita granodiorito (Subpopulação C2)																												
Amostra	AFD-08																												
Análise	C1														C2														
	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5	Biot-1-6	Biot-1-7	Biot-1-8	Biot-1-9	Biot-1-10	Biot-1-11	Biot-2-1	Biot-2-2	Biot-2-3	Biot-2-4	Biot-2-6	Biot-2-7	Biot-2-8	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5	Biot-1-7	Biot-1-8	Biot-1-9	Biot-1-10	Biot-1-11	Biot-1-12
SiO ₂ (peso %)	36,38	36,25	36,58	37,12	36,68	36,42	36,74	36,49	36,94	36,64	36,81	36,50	36,60	36,81	36,75	36,73	36,72	36,67	36,31	36,75	36,76	36,31	36,80	36,78	36,73	36,85	36,72	36,65	36,62
TiO ₂	1,90	1,92	1,91	2,12	2,20	1,98	1,79	2,05	1,94	1,94	1,87	1,93	1,91	1,88	1,76	1,91	1,90	1,77	2,17	2,16	2,12	2,07	2,22	1,92	1,91	2,24	1,99	2,02	2,35
Al ₂ O ₃	14,76	14,68	14,66	15,17	15,19	14,70	14,85	14,90	15,20	14,75	14,76	14,70	14,57	15,02	14,75	15,18	14,83	14,81	14,52	14,59	14,72	14,64	14,72	14,87	14,70	14,85	14,80	14,78	14,86
FeO	22,63	23,34	22,64	22,23	22,85	22,95	22,79	23,00	22,41	22,65	22,72	22,40	22,72	22,78	22,27	22,45	23,06	22,79	23,29	23,21	22,71	22,77	22,96	22,62	23,12	22,78	23,11	22,95	22,79
MnO	0,36	0,37	0,35	0,39	0,40	0,37	0,38	0,42	0,38	0,41	0,37	0,35	0,38	0,40	0,35	0,39	0,39	0,38	0,38	0,38	0,32	0,36	0,37	0,43	0,38	0,37	0,42	0,38	0,36
MgO	9,54	9,70	9,52	9,64	9,39	9,82	9,90	9,78	9,66	9,95	9,98	9,73	9,82	9,96	9,97	9,88	9,87	10,00	9,24	9,42	9,44	9,49	9,32	10,07	9,58	9,55	9,54	9,64	9,46
CaO	0,06	0,14	0,05	0,02	0,08	0,07	0,07	0,03	0,07	0,05	0,04	0,01	0,02	0,01	0,04	0,04	0,04	0,08	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01
Na ₂ O	0,11	0,14	0,11	0,07	0,05	0,05	0,06	0,07	0,10	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,05	0,07	0,07	0,08	0,05	0,08	0,06	0,06	0,09	0,06	0,10	0,08
K ₂ O	9,67	9,14	9,59	9,82	9,55	9,67	9,65	9,76	9,61	9,56	9,83	9,71	9,71	9,68	9,70	9,71	9,61	9,60	9,65	9,59	9,68	9,47	9,73	9,70	9,70	9,80	9,70	9,74	9,76
Subtotal	100,9	101,4	101,0	102,6	102,2	101,6	101,8	102,4	102,1	101,8	102,3	101,1	101,4	102,5	101,5	102,0	102,2	101,9	101,1	101,9	101,9	100,7	102,2	102,2	101,9	102,5	102,1	101,9	102,0
O=F,Cl	0,32	0,33	0,33	0,33	0,28	0,31	0,35	0,36	0,29	0,35	0,40	0,33	0,35	0,35	0,34	0,29	0,31	0,37	0,28	0,29	0,39	0,33	0,33	0,34	0,30	0,37	0,33	0,30	0,30
Total	100,6	101,0	100,7	102,2	101,9	101,3	101,4	102,0	101,8	101,5	101,9	100,7	101,1	102,2	101,2	101,8	101,9	101,6	100,8	101,6	101,5	100,4	101,8	101,9	101,6	102,1	101,8	101,6	101,7
Fórmula estrutural com base em 22 átomos de oxigênio																													
Si	5,584	5,553	5,604	5,585	5,554	5,558	5,582	5,540	5,581	5,572	5,576	5,589	5,591	5,562	5,598	5,557	5,565	5,573	5,579	5,589	5,595	5,586	5,589	5,566	5,59	5,57	5,58	5,57	5,56
Al ^{iv}	2,416	2,447	2,396	2,415	2,446	2,442	2,418	2,460	2,419	2,428	2,424	2,411	2,409	2,438	2,402	2,443	2,435	2,427	2,421	2,411	2,405	2,414	2,411	2,434	2,41	2,43	2,42	2,43	2,44
Al ^{vi}	0,254	0,205	0,252	0,276	0,265	0,203	0,241	0,205	0,288	0,216	0,211	0,242	0,215	0,236	0,246	0,264	0,214	0,226	0,210	0,203	0,236	0,241	0,225	0,219	0,23	0,22	0,23	0,22	0,22
Ti	0,219	0,221	0,220	0,240	0,250	0,227	0,205	0,234	0,220	0,222	0,213	0,222	0,219	0,213	0,202	0,218	0,216	0,203	0,250	0,247	0,242	0,239	0,254	0,218	0,22	0,25	0,23	0,23	0,27
Fe	2,904	2,990	2,901	2,797	2,893	2,929	2,895	2,921	2,832	2,881	2,878	2,869	2,902	2,879	2,837	2,840	2,923	2,897	2,993	2,952	2,891	2,929	2,916	2,863	2,94	2,88	2,94	2,92	2,90
Mn	0,047	0,048	0,046	0,049	0,051	0,047	0,048	0,055	0,049	0,053	0,047	0,045	0,050	0,051	0,046	0,049	0,050	0,049	0,049	0,049	0,041	0,047	0,048	0,054	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Mg	2,184	2,215	2,173	2,162	2,120	2,235	2,242	2,213	2,176	2,256	2,254	2,221	2,236	2,244	2,263	2,229	2,231	2,266	2,117	2,136	2,142	2,177	2,110	2,273	2,17	2,15	2,16	2,18	2,14
Ca	0,010	0,023	0,008	0,003	0,013	0,012	0,012	0,005	0,012	0,008	0,006	0,001	0,003	0,001	0,007	0,006	0,007	0,013	0,006	0,006	0,008	0,008	0,006	0,003	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,034	0,041	0,034	0,020	0,013	0,016	0,017	0,022	0,030	0,022	0,017	0,021	0,018	0,019	0,020	0,019	0,020	0,014	0,021	0,021	0,022	0,015	0,022	0,017	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02
K	1,893	1,785	1,874	1,885	1,844	1,882	1,869	1,890	1,852	1,854	1,899	1,897	1,892	1,865	1,885	1,873	1,858	1,861	1,892	1,860	1,879	1,859	1,884	1,873	1,88	1,89	1,88	1,89	1,89
OH*	3,631	3,620	3,620	3,625	3,686	3,640	3,599	3,588	3,671	3,604	3,542	3,620	3,600	3,601	3,606	3,665	3,643	3,577	3,678	3,672	3,558	3,617	3,629	3,611	3,66	3,57	3,62	3,66	3,65
F	0,255	0,268	0,273	0,266	0,198	0,253	0,293	0,304	0,221	0,280	0,349	0,272	0,290	0,290	0,282	0,225	0,243	0,311	0,201	0,217	0,332	0,273	0,262	0,268	0,22	0,32	0,26	0,23	0,23
Al total	2,670	2,651	2,648	2,690	2,710	2,645	2,659	2,666	2,707	2,644	2,635	2,653	2,624	2,675	2,649	2,707	2,649	2,653	2,630	2,615	2,641	2,655	2,636	2,653	2,64	2,65	2,65	2,65	2,66
Fe/Fe+Mg	0,571	0,574	0,572	0,564	0,577	0,567	0,563	0,569	0,565	0,561	0,561	0,564	0,565	0,562	0,556	0,560	0,567	0,561	0,586	0,580	0,574	0,574	0,580	0,557	0,58	0,57	0,58	0,57	0,57

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol et al. 2017

(continuação)

Variedade	Horblenda-biotita granodiorito (Subpopulação C2)																												
Amostra	AFD-08																												
Análise	C4													C6															
	Biot-1-1	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5	Biot-1-6	Biot-1-7	Biot-1-8	Biot-1-9	Biot-1-13	Biot-1-14	Biot-1-15	Biot-1-16	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5	Biot-1-6	Biot-1-7	Biot-1-8	Biot-1-9	Biot-2-1	Biot-2-2	Biot-2-3	Biot-2-4	Biot-2-5	Biot-2-6
SiO ₂ (peso %)	36,62	36,60	36,71	36,67	36,22	36,53	36,78	36,68	36,68	36,89	36,62	36,83	36,72	36,65	36,01	36,50	36,67	36,43	36,91	36,68	36,53	36,70	36,74	36,57	37,00	36,97	36,91	36,92	36,60
TiO ₂	2,45	1,98	2,15	2,16	2,29	2,20	2,16	2,05	2,33	1,99	2,23	2,25	2,33	2,26	1,98	2,18	2,05	2,33	1,92	2,22	2,23	2,31	2,32	2,24	2,27	1,93	2,00	2,13	2,27
Al ₂ O ₃	14,70	14,70	14,57	14,66	14,50	14,68	14,61	14,67	14,82	14,88	14,65	14,69	14,75	14,56	14,58	14,75	14,74	14,57	14,82	14,71	14,61	14,52	14,81	14,82	14,92	14,80	14,86	14,81	14,96
FeO	23,24	23,33	23,47	22,97	23,14	23,36	23,49	23,46	22,85	22,81	22,91	23,28	23,23	23,24	23,29	22,48	22,77	22,79	22,51	23,02	22,94	22,89	22,51	22,23	22,03	22,88	22,69	23,08	22,54
MnO	0,38	0,37	0,36	0,36	0,43	0,40	0,44	0,44	0,39	0,42	0,39	0,40	0,36	0,41	0,39	0,45	0,34	0,42	0,43	0,42	0,44	0,41	0,42	0,40	0,35	0,41	0,38	0,38	0,37
MgO	9,42	9,57	9,55	9,65	9,68	9,38	9,60	9,41	9,57	9,51	9,38	9,48	9,49	9,26	9,75	9,63	9,47	9,41	9,89	9,49	9,57	9,42	9,34	9,65	9,78	9,73	9,82	9,70	9,54
CaO	0,04	0,03	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	0,06	0,03	0,01	0,04	0,02	0,04	0,01	0,01	-0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	-0,02	0,03	0,16	0,01	0,04	0,05	0,02
Na ₂ O	0,07	0,06	0,09	0,08	0,07	0,06	0,08	0,08	0,06	0,08	0,09	0,06	0,10	0,07	0,03	0,07	0,06	0,06	0,05	0,08	0,08	0,10	0,06	0,07	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09
K ₂ O	9,66	9,79	9,75	9,68	9,46	9,67	9,84	9,72	9,75	9,81	9,67	9,74	9,72	9,68	8,95	9,67	9,66	9,58	9,74	9,68	9,64	9,68	9,60	9,71	9,70	9,79	9,81	9,56	9,73
Subtotal	102,3	102,0	102,5	102,0	101,5	102,0	102,8	102,4	102,2	102,1	101,8	102,6	102,5	101,9	100,4	101,3	101,5	101,3	101,9	102,1	101,8	102,0	101,3	101,4	102,0	102,3	102,3	102,5	101,8
O=F,Cl	0,30	0,37	0,34	0,34	0,31	0,33	0,36	0,34	0,35	0,34	0,35	0,35	0,33	0,34	0,30	0,31	0,35	0,33	0,34	0,32	0,32	0,37	0,34	0,36	0,32	0,39	0,38	0,32	0,33
Total	102,0	101,6	102,1	101,7	101,2	101,7	102,4	102,1	101,9	101,8	101,4	102,3	102,2	101,6	100,1	100,9	101,2	101,0	101,6	101,7	101,5	101,6	101,0	101,1	101,7	101,9	101,9	102,2	101,4
Fórmula estrutural com base em 22 átomos de oxigênio																													
Si	5,556	5,572	5,570	5,576	5,549	5,565	5,564	5,571	5,561	5,590	5,584	5,572	5,559	5,587	5,560	5,575	5,595	5,579	5,591	5,575	5,568	5,586	5,598	5,576	5,59	5,59	5,58	5,57	5,56
Al _{iv}	2,444	2,428	2,430	2,424	2,451	2,435	2,436	2,429	2,439	2,410	2,416	2,428	2,441	2,413	2,440	2,425	2,405	2,421	2,409	2,425	2,432	2,414	2,402	2,424	2,41	2,41	2,42	2,43	2,44
Al _{vi}	0,185	0,211	0,176	0,203	0,166	0,200	0,170	0,197	0,209	0,248	0,217	0,192	0,191	0,203	0,214	0,231	0,245	0,208	0,235	0,209	0,194	0,191	0,258	0,239	0,24	0,23	0,23	0,21	0,24
Ti	0,279	0,227	0,245	0,247	0,264	0,252	0,245	0,234	0,265	0,227	0,255	0,256	0,265	0,259	0,229	0,250	0,235	0,269	0,218	0,253	0,256	0,264	0,266	0,256	0,26	0,22	0,23	0,24	0,26
Fe	2,949	2,970	2,978	2,921	2,965	2,976	2,973	2,979	2,898	2,891	2,922	2,946	2,942	2,962	3,007	2,872	2,905	2,919	2,851	2,926	2,924	2,913	2,868	2,834	2,78	2,90	2,87	2,91	2,87
Mn	0,049	0,048	0,046	0,047	0,056	0,051	0,056	0,057	0,049	0,054	0,050	0,051	0,046	0,053	0,051	0,058	0,044	0,054	0,055	0,054	0,057	0,052	0,055	0,051	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
Mg	2,131	2,172	2,161	2,186	2,212	2,130	2,166	2,131	2,162	2,148	2,133	2,138	2,142	2,105	2,244	2,193	2,154	2,149	2,232	2,149	2,175	2,138	2,121	2,194	2,20	2,19	2,21	2,18	2,16
Ca	0,006	0,005	0,004	0,003	0,001	0,000	0,001	0,010	0,004	0,002	0,007	0,004	0,007	0,001	0,002	-0,003	0,000	0,001	0,002	0,001	0,002	0,007	-0,003	0,005	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00
Na	0,020	0,019	0,028	0,023	0,021	0,018	0,024	0,022	0,017	0,022	0,027	0,019	0,030	0,021	0,008	0,020	0,018	0,018	0,014	0,024	0,024	0,029	0,019	0,020	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
K	1,870	1,900	1,886	1,876	1,848	1,878	1,900	1,882	1,885	1,896	1,881	1,880	1,877	1,881	1,763	1,884	1,881	1,871	1,882	1,876	1,873	1,879	1,866	1,889	1,87	1,89	1,89	1,84	1,89
OH*	3,660	3,578	3,611	3,614	3,647	3,622	3,590	3,613	3,603	3,614	3,600	3,601	3,625	3,606	3,656	3,645	3,593	3,624	3,614	3,631	3,629	3,579	3,606	3,589	3,63	3,56	3,56	3,64	3,62
F	0,224	0,305	0,277	0,275	0,247	0,261	0,303	0,281	0,291	0,280	0,289	0,292	0,262	0,282	0,243	0,250	0,289	0,267	0,279	0,248	0,266	0,312	0,286	0,301	0,26	0,32	0,32	0,25	0,26
Al total	2,629	2,638	2,606	2,628	2,617	2,636	2,606	2,626	2,649	2,658	2,633	2,620	2,632	2,616	2,654	2,655	2,650	2,629	2,645	2,634	2,626	2,605	2,659	2,664	2,66	2,64	2,65	2,64	2,68
Fe/Fe+Mg	0,581	0,578	0,580	0,572	0,573	0,583	0,579	0,583	0,573	0,574	0,578	0,580	0,579	0,585	0,573	0,567	0,574	0,576	0,561	0,577	0,573	0,577	0,564	0,56	0,57	0,56	0,57	0,57	

Fonte: Adaptado de Dall'Agno et al. 2017

(continuação)

Variedade	Biotita-hornblenda tonalito (Subpopulação C2)																								
Amostra	MYF-40																								
Análise	C3								C2								C3								
	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5	Biot-2-1	Biot-2-2	Biot-2-3	Biot-2-4	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5	Biot-1-6	Biot-1-7	Biot-2-1	Biot-2-2	Biot-2-3	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5	Biot-1-6
SiO2 (peso %)	36,24	36,68	37,10	36,48	36,68	36,73	36,55	36,85	36,91	36,83	36,51	36,36	36,62	36,54	36,61	36,53	36,69	36,34	36,22	36,49	36,57	36,48	36,24	36,62	36,42
TiO2	3,62	3,79	3,60	3,42	3,55	3,68	3,59	3,49	3,54	3,98	3,86	3,89	3,77	3,86	3,94	3,77	3,81	3,80	3,87	3,81	3,82	3,96	3,89	3,86	3,77
Al2O3	13,94	14,04	14,13	13,91	13,84	14,18	14,21	14,18	14,29	14,06	13,88	14,07	14,03	13,93	14,07	13,95	14,03	13,93	13,99	13,94	13,89	14,00	13,97	13,90	14,01
FeO	21,77	21,06	20,87	21,53	21,48	21,18	21,29	21,01	21,09	21,02	21,01	21,00	20,80	20,76	20,63	20,79	21,81	22,12	22,10	21,26	21,40	21,53	21,56	21,39	21,13
MnO	0,29	0,26	0,30	0,33	0,35	0,31	0,31	0,29	0,31	0,35	0,39	0,33	0,31	0,38	0,36	0,34	0,32	0,31	0,29	0,32	0,29	0,30	0,26	0,32	0,31
MgO	10,38	10,79	11,00	10,57	10,64	10,75	10,75	10,77	10,82	10,70	10,62	10,68	10,75	10,71	10,63	10,67	10,18	10,35	10,15	10,42	10,45	10,39	10,43	10,57	10,47
CaO	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03	0,05	0,03	0,02	0,04	0,04	0,01	0,00	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,06
Na2O	0,07	0,06	0,07	0,06	0,05	0,05	0,03	0,04	0,05	0,08	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07	0,06	0,05	0,06	0,03	0,06	0,05	0,05	0,03	0,05
K2O	9,34	9,68	9,64	9,48	9,52	9,53	9,66	9,66	9,65	9,49	9,55	9,53	9,64	9,61	9,66	9,63	9,66	9,52	9,37	9,61	9,66	9,68	9,37	9,52	9,49
Subtotal	101,3	102,2	102,6	101,4	101,8	102,1	102,1	102,0	102,5	102,4	101,6	101,3	101,6	101,6	101,6	101,7	102,3	102,0	101,4	101,7	101,9	101,9	101,2	101,9	101,1
O=F,Cl	0,28	0,29	0,29	0,32	0,30	0,31	0,31	0,31	0,30	0,28	0,30	0,29	0,27	0,32	0,27	0,29	0,26	0,27	0,26	0,30	0,27	0,25	0,25	0,27	0,25
Total	101,0	101,9	102,3	101,1	101,5	101,8	101,8	101,7	102,2	102,1	101,3	101,0	101,3	101,2	101,3	101,4	102,0	101,8	101,2	101,4	101,7	101,7	101,0	101,6	100,9
Fórmula estrutural com base em 22 átomos de oxigênio																									
Si	5,519	5,519	5,542	5,540	5,546	5,524	5,510	5,544	5,528	5,523	5,530	5,510	5,531	5,529	5,528	5,531	5,531	5,504	5,509	5,531	5,529	5,513	5,510	5,530	5,53
Al iv	2,481	2,481	2,458	2,460	2,454	2,476	2,490	2,456	2,472	2,477	2,470	2,490	2,469	2,471	2,472	2,469	2,469	2,486	2,491	2,469	2,471	2,487	2,490	2,470	2,47
Al vi	0,022	0,008	0,031	0,030	0,013	0,037	0,034	0,058	0,050	0,008	0,008	0,024	0,029	0,014	0,032	0,020	0,023	0,000	0,017	0,020	0,004	0,006	0,015	0,003	0,04
Ti	0,415	0,429	0,405	0,391	0,404	0,416	0,407	0,395	0,399	0,449	0,439	0,443	0,428	0,439	0,447	0,429	0,432	0,433	0,443	0,434	0,434	0,450	0,444	0,438	0,43
Fe	2,773	2,650	2,607	2,735	2,717	2,663	2,684	2,643	2,641	2,636	2,661	2,661	2,628	2,627	2,606	2,633	2,749	2,802	2,811	2,695	2,706	2,722	2,742	2,701	2,68
Mn	0,038	0,034	0,038	0,042	0,044	0,039	0,039	0,037	0,039	0,045	0,049	0,042	0,039	0,049	0,046	0,044	0,040	0,040	0,037	0,041	0,037	0,039	0,034	0,041	0,04
Mg	2,357	2,419	2,450	2,393	2,397	2,411	2,417	2,415	2,415	2,392	2,397	2,413	2,420	2,415	2,394	2,408	2,288	2,336	2,301	2,355	2,355	2,341	2,364	2,380	2,37
Ca	0,004	0,003	0,005	0,005	0,003	0,001	0,001	0,005	0,007	0,005	0,003	0,007	0,007	0,002	0,000	0,002	0,005	0,001	0,003	0,003	0,001	0,003	0,005	0,005	0,01
Na	0,021	0,017	0,020	0,019	0,014	0,015	0,009	0,011	0,014	0,022	0,018	0,014	0,015	0,016	0,014	0,020	0,016	0,015	0,019	0,009	0,016	0,015	0,015	0,010	0,01
K	1,814	1,858	1,837	1,836	1,837	1,828	1,858	1,854	1,843	1,815	1,845	1,841	1,856	1,854	1,860	1,861	1,858	1,840	1,819	1,858	1,864	1,866	1,817	1,833	1,84
OH*	3,683	3,674	3,671	3,630	3,657	3,655	3,648	3,654	3,665	3,685	3,654	3,670	3,688	3,636	3,695	3,672	3,706	3,698	3,698	3,663	3,694	3,715	3,717	3,693	3,71
F	0,269	0,279	0,283	0,319	0,297	0,304	0,309	0,304	0,295	0,266	0,297	0,284	0,265	0,317	0,257	0,281	0,246	0,256	0,256	0,289	0,258	0,240	0,237	0,258	0,24
Al total	2,503	2,489	2,488	2,490	2,467	2,513	2,524	2,514	2,522	2,485	2,477	2,514	2,498	2,484	2,504	2,490	2,492	2,486	2,508	2,489	2,475	2,494	2,504	2,473	2,51
Fe/Fe+Mg	0,541	0,523	0,516	0,533	0,531	0,525	0,526	0,523	0,522	0,524	0,526	0,524	0,521	0,521	0,521	0,522	0,546	0,545	0,550	0,534	0,535	0,538	0,537	0,532	0,53

Fonte: Adaptado de Dall'Agnolet et al. 2017

(conclusão)

Variedade	Biotita-hornblenda tonalito (Subpopulação C2)																							
Amostra	MYF-40																							
Análise	C3			C4										C5										
	Biot-1-7	Biot-1-8	Biot-1-9	Biot-1-1	Biot-1-2	Biot-1-3	Biot-1-4	Biot-1-5	Biot-1-6	Biot-1-7	Biot-1-8	Biot-1-9	Biot-1-10	Biot-1-11	Biot-1-12	Biot-1-13	Biot-2-1	Biot-2-2	Biot-2-3	Biot-2-4	Biot-2-5	Biot-2-6	Biot-2-7	
SiO2 (peso %)	36,24	36,48	36,94	36,13	36,49	36,73	36,38	36,42	36,74	36,71	36,51	35,84	36,35	36,67	36,46	36,60	36,62	36,31	36,53	36,75	36,94	36,67	36,33	36,31
TiO2	3,91	3,75	3,61	3,77	3,81	3,84	3,88	3,78	3,84	3,87	3,68	3,58	3,81	3,81	3,94	3,74	3,72	4,13	3,86	3,89	3,80	3,80	4,00	3,98
Al2O3	13,93	13,93	14,18	13,89	13,98	13,94	13,90	14,08	14,10	13,91	13,96	14,14	13,94	14,11	13,90	13,90	13,90	14,03	13,87	14,04	14,08	14,08	13,95	14,01
FeO	21,57	20,99	20,97	20,99	21,53	21,12	21,13	21,32	21,06	21,18	21,20	22,07	21,44	21,14	21,18	21,16	21,41	21,65	21,13	21,04	20,69	21,08	21,98	21,35
MnO	0,30	0,32	0,29	0,29	0,31	0,26	0,31	0,31	0,29	0,31	0,34	0,35	0,33	0,32	0,36	0,30	0,29	0,28	0,32	0,30	0,32	0,26	0,28	0,29
MgO	10,26	10,60	10,71	10,46	10,62	10,77	10,70	10,65	10,63	10,66	10,55	10,47	10,42	10,52	10,76	10,72	10,71	10,59	10,62	10,73	10,76	10,66	10,27	10,40
CaO	0,06	0,05	0,05	0,00	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,00	0,01	0,04	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,10	0,03	-0,02	0,02	0,01	0,02	0,02
Na2O	0,06	0,08	0,06	0,06	0,07	0,06	0,04	0,06	0,08	0,07	0,05	0,07	0,08	0,08	0,05	0,07	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04
K2O	9,48	9,55	9,56	9,62	9,46	9,58	9,55	9,66	9,68	9,63	9,61	9,06	9,33	9,51	9,64	9,64	9,74	9,45	9,63	9,67	9,79	9,66	9,49	9,71
Subtotal	101,2	101,2	102,0	100,8	102,0	102,1	101,6	102,0	102,2	102,1	101,5	101,0	101,4	101,8	101,8	102,0	102,1	102,2	101,4	102,1	102,0	101,9	101,9	101,7
O=F,Cl	0,22	0,26	0,27	0,26	0,30	0,28	0,28	0,29	0,30	0,32	0,28	0,24	0,27	0,26	0,29	0,32	0,31	0,29	0,28	0,32	0,30	0,29	0,24	0,28
Total	101,0	100,9	101,7	100,5	101,7	101,8	101,4	101,8	101,8	101,8	101,3	100,7	101,1	101,5	101,5	101,7	101,8	101,9	101,1	101,8	101,7	101,6	101,7	101,5
Fórmula estrutural com base em 22 átomos de oxigênio																								
Si	5,514	5,536	5,547	5,523	5,511	5,530	5,511	5,502	5,528	5,530	5,534	5,478	5,522	5,531	5,510	5,528	5,524	5,477	5,532	5,527	5,544	5,526	5,501	5,504
Al iv	2,486	2,464	2,453	2,477	2,488	2,470	2,482	2,498	2,472	2,470	2,466	2,522	2,478	2,469	2,475	2,472	2,470	2,494	2,468	2,473	2,456	2,474	2,491	2,496
Al vi	0,012	0,028	0,057	0,026	0,000	0,004	0,000	0,008	0,028	0,000	0,027	0,026	0,018	0,040	0,000	0,003	0,000	0,000	0,008	0,017	0,035	0,028	0,000	0,008
Ti	0,448	0,428	0,407	0,434	0,433	0,434	0,442	0,430	0,434	0,439	0,419	0,411	0,436	0,432	0,448	0,425	0,422	0,469	0,439	0,440	0,429	0,430	0,455	0,454
Fe	2,745	2,664	2,634	2,684	2,719	2,659	2,676	2,693	2,650	2,669	2,687	2,822	2,724	2,666	2,677	2,673	2,701	2,731	2,677	2,647	2,597	2,657	2,783	2,706
Mn	0,038	0,041	0,037	0,038	0,039	0,033	0,040	0,039	0,037	0,039	0,043	0,045	0,042	0,040	0,046	0,038	0,037	0,035	0,041	0,039	0,041	0,033	0,036	0,037
Mg	2,328	2,398	2,396	2,384	2,391	2,417	2,416	2,397	2,384	2,394	2,385	2,385	2,359	2,365	2,423	2,415	2,408	2,382	2,398	2,405	2,409	2,394	2,319	2,349
Ca	0,009	0,008	0,007	-0,001	0,004	0,001	0,002	0,001	0,004	0,000	0,001	0,007	0,007	0,003	0,000	0,000	-0,001	0,017	0,005	-0,002	0,002	0,002	0,003	0,003
Na	0,017	0,024	0,018	0,019	0,021	0,018	0,011	0,016	0,022	0,020	0,015	0,020	0,024	0,022	0,013	0,020	0,011	0,012	0,014	0,013	0,013	0,011	0,014	0,011
K	1,840	1,849	1,831	1,875	1,822	1,839	1,845	1,861	1,858	1,850	1,858	1,765	1,808	1,829	1,858	1,858	1,873	1,819	1,860	1,855	1,875	1,856	1,833	1,876
OH*	3,750	3,701	3,696	3,701	3,662	3,679	3,682	3,672	3,659	3,643	3,679	3,721	3,690	3,700	3,672	3,642	3,653	3,674	3,686	3,644	3,663	3,674	3,725	3,680
F	0,198	0,249	0,256	0,251	0,294	0,275	0,272	0,284	0,293	0,308	0,273	0,229	0,261	0,251	0,280	0,308	0,299	0,277	0,268	0,312	0,288	0,276	0,228	0,270
Al total	2,499	2,492	2,510	2,502	2,488	2,474	2,482	2,506	2,500	2,470	2,493	2,548	2,496	2,509	2,475	2,475	2,470	2,494	2,476	2,490	2,491	2,502	2,491	2,504
Fe/Fe+Mg	0,541	0,526	0,524	0,530	0,532	0,524	0,526	0,529	0,526	0,527	0,530	0,542	0,536	0,530	0,525	0,525	0,529	0,534	0,527	0,524	0,519	0,526	0,546	0,535

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol *et al.* (2017).

TABELA A2 - ANÁLISES EM MICROSSONDA ELETRÔNICA DE ANFIBÓLIO DAS DIFERENTES VARIEDADES DOS GRANITOIDES DA SUÍTE VILA JUSSARA

(continua)

Variedade	Biotita-hornblenda monzogranito (População A)																		
Amostra	PFR-16A																		
Análise	CI																		
	Amph-1-1	Amph-1-2	Amph-1-3	Amph-1-4	Amph-1-5	Amph-2-1	Amph-2-2	Amph-2-3	Amph-2-4	Amph-2-5	Amph-2-6	Amph-2-7	Amph-3-4	Amph-3-5	Amph-4-1	Amph-4-2	Amph-4-3	Amph-4-4	Amph-4-5
SiO ₂ (peso %)	37,53	37,37	37,66	37,46	37,37	37,78	37,50	36,87	37,53	37,40	37,71	37,55	37,41	37,25	37,46	37,32	37,77	37,34	37,50
TiO ₂	0,58	0,47	0,48	0,61	0,45	0,51	0,62	2,57	0,52	0,53	0,44	0,64	0,51	0,43	0,46	0,44	0,52	0,59	0,46
Al ₂ O ₃	12,41	12,52	12,61	12,39	12,53	12,32	12,33	12,15	12,37	12,45	12,80	12,40	12,41	12,72	12,63	12,64	12,40	12,66	12,53
FeO	30,11	29,83	29,96	29,44	29,78	30,19	29,67	27,85	30,13	30,04	29,82	30,16	30,37	30,05	30,23	30,21	30,10	29,63	29,81
MnO	0,55	0,59	0,61	0,56	0,51	0,56	0,58	0,50	0,56	0,53	0,52	0,53	0,55	0,55	0,55	0,53	0,57	0,55	0,53
MgO	1,52	1,48	1,42	1,51	1,44	1,51	1,50	1,32	1,46	1,44	1,39	1,47	1,39	1,40	1,39	1,40	1,46	1,39	1,40
CaO	10,69	10,80	10,72	10,51	10,75	10,74	10,80	12,02	10,71	10,77	10,71	10,63	10,75	10,82	10,78	10,75	10,64	10,94	10,65
Na ₂ O	1,52	1,31	1,33	1,57	1,32	1,37	1,42	1,16	1,34	1,30	1,32	1,35	1,24	1,27	1,39	1,26	1,40	1,24	1,36
K ₂ O	2,45	2,43	2,43	2,46	2,47	2,34	2,38	2,27	2,38	2,42	2,45	2,37	2,44	2,47	2,44	2,42	2,42	2,49	2,44
F	0,16	0,15	0,18	0,30	0,22	0,19	0,21	0,23	0,23	0,23	0,16	0,20	0,10	0,17	0,29	0,13	0,23	0,24	0,13
Cl	1,08	1,21	1,20	1,10	1,20	1,13	1,14	1,14	1,18	1,17	1,23	1,12	1,26	1,24	1,22	1,27	1,15	1,27	1,20
(OH)	1,66	2,08	1,96	2,36	2,14	1,68	2,12	2,13	1,99	1,92	1,46	2,27	1,85	1,95	1,40	2,01	1,73	1,98	2,23
Subtotal:	100,26	100,25	100,54	100,25	100,17	100,31	100,27	100,20	100,41	100,18	100,00	100,68	100,27	100,31	100,26	100,38	100,39	100,30	100,25
O-F-Cl	0,31	0,34	0,34	0,37	0,36	0,33	0,34	0,35	0,36	0,36	0,34	0,34	0,33	0,35	0,39	0,34	0,36	0,39	0,33
Total	99,95	99,91	100,19	99,88	99,81	99,97	99,92	99,84	100,04	99,82	99,66	100,34	99,94	99,96	99,86	100,04	100,03	99,91	99,92
Fórmula estrutural com base em 23 átomos de oxigênio																			
Si	6,06	6,06	6,08	6,10	6,08	6,09	6,09	6,08	6,07	6,06	6,08	6,06	6,05	6,03	6,05	6,04	6,09	6,07	6,09
Al(IV)	1,94	1,94	1,92	1,90	1,92	1,91	1,91	1,92	1,93	1,94	1,92	1,94	1,95	1,97	1,95	1,96	1,91	1,93	1,91
Soma T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al(VI)	0,42	0,46	0,47	0,48	0,48	0,43	0,45	0,45	0,43	0,44	0,52	0,42	0,42	0,46	0,45	0,45	0,45	0,49	0,49
Fe ³⁺	0,70	0,70	0,71	0,61	0,67	0,74	0,61	-0,26	0,74	0,72	0,67	0,77	0,79	0,73	0,72	0,79	0,72	0,59	0,67
Ti	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,08	0,32	0,06	0,06	0,05	0,08	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,07	0,06
Mn	0,07	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,07
Mg	0,37	0,36	0,34	0,37	0,35	0,36	0,36	0,32	0,35	0,35	0,34	0,35	0,33	0,34	0,34	0,34	0,35	0,34	0,34
Fe ²⁺	3,37	3,35	3,33	3,40	3,38	3,33	3,42	4,10	3,33	3,36	3,35	3,31	3,32	3,34	3,36	3,30	3,34	3,44	3,37
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Ca	1,85	1,88	1,85	1,83	1,87	1,85	1,88	2,12	1,86	1,87	1,85	1,84	1,86	1,88	1,87	1,86	1,84	1,90	1,85
Na	0,15	0,12	0,15	0,17	0,13	0,15	0,12	-0,12	0,14	0,13	0,15	0,16	0,14	0,12	0,13	0,14	0,16	0,10	0,15
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,33	0,29	0,27	0,33	0,29	0,28	0,32	0,50	0,28	0,28	0,26	0,26	0,25	0,28	0,30	0,26	0,28	0,29	0,28
K	0,50	0,50	0,50	0,51	0,51	0,48	0,49	0,48	0,49	0,50	0,50	0,49	0,50	0,51	0,50	0,50	0,50	0,52	0,51
Soma A	0,83	0,79	0,77	0,84	0,80	0,76	0,82	0,97	0,77	0,78	0,77	0,75	0,76	0,79	0,80	0,76	0,77	0,81	0,79
Fe/(Fe+Mg)	0,90	0,90	0,91	0,90	0,91	0,90	0,90	0,93	0,90	0,91	0,91	0,90	0,91	0,91	0,91	0,91	0,90	0,91	0,91
Mg/(Mg+Fe)	0,10	0,10	0,09	0,10	0,09	0,10	0,10	0,07	0,10	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09
Al total	2,36	2,39	2,40	2,38	2,40	2,34	2,36	2,36	2,36	2,38	2,43	2,36	2,37	2,43	2,40	2,41	2,36	2,42	2,40
Si*	7,73	7,71	7,72	7,75	7,72	7,75	7,73	7,54	7,73	7,72	7,71	7,72	7,73	7,68	7,71	7,69	7,75	7,69	7,74
T°C	869,43	873,28	871,42	866,24	871,00	867,45	869,84	898,38	869,57	871,76	872,59	870,76	870,68	876,95	873,31	875,62	866,32	876,10	869,11
*Mg	1,04	1,05	1,04	1,01	1,04	1,06	1,01	0,48	1,05	1,04	1,03	1,04	1,06	1,05	1,03	1,06	1,05	0,99	1,03
?NNO	-2,31	-2,28	-2,30	-2,35	-2,30	-2,26	-2,35	-3,23	-2,28	-2,30	-2,31	-2,29	-2,27	-2,29	-2,31	-2,26	-2,29	-2,38	-2,31

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol et al. 2017

(continuação)

Variedade	Biotita-hornblenda monzogranito (População A)																	
Amostra	PFR-16A																	
Análise	C2														C3			
	Amph-1-1	Amph-1-2	Amph-1-3	Amph-1-4	Amph-1-5	Amph-1-6	Amph-1-7	Amph-1-8	Amph-2-1	Amph-2-3	Amph-2-4	Amph-2-5	Amph-2-6	Amph-2-7	Amph-1-1	Amph-1-2	Amph-1-3	Amph-1-4
SiO ₂ (peso %)	37,39	37,20	37,09	37,18	37,34	37,06	37,19	37,19	37,07	37,14	37,25	36,88	37,44	37,05	37,62	37,51	37,17	37,38
TiO ₂	0,47	0,36	0,47	0,43	0,48	0,39	0,55	0,42	0,48	1,12	0,47	0,51	0,46	0,52	0,43	0,64	0,50	0,51
Al ₂ O ₃	12,42	12,89	12,71	12,77	12,53	12,80	12,58	12,58	12,60	12,56	12,52	12,51	12,50	12,64	12,60	12,39	12,68	12,54
FeO	29,57	29,79	30,18	29,73	29,84	29,83	29,83	30,18	29,63	29,21	29,68	29,57	29,80	29,82	29,80	30,01	29,81	30,03
MnO	0,53	0,53	0,53	0,52	0,52	0,56	0,57	0,55	0,49	0,50	0,59	0,57	0,54	0,54	0,52	0,57	0,58	0,57
MgO	1,46	1,43	1,40	1,38	1,39	1,38	1,42	1,40	1,48	1,42	1,36	1,35	1,44	1,31	1,35	1,45	1,40	1,43
CaO	10,57	10,60	10,45	10,60	10,61	10,67	10,59	10,41	10,80	11,04	10,70	10,81	10,73	10,62	10,67	10,81	10,84	10,70
Na ₂ O	1,60	1,48	1,53	1,48	1,43	1,35	1,43	1,45	1,31	1,28	1,30	1,27	1,32	1,27	1,38	1,33	1,26	1,27
K ₂ O	2,42	2,61	2,49	2,60	2,47	2,53	2,49	2,48	2,46	2,34	2,41	2,42	2,39	2,44	2,38	2,38	2,44	2,45
F	0,27	0,25	0,25	0,20	0,24	0,18	0,13	0,19	0,23	0,17	0,19	0,15	0,21	0,09	0,21	0,20	0,09	0,18
Cl	1,10	1,19	1,16	1,15	1,14	1,20	1,15	1,15	1,20	1,17	1,20	1,23	1,16	1,23	1,18	1,19	1,29	1,17
(OH)	2,54	2,07	2,08	2,09	2,11	2,09	2,63	2,02	2,75	2,28	2,74	3,05	2,32	2,84	2,23	1,94	2,46	2,19
Subtotal:	100,34	100,39	100,33	100,13	100,10	100,03	100,56	100,02	100,47	100,22	100,41	100,32	100,32	100,37	100,36	100,41	100,51	100,40
O-F-Cl	0,36	0,37	0,37	0,34	0,36	0,34	0,32	0,34	0,37	0,33	0,35	0,34	0,35	0,31	0,36	0,35	0,33	0,34
Total	99,98	100,01	99,96	99,79	99,74	99,69	100,25	99,68	100,11	99,88	100,06	99,98	99,97	100,06	100,00	100,06	100,18	100,06
Fórmula estrutural com base em 23 átomos de oxigênio																		
Si	6,10	6,03	6,01	6,05	6,07	6,03	6,04	6,03	6,05	6,05	6,08	6,05	6,08	6,04	6,10	6,07	6,04	6,05
Al(IV)	1,90	1,97	1,99	1,95	1,93	1,97	1,96	1,97	1,95	1,95	1,92	1,95	1,92	1,96	1,90	1,93	1,96	1,95
Soma T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al(VI)	0,48	0,50	0,44	0,50	0,48	0,48	0,45	0,44	0,47	0,47	0,48	0,47	0,47	0,47	0,51	0,43	0,47	0,45
Fe ³⁺	0,61	0,69	0,81	0,65	0,67	0,72	0,71	0,84	0,66	0,46	0,67	0,64	0,69	0,73	0,65	0,68	0,69	0,76
Ti	0,06	0,04	0,06	0,05	0,06	0,05	0,07	0,05	0,06	0,14	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,08	0,06	0,06
Mn	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08
Mg	0,36	0,35	0,34	0,33	0,34	0,33	0,34	0,34	0,36	0,34	0,33	0,33	0,35	0,32	0,33	0,35	0,34	0,35
Fe ²⁺	3,43	3,35	3,28	3,40	3,39	3,33	3,34	3,26	3,38	3,52	3,37	3,42	3,36	3,34	3,39	3,38	3,36	3,31
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Ca	1,85	1,84	1,81	1,85	1,85	1,86	1,84	1,81	1,89	1,93	1,87	1,90	1,87	1,86	1,85	1,87	1,89	1,86
Na	0,15	0,16	0,19	0,15	0,15	0,14	0,16	0,19	0,11	0,07	0,13	0,10	0,13	0,14	0,15	0,13	0,11	0,14
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,35	0,31	0,29	0,31	0,30	0,28	0,29	0,27	0,30	0,33	0,28	0,30	0,28	0,26	0,29	0,29	0,28	0,26
K	0,50	0,54	0,52	0,54	0,51	0,53	0,52	0,51	0,51	0,49	0,50	0,51	0,50	0,51	0,49	0,49	0,51	0,51
Soma A	0,86	0,85	0,81	0,85	0,81	0,81	0,81	0,78	0,81	0,82	0,78	0,81	0,78	0,77	0,78	0,78	0,79	0,76
Fe/(Fe+Mg)	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,90	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
Mg/(Mg+Fe)	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Al total	2,39	2,46	2,43	2,45	2,40	2,45	2,41	2,41	2,42	2,41	2,41	2,42	2,39	2,43	2,41	2,36	2,43	2,39
Si*	7,75	7,70	7,70	7,72	7,73	7,69	7,71	7,72	7,69	7,64	7,71	7,69	7,72	7,69	7,73	7,72	7,68	7,71
T°C	866,83	874,27	874,55	872,21	869,43	876,78	873,17	870,93	876,37	884,03	872,41	876,36	871,34	875,63	869,32	871,71	878,19	873,00
*Mg	1,01	1,05	1,05	1,02	1,02	1,04	1,03	1,07	1,04	0,88	1,02	1,01	1,04	1,02	1,01	1,02	1,03	1,05
?NNO	-2,34	-2,29	-2,28	-2,33	-2,33	-2,29	-2,32	-2,25	-2,30	-2,56	-2,33	-2,36	-2,30	-2,33	-2,34	-2,34	-2,32	-2,28

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol et al. 2017

(continuação)

Variedade	Biotitahornbênda monzogranito (Subpopulação B1)															Biotitahornbênda monzogranito (Subpopulação C1)									
Amostra	MDP57A															PFA39									
Análise	C1					C2					C3					C1					C2				
	Anf1-1	Anf1-2	Anf1-3	Anf1-4	Anf1-5	Anf1-1	Anf1-2	Anf1-3	Anf1-4	Anf1-5	Anf1-1	Anf1-2	Anf1-3	Anf1-4	Anf1-5	Amph1-1	Amph1-2	Amph1-3	Amph1-4	Amph1-5	Amph1-1	Amph1-2	Amph1-3	Amph1-4	Amph1-5
SiO ₂ (peso %)	37,37	37,59	37,45	37,48	37,38	37,30	37,25	37,43	36,95	36,89	37,13	37,04	37,42	37,22	37,59	37,74	37,66	37,63	37,66	38,10	37,37	39,13	38,52	38,89	
TiO ₂	0,78	0,76	0,83	0,77	0,80	0,67	0,67	0,61	0,57	0,64	0,79	0,81	0,84	0,68	0,55	0,70	0,57	0,66	0,40	0,63	0,54	0,83	0,77	0,79	
Al ₂ O ₃	12,17	12,24	12,29	12,21	12,24	12,30	12,27	12,21	12,73	12,52	12,20	12,22	12,02	12,40	12,41	12,24	12,39	12,39	12,49	12,34	12,83	11,34	11,83	11,58	
FeO	28,90	28,39	28,61	28,37	28,36	28,70	29,00	29,03	29,14	28,84	29,05	28,71	28,80	28,74	27,31	27,17	27,03	26,91	26,98	26,69	27,18	26,25	26,67	26,39	
MnO	0,45	0,48	0,48	0,48	0,45	0,45	0,46	0,46	0,47	0,52	0,49	0,52	0,50	0,47	0,54	0,57	0,53	0,56	0,56	0,56	0,57	0,53	0,53	0,61	
MgO	2,45	2,56	2,53	2,59	2,48	2,40	2,39	2,34	2,15	2,29	2,40	2,45	2,41	2,24	3,76	3,80	3,73	3,69	3,73	3,88	3,50	4,34	4,02	4,24	
CaO	10,04	9,97	9,89	9,88	9,92	9,97	9,94	10,05	10,20	9,94	9,87	10,05	10,14	9,93	10,76	10,70	10,69	10,80	10,80	10,84	10,88	10,84	10,95	10,89	
Na ₂ O	1,49	1,52	1,56	1,57	1,42	1,43	1,46	1,44	1,39	1,46	1,46	1,46	1,42	1,45	1,60	1,56	1,59	1,49	1,48	1,53	1,35	1,44	1,52	1,52	
K ₂ O	2,03	2,06	2,11	2,10	2,13	2,09	2,09	2,10	2,22	2,17	2,14	2,15	2,06	2,14	2,35	2,39	2,38	2,37	2,43	2,18	2,49	1,99	2,17	1,98	
F	0,10	0,16	0,13	0,13	0,09	0,18	0,11	0,14	0,14	0,15	0,07	0,10	0,10	0,09	0,03	0,00	0,02	0,00	0,03	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	
Cl	1,51	1,54	1,50	1,48	1,54	1,54	1,61	1,60	1,87	1,70	1,57	1,57	1,55	1,64	0,00	0,02	0,06	0,02	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,09	
(OH)	3,00	3,01	2,83	3,28	3,46	3,31	3,15	3,01	2,65	3,32	3,10	3,26	3,14	3,36	1,56	1,61	1,86	1,97	1,88	1,73	1,77	2,00	1,81	1,74	
Subtotal:	100,28	100,28	100,21	100,34	100,25	100,34	100,40	100,42	100,48	100,45	100,27	100,35	100,38	100,35	98,45	98,48	98,52	98,48	98,45	98,58	98,47	98,70	98,79	98,73	
O-F-Cl	0,38	0,41	0,39	0,39	0,38	0,42	0,41	0,42	0,48	0,45	0,38	0,40	0,39	0,41	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	
Total	99,89	99,87	99,82	99,95	99,87	99,91	99,99	100,00	100,00	100,00	99,89	99,95	99,99	99,94	98,43	98,48	98,50	98,47	98,44	98,55	98,47	98,70	98,79	98,70	
Fórmula estrutural com base em 23 átomos de oxigênio																									
Si	6,04	6,07	6,04	6,06	6,06	6,04	6,02	6,05	5,98	5,99	6,00	6,01	6,06	6,04	5,99	6,02	6,02	6,02	6,02	6,06	5,97	6,20	6,12	6,16	
Al(IV)	1,96	1,93	1,96	1,94	1,94	1,96	1,98	1,95	2,02	2,01	2,00	1,99	1,94	1,96	2,01	1,98	1,98	1,98	1,98	1,94	2,03	1,80	1,88	1,84	
Soma T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
Al(VI)	0,35	0,39	0,37	0,38	0,40	0,39	0,36	0,38	0,40	0,38	0,33	0,34	0,35	0,41	0,33	0,32	0,36	0,36	0,38	0,38	0,39	0,32	0,34	0,33	
Fe ³⁺	1,07	1,01	1,06	1,02	1,02	1,06	1,12	1,06	1,05	1,11	1,16	1,05	1,00	1,03	0,90	0,88	0,84	0,80	0,84	0,79	0,85	0,75	0,72	0,76	
Ti	0,09	0,09	0,10	0,09	0,10	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,10	0,10	0,10	0,08	0,07	0,08	0,07	0,08	0,05	0,08	0,06	0,10	0,09	0,09	
Mn	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	0,07	0,08	0,07	0,07	0,08	
Mg	0,59	0,62	0,61	0,62	0,60	0,58	0,58	0,56	0,52	0,55	0,58	0,59	0,58	0,54	0,89	0,90	0,89	0,88	0,89	0,92	0,83	1,03	0,95	1,00	
Fe ²⁺	2,84	2,82	2,80	2,81	2,83	2,83	2,80	2,86	2,89	2,81	2,77	2,84	2,90	2,87	2,75	2,74	2,77	2,80	2,76	2,76	2,78	2,73	2,83	2,74	
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
Ca	1,74	1,72	1,71	1,71	1,72	1,73	1,72	1,74	1,77	1,73	1,71	1,75	1,76	1,73	1,84	1,83	1,83	1,85	1,85	1,85	1,86	1,84	1,86	1,85	
Na	0,26	0,28	0,29	0,29	0,28	0,27	0,28	0,26	0,23	0,27	0,29	0,25	0,24	0,27	0,16	0,17	0,17	0,15	0,15	0,15	0,14	0,16	0,14	0,15	
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Na	0,20	0,20	0,20	0,20	0,17	0,18	0,18	0,19	0,20	0,19	0,17	0,21	0,21	0,18	0,33	0,31	0,32	0,32	0,31	0,32	0,28	0,28	0,33	0,32	
K	0,42	0,42	0,43	0,43	0,44	0,43	0,43	0,43	0,46	0,45	0,44	0,44	0,42	0,44	0,48	0,49	0,48	0,48	0,50	0,44	0,51	0,40	0,44	0,40	
Soma A	0,62	0,62	0,63	0,64	0,61	0,61	0,61	0,62	0,66	0,64	0,61	0,65	0,63	0,63	0,81	0,79	0,81	0,80	0,81	0,77	0,79	0,69	0,77	0,72	
Fe/(Fe+Mg)	0,83	0,82	0,82	0,82	0,83	0,83	0,83	0,84	0,85	0,83	0,83	0,83	0,83	0,84	0,75	0,75	0,76	0,76	0,76	0,75	0,77	0,73	0,75	0,73	
Mg/(Mg+Fe)	0,17	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,16	0,15	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	0,25	0,25	0,24	0,24	0,24	0,25	0,23	0,27	0,25	0,27	
Al total	2,32	2,33	2,33	2,32	2,34	2,35	2,34	2,33	2,43	2,39	2,33	2,34	2,29	2,37	2,33	2,30	2,33	2,34	2,35	2,31	2,42	2,12	2,22	2,16	
Si*	7,66	7,67	7,66	7,67	7,67	7,66	7,66	7,68	7,60	7,62	7,66	7,64	7,67	7,66	7,57	7,60	7,59	7,58	7,59	7,58	7,53	7,70	7,65	7,66	
T°C	881,05	879,64	881,22	878,71	879,56	880,81	881,12	877,55	889,25	886,93	881,22	884,02	878,35	880,63	893,97	890,29	891,26	893,26	891,86	892,91	900,75	873,97	882,69	880,15	
*Mg	1,28	1,28	1,28	1,29	1,28	1,28	1,29	1,28	1,24	1,27	1,29	1,27	1,25	1,24	1,51	1,50	1,49	1,47	1,52	1,49	1,46	1,57	1,50	1,54	
?NNO	-1,91	-1,90	-1,91	-1,88	-1,91	-1,90	-1,88	-1,90	-1,97	-1,92	-1,88	-1,92	-1,96	-1,97	-1,53	-1,54	-1,56	-1,60	-1,51	-1,55	-1,61	-1,43	-1,55	-1,47	

Fonte: Do autor

(continuação)

Variedade	Biotita-hornblenda tonalito (Subpopulação B2)																			
Amostra	PFA-62																			
Análise	C1											C2								
	Amph-1-1	Amph-1-3	Amph-1-4	Amph-1-5	Amph-1-6	Amph-2-1	Amph-2-2	Amph-2-3	Amph-2-4	Amph-2-5	Amph-2-6	Amph-1-1	Amph-1-2	Amph-1-5	Amph-1-6	Amph-1-7	Amph-2-1	Amph-2-2	Amph-2-3	
SiO2 (peso %)	40,04	40,19	39,92	39,80	39,67	38,83	39,83	40,03	39,59	39,87	39,81	39,85	40,17	40,02	40,36	40,24	40,14	40,28	40,15	
TiO2	1,42	1,80	1,46	1,34	1,41	0,97	1,61	1,54	1,34	1,30	1,50	1,42	1,65	1,69	1,70	1,51	1,52	1,66	1,59	
Al2O3	10,52	10,07	10,51	10,60	10,76	11,86	10,46	10,36	10,99	10,96	10,62	10,58	10,37	10,43	10,04	10,61	10,54	10,33	10,55	
FeO	25,43	25,23	25,33	25,91	25,76	25,95	26,00	25,75	25,70	25,64	25,74	25,48	24,96	25,05	25,19	24,86	25,09	25,40	25,34	
MnO	0,40	0,44	0,45	0,42	0,40	0,38	0,39	0,42	0,42	0,42	0,45	0,43	0,41	0,42	0,47	0,42	0,41	0,40	0,42	
MgO	5,09	5,35	5,11	5,02	4,97	4,43	4,95	5,00	4,91	4,96	4,90	5,37	5,44	5,33	5,32	5,44	5,44	5,33	5,19	
CaO	10,93	10,94	10,94	10,88	10,78	10,94	10,86	10,86	10,85	10,99	10,82	10,93	10,91	10,91	10,94	10,93	11,00	10,89	10,88	
Na2O	1,70	1,76	1,77	1,72	1,68	1,66	1,73	1,72	1,75	1,72	1,71	1,65	1,69	1,76	1,75	1,74	1,71	1,74	1,76	
K2O	1,74	1,72	1,77	1,82	1,88	1,99	1,76	1,80	1,86	1,78	1,75	1,84	1,67	1,74	1,68	1,75	1,80	1,75	1,80	
F	0,01	0,01	-0,01	-0,03	-0,04	-0,09	-0,06	0,05	-0,01	-0,06	-0,08	-0,03	-0,05	-0,04	-0,06	-0,07	-0,08	0,00	-0,03	
Cl	1,21	1,17	1,27	1,34	1,30	1,53	1,29	1,27	1,30	1,27	1,28	1,26	1,20	1,22	1,17	1,22	1,25	1,24	1,26	
(OH)	1,73	1,57	1,51	1,26	1,80	1,51	1,70	1,35	1,55	1,39	1,87	1,50	1,46	1,89	1,44	1,36	1,68	1,32	1,43	
Subtotal:	100,22	100,25	100,02	100,08	100,35	99,96	100,52	100,14	100,24	100,25	100,36	100,28	99,89	100,41	99,99	100,01	100,50	100,31	100,34	
O-F-Cl	0,28	0,27	0,28	0,29	0,28	0,31	0,27	0,31	0,29	0,26	0,26	0,27	0,25	0,26	0,24	0,25	0,25	0,28	0,27	
Total	99,94	99,98	99,73	99,79	100,08	99,65	100,26	99,83	99,95	99,99	100,10	100,01	99,64	100,16	99,75	99,76	100,25	100,03	100,06	
Fórmula estrutural com base em 23 átomos de oxigênio																				
Si	6,29	6,31	6,28	6,25	6,24	6,14	6,25	6,29	6,22	6,25	6,26	6,24	6,29	6,28	6,33	6,29	6,28	6,29	6,28	
Al(IV)	1,71	1,69	1,72	1,75	1,76	1,86	1,75	1,71	1,78	1,75	1,74	1,76	1,71	1,72	1,67	1,71	1,72	1,71	1,72	
Soma T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
Al(VI)	0,24	0,17	0,23	0,21	0,23	0,36	0,19	0,21	0,26	0,27	0,23	0,19	0,21	0,21	0,19	0,25	0,22	0,19	0,23	
Fe3+	0,58	0,55	0,56	0,68	0,68	0,65	0,65	0,60	0,65	0,60	0,64	0,70	0,60	0,56	0,54	0,57	0,58	0,61	0,57	
Ti	0,17	0,21	0,17	0,16	0,17	0,12	0,19	0,18	0,16	0,15	0,18	0,17	0,19	0,20	0,20	0,18	0,18	0,19	0,19	
Mn	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	
Mg	1,19	1,25	1,20	1,17	1,16	1,04	1,16	1,17	1,15	1,16	1,15	1,25	1,27	1,25	1,24	1,27	1,27	1,24	1,21	
Fe2+	2,77	2,76	2,78	2,73	2,71	2,78	2,77	2,79	2,73	2,76	2,75	2,63	2,67	2,73	2,77	2,68	2,70	2,71	2,75	
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
Ca	1,84	1,84	1,84	1,83	1,82	1,85	1,83	1,83	1,83	1,85	1,82	1,83	1,83	1,83	1,84	1,83	1,84	1,82	1,82	
Na	0,16	0,16	0,16	0,17	0,18	0,15	0,17	0,17	0,17	0,15	0,18	0,17	0,17	0,17	0,16	0,17	0,16	0,18	0,18	
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Na	0,36	0,37	0,38	0,35	0,33	0,36	0,35	0,35	0,36	0,37	0,34	0,33	0,35	0,37	0,36	0,36	0,36	0,35	0,36	
K	0,35	0,34	0,35	0,36	0,38	0,40	0,35	0,36	0,37	0,36	0,35	0,37	0,33	0,35	0,34	0,35	0,36	0,35	0,36	
Soma A	0,71	0,72	0,74	0,72	0,70	0,76	0,71	0,71	0,73	0,73	0,70	0,70	0,68	0,72	0,70	0,71	0,72	0,70	0,72	
Fe/(Fe+Mg)	0,70	0,69	0,70	0,70	0,70	0,73	0,71	0,70	0,70	0,71	0,68	0,68	0,69	0,69	0,68	0,68	0,68	0,69	0,69	
Mg/(Mg+Fe)	0,30	0,31	0,30	0,30	0,30	0,27	0,29	0,30	0,30	0,30	0,29	0,32	0,32	0,31	0,31	0,32	0,32	0,31	0,31	
Al total	1,95	1,86	1,95	1,96	1,99	2,21	1,94	1,92	2,04	2,02	1,97	1,95	1,92	1,93	1,86	1,96	1,94	1,90	1,95	
Si*	7,76	7,78	7,75	7,75	7,73	7,61	7,75	7,79	7,70	7,71	7,74	7,72	7,74	7,74	7,80	7,73	7,74	7,77	7,75	
T°C	865,48	862,49	866,56	866,95	869,32	887,47	866,59	861,36	873,90	873,12	868,13	870,89	868,72	868,74	859,81	869,61	869,14	864,22	866,37	
*Mg	1,59	1,58	1,58	1,61	1,59	1,52	1,55	1,56	1,57	1,57	1,55	1,67	1,63	1,59	1,59	1,63	1,64	1,61	1,58	
?NNO	-1,40	-1,41	-1,42	-1,37	-1,39	-1,52	-1,46	-1,44	-1,43	-1,43	-1,46	-1,26	-1,34	-1,40	-1,40	-1,33	-1,32	-1,37	-1,42	

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol et al. 2017

(continuação)

Variedade	Biotita-hornblenda tonalito (Subpopulação B2)																		
Amostra	PFA-62																		
Análise	C3															C4			
	Amph-1-1	Amph-1-2	Amph-1-4	Amph-1-5	Amph-1-6	Amph-1-7	Amph-2-1	Amph-2-2	Amph-2-3	Amph-2-4	Amph-2-5	Amph-2-6	Amph-2-7	Amph-2-8	Amph-2-9	Amph-1-1	Amph-1-2	Amph-1-6	Amph-1-7
SiO2 (peso %)	40,39	40,50	40,11	39,84	39,90	40,05	40,05	40,31	40,40	40,05	39,98	40,20	40,02	39,44	39,99	40,13	39,94	39,88	40,15
TiO2	1,68	2,20	1,75	1,59	1,52	1,64	1,30	1,54	1,68	1,49	1,38	1,58	1,47	1,19	1,61	1,61	1,55	1,38	1,40
Al2O3	10,17	9,66	10,22	10,69	10,69	10,61	10,61	10,21	10,18	10,60	10,86	10,40	10,51	11,31	10,50	10,19	10,88	11,02	11,09
FeO	25,25	25,14	25,72	25,30	25,72	25,24	25,31	24,88	25,25	25,31	25,40	25,32	25,61	25,85	25,04	25,45	25,37	25,37	25,39
MnO	0,37	0,42	0,40	0,42	0,41	0,44	0,42	0,47	0,44	0,44	0,36	0,43	0,41	0,42	0,40	0,39	0,44	0,43	0,42
MgO	5,28	5,46	5,16	5,09	5,08	5,14	5,39	5,47	5,52	5,17	5,24	5,34	5,34	4,86	5,26	5,26	5,17	5,06	5,12
CaO	10,92	10,87	10,87	10,92	10,88	10,85	10,96	10,88	11,01	10,83	10,85	10,94	10,82	10,77	10,84	10,87	10,84	10,75	10,90
Na2O	1,78	1,72	1,75	1,71	1,72	1,70	1,70	1,73	1,72	1,72	1,67	1,73	1,73	1,61	1,76	1,68	1,76	1,76	1,68
K2O	1,73	1,65	1,70	1,77	1,77	1,85	1,79	1,73	1,71	1,80	1,78	1,75	1,77	1,97	1,76	1,73	1,76	1,80	1,83
F	-0,02	-0,06	-0,01	-0,01	0,02	-0,04	0,00	-0,02	-0,05	-0,04	-0,01	-0,03	-0,07	-0,04	-0,06	0,04	-0,06	-0,01	-0,02
Cl	1,16	1,07	1,21	1,23	1,23	1,23	1,25	1,22	1,19	1,26	1,21	1,25	1,26	1,20	1,26	1,20	1,28	1,27	1,26
(OH)	1,55	1,26	1,46	1,60	1,15	1,33	1,44	1,90	1,46	1,50	1,72	1,08	1,16	1,38	1,50	1,61	1,27	1,61	0,85
Subtotal:	100,26	99,90	100,33	100,15	100,08	100,05	100,22	100,32	100,49	100,12	100,44	99,99	100,03	99,98	99,86	100,17	100,21	100,31	100,08
O-F-Cl	0,25	0,22	0,27	0,28	0,29	0,26	0,28	0,26	0,25	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,29	0,26	0,28	0,27
Total	100,01	99,69	100,06	99,87	99,80	99,79	99,94	100,05	100,24	99,85	100,17	99,72	99,77	99,72	99,60	99,88	99,95	100,02	99,80
Fórmula estrutural com base em 23 átomos de oxigênio																			
Si	6,33	6,34	6,28	6,26	6,24	6,28	6,27	6,32	6,30	6,28	6,25	6,29	6,25	6,19	6,29	6,30	6,24	6,24	6,25
Al(IV)	1,67	1,66	1,72	1,74	1,76	1,72	1,73	1,68	1,70	1,72	1,75	1,71	1,75	1,81	1,71	1,70	1,76	1,76	1,75
Soma T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al(VI)	0,21	0,12	0,17	0,24	0,22	0,24	0,22	0,21	0,17	0,24	0,25	0,20	0,19	0,28	0,23	0,19	0,24	0,28	0,29
Fe3+	0,51	0,52	0,62	0,57	0,66	0,56	0,66	0,57	0,60	0,61	0,68	0,60	0,72	0,75	0,56	0,62	0,64	0,65	0,63
Ti	0,20	0,26	0,21	0,19	0,18	0,19	0,15	0,18	0,20	0,18	0,16	0,19	0,17	0,14	0,19	0,19	0,18	0,16	0,16
Mn	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06
Mg	1,23	1,27	1,20	1,19	1,19	1,20	1,26	1,28	1,28	1,21	1,22	1,24	1,24	1,14	1,23	1,23	1,20	1,18	1,19
Fe2+	2,80	2,77	2,75	2,76	2,71	2,74	2,65	2,69	2,69	2,71	2,64	2,71	2,62	2,64	2,73	2,72	2,67	2,67	2,68
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Ca	1,83	1,82	1,82	1,84	1,82	1,82	1,84	1,83	1,84	1,82	1,82	1,83	1,81	1,81	1,83	1,83	1,81	1,80	1,82
Na	0,17	0,18	0,18	0,16	0,18	0,18	0,16	0,17	0,16	0,18	0,18	0,17	0,19	0,19	0,17	0,17	0,19	0,20	0,18
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,37	0,35	0,35	0,36	0,35	0,34	0,35	0,36	0,36	0,34	0,32	0,36	0,33	0,30	0,36	0,34	0,35	0,34	0,33
K	0,35	0,33	0,34	0,36	0,35	0,37	0,36	0,35	0,34	0,36	0,36	0,35	0,35	0,39	0,35	0,35	0,35	0,36	0,36
Soma A	0,72	0,68	0,70	0,72	0,70	0,71	0,71	0,70	0,70	0,68	0,71	0,69	0,69	0,69	0,71	0,69	0,70	0,70	0,69
Fe/(Fe+Mg)	0,69	0,68	0,70	0,70	0,70	0,70	0,68	0,68	0,68	0,69	0,68	0,69	0,68	0,70	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Mg/(Mg+Fe)	0,31	0,32	0,30	0,30	0,30	0,30	0,32	0,32	0,32	0,31	0,32	0,31	0,32	0,30	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Al total	1,88	1,78	1,89	1,98	1,97	1,96	1,96	1,89	1,87	1,96	2,00	1,92	1,93	2,09	1,95	1,89	2,00	2,03	2,04
Si*	7,80	7,81	7,77	7,72	7,72	7,75	7,74	7,78	7,77	7,75	7,71	7,75	7,74	7,68	7,74	7,78	7,70	7,71	7,70
T°C	859,45	857,54	863,62	871,78	870,87	867,56	869,20	862,10	864,46	867,04	873,06	866,32	868,28	877,96	867,93	862,31	875,12	873,68	874,38
*Mg	1,58	1,55	1,57	1,55	1,58	1,57	1,67	1,65	1,64	1,60	1,64	1,61	1,66	1,61	1,59	1,61	1,58	1,59	1,59
?NNO	-1,42	-1,46	-1,44	-1,46	-1,41	-1,44	-1,26	-1,31	-1,32	-1,38	-1,31	-1,36	-1,28	-1,36	-1,40	-1,36	-1,41	-1,40	-1,39

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol et al. 2017

(continuação)

Variedade	Biotita-hornblenda tonalito (Subpopulação B2)												Biotita-hornblenda tonalito (Subpopulação C2)						
Amostra	PFA-62												MYF-40						
Análise	C4				C5								C1						
	Amph-2-1	Amph-2-2	Amph-2-4	Amph-2-6	Amph-1-1	Amph-1-3	Amph-1-4	Amph-1-5	Amph-1-6	Amph-1-7	Amph-1-8	Amph-1-10	Amph-1-1	Amph-1-2	Amph-1-4	Amph-1-5	Amph-2-1	Amph-2-2	Amph-2-3
SiO ₂ (peso %)	40,00	39,98	40,37	39,35	39,32	39,39	39,94	40,06	40,02	39,69	39,84	39,88	41,87	42,08	42,07	42,06	42,25	42,21	42,71
TiO ₂	1,41	1,48	1,75	1,24	1,23	1,23	1,52	1,15	1,39	1,34	1,30	1,40	1,42	1,54	1,58	1,66	1,75	1,88	1,69
Al ₂ O ₃	10,56	10,89	10,35	11,28	11,64	11,30	11,20	11,14	11,03	11,28	11,25	11,20	10,51	10,19	9,99	10,12	10,10	9,89	9,55
FeO	25,57	25,29	25,06	25,40	24,86	25,06	25,16	24,93	25,12	25,20	25,08	24,93	20,03	19,90	20,30	20,18	19,72	19,69	19,65
MnO	0,44	0,41	0,42	0,38	0,42	0,42	0,47	0,37	0,41	0,40	0,37	0,41	0,52	0,52	0,50	0,49	0,51	0,49	0,47
MgO	5,22	5,17	5,53	4,95	4,95	5,05	4,93	5,28	5,20	5,21	5,18	5,03	8,39	8,74	8,61	8,60	8,71	8,84	9,14
CaO	10,90	10,88	10,95	10,90	11,13	10,83	10,86	10,98	10,93	10,85	10,85	10,73	11,25	11,43	11,23	11,36	11,24	11,16	11,32
Na ₂ O	1,66	1,63	1,78	1,58	1,54	1,59	1,75	1,61	1,71	1,70	1,63	1,72	1,57	1,57	1,63	1,64	1,63	1,66	1,64
K ₂ O	1,75	1,81	1,67	1,99	1,95	1,92	1,80	1,94	1,81	1,87	1,83	1,87	1,47	1,53	1,51	1,52	1,53	1,48	1,44
F	-0,10	-0,02	-0,01	-0,02	-0,04	-0,02	-0,10	-0,01	-0,08	-0,09	-0,05	-0,06	0,31	0,34	0,30	0,25	0,30	0,27	0,36
Cl	1,30	1,24	1,15	1,35	1,33	1,34	1,31	1,25	1,19	1,24	1,24	1,30	0,20	0,21	0,20	0,21	0,20	0,20	0,18
(OH)	1,50	1,67	0,90	1,78	1,71	2,14	1,44	1,57	1,28	1,29	1,53	1,66	2,61	2,07	1,75	2,35	2,21	2,18	2,17
Subtotal:	100,21	100,43	99,91	100,18	100,04	100,25	100,27	100,27	99,99	99,97	100,05	100,04	100,16	100,12	99,66	100,44	100,15	99,95	100,32
O-F-Cl	0,25	0,27	0,25	0,30	0,28	0,29	0,25	0,28	0,23	0,24	0,26	0,27	0,18	0,19	0,17	0,15	0,17	0,16	0,19
Total	99,96	100,16	99,65	99,88	99,76	99,96	100,01	100,00	99,76	99,72	99,79	99,77	99,98	99,93	99,49	100,29	99,98	99,79	100,13
Fórmula estrutural com base em 23 átomos de oxigênio																			
Si	6,26	6,25	6,29	6,20	6,20	6,21	6,25	6,27	6,26	6,20	6,23	6,26	6,40	6,41	6,41	6,41	6,43	6,43	6,48
Al(IV)	1,74	1,75	1,71	1,80	1,80	1,79	1,75	1,73	1,74	1,80	1,77	1,74	1,60	1,59	1,59	1,59	1,57	1,57	1,52
Soma T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al(VI)	0,21	0,26	0,19	0,29	0,36	0,31	0,32	0,32	0,29	0,28	0,31	0,33	0,30	0,24	0,21	0,22	0,25	0,20	0,19
Fe ³⁺	0,68	0,64	0,59	0,65	0,53	0,66	0,54	0,58	0,59	0,68	0,66	0,57	0,54	0,51	0,57	0,50	0,47	0,51	0,51
Ti	0,17	0,17	0,21	0,15	0,15	0,15	0,18	0,14	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,18	0,18	0,19	0,20	0,22	0,19
Mn	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06
Mg	1,22	1,20	1,28	1,16	1,16	1,19	1,15	1,23	1,21	1,21	1,21	1,18	1,91	1,98	1,96	1,95	1,98	2,01	2,07
Fe ²⁺	2,66	2,67	2,68	2,70	2,74	2,64	2,75	2,68	2,69	2,61	2,62	2,70	2,02	2,02	2,01	2,07	2,04	1,99	1,98
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Ca	1,83	1,82	1,83	1,84	1,88	1,83	1,82	1,84	1,83	1,82	1,82	1,80	1,84	1,86	1,83	1,85	1,83	1,82	1,84
Na	0,17	0,18	0,17	0,16	0,12	0,17	0,18	0,16	0,17	0,18	0,18	0,20	0,16	0,14	0,17	0,15	0,17	0,18	0,16
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,33	0,32	0,36	0,32	0,35	0,31	0,35	0,33	0,35	0,33	0,31	0,33	0,31	0,33	0,31	0,34	0,32	0,31	0,32
K	0,35	0,36	0,33	0,40	0,39	0,39	0,36	0,39	0,36	0,37	0,37	0,37	0,29	0,30	0,29	0,30	0,30	0,29	0,28
Soma A	0,68	0,68	0,70	0,72	0,74	0,70	0,71	0,72	0,71	0,70	0,68	0,70	0,59	0,63	0,61	0,63	0,61	0,60	0,60
Fe/(Fe+Mg)	0,69	0,69	0,68	0,70	0,70	0,69	0,70	0,68	0,69	0,68	0,68	0,70	0,51	0,50	0,51	0,51	0,51	0,50	0,49
Mg/(Mg+Fe)	0,31	0,31	0,32	0,30	0,30	0,31	0,30	0,32	0,31	0,32	0,32	0,30	0,49	0,50	0,49	0,49	0,49	0,50	0,51
Al total	1,95	2,01	1,90	2,09	2,16	2,10	2,07	2,05	2,03	2,08	2,08	2,07	1,89	1,83	1,79	1,82	1,81	1,78	1,71
Si*	7,74	7,70	7,74	7,67	7,61	7,66	7,68	7,71	7,70	7,65	7,67	7,70	7,61	7,63	7,67	7,64	7,65	7,66	7,71
T°C	868,91	873,94	868,63	879,22	888,56	880,98	877,30	873,39	875,17	881,48	879,42	874,93	888,24	885,52	879,85	883,24	881,67	881,19	873,26
*Mg	1,63	1,60	1,62	1,60	1,56	1,62	1,51	1,66	1,60	1,63	1,63	1,56	2,17	2,21	2,20	2,17	2,17	2,19	2,27
?NNO	-1,32	-1,38	-1,35	-1,38	-1,45	-1,35	-1,52	-1,28	-1,38	-1,34	-1,34	-1,44	-0,45	-0,37	-0,39	-0,44	-0,44	-0,41	-0,27

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol et al. 2017

(continuação)

Variedade	Biotita-hornblenda tonalito (Subpopulação B2)											Biotita-hornblenda tonalito (Subpopulação C2)									
Amostra	MDP-02-C											MYF-40									
Análise	C2					C3						C5									
	Anf-1-1	Anf-1-2	Anf-1-3	Anf-1-4	Anf-1-5	Anf-1-1	Anf-1-2	Anf-1-3	Anf-1-4	Anf-1-5	Anf-1-5	Amph-2-3	Amph-2-4	Amph-2-5	Amph-2-6	Amph-2-7	Amph-2-10	Amph-2-11	Amph-2-12	Amph-2-13	Amph-2-14
SiO2 (peso %)	37,57	37,43	37,76	38,08	38,47	38,99	40,53	39,22	38,90	38,08	38,08	42,64	42,79	42,65	42,65	42,40	41,60	42,14	42,31	41,80	42,21
TiO2	0,51	0,55	0,50	0,56	0,54	0,60	1,21	0,51	0,61	0,58	0,58	1,59	1,44	1,57	1,73	1,59	1,38	1,51	1,46	1,52	1,32
Al2O3	12,95	13,00	12,93	12,53	12,69	12,17	10,76	12,29	12,62	12,92	12,92	9,69	9,53	9,77	9,72	10,26	10,30	10,32	10,34	10,16	10,91
FeO	23,22	23,28	23,07	22,54	22,88	23,09	21,91	23,29	22,68	23,27	23,27	20,06	19,56	20,04	19,74	19,72	20,55	20,29	19,88	20,81	19,84
MnO	0,42	0,41	0,50	0,43	0,41	0,49	0,42	0,40	0,44	0,44	0,44	0,50	0,53	0,53	0,47	0,49	0,51	0,48	0,53	0,48	0,47
MgO	5,69	5,65	5,81	6,12	6,00	6,42	7,42	6,49	6,31	6,00	6,00	9,04	9,13	8,86	8,99	8,94	8,42	8,63	8,72	8,51	8,49
CaO	10,93	10,89	10,75	10,80	10,76	10,80	10,69	10,90	10,81	10,73	10,73	11,26	11,24	11,15	11,21	11,25	10,85	11,32	11,19	11,25	11,33
Na2O	1,52	1,47	1,45	1,48	1,52	1,49	1,61	1,44	1,48	1,45	1,45	1,64	1,64	1,65	1,65	1,64	1,47	1,63	1,48	1,57	1,53
K2O	2,24	2,23	2,09	1,95	1,99	1,91	1,65	1,89	1,94	2,17	2,17	1,43	1,40	1,44	1,41	1,47	1,46	1,48	1,53	1,53	1,54
F	0,20	0,19	0,14	0,22	0,22	0,23	0,28	0,17	0,24	0,19	0,19	0,27	0,29	0,31	0,33	0,30	0,20	0,27	0,30	0,24	0,28
Cl	1,04	1,02	0,92	0,82	0,81	0,71	0,55	0,73	0,75	0,87	0,87	0,19	0,19	0,19	0,19	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22
(OH)	3,80	3,92	3,89	4,40	3,89	3,18	3,17	2,89	3,49	3,23	3,23	1,97	2,59	1,63	2,04	2,22	3,25	2,12	2,16	1,85	1,91
Subtotal:	100,11	100,03	99,81	99,91	100,18	100,09	100,19	100,23	100,27	99,93	99,93	100,28	100,33	99,78	100,10	100,47	100,20	100,39	100,12	99,93	100,04
O-F-Cl	0,32	0,31	0,27	0,28	0,28	0,26	0,24	0,24	0,27	0,28	0,28	0,16	0,17	0,17	0,18	0,17	0,13	0,16	0,18	0,15	0,17
Total	99,79	99,72	99,54	99,63	99,90	99,83	99,95	99,99	100,00	99,65	99,65	100,12	100,16	99,61	99,92	100,30	100,07	100,23	99,94	99,78	99,87
Si	6,00	5,98	6,00	6,07	6,08	6,10	6,28	6,10	6,09	6,00	6,00	6,45	6,50	6,47	6,47	6,42	6,37	6,40	6,42	6,36	6,40
Al(IV)	2,00	2,02	2,00	1,93	1,92	1,90	1,72	1,90	1,91	2,00	2,00	1,55	1,50	1,53	1,53	1,58	1,63	1,60	1,58	1,64	1,60
Soma T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al(VI)	0,43	0,43	0,43	0,42	0,44	0,35	0,25	0,35	0,42	0,40	0,40	0,18	0,21	0,21	0,21	0,25	0,22	0,24	0,27	0,19	0,35
Fe3+	0,79	0,83	0,91	0,84	0,84	0,96	0,83	0,98	0,87	0,96	0,96	0,60	0,54	0,58	0,53	0,56	0,81	0,57	0,61	0,68	0,51
Ti	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07	0,14	0,06	0,07	0,07	0,07	0,18	0,17	0,18	0,20	0,18	0,16	0,17	0,17	0,17	0,15
Mn	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06
Mg	1,35	1,34	1,38	1,45	1,41	1,50	1,71	1,50	1,47	1,41	1,41	2,04	2,07	2,00	2,03	2,02	1,92	1,95	1,97	1,93	1,92
Fe2+	2,31	2,28	2,15	2,16	2,18	2,06	2,02	2,05	2,10	2,10	2,10	1,94	1,95	1,96	1,97	1,93	1,82	2,00	1,91	1,97	2,00
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Ca	1,87	1,86	1,83	1,84	1,82	1,81	1,78	1,82	1,81	1,81	1,81	1,83	1,83	1,81	1,82	1,82	1,78	1,84	1,82	1,83	1,84
Na	0,13	0,14	0,17	0,16	0,18	0,19	0,22	0,18	0,19	0,19	0,19	0,17	0,17	0,19	0,18	0,18	0,22	0,16	0,18	0,17	0,16
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,34	0,32	0,28	0,30	0,29	0,26	0,26	0,25	0,26	0,25	0,25	0,31	0,31	0,30	0,31	0,31	0,21	0,32	0,25	0,30	0,29
K	0,46	0,45	0,42	0,40	0,40	0,38	0,33	0,38	0,39	0,44	0,44	0,28	0,27	0,28	0,27	0,28	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30
Soma A	0,80	0,77	0,70	0,69	0,69	0,64	0,58	0,63	0,65	0,69	0,69	0,58	0,58	0,57	0,58	0,59	0,50	0,61	0,55	0,60	0,59
Fe/(Fe+Mg)	0,63	0,63	0,61	0,60	0,61	0,58	0,54	0,58	0,59	0,60	0,60	0,49	0,48	0,49	0,49	0,49	0,49	0,51	0,49	0,51	0,51
Mg/(Mg+Fe)	0,37	0,37	0,39	0,40	0,39	0,42	0,46	0,42	0,41	0,40	0,40	0,51	0,52	0,51	0,51	0,51	0,51	0,49	0,51	0,49	0,49
Al total	2,44	2,45	2,42	2,35	2,36	2,24	1,97	2,25	2,33	2,40	2,40	1,73	1,71	1,74	1,74	1,83	1,86	1,84	1,85	1,82	1,95
Si*	7,37	7,35	7,36	7,40	7,42	7,46	7,61	7,46	7,42	7,37	7,37	7,70	7,73	7,71	7,69	7,63	7,63	7,63	7,64	7,63	7,59
T°C	924,70	927,12	926,08	920,74	917,51	910,56	887,44	911,62	917,58	924,01	924,01	875,17	869,99	873,46	875,62	885,59	885,88	885,66	884,16	884,60	891,63
*Mg	1,84	1,84	1,89	1,94	1,91	2,01	2,10	2,03	1,96	1,93	1,93	2,28	2,31	2,25	2,24	2,24	2,26	2,20	2,25	2,22	2,18
?NNO	-0,98	-0,98	-0,89	-0,83	-0,88	-0,71	-0,56	-0,66	-0,79	-0,83	-0,83	-0,25	-0,21	-0,31	-0,32	-0,32	-0,30	-0,39	-0,32	-0,37	-0,43

Fonte: Do autor (Exceção as análises da amostra MYF-40).

(continuação)

Variedade	Biotita-hornblenda tonalito (Subpopulação C2)																		
Amostra	MYF-40																		
Análise	C1				C3									C2					
	Amph-2-4	Amph-2-5	Amph-2-6	Amph-2-7	Amph-1-1	Amph-1-2	Amph-1-3	Amph-1-4	Amph-1-5	Amph-1-7	Amph-2-1	Amph-2-2	Amph-2-3	Amph-1-1	Amph-1-2	Amph-1-3	Amph-1-4	Amph-1-5	Amph-1-6
SiO ₂ (peso %)	42,62	41,89	42,28	42,03	41,82	42,02	42,14	42,07	42,19	41,96	42,00	42,27	42,14	41,55	41,64	41,59	41,98	41,97	41,99
TiO ₂	1,70	1,45	1,87	1,64	1,53	1,58	1,59	1,50	1,53	1,55	1,46	1,59	1,41	1,62	1,51	1,50	1,49	1,48	1,42
Al ₂ O ₃	9,48	10,32	9,91	10,09	10,37	10,42	10,37	10,06	10,21	10,05	10,29	10,11	10,70	10,18	10,17	10,07	10,14	10,11	10,35
FeO	19,94	20,12	19,63	19,81	20,14	20,21	19,98	20,35	20,29	20,28	20,31	20,52	20,05	20,39	20,18	20,43	19,93	20,33	20,15
MnO	0,52	0,54	0,55	0,53	0,47	0,43	0,52	0,47	0,51	0,52	0,51	0,53	0,50	0,50	0,45	0,52	0,53	0,49	0,52
MgO	9,10	8,54	8,93	8,99	8,56	8,55	8,54	8,67	8,55	8,62	8,41	8,53	8,41	8,43	8,33	8,41	8,64	8,49	8,61
CaO	11,22	11,18	11,30	11,26	11,31	11,28	11,16	11,27	11,15	11,28	11,19	11,22	11,28	11,26	11,34	11,46	11,37	11,33	11,24
Na ₂ O	1,60	1,59	1,70	1,62	1,59	1,52	1,63	1,61	1,58	1,64	1,63	1,62	1,53	1,60	1,59	1,68	1,64	1,51	1,57
K ₂ O	1,44	1,52	1,48	1,49	1,54	1,51	1,52	1,52	1,49	1,49	1,51	1,48	1,54	1,49	1,51	1,51	1,49	1,50	1,48
F	0,31	0,29	0,26	0,29	0,24	0,25	0,27	0,26	0,28	0,25	0,32	0,32	0,26	0,30	0,31	0,31	0,31	0,26	0,31
Cl	0,18	0,21	0,20	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20
(OH)	2,01	1,95	1,96	2,38	2,43	2,27	2,26	2,33	2,09	2,17	2,06	2,00	1,87	2,75	2,67	2,51	2,49	2,29	2,06
Subtotal:	100,12	99,59	100,06	100,33	100,21	100,25	100,18	100,33	100,06	100,00	99,88	100,39	99,89	100,29	99,92	100,19	100,19	99,95	99,89
O-F-Cl	0,17	0,17	0,16	0,17	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,15	0,18	0,18	0,16	0,18	0,18	0,18	0,18	0,16	0,18
Total	99,95	99,42	99,91	100,16	100,06	100,09	100,02	100,17	99,89	99,85	99,71	100,21	99,73	100,11	99,73	100,01	100,01	99,79	99,72
Fórmula estrutural com base em 23 átomos de oxigênio																			
Si	6,46	6,39	6,42	6,39	6,38	6,39	6,41	6,40	6,41	6,40	6,41	6,41	6,40	6,37	6,41	6,39	6,42	6,41	6,39
Al(IV)	1,54	1,61	1,58	1,61	1,62	1,61	1,59	1,60	1,59	1,60	1,59	1,59	1,60	1,63	1,59	1,61	1,58	1,59	1,61
Soma T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al(VI)	0,16	0,25	0,20	0,19	0,25	0,26	0,27	0,21	0,24	0,21	0,26	0,22	0,32	0,21	0,26	0,21	0,24	0,23	0,25
Fe ³⁺	0,60	0,59	0,49	0,62	0,55	0,58	0,54	0,60	0,61	0,58	0,56	0,60	0,53	0,58	0,47	0,49	0,50	0,56	0,61
Ti	0,19	0,17	0,21	0,19	0,18	0,18	0,18	0,17	0,18	0,18	0,17	0,18	0,16	0,19	0,18	0,17	0,17	0,17	0,16
Mn	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,05	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07
Mg	2,06	1,94	2,02	2,04	1,95	1,94	1,94	1,97	1,94	1,96	1,91	1,93	1,90	1,93	1,91	1,92	1,97	1,93	1,95
Fe ²⁺	1,92	1,97	2,01	1,90	2,02	1,99	2,00	1,99	1,97	2,01	2,03	2,01	2,02	2,03	2,13	2,14	2,05	2,04	1,95
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Ca	1,82	1,83	1,84	1,83	1,85	1,84	1,82	1,84	1,82	1,84	1,83	1,82	1,84	1,85	1,87	1,89	1,86	1,85	1,83
Na	0,18	0,17	0,16	0,17	0,15	0,16	0,18	0,16	0,18	0,16	0,17	0,18	0,16	0,15	0,13	0,11	0,14	0,15	0,17
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,29	0,30	0,34	0,31	0,32	0,28	0,30	0,31	0,28	0,33	0,31	0,30	0,29	0,32	0,35	0,39	0,35	0,30	0,30
K	0,28	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29
Soma A	0,57	0,60	0,63	0,60	0,62	0,58	0,60	0,61	0,57	0,62	0,61	0,59	0,59	0,62	0,64	0,68	0,64	0,59	0,59
Fe/(Fe+Mg)	0,48	0,50	0,50	0,48	0,51	0,51	0,51	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,53	0,53	0,51	0,51	0,50
Mg/(Mg+Fe)	0,52	0,50	0,50	0,52	0,49	0,49	0,49	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,47	0,47	0,49	0,49	0,50
Al total	1,69	1,86	1,78	1,81	1,87	1,87	1,86	1,80	1,83	1,81	1,85	1,81	1,92	1,84	1,85	1,82	1,83	1,82	1,86
Si*	7,71	7,63	7,65	7,62	7,61	7,61	7,63	7,66	7,65	7,65	7,65	7,66	7,61	7,61	7,64	7,64	7,64	7,65	7,62
T°C	872,88	885,42	882,75	887,21	887,94	887,93	884,51	881,07	881,84	882,59	882,51	880,47	888,47	887,53	883,42	884,08	883,71	881,95	886,50
*Mg	2,29	2,21	2,19	2,27	2,19	2,19	2,17	2,23	2,20	2,21	2,17	2,18	2,16	2,17	2,14	2,15	2,20	2,20	2,22
?NNO	-0,24	-0,38	-0,40	-0,28	-0,41	-0,41	-0,44	-0,34	-0,39	-0,38	-0,44	-0,42	-0,45	-0,45	-0,49	-0,47	-0,40	-0,40	-0,35

Fonte: Adaptado de Dall'Agno et al. 2017

(continuação)

Variedade	Biotita-hornblenda tonalito (Subpopulação C2)																		
Amostra	MYF-40																		
Análise	C2																C4		
	Amph-1-7	Amph-2-1	Amph-2-2	Amph-2-3	Amph-2-4	Amph-2-5	Amph-2-6	Amph-2-7	Amph-2-8	Amph-3-1	Amph-3-2	Amph-3-3	Amph-3-4	Amph-3-5	Amph-3-6	Amph-3-7	Amph-1-1	Amph-1-2	Amph-1-3
SiO2 (peso %)	41,82	42,00	42,18	42,00	42,16	42,40	41,75	42,17	41,76	42,13	42,15	42,07	42,14	41,99	42,17	42,59	41,94	42,47	42,00
TiO2	1,60	1,45	1,29	1,60	1,56	1,50	1,33	1,48	1,52	1,42	1,69	1,64	1,52	1,58	1,71	1,36	1,75	1,61	1,67
Al2O3	10,06	10,16	10,13	10,00	9,85	9,74	10,42	10,35	10,16	10,61	9,93	9,93	9,77	10,22	9,87	10,15	10,34	9,97	10,21
FeO	20,24	19,87	19,76	19,92	19,94	19,95	20,23	19,55	19,57	19,93	19,94	20,20	20,54	20,30	20,44	20,13	19,75	19,83	20,14
MnO	0,50	0,50	0,47	0,50	0,51	0,50	0,57	0,53	0,49	0,50	0,53	0,55	0,61	0,51	0,57	0,53	0,49	0,49	0,47
MgO	8,52	8,67	8,79	8,65	8,71	8,93	8,32	8,81	8,68	8,34	8,59	8,51	8,60	8,48	8,58	8,79	8,65	8,69	8,56
CaO	11,35	11,36	11,34	11,40	11,25	11,35	11,21	11,41	11,21	11,29	11,28	11,23	11,12	11,22	11,11	11,21	11,38	11,29	11,27
Na2O	1,61	1,60	1,56	1,65	1,69	1,67	1,47	1,65	1,64	1,59	1,68	1,60	1,74	1,65	1,72	1,44	1,63	1,54	1,57
K2O	1,50	1,51	1,49	1,51	1,49	1,43	1,53	1,50	1,52	1,53	1,46	1,52	1,47	1,54	1,47	1,52	1,53	1,49	1,51
F	0,27	0,29	0,33	0,31	0,28	0,29	0,27	0,30	0,35	0,21	0,32	0,26	0,31	0,23	0,25	0,29	0,29	0,23	0,29
Cl	0,20	0,22	0,21	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,23	0,20	0,20	0,19	0,21	0,20	0,18	0,21	0,21	0,22
(OH)	2,36	2,53	2,38	2,35	2,20	2,31	2,65	2,13	3,06	2,31	2,38	2,62	1,93	2,21	1,84	1,95	2,19	2,37	2,12
Subtotal:	100,02	100,15	99,93	100,10	99,85	100,27	99,95	100,08	100,16	100,09	100,15	100,34	99,93	100,13	99,95	100,13	100,15	100,16	100,03
O-F-Cl	0,16	0,17	0,19	0,18	0,16	0,17	0,16	0,18	0,19	0,14	0,18	0,15	0,17	0,14	0,15	0,16	0,17	0,14	0,17
Total	99,86	99,98	99,74	99,92	99,68	100,10	99,79	99,91	99,97	99,95	99,97	100,18	99,75	99,98	99,79	99,97	99,98	100,02	99,86
Fórmula estrutural com base em 23 átomos de oxigênio																			
Si	6,40	6,42	6,44	6,43	6,45	6,45	6,40	6,42	6,42	6,43	6,44	6,43	6,42	6,40	6,41	6,44	6,39	6,47	6,40
Al(IV)	1,60	1,58	1,56	1,57	1,55	1,55	1,60	1,58	1,58	1,57	1,56	1,57	1,58	1,60	1,59	1,56	1,61	1,53	1,60
Soma T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al(VI)	0,22	0,25	0,27	0,23	0,22	0,20	0,28	0,28	0,26	0,33	0,23	0,22	0,18	0,24	0,18	0,25	0,25	0,26	0,24
Fe3+	0,52	0,50	0,53	0,46	0,50	0,53	0,60	0,47	0,50	0,46	0,46	0,52	0,62	0,54	0,59	0,65	0,46	0,48	0,54
Ti	0,18	0,17	0,15	0,18	0,18	0,17	0,15	0,17	0,18	0,16	0,19	0,19	0,17	0,18	0,20	0,16	0,20	0,18	0,19
Mn	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06
Mg	1,94	1,98	2,00	1,97	1,98	2,03	1,90	2,00	1,99	1,90	1,96	1,94	1,95	1,93	1,95	1,98	1,97	1,97	1,94
Fe2+	2,07	2,04	1,99	2,09	2,05	2,01	1,99	2,02	2,02	2,09	2,09	2,06	1,99	2,05	2,01	1,89	2,06	2,04	2,02
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Ca	1,86	1,86	1,86	1,87	1,84	1,85	1,84	1,86	1,85	1,85	1,85	1,84	1,81	1,83	1,81	1,82	1,86	1,84	1,84
Na	0,14	0,14	0,14	0,13	0,16	0,15	0,16	0,14	0,15	0,15	0,15	0,16	0,19	0,17	0,19	0,18	0,14	0,16	0,16
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,34	0,33	0,32	0,36	0,34	0,34	0,28	0,35	0,33	0,31	0,34	0,31	0,33	0,32	0,32	0,24	0,34	0,30	0,30
K	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,28	0,30	0,29	0,30	0,30	0,29	0,30	0,28	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29
Soma A	0,63	0,63	0,61	0,65	0,63	0,62	0,58	0,64	0,63	0,61	0,63	0,61	0,61	0,62	0,60	0,53	0,64	0,59	0,60
Fe/(Fe+Mg)	0,52	0,51	0,50	0,51	0,51	0,50	0,51	0,50	0,50	0,52	0,52	0,51	0,52	0,51	0,52	0,51	0,49	0,51	0,51
Mg/(Mg+Fe)	0,48	0,49	0,50	0,49	0,49	0,50	0,49	0,50	0,50	0,48	0,48	0,49	0,48	0,49	0,48	0,49	0,51	0,49	0,49
Al total	1,82	1,83	1,82	1,80	1,77	1,75	1,88	1,86	1,84	1,91	1,79	1,79	1,76	1,84	1,77	1,81	1,86	1,79	1,83
Si*	7,64	7,64	7,66	7,65	7,69	7,69	7,63	7,62	7,64	7,63	7,67	7,68	7,70	7,65	7,68	7,67	7,60	7,68	7,63
T°C	883,48	883,18	880,97	881,57	876,56	876,27	885,77	887,40	884,38	885,89	879,07	877,86	874,93	882,58	877,74	878,75	889,37	877,10	884,86
*Mg	2,17	2,22	2,27	2,18	2,21	2,26	2,19	2,21	2,21	2,13	2,16	2,17	2,22	2,17	2,18	2,28	2,15	2,20	2,17
?NNO	-0,44	-0,37	-0,28	-0,43	-0,38	-0,29	-0,41	-0,37	-0,38	-0,50	-0,46	-0,44	-0,36	-0,45	-0,43	-0,25	-0,47	-0,40	-0,44

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol et al. 2017

(continuação)

Variedade	Biotita-hornblenda tonalito (Subpopulação C2)																		
Amostra	MYF-40																		
Análise	C4									C5									
	Amph-2-1	Amph-2-2	Amph-2-3	Amph-2-4	Amph-2-5	Amph-2-6	Amph-2-7	Amph-2-8	Amph-2-9	Amph-1-1	Amph-1-2	Amph-1-3	Amph-1-4	Amph-1-5	Amph-1-6	Amph-1-7	Amph-1-8	Amph-1-10	Amph-2-1
SiO ₂ (peso %)	42,02	42,40	42,17	42,21	42,02	42,09	42,03	42,04	42,29	42,46	42,15	42,50	42,58	42,29	42,42	42,51	42,42	42,43	42,27
TiO ₂	1,46	1,33	1,55	1,61	1,49	1,60	1,51	1,41	1,64	1,68	1,37	1,55	1,56	1,55	1,48	1,44	1,29	1,55	1,53
Al ₂ O ₃	10,40	10,42	10,30	10,10	10,39	10,05	10,40	9,86	10,10	9,97	10,35	10,00	9,70	10,02	10,03	10,17	10,43	9,93	10,41
FeO	20,04	19,83	19,96	20,04	20,04	20,26	20,22	20,69	19,86	19,88	19,67	19,50	19,85	19,95	19,55	19,86	19,98	20,21	20,06
MnO	0,49	0,54	0,54	0,53	0,51	0,50	0,57	0,52	0,48	0,49	0,47	0,51	0,45	0,49	0,53	0,47	0,56	0,50	0,51
MgO	8,53	8,58	8,40	8,62	8,41	8,63	8,41	8,76	8,71	8,73	9,01	8,94	9,10	8,78	8,98	9,01	8,66	8,76	8,59
CaO	11,18	11,22	11,18	11,23	11,25	11,30	11,22	11,11	11,25	11,28	11,21	11,22	11,35	11,24	11,17	11,20	11,31	11,18	11,16
Na ₂ O	1,61	1,52	1,53	1,51	1,62	1,66	1,57	1,56	1,64	1,61	1,67	1,65	1,62	1,64	1,56	1,56	1,56	1,65	1,65
K ₂ O	1,51	1,55	1,57	1,47	1,48	1,50	1,54	1,43	1,50	1,53	1,51	1,51	1,43	1,51	1,54	1,47	1,55	1,48	1,56
F	0,25	0,30	0,28	0,27	0,30	0,30	0,26	0,23	0,28	0,25	0,27	0,36	0,32	0,27	0,26	0,33	0,30	0,30	0,26
Cl	0,22	0,21	0,21	0,20	0,20	0,21	0,22	0,20	0,21	0,20	0,21	0,21	0,18	0,21	0,20	0,20	0,21	0,20	0,22
(OH)	2,39	2,69	2,20	2,58	2,29	2,10	1,92	2,32	2,21	2,27	2,37	2,01	2,11	1,94	2,48	1,86	1,94	2,17	1,99
Subtotal:	100,10	100,58	99,88	100,38	100,01	100,20	99,86	100,12	100,15	100,35	100,25	99,97	100,24	99,93	100,29	100,07	100,23	100,35	100,21
O-F-Cl	0,16	0,17	0,16	0,16	0,17	0,18	0,16	0,14	0,16	0,15	0,16	0,20	0,18	0,16	0,16	0,18	0,17	0,17	0,16
Total	99,94	100,40	99,72	100,22	99,83	100,02	99,70	99,98	99,98	100,20	100,08	99,77	100,07	99,77	100,13	99,89	100,05	100,17	100,05
Fórmula estrutural com base em 23 átomos de oxigênio																			
Si	6,41	6,45	6,44	6,43	6,42	6,41	6,40	6,39	6,44	6,45	6,40	6,46	6,46	6,43	6,45	6,42	6,43	6,44	6,41
Al(IV)	1,59	1,55	1,56	1,57	1,58	1,59	1,60	1,61	1,56	1,55	1,60	1,54	1,54	1,57	1,55	1,58	1,57	1,56	1,59
Soma T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al(VI)	0,27	0,31	0,29	0,24	0,29	0,21	0,27	0,16	0,25	0,24	0,25	0,25	0,19	0,23	0,24	0,24	0,29	0,21	0,27
Fe ³⁺	0,56	0,54	0,50	0,57	0,50	0,54	0,56	0,78	0,50	0,48	0,61	0,50	0,56	0,53	0,55	0,65	0,55	0,59	0,55
Ti	0,17	0,15	0,18	0,18	0,17	0,18	0,17	0,16	0,19	0,19	0,16	0,18	0,18	0,18	0,17	0,16	0,15	0,18	0,17
Mn	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07
Mg	1,94	1,95	1,91	1,96	1,91	1,96	1,91	1,99	1,98	1,98	2,04	2,03	2,06	1,99	2,03	2,03	1,96	1,98	1,94
Fe ²⁺	1,99	1,99	2,05	1,98	2,06	2,04	2,01	1,85	2,03	2,05	1,88	1,98	1,96	2,01	1,93	1,86	1,98	1,98	1,99
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Ca	1,83	1,83	1,83	1,83	1,84	1,84	1,83	1,81	1,83	1,84	1,82	1,83	1,84	1,83	1,82	1,81	1,84	1,82	1,81
Na	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,17	0,19	0,17	0,16	0,18	0,17	0,16	0,17	0,18	0,19	0,16	0,18	0,19
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,30	0,27	0,28	0,28	0,32	0,33	0,29	0,27	0,32	0,31	0,31	0,31	0,32	0,33	0,30	0,27	0,30	0,30	0,30
K	0,29	0,30	0,31	0,29	0,29	0,29	0,30	0,28	0,29	0,30	0,29	0,29	0,28	0,29	0,30	0,28	0,30	0,29	0,30
Soma A	0,60	0,57	0,59	0,57	0,61	0,62	0,59	0,55	0,61	0,61	0,61	0,61	0,60	0,62	0,60	0,55	0,60	0,59	0,60
Fe/(Fe+Mg)	0,51	0,51	0,52	0,50	0,52	0,51	0,51	0,48	0,51	0,51	0,48	0,49	0,49	0,50	0,49	0,48	0,50	0,50	0,51
Mg/(Mg+Fe)	0,49	0,49	0,48	0,50	0,48	0,49	0,49	0,52	0,49	0,49	0,52	0,51	0,51	0,50	0,51	0,52	0,50	0,50	0,49
Al total	1,87	1,87	1,85	1,81	1,87	1,80	1,87	1,77	1,81	1,79	1,85	1,79	1,73	1,80	1,80	1,81	1,86	1,78	1,86
Si*	7,63	7,65	7,66	7,65	7,63	7,65	7,63	7,67	7,66	7,68	7,62	7,68	7,69	7,67	7,67	7,65	7,65	7,69	7,64
T°C	885,17	881,40	880,45	881,96	884,81	881,52	885,00	879,68	881,02	877,25	886,99	878,08	876,25	879,08	878,60	882,68	882,64	876,53	883,50
*Mg	2,19	2,22	2,16	2,20	2,15	2,19	2,17	2,30	2,19	2,19	2,30	2,25	2,29	2,23	2,28	2,30	2,23	2,23	2,19
?NNO	-0,40	-0,36	-0,47	-0,39	-0,47	-0,41	-0,45	-0,22	-0,41	-0,41	-0,23	-0,31	-0,24	-0,35	-0,27	-0,22	-0,34	-0,34	-0,41

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol et al. 2017

(continuação)

Variedade	Biotita monzogranito (Subpopulação C1)										Biotita monzogranito (Subpopulação C2)				
Amostra	MDP-55										LIF-04A				
Análise	C4		C3				C1				C2		C3		
	Anf-1-4	Anf-1-5	Anf-1-1	Anf-1-2	Anf-1-3	Anf-1-4	Anf-1-1	Anf-1-2	Anf-1-3	Anf-1-4	Anf-1-1	Anf-1-2	Anf-1-1	Anf-1-2	Anf-1-5
SiO2 (peso %)	38,11	38,26	38,29	38,17	38,08	38,04	38,06	38,00	37,96	37,91	38,17	38,44	38,48	38,42	38,48
TiO2	0,51	0,54	0,49	0,54	0,51	0,50	0,46	0,50	0,50	0,44	0,42	0,43	0,41	0,40	0,42
Al2O3	12,56	12,57	12,69	12,64	12,49	12,64	12,53	12,61	12,60	12,60	12,79	12,71	12,82	12,76	12,60
FeO	24,48	24,33	24,37	24,02	24,76	24,51	24,00	23,84	23,80	23,98	23,48	23,63	23,72	23,51	23,49
MnO	0,50	0,51	0,56	0,54	0,56	0,58	0,57	0,52	0,56	0,53	0,67	0,71	0,66	0,70	0,68
MgO	5,53	5,34	5,25	5,20	5,19	5,23	5,31	5,42	5,48	5,39	5,66	5,85	5,70	5,76	5,77
CaO	10,72	10,56	10,65	10,84	10,59	10,50	10,63	10,70	10,66	10,68	10,79	10,80	10,90	10,80	10,80
Na2O	1,60	1,59	1,61	1,56	1,53	1,51	1,50	1,45	1,48	1,47	1,52	1,52	1,55	1,51	1,53
K2O	2,12	2,13	2,10	2,15	2,06	2,10	2,06	2,01	2,06	2,06	2,00	1,95	1,92	1,96	1,94
F	0,41	0,37	0,41	0,44	0,40	0,41	0,45	0,45	0,44	0,42	0,23	0,33	0,24	0,35	0,43
Cl	0,69	0,69	0,67	0,68	0,68	0,67	0,65	0,68	0,69	0,68	0,59	0,58	0,59	0,61	0,58
(OH)	3,02	3,26	3,15	3,55	3,38	3,54	3,96	4,14	3,96	4,09	3,90	3,21	3,16	3,39	3,50
Subtotal:	100,25	100,16	100,24	100,31	100,23	100,24	100,19	100,30	100,17	100,25	100,22	100,17	100,14	100,16	100,22
O-F-Cl	0,33	0,31	0,32	0,34	0,32	0,33	0,33	0,34	0,34	0,33	0,23	0,27	0,23	0,28	0,31
Total	99,92	99,84	99,92	99,97	99,91	99,91	99,85	99,96	99,83	99,92	99,98	99,89	99,91	99,88	99,91
Fórmula estrutural com base em 23 átomos de oxigênio															
Si	6,01	6,05	6,05	6,07	6,03	6,02	6,06	6,05	6,04	6,04	6,04	6,03	6,04	6,05	6,07
Al(IV)	1,99	1,95	1,95	1,93	1,97	1,98	1,94	1,95	1,96	1,96	1,96	1,97	1,96	1,95	1,93
Soma T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al(VI)	0,34	0,39	0,41	0,44	0,36	0,38	0,41	0,41	0,40	0,40	0,42	0,38	0,41	0,41	0,41
Fe3+	0,98	0,93	0,90	0,76	1,01	1,03	0,91	0,91	0,94	0,94	0,92	1,00	0,92	0,95	0,92
Ti	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Mn	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07	0,08	0,07	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Mg	1,30	1,26	1,24	1,23	1,22	1,24	1,26	1,29	1,30	1,28	1,33	1,37	1,33	1,35	1,36
Fe2+	2,24	2,28	2,32	2,44	2,27	2,22	2,29	2,26	2,23	2,26	2,19	2,11	2,19	2,15	2,18
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Ca	1,81	1,79	1,80	1,85	1,80	1,78	1,81	1,82	1,82	1,82	1,83	1,82	1,83	1,82	1,82
Na	0,19	0,21	0,20	0,15	0,20	0,22	0,19	0,18	0,18	0,18	0,17	0,18	0,17	0,18	0,18
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,30	0,28	0,30	0,33	0,27	0,24	0,28	0,27	0,27	0,28	0,29	0,28	0,31	0,28	0,29
K	0,43	0,43	0,42	0,44	0,42	0,42	0,42	0,41	0,42	0,42	0,40	0,39	0,38	0,39	0,39
Soma A	0,73	0,71	0,72	0,76	0,68	0,67	0,70	0,68	0,69	0,70	0,70	0,67	0,69	0,68	0,68
Fe/(Fe+Mg)	0,63	0,64	0,65	0,66	0,65	0,64	0,64	0,64	0,63	0,64	0,62	0,61	0,62	0,61	0,62
Mg/(Mg+Fe)	0,37	0,36	0,35	0,34	0,35	0,36	0,36	0,36	0,37	0,36	0,38	0,39	0,38	0,39	0,38
Al total	2,33	2,34	2,36	2,37	2,33	2,36	2,35	2,36	2,36	2,37	2,38	2,35	2,37	2,37	2,34
Si*	7,45	7,48	7,47	7,47	7,47	7,46	7,46	7,43	7,43	7,44	7,40	7,40	7,40	7,41	7,43
T°C	912,56	907,72	909,73	909,63	908,80	911,11	910,27	915,01	914,89	914,07	919,96	919,62	920,13	918,99	915,79
*Mg	1,85	1,81	1,78	1,74	1,80	1,82	1,81	1,83	1,84	1,84	1,87	1,91	1,86	1,89	1,89
?NNO	-0,96	-1,04	-1,08	-1,15	-1,05	-1,02	-1,03	-1,01	-0,98	-0,99	-0,94	-0,87	-0,94	-0,90	-0,91

Fonte: Do autor

(continuação)

Variedade	Hornblenda-biotita granodiorito (Subpopulação C2)																			
Amostra	AFD-08																			
Análise	C2										C3									
	Amph-1-1	Amph-1-2	Amph-1-3	Amph-1-4	Amph-1-5	Amph-1-6	Amph-1-7	Amph-1-8	Amph-1-1	Amph-1-2	Amph-1-3	Amph-1-4	Amph-1-5	Amph-1-6	Amph-1-7	Amph-2-1	Amph-2-2	Amph-2-3	Amph-2-4	
SiO2 (peso %)	38,43	39,06	40,38	41,00	40,53	39,31	38,80	40,19	38,46	38,50	39,05	40,83	38,87	38,47	38,89	38,30	38,98	40,38	40,68	
TiO2	0,45	0,62	0,71	0,90	0,93	0,56	0,60	0,73	0,40	0,47	0,52	1,13	0,66	0,51	0,51	0,44	0,55	0,65	0,71	
Al2O3	12,94	12,47	11,60	11,12	11,46	12,40	12,68	11,77	12,90	12,92	12,58	10,97	12,52	12,93	12,76	12,93	12,41	11,44	11,09	
FeO	24,97	24,62	24,04	23,50	23,72	24,55	25,02	23,94	25,19	25,46	24,83	23,57	24,62	24,94	24,98	24,60	24,81	24,14	23,71	
MnO	0,59	0,54	0,56	0,55	0,50	0,56	0,59	0,52	0,62	0,61	0,55	0,51	0,59	0,56	0,60	0,55	0,56	0,55	0,56	
MgO	4,98	5,61	6,17	6,46	6,31	5,56	5,21	5,91	5,15	5,19	5,49	6,55	5,40	5,31	5,26	5,30	5,38	6,38	6,38	
CaO	11,02	11,00	11,08	10,90	11,12	11,06	11,17	10,99	10,95	10,96	11,03	11,01	11,08	11,03	11,05	11,01	11,04	11,00	11,03	
Na2O	1,42	1,59	1,54	1,57	1,57	1,51	1,46	1,56	1,48	1,42	1,47	1,58	1,41	1,43	1,56	1,53	1,53	1,62	1,53	
K2O	2,31	2,13	1,91	1,78	1,88	2,07	2,21	1,98	2,34	2,40	2,17	1,81	2,25	2,35	2,24	2,34	2,17	1,82	1,73	
F	0,17	0,16	0,20	0,20	0,19	0,21	0,19	0,29	0,21	0,18	0,21	0,17	0,22	0,17	0,23	0,15	0,20	0,22	0,31	
Cl	1,05	0,85	0,68	0,62	0,66	0,86	0,92	0,71	0,98	0,99	0,88	0,63	0,92	0,98	0,94	0,99	0,96	0,68	0,65	
(OH)	1,78	1,36	1,38	1,50	1,55	1,71	1,41	1,45	1,74	1,01	1,57	1,36	1,46	1,49	1,16	2,11	1,48	1,44	1,42	
Subtotal:	100,12	100,01	100,27	100,10	100,43	100,35	100,25	100,03	100,41	100,11	100,34	100,13	99,99	100,14	100,18	100,24	100,05	100,31	99,81	
O-F-Cl	0,31	0,26	0,24	0,22	0,23	0,28	0,29	0,28	0,31	0,30	0,29	0,21	0,30	0,29	0,31	0,29	0,30	0,24	0,28	
Total	99,81	99,75	100,03	99,87	100,20	100,07	99,96	99,75	100,10	99,81	100,05	99,92	99,69	99,85	99,87	99,95	99,75	100,07	99,53	
Fórmula estrutural com base em 23 átomos de oxigênio																				
Si	6,03	6,07	6,22	6,31	6,24	6,11	6,05	6,23	6,01	5,99	6,07	6,28	6,07	6,00	6,05	6,01	6,09	6,21	6,29	
Al(IV)	1,97	1,93	1,78	1,69	1,76	1,89	1,95	1,77	1,99	2,01	1,93	1,72	1,93	2,00	1,95	1,99	1,91	1,79	1,71	
Soma T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
Al(VI)	0,43	0,36	0,33	0,32	0,32	0,38	0,38	0,38	0,38	0,35	0,37	0,27	0,37	0,38	0,39	0,41	0,37	0,29	0,31	
Fe3+	0,83	0,86	0,79	0,76	0,71	0,83	0,82	0,71	0,94	1,00	0,90	0,74	0,82	0,92	0,84	0,84	0,83	0,89	0,79	
Ti	0,05	0,07	0,08	0,10	0,11	0,06	0,07	0,09	0,05	0,06	0,06	0,13	0,08	0,06	0,06	0,05	0,06	0,08	0,08	
Mn	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	
Mg	1,17	1,30	1,42	1,48	1,45	1,29	1,21	1,37	1,20	1,20	1,27	1,50	1,26	1,24	1,22	1,24	1,25	1,46	1,47	
Fe2+	2,44	2,34	2,31	2,26	2,34	2,37	2,44	2,39	2,35	2,31	2,33	2,30	2,39	2,34	2,41	2,39	2,41	2,22	2,28	
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
Ca	1,85	1,83	1,83	1,80	1,84	1,84	1,87	1,82	1,83	1,83	1,84	1,81	1,85	1,84	1,84	1,85	1,85	1,81	1,83	
Na	0,15	0,17	0,17	0,20	0,16	0,16	0,13	0,18	0,17	0,17	0,16	0,19	0,15	0,16	0,16	0,15	0,15	0,19	0,17	
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Na	0,29	0,31	0,29	0,26	0,30	0,30	0,31	0,29	0,28	0,25	0,28	0,29	0,28	0,27	0,31	0,32	0,31	0,30	0,28	
K	0,46	0,42	0,38	0,35	0,37	0,41	0,44	0,39	0,47	0,48	0,43	0,35	0,45	0,47	0,45	0,47	0,43	0,36	0,34	
Soma A	0,75	0,73	0,67	0,61	0,67	0,71	0,74	0,68	0,75	0,73	0,71	0,64	0,73	0,74	0,76	0,78	0,74	0,65	0,62	
Fe/(Fe+Mg)	0,68	0,64	0,62	0,60	0,62	0,65	0,67	0,64	0,66	0,66	0,65	0,60	0,66	0,65	0,66	0,66	0,66	0,60	0,61	
Mg/(Mg+Fe)	0,32	0,36	0,38	0,40	0,38	0,35	0,33	0,36	0,34	0,34	0,35	0,40	0,34	0,35	0,34	0,34	0,34	0,40	0,39	
Al total	2,39	2,28	2,11	2,01	2,08	2,27	2,33	2,15	2,37	2,37	2,30	1,99	2,30	2,38	2,34	2,39	2,28	2,07	2,02	
Si*	7,46	7,50	7,61	7,68	7,62	7,52	7,48	7,62	7,47	7,46	7,49	7,66	7,49	7,44	7,49	7,45	7,52	7,62	7,66	
T°C	910,32	905,42	887,65	877,74	886,98	902,46	908,44	887,24	909,92	910,87	905,99	879,86	905,82	913,27	906,98	913,16	901,92	887,27	879,92	
*Mg	1,73	1,82	1,91	1,94	1,89	1,81	1,74	1,84	1,79	1,80	1,82	1,92	1,78	1,80	1,76	1,78	1,79	1,97	1,96	
?NNO	-1,17	-1,02	-0,87	-0,82	-0,91	-1,03	-1,15	-0,98	-1,07	-1,05	-1,01	-0,85	-1,08	-1,05	-1,11	-1,08	-1,07	-0,77	-0,79	

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol et al. 2017

(continuação)

Variedade	Hornblenda-Bioita granodiorito (Subpopulação C2)															HBGd (Subpopulação C1)			
	AFD-08															AFD-16A			
	C5		C6													C2			
Amostra	Amph-2-3	Amph-2-4	Amph-1-1	Amph-1-2	Amph-1-4	Amph-1-5	Amph-1-6	Amph-1-7	Amph-1-8	Amph-2-1	Amph-2-2	Amph-2-3	Amph-2-4	Amph-2-5	Amph-2-6	Amph-1-1	Amph-1-2	Amph-1-3	Amph-1-4
SiO ₂ (peso %)	38,62	38,74	38,70	39,87	40,85	40,60	38,49	40,11	39,83	41,00	38,28	38,67	38,51	40,45	38,35	38,03	39,60	38,95	38,23
TiO ₂	0,44	0,54	0,58	0,97	1,21	0,69	0,55	0,88	0,61	0,80	0,46	0,53	0,56	0,94	0,57	0,60	0,70	0,58	0,57
Al ₂ O ₃	12,67	12,96	12,65	11,71	10,57	11,44	12,76	11,69	12,11	11,23	12,95	12,90	12,98	11,40	12,88	12,58	11,45	11,90	12,37
FeO	25,39	24,82	24,74	24,23	23,61	23,80	24,86	24,07	23,95	23,81	25,43	24,99	25,14	23,54	25,10	24,94	23,73	24,37	24,63
MnO	0,63	0,57	0,59	0,53	0,57	0,59	0,59	0,55	0,59	0,57	0,57	0,54	0,59	0,56	0,62	0,59	0,52	0,57	0,63
MgO	5,11	5,29	5,46	6,17	6,61	6,28	5,12	6,03	5,88	6,56	5,02	5,32	5,08	6,18	5,08	5,15	6,01	5,67	5,07
CaO	11,16	11,08	10,91	11,05	10,95	11,03	11,02	10,98	10,98	10,99	10,93	11,15	10,98	10,99	10,95	10,90	10,93	10,79	10,85
Na ₂ O	1,45	1,48	1,48	1,52	1,64	1,59	1,53	1,51	1,51	1,55	1,58	1,54	1,48	1,60	1,49	1,49	1,51	1,50	1,43
K ₂ O	2,25	2,29	2,28	2,01	1,74	1,86	2,30	1,91	2,04	1,81	2,43	2,33	2,36	1,88	2,38	2,25	1,93	2,10	2,15
F	0,18	0,14	0,19	0,16	0,18	0,23	0,23	0,15	0,29	0,22	0,17	0,22	0,21	0,28	0,16	0,09	0,18	0,15	0,20
Cl	0,97	0,94	0,93	0,74	0,60	0,65	0,98	0,74	0,77	0,63	1,19	0,97	1,01	0,68	1,07	0,95	0,74	0,86	0,96
(OH)	1,57	1,33	1,68	1,29	1,56	1,59	1,53	1,64	1,54	1,33	1,42	1,35	1,53	1,87	1,51	2,86	2,71	2,84	3,01
Subtotal:	100,42	100,18	100,18	100,24	100,10	100,34	99,96	100,27	100,09	100,49	100,43	100,49	100,41	100,37	100,16	100,44	100,02	100,29	100,10
O-F-Cl	0,29	0,27	0,29	0,23	0,21	0,24	0,32	0,23	0,29	0,23	0,34	0,31	0,31	0,27	0,31	0,25	0,24	0,26	0,30
Total	100,13	99,91	99,89	100,01	99,88	100,09	99,64	100,04	99,80	100,26	100,09	100,18	100,10	100,09	99,85	100,19	99,77	100,03	99,79
Fórmula estrutural com base em 23 átomos de oxigênio																			
Si	6,03	6,03	6,04	6,15	6,30	6,26	6,04	6,20	6,18	6,27	5,99	6,02	6,01	6,26	6,00	6,00	6,21	6,12	6,07
Al(IV)	1,97	1,97	1,96	1,85	1,70	1,74	1,96	1,80	1,82	1,73	2,01	1,98	1,99	1,74	2,00	2,00	1,79	1,88	1,93
Soma T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al(VI)	0,36	0,40	0,36	0,28	0,22	0,33	0,40	0,33	0,39	0,29	0,37	0,38	0,39	0,34	0,38	0,35	0,33	0,33	0,38
Fe ³⁺	0,88	0,85	0,92	0,85	0,75	0,77	0,81	0,80	0,79	0,84	0,90	0,83	0,88	0,68	0,88	0,91	0,77	0,91	0,85
Ti	0,05	0,06	0,07	0,11	0,14	0,08	0,06	0,10	0,07	0,09	0,05	0,06	0,07	0,11	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07
Mn	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08
Mg	1,19	1,23	1,27	1,42	1,52	1,44	1,20	1,39	1,36	1,50	1,17	1,24	1,18	1,43	1,19	1,21	1,41	1,33	1,20
Fe ²⁺	2,43	2,38	2,30	2,27	2,30	2,30	2,45	2,31	2,31	2,20	2,42	2,42	2,40	2,37	2,40	2,38	2,34	2,30	2,42
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Ca	1,87	1,85	1,82	1,82	1,81	1,82	1,85	1,82	1,82	1,80	1,83	1,86	1,83	1,82	1,84	1,84	1,84	1,82	1,84
Na	0,13	0,15	0,18	0,18	0,19	0,18	0,15	0,18	0,18	0,20	0,17	0,14	0,17	0,18	0,16	0,16	0,16	0,18	0,16
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,31	0,29	0,27	0,28	0,30	0,29	0,32	0,28	0,28	0,26	0,31	0,32	0,28	0,30	0,29	0,30	0,30	0,27	0,29
K	0,45	0,45	0,45	0,40	0,34	0,36	0,46	0,38	0,40	0,35	0,48	0,46	0,47	0,37	0,48	0,45	0,39	0,42	0,44
Soma A	0,75	0,75	0,72	0,67	0,64	0,66	0,78	0,65	0,68	0,61	0,80	0,79	0,75	0,67	0,76	0,75	0,68	0,69	0,72
Fe/(Fe+Mg)	0,67	0,66	0,64	0,62	0,60	0,61	0,67	0,62	0,63	0,60	0,67	0,66	0,67	0,62	0,67	0,66	0,62	0,63	0,67
Mg/(Mg+Fe)	0,33	0,34	0,36	0,38	0,40	0,39	0,33	0,38	0,37	0,40	0,33	0,34	0,33	0,38	0,33	0,34	0,38	0,37	0,33
Al total	2,33	2,38	2,32	2,13	1,92	2,08	2,36	2,13	2,21	2,02	2,39	2,36	2,39	2,08	2,38	2,34	2,12	2,20	2,31
Si*	7,48	7,45	7,48	7,56	7,70	7,64	7,48	7,59	7,56	7,66	7,47	7,46	7,46	7,64	7,46	7,46	7,61	7,56	7,50
T°C	907,38	912,32	908,19	895,39	874,42	883,76	908,28	891,24	895,31	881,19	909,44	911,59	911,29	884,10	910,59	910,65	887,97	895,35	904,72
*Mg	1,76	1,77	1,82	1,89	1,93	1,93	1,73	1,86	1,87	1,98	1,74	1,77	1,73	1,86	1,74	1,76	1,90	1,88	1,74
?NNO	-1,11	-1,11	-1,01	-0,90	-0,84	-0,84	-1,16	-0,95	-0,94	-0,75	-1,14	-1,10	-1,16	-0,96	-1,15	-1,12	-0,89	-0,93	-1,14

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol et al. 2017

(continuação)

Variedade	Hornblenda-biotita granodiorito (Subpopulação C1)																			
Amostra	AFD-16A																			
Análise	C2																			C3
	Amph-1-5	Amph-1-6	Amph-1-7	Amph-1-8	Amph-2-1	Amph-2-2	Amph-2-3	Amph-2-4	Amph-2-5	Amph-2-6	Amph-2-7	Amph-2-8	Amph-3-1	Amph-3-2	Amph-3-3	Amph-3-4	Amph-3-5	Amph-3-6	Amph-1-1	
SiO2 (peso %)	40,39	40,21	38,64	39,73	39,22	38,35	38,95	38,49	38,17	38,13	38,16	37,94	38,07	38,24	37,87	38,25	40,89	39,91	38,07	
TiO2	0,87	0,83	0,56	0,52	0,51	0,61	0,52	0,62	0,57	0,55	0,60	0,54	0,53	0,64	0,57	0,57	0,80	0,81	0,49	
Al2O3	10,83	11,13	12,13	11,45	11,75	12,29	11,91	12,33	12,48	12,39	12,55	12,51	12,63	12,38	12,38	12,36	10,74	11,16	12,66	
FeO	23,27	23,59	24,72	24,01	24,33	24,96	24,36	24,87	24,74	24,97	25,07	24,95	24,92	25,00	24,88	25,06	23,58	23,46	25,28	
MnO	0,56	0,58	0,56	0,58	0,58	0,55	0,57	0,57	0,55	0,59	0,59	0,62	0,55	0,56	0,59	0,59	0,59	0,60	0,55	
MgO	6,43	6,13	5,28	5,97	5,65	5,05	5,57	5,20	5,06	5,09	4,91	5,15	4,84	4,97	5,04	4,94	6,26	6,20	4,90	
CaO	11,04	10,91	11,02	10,89	10,94	10,95	11,04	10,89	10,79	10,87	10,90	10,77	10,93	10,90	10,91	10,88	10,86	10,98	10,80	
Na2O	1,53	1,51	1,45	1,53	1,51	1,44	1,47	1,43	1,62	1,47	1,43	1,51	1,40	1,42	1,42	1,44	1,53	1,58	1,55	
K2O	1,72	1,77	2,07	1,86	1,96	2,20	2,12	2,20	2,28	2,21	2,21	2,31	2,25	2,23	2,28	2,18	1,66	1,81	2,25	
F	0,15	0,08	0,14	0,18	0,14	0,07	0,09	0,06	0,16	0,19	0,02	0,12	0,11	0,19	0,14	0,16	0,12	0,13	0,10	
Cl	0,61	0,64	0,86	0,75	0,79	0,96	0,88	0,94	0,99	0,97	1,00	0,99	1,16	0,98	1,00	0,97	0,59	0,67	0,97	
(OH)	2,64	2,65	2,34	2,88	2,82	3,22	2,69	2,57	2,88	2,77	2,65	2,66	3,28	2,86	3,24	2,72	2,48	2,78	2,65	
Subtotal:	100,04	100,03	99,77	100,34	100,20	100,66	100,14	100,16	100,29	100,19	100,08	100,07	100,66	100,37	100,34	100,11	100,10	100,09	100,27	
O-F-Cl	0,20	0,18	0,25	0,24	0,24	0,25	0,24	0,24	0,29	0,30	0,23	0,27	0,31	0,30	0,28	0,29	0,18	0,21	0,26	
Total	99,83	99,85	99,52	100,10	99,96	100,41	99,91	99,92	100,00	99,89	99,84	99,80	100,35	100,06	100,05	99,82	99,91	99,88	100,01	
Fórmula estrutural com base em 23 átomos de oxigênio																				
Si	6,30	6,28	6,10	6,22	6,16	6,07	6,14	6,06	6,05	6,04	6,04	6,00	6,05	6,05	6,02	6,06	6,35	6,25	6,02	
Al(IV)	1,70	1,72	1,90	1,78	1,84	1,93	1,86	1,94	1,95	1,96	1,96	2,00	1,95	1,95	1,98	1,94	1,65	1,75	1,98	
Soma T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
Al(VI)	0,29	0,32	0,35	0,33	0,34	0,36	0,35	0,35	0,38	0,35	0,38	0,34	0,41	0,36	0,35	0,37	0,32	0,31	0,37	
Fe3+	0,71	0,75	0,83	0,84	0,83	0,83	0,80	0,88	0,80	0,90	0,87	0,95	0,82	0,85	0,87	0,86	0,74	0,73	0,91	
Ti	0,10	0,10	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,08	0,07	0,07	0,09	0,09	0,06	
Mn	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	
Mg	1,50	1,43	1,24	1,39	1,32	1,19	1,31	1,22	1,20	1,20	1,16	1,21	1,15	1,17	1,19	1,17	1,45	1,45	1,15	
Fe2+	2,33	2,33	2,43	2,30	2,36	2,47	2,41	2,40	2,47	2,40	2,45	2,35	2,49	2,46	2,44	2,46	2,32	2,34	2,43	
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
Ca	1,84	1,82	1,86	1,83	1,84	1,86	1,86	1,84	1,83	1,84	1,85	1,83	1,86	1,85	1,86	1,85	1,81	1,84	1,83	
Na	0,16	0,18	0,14	0,17	0,16	0,14	0,14	0,16	0,17	0,16	0,15	0,17	0,14	0,15	0,14	0,15	0,19	0,16	0,17	
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Na	0,31	0,28	0,31	0,29	0,30	0,30	0,31	0,28	0,33	0,29	0,28	0,29	0,29	0,28	0,30	0,29	0,27	0,32	0,30	
K	0,34	0,35	0,42	0,37	0,39	0,44	0,43	0,44	0,46	0,45	0,45	0,47	0,46	0,45	0,46	0,44	0,33	0,36	0,45	
Soma A	0,65	0,63	0,72	0,66	0,70	0,74	0,74	0,72	0,79	0,74	0,73	0,76	0,75	0,73	0,76	0,73	0,59	0,68	0,76	
Fe/(Fe+Mg)	0,61	0,62	0,66	0,62	0,64	0,67	0,65	0,66	0,67	0,67	0,68	0,66	0,69	0,68	0,67	0,68	0,62	0,62	0,68	
Mg/(Mg+Fe)	0,39	0,38	0,34	0,38	0,36	0,33	0,35	0,34	0,33	0,33	0,32	0,34	0,31	0,32	0,33	0,32	0,38	0,38	0,32	
Al total	1,99	2,05	2,26	2,11	2,18	2,29	2,21	2,29	2,33	2,31	2,34	2,33	2,36	2,31	2,32	2,31	1,97	2,06	2,36	
Si*	7,67	7,65	7,53	7,62	7,58	7,52	7,56	7,51	7,51	7,49	7,48	7,48	7,49	7,51	7,49	7,51	7,73	7,63	7,49	
T°C	879,19	881,60	900,78	886,22	892,27	901,94	895,01	902,93	903,14	905,61	907,22	907,86	906,97	903,65	906,65	903,10	870,63	884,95	906,94	
*Mg	1,94	1,89	1,78	1,92	1,86	1,73	1,84	1,77	1,73	1,76	1,71	1,78	1,70	1,72	1,75	1,72	1,92	1,90	1,73	
?NNO	-0,83	-0,90	-1,08	-0,85	-0,95	-1,16	-0,99	-1,10	-1,17	-1,11	-1,20	-1,08	-1,22	-1,18	-1,13	-1,18	-0,85	-0,89	-1,17	

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol et al. 2017

(continuação)

Variedade	Hornblenda-biotita grandiorito (Subpopulação C1)																				
	Amostra	AFD-16A															ADE-01-D				
		Análise	C3															C1			C2
	Amph-1-2		Amph-1-3	Amph-1-4	Amph-1-6	Amph-1-7	Amph-1-8	Amph-1-9	Amph-2-1	Amph-2-2	Amph-2-3	Amph-2-4	Amph-2-5	Amph-2-6	Amph-2-7	Amph-2-9	C1.1-1	C1.1-2	C1.1-3	C2.1-1	C2.1-3
SiO2 (peso %)	37,96	38,32	38,30	38,15	38,35	38,14	38,01	37,98	38,04	37,88	41,14	41,04	38,58	38,29	39,16	38,65	38,92	38,81	39,02	39,07	
TiO2	0,57	0,51	0,60	0,55	0,57	0,53	0,55	0,57	0,58	0,46	1,16	1,30	0,60	0,56	0,80	0,45	0,55	0,54	0,51	0,56	
Al2O3	12,56	12,44	12,50	12,52	12,44	12,57	12,57	12,53	12,57	12,75	10,36	10,33	12,28	12,49	11,62	12,36	12,47	12,47	12,44	12,54	
FeO	24,95	24,96	24,98	25,36	24,61	25,05	24,60	25,12	24,84	25,03	22,99	23,15	24,79	24,82	24,19	25,73	25,49	25,10	25,62	25,75	
MnO	0,59	0,60	0,53	0,57	0,64	0,55	0,57	0,54	0,60	0,56	0,60	0,58	0,60	0,62	0,59	0,45	0,42	0,44	0,46	0,43	
MgO	5,04	4,86	5,04	4,82	5,16	5,16	4,97	4,96	5,06	5,01	6,59	6,51	5,39	4,97	5,67	4,70	4,86	4,91	4,69	4,70	
CaO	10,85	10,82	10,80	10,74	10,80	10,89	10,74	10,88	10,92	10,63	10,75	10,78	10,94	10,88	10,89	10,93	10,95	10,92	10,92	10,85	
Na2O	1,48	1,48	1,49	1,54	1,50	1,51	1,46	1,51	1,51	1,53	1,60	1,62	1,53	1,46	1,49	1,56	1,58	1,62	1,59	1,55	
K2O	2,29	2,22	2,20	2,24	2,25	2,24	2,30	2,28	2,31	2,35	1,63	1,59	2,12	2,24	2,02	2,12	2,18	2,20	2,18	2,12	
F	0,20	0,16	0,18	0,16	0,16	0,09	0,14	0,14	0,19	0,14	0,16	0,16	0,10	0,16	0,17	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	
Cl	0,98	0,93	0,95	0,95	0,95	0,99	0,98	1,04	1,00	1,12	0,52	0,50	0,88	1,00	0,79	0,01	0,04	0,00	0,00	0,06	
(OH)	2,92	3,25	2,79	2,40	2,91	2,61	3,16	2,96	2,83	2,90	2,86	2,58	2,23	2,61	2,64	2,24	1,59	2,15	1,79	1,63	
Subtotal:	100,39	100,54	100,37	100,00	100,33	100,32	100,06	100,50	100,45	100,37	100,36	100,13	100,04	100,09	100,02	99,20	99,04	99,20	99,22	99,25	
O-F-Cl	0,31	0,28	0,29	0,28	0,28	0,26	0,28	0,29	0,31	0,31	0,18	0,18	0,24	0,29	0,25	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	
Total	100,08	100,26	100,08	99,72	100,05	100,06	99,77	100,21	100,15	100,06	100,17	99,95	99,79	99,80	99,77	99,20	99,03	99,18	99,22	99,24	
Fórmula estrutural com base em 23 átomos de oxigênio																					
Si	6,01	6,08	6,05	6,03	6,06	6,01	6,05	6,02	6,02	6,00	6,38	6,37	6,06	6,06	6,16	6,09	6,10	6,11	6,12	6,11	
Al(IV)	1,99	1,92	1,95	1,97	1,94	1,99	1,95	1,98	1,98	2,00	1,62	1,63	1,94	1,94	1,84	1,91	1,90	1,89	1,88	1,89	
Soma T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
Al(VI)	0,36	0,40	0,37	0,37	0,38	0,35	0,41	0,36	0,37	0,37	0,28	0,26	0,33	0,39	0,32	0,39	0,40	0,42	0,42	0,42	
Fe3+	0,90	0,82	0,88	0,90	0,85	0,92	0,83	0,87	0,84	0,97	0,69	0,68	0,90	0,82	0,80	0,81	0,78	0,72	0,75	0,82	
Ti	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	0,14	0,15	0,07	0,07	0,09	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	
Mn	0,08	0,08	0,07	0,08	0,09	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	
Mg	1,19	1,15	1,19	1,14	1,22	1,21	1,18	1,17	1,19	1,18	1,52	1,51	1,26	1,17	1,33	1,11	1,14	1,15	1,10	1,10	
Fe2+	2,41	2,49	2,42	2,45	2,40	2,38	2,44	2,46	2,45	2,34	2,30	2,33	2,36	2,46	2,38	2,58	2,57	2,58	2,61	2,55	
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
Ca	1,84	1,84	1,83	1,82	1,83	1,84	1,83	1,85	1,85	1,80	1,79	1,79	1,84	1,84	1,84	1,85	1,84	1,84	1,84	1,82	
Na	0,16	0,16	0,17	0,18	0,17	0,16	0,17	0,15	0,15	0,20	0,21	0,21	0,16	0,16	0,16	0,15	0,16	0,16	0,16	0,18	
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Na	0,29	0,29	0,28	0,29	0,29	0,30	0,28	0,31	0,32	0,27	0,27	0,28	0,31	0,29	0,29	0,32	0,32	0,34	0,32	0,29	
K	0,46	0,45	0,44	0,45	0,45	0,45	0,47	0,46	0,47	0,47	0,32	0,31	0,42	0,45	0,41	0,43	0,44	0,44	0,44	0,42	
Soma A	0,76	0,74	0,73	0,75	0,74	0,75	0,75	0,77	0,78	0,75	0,59	0,59	0,73	0,75	0,69	0,75	0,75	0,78	0,76	0,71	
Fe/(Fe+Mg)	0,67	0,68	0,67	0,68	0,66	0,66	0,67	0,68	0,67	0,66	0,60	0,61	0,65	0,68	0,64	0,70	0,69	0,69	0,70	0,70	
Mg/(Mg+Fe)	0,33	0,32	0,33	0,32	0,34	0,34	0,33	0,32	0,33	0,34	0,40	0,39	0,35	0,32	0,36	0,30	0,31	0,31	0,30	0,30	
Al total	2,34	2,32	2,33	2,33	2,32	2,34	2,36	2,34	2,34	2,38	1,90	1,89	2,27	2,33	2,15	2,30	2,30	2,31	2,30	2,31	
Si*	7,48	7,53	7,50	7,51	7,51	7,47	7,50	7,49	7,48	7,48	7,75	7,74	7,50	7,51	7,59	7,56	7,56	7,56	7,58	7,56	
T°C	908,40	900,68	904,83	903,11	903,70	908,77	905,33	906,78	908,05	908,63	866,85	868,49	904,64	903,90	891,86	895,61	896,17	896,36	892,42	895,49	
*Mg	1,75	1,70	1,74	1,71	1,76	1,78	1,73	1,73	1,73	1,77	1,93	1,89	1,80	1,72	1,82	1,67	1,68	1,68	1,65	1,66	
?NNO	-1,14	-1,21	-1,15	-1,20	-1,12	-1,09	-1,17	-1,17	-1,16	-1,10	-0,84	-0,90	-1,05	-1,18	-1,01	-1,26	-1,25	-1,25	-1,30	-1,29	

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol et al. 2017

(continuação)

Variedade	Biotita-hornblenda Sienogranito																		
Amostra	MAR-119																		
Análise	C1							C3											C4
	Amph-1-1	Amph-1-2	Amph-1-3	Amph-1-5	Amph-2-1	Amph-2-2	Amph-2-3	Amph-1-1	Amph-1-2	Amph-1-3	Amph-1-4	Amph-1-5	Amph-1-6	Amph-2-1	Amph-2-2	Amph-2-3	Amph-2-4	Amph-2-6	Amph-1-1
SiO ₂ (peso %)	36,35	36,37	36,47	36,21	36,33	36,21	36,45	36,17	36,62	36,42	36,40	36,35	36,42	36,42	36,36	36,11	36,52	36,27	36,19
TiO ₂	0,60	0,56	0,55	0,50	0,53	0,59	0,45	0,53	0,54	0,55	0,54	0,59	0,59	0,68	0,54	0,49	0,56	0,49	0,50
Al ₂ O ₃	12,72	12,50	12,60	12,61	12,87	12,73	12,76	12,88	12,55	12,46	12,52	12,70	12,77	12,50	12,48	12,80	12,63	12,66	12,68
FeO	31,16	30,89	31,02	31,13	30,19	31,09	30,59	31,29	31,27	31,63	31,34	31,46	31,27	31,09	31,09	31,18	31,26	30,83	31,50
MnO	0,96	0,92	0,92	0,94	0,88	0,90	0,88	0,87	0,89	0,90	0,85	0,89	0,91	0,90	0,89	0,87	0,95	0,86	0,82
MgO	0,90	0,96	0,96	0,97	0,93	0,94	0,97	0,80	0,91	0,92	0,92	0,87	0,87	0,88	0,83	0,76	0,88	0,84	0,84
CaO	10,40	10,33	10,38	10,46	10,35	10,44	10,61	10,50	10,31	10,42	10,27	10,34	10,32	10,39	10,42	10,39	10,33	10,39	10,57
Na ₂ O	1,28	1,31	1,30	1,37	1,29	1,23	1,32	1,22	1,34	1,27	1,32	1,30	1,35	1,32	1,37	1,33	1,40	1,38	1,25
K ₂ O	2,67	2,62	2,70	2,66	2,62	2,69	2,61	2,71	2,67	2,65	2,63	2,60	2,65	2,61	2,62	2,64	2,62	2,61	2,69
F	0,13	0,11	0,11	0,13	0,09	0,10	0,11	0,05	0,12	0,16	0,11	0,11	0,08	0,12	0,14	0,10	0,15	0,10	0,11
Cl	2,06	1,92	1,95	1,91	1,97	2,11	2,08	2,14	1,91	1,89	1,86	1,91	1,93	1,92	1,88	2,00	1,92	1,94	2,02
(OH)	0,92	2,09	1,59	1,78	2,57	1,36	1,37	1,30	1,57	1,29	1,49	1,36	1,45	1,42	1,93	1,77	1,15	2,24	1,38
Subtotal:	100,14	100,58	100,52	100,68	100,63	100,38	100,19	100,46	100,71	100,55	100,24	100,47	100,59	100,24	100,53	100,44	100,37	100,59	100,53
O-F-Cl	0,52	0,48	0,48	0,49	0,48	0,52	0,51	0,50	0,48	0,49	0,47	0,48	0,47	0,48	0,48	0,49	0,50	0,48	0,50
Total	99,62	100,10	100,04	100,19	100,15	99,86	99,68	99,95	100,23	100,06	99,77	100,00	100,13	99,76	100,05	99,95	99,88	100,11	100,03
Fórmula estrutural com base em 23 átomos de oxigênio																			
Si	5,91	5,94	5,94	5,90	5,96	5,90	5,95	5,89	5,94	5,91	5,93	5,90	5,91	5,94	5,95	5,90	5,93	5,94	5,90
Al(IV)	2,09	2,06	2,06	2,10	2,04	2,10	2,05	2,11	2,06	2,09	2,07	2,10	2,09	2,06	2,05	2,10	2,07	2,06	2,10
Soma T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al(VI)	0,34	0,35	0,35	0,33	0,44	0,34	0,41	0,36	0,35	0,30	0,33	0,33	0,35	0,34	0,35	0,37	0,34	0,39	0,33
Fe ³⁺	1,03	1,00	0,99	1,00	0,87	1,02	0,85	1,01	1,02	1,09	1,07	1,09	1,04	0,97	0,93	0,99	1,01	0,92	1,01
Ti	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06
Mn	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12	0,11
Mg	0,22	0,23	0,23	0,24	0,23	0,23	0,24	0,19	0,22	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21	0,20	0,19	0,21	0,21	0,20
Fe ²⁺	3,21	3,23	3,23	3,24	3,27	3,21	3,33	3,25	3,23	3,21	3,20	3,18	3,21	3,27	3,32	3,27	3,23	3,31	3,28
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Ca	1,81	1,81	1,81	1,83	1,82	1,82	1,86	1,83	1,79	1,81	1,79	1,80	1,79	1,81	1,83	1,82	1,80	1,82	1,84
Na	0,19	0,19	0,19	0,17	0,18	0,18	0,14	0,17	0,21	0,19	0,21	0,20	0,21	0,19	0,17	0,18	0,20	0,18	0,16
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,21	0,22	0,22	0,26	0,23	0,21	0,28	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,23	0,26	0,24	0,24	0,26	0,24
K	0,55	0,55	0,56	0,55	0,55	0,56	0,54	0,56	0,55	0,55	0,55	0,54	0,55	0,54	0,55	0,55	0,54	0,54	0,56
Soma A	0,77	0,77	0,78	0,81	0,78	0,77	0,82	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,77	0,77	0,81	0,79	0,78	0,81	0,80
Fe/(Fe+Mg)	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,95	0,94	0,94	0,94
Mg/(Mg+Fe)	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06
Al total	2,44	2,41	2,42	2,42	2,49	2,44	2,46	2,47	2,40	2,38	2,40	2,43	2,44	2,40	2,41	2,47	2,42	2,45	2,43
Si*	7,66	7,70	7,70	7,67	7,66	7,65	7,66	7,64	7,72	7,70	7,70	7,66	7,67	7,69	7,71	7,66	7,69	7,69	7,67
T°C	880,20	875,19	875,23	878,95	880,76	881,77	879,87	882,91	872,26	874,91	874,17	880,03	879,20	875,80	873,13	880,83	875,79	876,77	879,40
*Mg	1,00	1,01	1,01	1,01	0,97	1,01	0,98	0,98	1,01	1,03	1,03	1,01	0,99	0,97	0,97	0,97	0,99	0,97	1,00
ΔNNO	-2,37	-2,35	-2,35	-2,34	-2,42	-2,35	-2,40	-2,40	-2,35	-2,32	-2,32	-2,36	-2,38	-2,42	-2,42	-2,42	-2,39	-2,42	-2,37

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol et al. 2017

(continuação)

Variedade	Biotita-hornblenda Sienogranito																		
Amostra	MAR-119																		
Análise	C4									C5							C6		
	Amph-1-2	Amph-1-3	Amph-1-4	Amph-1-5	Amph-1-6	Amph-1-7	Amph-1-8	Amph-2-2	Amph-2-3	Amph-1-1	Amph-1-2	Amph-1-3	Amph-2-1	Amph-2-2	Amph-2-3	Amph-2-4	Amph-2-5	Amph-1-1	Amph-1-2
SiO ₂ (peso %)	36,21	36,31	36,45	36,28	36,44	36,36	36,15	36,33	36,66	35,89	36,42	36,39	36,17	36,33	36,21	36,11	36,24	36,07	36,17
TiO ₂	0,58	0,63	0,49	0,49	0,48	0,64	0,39	0,42	0,51	0,40	0,51	0,59	0,50	0,50	0,49	0,41	0,45	0,39	0,54
Al ₂ O ₃	12,62	12,67	12,69	12,61	12,68	12,63	12,87	12,38	12,93	13,09	12,64	13,04	13,00	12,60	12,53	12,80	12,93	13,05	12,39
FeO	31,03	31,41	31,21	30,63	31,29	31,22	31,11	31,25	30,76	31,01	30,94	30,57	30,64	30,92	31,21	31,02	31,19	31,18	31,43
MnO	0,79	0,81	0,79	0,88	0,80	0,85	0,78	0,83	0,87	0,86	0,80	0,86	0,80	0,82	0,85	0,89	0,70	0,76	0,76
MgO	0,93	0,90	0,87	0,92	0,83	0,96	0,87	0,91	0,86	0,70	0,82	0,78	0,76	0,84	0,91	0,77	0,75	0,86	0,93
CaO	10,38	10,47	10,60	10,28	10,36	10,39	10,41	10,44	10,33	10,37	10,44	10,42	10,36	10,42	10,42	10,39	10,43	10,38	10,44
Na ₂ O	1,31	1,29	1,31	1,38	1,30	1,34	1,30	1,36	1,25	1,27	1,34	1,27	1,32	1,34	1,36	1,37	1,35	1,37	1,48
K ₂ O	2,61	2,64	2,60	2,65	2,64	2,62	2,76	2,64	2,65	2,78	2,68	2,71	2,68	2,68	2,62	2,74	2,75	2,81	2,64
F	0,08	0,04	0,05	0,12	0,10	0,13	0,11	0,14	0,06	0,04	0,12	0,10	0,06	0,09	0,10	0,12	0,12	0,08	0,15
Cl	1,93	1,98	2,07	1,91	2,01	1,88	2,02	1,90	2,00	2,16	1,98	2,25	2,08	1,90	1,92	2,15	2,20	2,10	1,89
(OH)	1,97	1,55	1,56	2,54	1,57	1,39	1,69	1,75	1,45	1,82	1,53	1,44	1,95	2,10	1,66	1,80	1,12	1,39	1,71
Subtotal:	100,44	100,70	100,69	100,67	100,51	100,41	100,43	100,35	100,32	100,37	100,22	100,33	100,39	100,52	100,25	100,52	100,42	100,37	100,53
O-F-Cl	0,47	0,46	0,49	0,48	0,50	0,48	0,50	0,49	0,48	0,50	0,50	0,55	0,49	0,46	0,48	0,53	0,55	0,50	0,49
Total	99,97	100,24	100,21	100,19	100,01	99,93	99,93	99,86	99,85	99,87	99,72	99,78	99,89	100,05	99,77	99,99	99,88	99,87	100,04
Si	5,92	5,90	5,93	5,95	5,93	5,91	5,91	5,95	5,96	5,88	5,96	5,94	5,93	5,95	5,92	5,92	5,91	5,88	5,92
Al(IV)	2,08	2,10	2,07	2,05	2,07	2,09	2,09	2,05	2,04	2,12	2,04	2,06	2,07	2,05	2,08	2,08	2,09	2,12	2,08
Soma T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al(VI)	0,35	0,33	0,37	0,39	0,37	0,33	0,38	0,33	0,43	0,41	0,39	0,45	0,44	0,39	0,34	0,39	0,39	0,39	0,30
Fe ³⁺	0,99	1,02	0,92	0,93	1,01	1,02	0,99	0,97	0,95	0,99	0,88	0,85	0,90	0,89	0,99	0,93	0,95	0,98	0,97
Ti	0,07	0,08	0,06	0,06	0,06	0,08	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,07
Mn	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,12	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,12	0,12	0,10	0,11
Mg	0,23	0,22	0,21	0,23	0,20	0,23	0,21	0,22	0,21	0,17	0,20	0,19	0,19	0,20	0,22	0,19	0,18	0,21	0,23
Fe ²⁺	3,25	3,25	3,33	3,27	3,25	3,22	3,26	3,31	3,23	3,26	3,35	3,33	3,30	3,34	3,28	3,32	3,30	3,27	3,33
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Ca	1,82	1,82	1,85	1,81	1,81	1,81	1,82	1,83	1,80	1,82	1,83	1,82	1,82	1,83	1,83	1,82	1,82	1,81	1,83
Na	0,18	0,18	0,15	0,19	0,19	0,19	0,18	0,17	0,20	0,18	0,17	0,18	0,18	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,17
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,23	0,23	0,26	0,24	0,22	0,23	0,23	0,26	0,19	0,22	0,25	0,23	0,24	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,30
K	0,54	0,55	0,54	0,55	0,55	0,54	0,58	0,55	0,55	0,58	0,56	0,56	0,56	0,56	0,55	0,57	0,57	0,59	0,55
Soma A	0,78	0,78	0,80	0,80	0,76	0,77	0,81	0,81	0,74	0,80	0,81	0,79	0,80	0,82	0,80	0,83	0,82	0,83	0,85
Fe/(Fe+Mg)	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,94	0,94	0,94	0,95	0,94	0,95	0,95	0,94	0,94	0,95	0,95	0,94	0,94
Mg/(Mg+Fe)	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06
Al total	2,43	2,43	2,43	2,44	2,43	2,42	2,48	2,39	2,48	2,53	2,44	2,51	2,51	2,43	2,41	2,47	2,48	2,51	2,39
Si*	7,67	7,66	7,68	7,70	7,69	7,67	7,67	7,73	7,67	7,64	7,71	7,65	7,65	7,71	7,69	7,68	7,67	7,66	7,71
T°C	879,08	880,16	878,10	874,83	875,57	879,15	879,07	870,72	878,45	884,33	873,52	881,51	882,06	873,46	876,03	877,39	879,69	881,28	873,28
*Mg	1,00	0,99	0,98	0,99	1,00	1,00	1,01	1,02	0,98	0,97	0,96	0,93	0,94	0,97	1,00	0,97	0,97	1,01	1,00
ΔNNO	-2,37	-2,38	-2,40	-2,38	-2,37	-2,37	-2,35	-2,34	-2,39	-2,41	-2,43	-2,48	-2,46	-2,42	-2,36	-2,41	-2,42	-2,35	-2,37

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol et al. 2017

(conclusão)

Variedade	Biotita-hornblenda Sienogranito																		
	Amostra	MAR-119																	
		C6									C7								
Análise	Amph-1-3	Amph-1-4	Amph-1-5	Amph-1-6	Amph-1-7	Amph-2-1	Amph-2-2	Amph-2-3	Amph-2-4	Amph-1-2	Amph-1-3	Amph-1-4	Amph-1-5	Amph-1-6	Amph-2-1	Amph-2-2	Amph-2-3	Amph-2-4	Amph-1-2
SiO2 (peso %)	36,30	36,42	36,28	36,39	36,22	35,86	36,11	36,41	36,29	36,15	36,16	36,47	36,36	36,46	36,27	36,30	36,44	36,35	36,17
TiO2	0,53	0,55	0,55	0,53	0,53	0,44	0,57	0,58	0,51	0,47	0,51	0,46	0,53	0,51	0,57	0,52	0,52	0,47	0,54
Al2O3	12,48	12,62	12,60	12,71	12,61	13,07	12,47	12,64	12,64	12,47	12,83	12,85	12,59	12,73	12,81	12,53	12,94	13,37	12,39
FeO	31,05	31,02	31,40	31,15	31,21	30,93	31,13	31,26	30,90	31,47	31,13	30,90	31,09	31,21	31,06	31,02	30,91	30,56	31,43
MnO	0,74	0,72	0,75	0,76	0,78	0,76	0,80	0,81	0,81	0,79	0,73	0,80	0,75	0,76	0,78	0,79	0,79	0,80	0,76
MgO	0,96	0,95	0,91	0,95	0,91	0,77	0,90	0,80	0,83	0,74	0,70	0,69	0,71	0,69	0,73	0,82	0,72	0,74	0,93
CaO	10,38	10,45	10,35	10,25	10,36	10,38	10,37	10,37	10,43	10,41	10,34	10,35	10,37	10,40	10,40	10,45	10,49	10,45	10,44
Na2O	1,45	1,46	1,32	1,48	1,35	1,32	1,40	1,40	1,38	1,30	1,31	1,38	1,37	1,35	1,35	1,30	1,29	1,48	
K2O	2,64	2,60	2,68	2,65	2,67	2,68	2,64	2,65	2,66	2,69	2,68	2,65	2,69	2,65	2,64	2,62	2,70	2,70	2,64
F	0,16	0,21	0,12	0,13	0,12	0,05	0,10	0,12	0,08	0,06	0,00	0,05	0,03	0,08	0,08	0,14	-0,01	0,05	0,15
Cl	1,88	1,89	2,03	1,86	1,99	2,11	1,89	1,88	1,90	1,99	2,11	2,07	2,03	2,04	2,08	1,89	2,04	2,04	1,89
(OH)	1,84	1,49	1,38	1,27	1,91	2,37	2,16	1,53	2,44	1,89	1,97	2,04	2,13	1,75	1,70	1,71	1,48	1,48	1,71
Subtotal:	100,40	100,38	100,35	100,11	100,66	100,74	100,54	100,44	100,87	100,45	100,47	100,70	100,66	100,65	100,45	100,14	100,34	100,29	100,53
O-F-Cl	0,49	0,51	0,51	0,47	0,50	0,49	0,47	0,47	0,46	0,48	0,48	0,49	0,47	0,49	0,50	0,48	0,46	0,48	0,49
Total	99,90	99,86	99,84	99,63	100,15	100,25	100,07	99,96	100,40	99,97	100,00	100,22	100,19	100,16	99,95	99,65	99,88	99,81	100,04
Fórmula estrutural com base em 23 átomos de oxigênio																			
Si	5,94	5,94	5,91	5,92	5,92	5,88	5,92	5,93	5,95	5,93	5,92	5,96	5,96	5,95	5,93	5,95	5,95	5,92	5,92
Al(IV)	2,06	2,06	2,09	2,08	2,08	2,12	2,08	2,07	2,05	2,07	2,08	2,04	2,04	2,05	2,07	2,05	2,05	2,08	2,08
Soma T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al(VI)	0,35	0,37	0,33	0,36	0,34	0,41	0,33	0,36	0,39	0,34	0,40	0,44	0,39	0,40	0,40	0,37	0,43	0,49	0,30
Fe3+	0,93	0,90	1,04	0,99	1,01	0,97	0,97	0,95	0,88	0,99	0,95	0,87	0,87	0,90	0,91	0,90	0,85	0,86	0,97
Ti	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07
Mn	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Mg	0,23	0,23	0,22	0,23	0,22	0,19	0,22	0,19	0,20	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,20	0,18	0,18	0,23
Fe2+	3,32	3,33	3,24	3,25	3,26	3,27	3,30	3,31	3,35	3,33	3,32	3,36	3,39	3,36	3,33	3,35	3,37	3,31	3,33
Soma C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Ca	1,82	1,83	1,81	1,79	1,81	1,82	1,82	1,81	1,83	1,83	1,81	1,81	1,82	1,82	1,82	1,84	1,83	1,82	1,83
Na	0,18	0,17	0,19	0,21	0,19	0,18	0,18	0,19	0,17	0,17	0,19	0,19	0,18	0,18	0,18	0,16	0,17	0,18	0,17
Soma B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,28	0,29	0,22	0,26	0,24	0,24	0,27	0,25	0,27	0,24	0,23	0,25	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,23	0,30
K	0,55	0,54	0,56	0,55	0,56	0,56	0,55	0,55	0,56	0,56	0,56	0,55	0,56	0,55	0,55	0,55	0,56	0,56	0,55
Soma A	0,83	0,83	0,78	0,80	0,79	0,81	0,82	0,80	0,82	0,80	0,79	0,80	0,82	0,80	0,80	0,81	0,81	0,79	0,85
Fe/(Fe+Mg)	0,93	0,93	0,94	0,93	0,94	0,95	0,94	0,94	0,94	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,95	0,95	0,94
Mg/(Mg+Fe)	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06
Al total	2,41	2,43	2,42	2,44	2,43	2,53	2,41	2,43	2,44	2,41	2,48	2,48	2,43	2,45	2,47	2,42	2,49	2,57	2,39
Si*	7,71	7,69	7,69	7,69	7,69	7,62	7,70	7,70	7,70	7,71	7,68	7,70	7,72	7,71	7,67	7,70	7,67	7,62	7,71
T°C	873,05	875,75	875,93	875,91	876,63	885,99	875,21	874,60	875,14	872,33	878,10	874,99	870,96	873,75	878,58	874,01	878,38	887,17	873,28
*Mg	0,99	0,98	1,01	1,00	1,01	0,97	0,99	0,96	0,96	0,98	0,95	0,93	0,94	0,93	0,93	0,96	0,93	0,93	1,00
ΔNNO	-2,38	-2,40	-2,34	-2,36	-2,35	-2,42	-2,39	-2,43	-2,43	-2,39	-2,45	-2,48	-2,47	-2,47	-2,47	-2,43	-2,48	-2,48	-2,37

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol *et al.* (2017).

APÊNDICE B - COMPARAÇÃO ENTRE AS ANÁLISES DE ANFIBÓLIOS E BIOTITAS OBTIDAS POR EDS EM MEV (CAMPOS ASSINALADOS PARA A SVJ) E WDS EM MICROSSONDA ELETRÔNICA (SÍMBOLOS PARA A SVJ; CAMPOS PARA OS GRANITOIDES DE VILA UNIÃO).

