

Trabalho de Conclusão de Curso

Curso de Graduação em Geologia

GEOTERMOBARIOMETRIA DA CLORITA E MICA BRANCA HIDROTERMAIS DO  
DEPÓSITO FILONAR DE  $AU \pm CU$  DO EDU, PROVÍNCIA AURÍFERA DE ALTA  
FLORESTA (MT)

Lucas de Carvalho Siqueira

Prof. Dr. Rafael Rodrigues de Assis

Rio Claro - SP

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Campus de Rio Claro

LUCAS DE CARVALHO SIQUEIRA

GEOTERMOBAROMETRIA DA CLORITA E MICA BRANCA HIDROTERMAIS DO  
DEPÓSITO FILONAR DE AU ± CU DO EDU, PROVÍNCIA AURÍFERA DE ALTA  
FLORESTA (MT)

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do título de geólogo.

Rio Claro – SP

2018

LUCAS DE CARVALHO SIQUEIRA

GEOTERMOBAROMETRIA DA CLORITA E MICA BRANCA  
HIDROTERMAIS DO DEPÓSITO FILONAR DE AU ± CU DO  
EDU, PROVÍNCIA AURÍFERA DE ALTA FLORESTA (MT)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus  
de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista  
Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de  
Geólogo.

Comissão Examinadora

\_\_\_\_\_ (orientador)  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Rio Claro, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Assinatura do aluno

assinatura do orientador

Um dia... Pronto! Me acabo.  
Pois seja o que tem de ser.  
Morrer: que me importa?  
O diabo é deixar de viver.

Mário Quintana

## RESUMO

A Província Aurífera de Alta Floresta (PAAF) configura uma área com mais de 500 km de extensão de direção WNW-SSE na porção sul do Cráton Amazônico (norte do estado de Mato Grosso). A província é constituída por sequências plutono-vulcânicas formadas em ambientes de arcos continentais durante o Paleoproterozoico (2,0-1,75 Ga). Nas últimas décadas mais de uma centena de depósitos auríferos primários de médio a alto teor e pequeno porte (<5 t) têm sido explorados na PAAF, principalmente no segmento leste da província. Nesse contexto, as mineralizações primárias podem ser agrupadas em quatro tipos principais: (1) depósitos de Au ± Cu; (2) depósitos filonares e estruturalmente controlados de Au; (3) depósitos de Au ± Mo ± Cu; e (4) depósitos filonares de Au + Zn + Pb ± Cu. As alterações filica (muscovita + quartzo + pirita), propilitica (clorita + epidoto ± calcita) e clorítica (clorita ± quartzo) correspondem a importantes zonas de alteração hidrotermal na grande maioria dos depósitos. A alteração filica (ou sericitica) comumente está relacionada, espacial e temporalmente, às zonas mineralizadas, enquanto a alteração propilitica e clorítica usualmente representam estágios mais tardios e de mais baixa temperatura dos sistemas magmático-hidrotermais. Nesse contexto, embora os principais atributos geológicos dos depósitos auríferos do setor leste da Província Aurífera de Alta Floresta estejam bem definidos, estudos que enfatizem a caracterização composicional de minerais hidrotermais no decorrer de seu caminho evolutivo, com desdobramento geotermobarométrico e posteriores comparações, são escassos e restritos, sobretudo em relação aos depósitos estruturalmente controlados. Desse modo, o depósito aurífero do Edu foi selecionado para o desenvolvimento deste estudo, pois corresponde a um dos principais depósitos filonares de Au ± Cu da província, com o diferencial de apresentar dois estilos distintos de mineralização: minério filonar e minério disseminado. A análise da composição química da clorita e mica branca hidrotermais, com uso de microsonda eletrônica e análise petrográfica prévia, permitiu estimar as condições P-T da precipitação do minério, por conseguinte, de parâmetros físico-químicos do fluido mineralizante do depósito de Au ± Cu do Edu; e comparar os parâmetros de temperatura e pressão de formação do depósito do Edu aos dados de geotermobarometria de mineralizações auríferas da PAAF. Os dados geotermobarométricos do depósito do Edu mostram um intervalo de temperatura entre 200 e 363 °C e um intervalo de pressão entre 0,37 e 4,26 kbar. Os depósitos primários da Província Aurífera de Alta Floresta, apresentam temperaturas similares, geralmente entre 230 e 360 °C. Em relação à pressão, os dados geobarométricos da PAAF indicam ampla variação entre os depósitos da província (valores menores do que 0,742 kbar até 12,3 kbar). Com base nas razões Ti/Ni, Ti/K e Mg/Ca de cristais de clorita, também foi calculada a distância em relação a um possível centro térmico magmático (sistema pórfiro) para o depósito do Edu. As distâncias calculadas indicam um posicionamento entre 1,0 e 2,0 km em relação a um hipotético centro térmico magmático. Complementarmente, variações de Fe e Mg na clorita em relação ao centro do depósito do Edu indicam que essas concentrações também poderiam ser empregadas como vetores geoquímicos em uma escala de maior detalhe.

## PALAVRAS-CHAVE

Província Aurífera de Alta Floresta. Química Mineral. Geotermometria. Geobarometria. Clorita. Mica Branca. Microsonda Eletrônica.

## ABSTRACT

The Alta Floresta gold province consist of Paleoproterozoic (2.0-1.75 Ga) plutonic-volcanic sequences generated in magmatic arc settings. The province extends for a distance of over 500 km along a northwest-southeast trend in the southern portion of the Amazon craton (Brazil). Over the last decades a great number of small-size (<5 t) and high-grade granite-hosted gold and gold-base metal deposits have been discovered and exploited in the Alta Floresta gold province, mainly in the eastern segment of the province. Based on the mode of occurrence, ore mineral paragenesis, and geochemical signature, deposits in the eastern segment of the Alta Florest gold province may be subdivided as follows: (1) disseminated Au ± Cu deposits; (2) structurally controlled vein-type Au ± Cu deposits; (3) disseminated Au ± Mo ± Cu deposits; e (4) structurally controlled vein-type Au + Zn + Pb ± Cu deposits. The phyllic alteration (muscovite + quartz + pyrite), propylitic (chlorite + epidote ± calcite) and chloritic alteration (chlorite ± quartz) correspond to importants hydrothermal alteration zones in the great majority of these deposits. In this context, although the main geological attributes of the deposits in the eastern segment of the Alta Florest gold province are well-defined, mineral chemistry studies that characterize the composition of hydrothermal minerals in the course of their evolutionary path, and geothermobarometric studies are scarce, especially in relation to structurally controlled deposits. Thereby, the estimation of physico-chemical parameters of the hydrothermal fluid (temperature and pressure mainly) are fundamental to compare hydrothermal fluids of different styles of mineralization, and definition of genetic models. Therefore, the Edu gold deposit was selected for the development of this study, since it corresponds to one of the main deposits of Au ± Cu of the province, with the differential of presenting two distinct styles of mineralization: structurally controlled vein-type and disseminated ore. The analysis of the chemical composition of chlorite and white mica, using electron microprobe and previous petrographic analysis, allowed to estimate the P-T conditions of the ore precipitation, therefore, of physico-chemical parameters of the mineralizing fluid of the Au ± Cu Edu deposit; and to compare the temperature and pressure parameters of the Edu deposit to the geothermobarometric data of PAAF. The geothermobarometric data of the Edu deposit exhibit a temperature range between 200 and 363 ° C, and a pressure range between 0.37 and 4.26 kbar. The primary deposits of the Province of Alta Floresta have similar temperatures, generally between 230 and 360 ° C. The geobarometric data indicate a wide variation among the deposits of the province (values lower than 0.742 kbar up to 12.3 kbar). Based on the Ti/Ni, Ti/K and Mg/Ca ratios of chlorite crystals, the distance to a possible magmatic thermal center (porphyry system) for the Edu deposit was also calculated. The calculated distances indicate a positioning between 1.0 and 2.0 km in relation to a hypothetical magmatic thermal center. Complementarily, variations of Fe and Mg in chlorite relative to the center of the Edu deposit indicate that these concentrations could also be used as geochemical vectors in a more detailed scale.

## KEYWORDS

Alta Floresta gold province. Mineral Chemistry. Geothermometry. Geobarometry. Chlorite. White Mica. Electron Microprobe.

## LISTA DE FIGURAS

Fig. 1.1. Mapa simplificado dos domínios geológicos da Província Aurífera de Alta Floresta. Modificado e simplificado de Paes de Barros (2007).....	14
Fig. 1.2. Mapa geomorfológico da região norte do Estado de Mato Grosso que abrange a Província Aurífera de Alta Floresta. Modificado de IBGE (2010).....	16
Fig. 2.1. Localização da Província Aurífera de Alta Floresta de acordo com os modelos de (A) Tassinari & Macambira (1999) e (B) Santos et al. (2006).....	20
Fig. 2.2. Mapa geológico em escala 1:50.000 do segmento leste da Província Aurífera de Alta Floresta.....	23
Fig. 2.3. Mapa geológico da região de Nova Santa Helena. Extraído de Paes de Barros (2007).....	29
Fig. 2.4. (A) Mapa geológico do depósito do Edu, com seções geológicas representativas do depósito: (B) seção B-B'; e (C) seção C-C'. Modificado de Paes de Barros (2007) .....	30
Fig. 2.5. Evolução paragenética do sistema hidrotermal do depósito do Edu. Extraído de Silva (2017). .....	33
Fig. 5.1. Amostras do furo de sondagem FTN03.....	43
Fig. 5.2. Mosaico fotomicrográfico de monzogranito com predomínio de alteração sericítica pervasiva.....	48
Fig. 5.3. Sericita pervasiva (tipo 1.1).....	49
Fig. 5.4. Mosaico fotomicrográfico do quartzo-sericita milonito, com forte alteração sericítica desenvolvida.....	50
Fig. 5.5. Sericita confinada à foliação (tipo 1.2).....	51
Fig. 5.6. Fotomicrografias obtidas em luz transmitida e com polarizadores cruzados da sericita venular (tipo 1.3).....	52
Fig. 5.7. (A-D) Muscovita em massa sericítica.....	53

Fig. 5.8. Muscovita venular.....	55
Fig. 5.9. Muscovita venular grossa, em paragênese com clorita e epidoto.....	56
Fig. 5.10. Muscovita grossa subeudral.....	57
Fig. 5.11. Clorita pervasiva.....	59
Fig. 5.12. Clorita intersticial.....	60
Fig. 5.13. Clorita venular associada a sulfetos.....	62
Fig. 14. Ouro em fraturas intracristalinas de pirita em vênula.....	63
Fig. 5.15. Clorita venular grossa.....	64
Fig. 5.16. Clorita em matriz de brecha.....	65
Fig. 5.17. Clorita em fragmento de brecha.....	66
Fig. 5.18. Clorita em finas franjas de cristais subeudrais que margeiam a pirita.....	67
Fig. 5.19. Diagrama de classificação da mica branca proposto por Deer et al. (1992), no qual se observa composições intermediárias entre os membros muscovítico e fengítico. ....	70
Fig. 5.20. Classificação de Tappert et al. (2013) com a individualização entre as séries da muscovita, fengita e muscovita-celadonita.....	71
Fig. 5.21. Diagrama Si + Fe + Mg vs. Al para a mica branca do depósito do Edu.....	72
Fig. 5.22. Diagrama de classificação da clorita proposto por Zane & Weiss (1998), no qual nota-se que a clorita hidrotermal do depósito Edu exhibe, em grande parte, composição Mg-clorita (clinocloro), e em menor escala, de Fe-clorita (chamosita).....	73
Fig. 5.23. Diagrama de classificação da clorita proposto por Foster (1962), no qual se observa composição predominantemente brunsvigítica para a clorita do depósito Edu.....	74
Fig. 5.24. Diagrama Si vs. Al <sup>IV</sup> para a clorita do depósito do Edu. A concentração de Al <sup>IV</sup> é calculada em função da concentração de Si (apuf) (WinCcac; YAVUZ et al., 2015). ....	76
Fig. 5.25. Diagrama Mg + Fe <sup>2+</sup> vs. 2Al <sup>VI</sup> + R <sub>z</sub> para a clorita do depósito do Edu. ....	76



Fig. 5.26. Diagrama $Fe^{2+}$ vs. Mg para a clorita do depósito do Edu, o qual indica a substituição $Fe^{2+} \leftrightarrow Mg$ nos arranjos octaédricos da clorita, substituição comum nesse grupo mineral. ....	77
Fig. 5.27. Histograma das temperaturas obtidas para o conjunto de dados da clorita, segundo as equações de Cathelineau & Nieva (1985), Kranidiotis & MacLean (1987), Cathelineau (1988) e Zang & Fyfe (1995). ....	78
Fig. 5.28. <i>Boxplot</i> das temperaturas em função da profundidade para as amostras do furo de sondagem FTN03. ....	79
Fig. 5.29. <i>Boxplot</i> das concentrações de Fe (%) na clorita em função da profundidade para os cristais de clorita do furo de sondagem FTN03. ....	79
Fig. 5.30. <i>Boxplot</i> das concentrações de Mg (%) nas variações texturais de clorita em função da profundidade das amostras do furo de sondagem FTN03. ....	80
Fig. 5.31. Histograma das pressões obtidas para a mica branca segundo as equações de Kamzolkin et al. (2016). ....	81
Fig. 5.32. <i>Boxplot</i> com a variação das pressões estimadas para a mica branca, em função da profundidade, para o furo de sondagem FTN03. ....	81
Fig. 5.33. <i>Boxplot</i> das distâncias obtidas em relação a um hipotético centro térmico segundo as razões Ti/Ni, Ti/K e Mg/Ca. ....	83
Fig. 6.1. Diagrama do conteúdo em $Al^{IV}$ em relação à temperatura, segundo as equações de Cathelineau & Nieva (1985), Kranidiotis & MacLean (1987), Cathelineau (1988) e Zang & Fyfe (1995).....	86
Fig. 6.2. Gráfico de temperatura e pressão de formação de depósitos da Província Aurífera de Alta Floresta.....	88

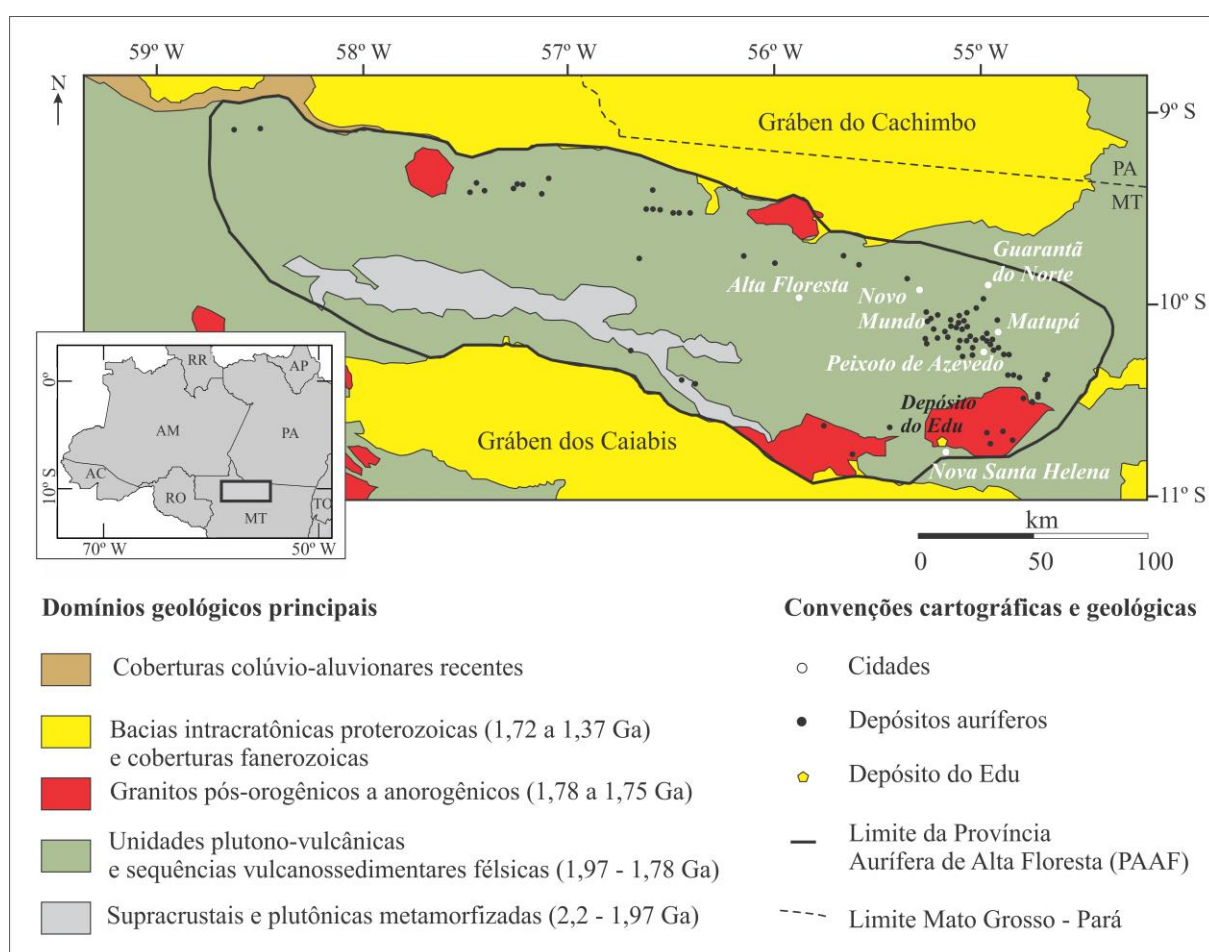
## SUMÁRIO

1.1	INTRODUÇÃO .....	14
1.2	PROBLEMÁTICA E JUSTIFICATIVA .....	18
1.3	OBJETIVOS .....	18
2	GEOLOGIA REGIONAL .....	19
2.1	CONTEXTO GEOLÓGICO DO DEPÓSITO DO EDU .....	28
3	MATERIAIS E MÉTODOS .....	33
3.1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	33
3.2	PROVENIÊNCIA DAS AMOSTRAS .....	33
3.3	PETROGRAFIA .....	34
3.4	MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA .....	34
3.5	MICROSSONDA ELETRÔNICA .....	34
4	BASE TEÓRICA DO MÉTODO UTILIZADO .....	37
4.1	GEOTERMOMETRIA DA CLORITA .....	37
4.2	GEOBAROMETRIA DA MICA BRANCA .....	39
4.3	QUÍMICA MINERAL DA CLORITA COMO GUIA PROSPECTIVO .....	40
5	RESULTADOS .....	42
5.1	PETROGRAFIA .....	42
5.1.1	CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA DA MICA BRANCA .....	47
5.1.2	CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA DA CLORITA .....	58
5.2	QUÍMICA MINERAL .....	68

5.2.1	QUÍMICA MINERAL DA MICA BRANCA .....	68
5.2.2	QUÍMICA MINERAL DA CLORITA .....	72
5.3	GEOTERMOMETRIA DA CLORITA .....	77
5.4	GEOBAROMETRIA DA MICA BRANCA .....	80
5.5	QUÍMICA MINERAL DA CLORITA COMO GUIA PROSPECTIVO .....	82
6	DISCUSSÕES .....	84
7	CONCLUSÕES .....	91
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	93
	APÊNDICE A .....	101
	APÊNDICE B .....	104
	APÊNDICE C .....	107
	APÊNDICE D .....	115
	APÊNDICE E .....	124
	APÊNDICE F .....	128
	APÊNDICE G .....	129
	APÊNDICE H .....	131
	APÊNDICE I .....	132
	APÊNDICE J .....	133

## 1.1 INTRODUÇÃO

A Província Aurífera de Alta Floresta (PAAF) (DARDENE & SCHOBENHAUS, 2001; SOUZA et al., 2005; PAES DE BARROS, 2007), também denominada de Província Aurífera Juruena-Teles Pires (SILVA & ABRAM, 2008), Província Mineral de Alta Floresta (SOUZA et al., 2005), ou Domínio Alta Floresta (SANTOS et al., 2001), configura uma área com mais de 500 km de extensão de direção WNW-SSE na porção sul do Cráton Amazônico (norte do estado de Mato Grosso). A província está limitada ao sul pelo Gráben dos Caiabis e ao norte pelo Gráben do Cachimbo, que a separa da Província Mineral do Tapajós (PMT) (COUTINHO et al., 1998), no Pará (Fig. 1.1).



**Fig. 1.1.** Mapa simplificado dos domínios geológicos da Província Aurífera de Alta Floresta. Modificado e simplificado de Paes de Barros (2007).

Em relação à compartimentação geotectônica do Cráton Amazônico, a PAAF pode ser considerada como parte de distintas províncias, a depender do modelo adotado. Está, portanto, contida entre as províncias geocronológicas Ventuari-Tapajós (1,95-1,8 Ga) e Rio Negro-Juruena (1,8-1,55 Ga), na concepção de Tassinari & Macambira (1999), ou entre as províncias

tectônicas-estruturais Tapajós-Parima (2,03-1,88 Ga) e Rondônia-Juruena (1,82-1,54 Ga), no modelo de Santos et al. (2000). Independente do modelo proposto, é consenso que a PAAF seja predominantemente constituída por seqüências plutono-vulcânicas formadas em ambientes de arcos continentais durante o Paleoproterozoico (TASSINARI & MACAMBIRA, 1999; SOUZA et al., 2005; SANTOS et al., 2006; SILVA & ABRAM, 2008).

O potencial aurífero da PAAF pode ser demonstrado por sua produção acumulada no período de 1980-1999, na ordem de 120 toneladas, responsável por destacá-la no panorama nacional como uma das principais regiões auríferas do Brasil. Essa exploração tem ocorrido por meio de atividade garimpeira e iniciada na década de 1960, com a descoberta de ouro aluvionar ao longo do rio Juruena (oeste da província) (Fig. 1.2) (LACERDA FILHO et al., 2004). Com o avanço da atividade garimpeira para o seu segmento leste, em 1978 foram reportadas as primeiras ocorrências auríferas na região que abrange os municípios de Peixoto de Azevedo e Matupá (LACERDA FILHO et al., 2004). Nos anos seguintes, essa atividade possibilitou a descoberta de inúmeros depósitos auríferos aluvionares ao longo do rio Peixoto de Azevedo e seus afluentes. Após a diminuição e exaustão dos depósitos de ouro aluvionar e coluvionar, a atividade garimpeira passou a ser concentrada em mineralizações primárias. A partir desse novo enfoque, mais de uma centena de depósitos primários de médio a alto teor e pequeno porte (<5 t) têm sido explorados na PAAF (PAES DE BARROS, 2007). Em 2016, a Cooperativa dos garimpeiros do Vale do Rio Peixoto (COOGAVEPE) relatou uma produção de 5,4t de ouro (valor superior a 60% da produção de ouro de origem garimpeira do estado do Mato Grosso) (PORTAL DA MINERAÇÃO, 2018). Além do mais, com a ascensão do preço do ouro no mercado internacional na década de 2000 (aumento superior a 3 vezes de seu valor real) (SHAFIEE & TOPAL, 2010; KITCO, 2018), várias mineradoras, principalmente *junior companies* (e.g. Altamira Gold, Crusader Resources, International Goldfields, Rio Novo Gold), têm investido na descoberta de depósitos ou na reavaliação de áreas de antigo potencial. Exemplos de grandes resultados têm sido demonstrados pela BioGold, com a implantação de uma mina a céu aberto para exploração de Au de perfil oxidado (ouro laterítico); e pela empresa Anglo American, que em 2017 divulgou a descoberta de um grande depósito de Cu + Mo ± Zn ± Au do tipo pórfiro. Esses resultados têm se concentrado na região da agrovila de União do Norte, no município de Peixoto de Azevedo (RIO NOVO, 2010; ABPM, 2014; CRUSADER, 2016; ABREU, 2017; CRUSADER, 2017; ALTAMIRA GOLD, 2018).



**Fig. 1.2.** Mapa geomorfológico da região norte do Estado de Mato Grosso que abrange a Província Aurífera de Alta Floresta. Modificado de IBGE (2010).

Neste contexto, grande parte dos depósitos auríferos primários da província estão concentrados em seu setor leste, na região que compreende os municípios de Novo Mundo, Guarantã do Norte, Matupá, Peixoto de Azevedo e Nova Santa Helena, em um alinhamento de direção NW-SE, com aproximadamente 140 km de extensão e 30 km de largura, denominado Peru-Trairão (PAES DE BARROS, 2007; MIGUEL JÚNIOR, 2011; ASSIS et al., 2014). A maioria desses depósitos ocorre hospedado no Terreno Peixoto, inicialmente definido por Paes de Barros (2007), e recentemente cartografado como Domínio Peixoto (RIZZOTTO et al., 2017).

A grande maioria desses depósitos está hospedada em suítes graníticas oxidadas do tipo I (série da magnetita), cálcio-alcalinas a alcalinas, metaluminosas a levemente peraluminosas, de médio a alto potássio e que variam de composição tonalítica-granodiorítica a sienogranítica-monzogranítica; embora um menor número de mineralizações auríferas esteja hospedada em sequências vulcânicas e vulcanoclásticas intrudidas por granitoides e granófiros alcalinos do tipo A<sub>2</sub> (PAES DE BARROS, 2007; ASSIS, 2011; ASSIS et al., 2014; BETTENCOURT et al., 2016). No conjunto, a maior parte dessas unidades teriam se formado em ambientes de arcos magmáticos (SOUZA et al., 2005; SILVA & ABRAM, 2008; ASSIS, 2015) desenvolvidos e progressivamente acrescidos ao protocráton formado pela Província Amazônica Central no decorrer do Paleoproterozoico (TASSINARI & MACAMBIRA, 1999; SOUZA et al., 2005; SILVA & ABRAM, 2008), a partir de magmas mantélicos que teriam

evoluído com menor aporte de material crustal (MOURA, 1998; PAES DE BARROS, 2007; ASSIS, 2008; SILVA & ABRAM, 2008; ASSIS, 2015).

Nesse cenário, as mineralizações auríferas da PAAF têm sido agrupadas em quatro tipos principais, com base na paragênese e modo de ocorrência do minério (PAES DE BARROS, 2007; ASSIS, 2011; XAVIER et al., 2011; ASSIS et al., 2014): (1) depósitos de Au ± Cu disseminados (e.g. depósitos Luizão, X1, Serrinha e Pé Quente) e (2) depósitos filonares e estruturalmente controlados de Au ± Cu (e.g. Edu, Paraíba, Pezão, Basílio e Peteca), ambos predominantemente representados por pirita, além de concentrações variáveis de calcopirita e hematita (PAES DE BARROS, 1994; PAES DE BARROS, 2007; MOURA et al., 2006; ASSIS, 2011; RODRIGUES, 2012; TEIXEIRA, 2015; TREVISAN, 2015; QUISPE, 2016); (3) depósitos de Au ± Mo ± Cu disseminados (e.g. depósitos Ana e Jaca) constituídos por pirita e concentrações variáveis de molibdenita e calcopirita (NOVO, 2015; KONDRASOVAS, 2016) e (4) depósitos filonares de Au + Zn + Pb ± Cu estruturalmente controlados (e.g. Francisco, Bigode e Luiz), com pirita, esfalerita, galena, além de digenita e calcopirita subordinadas (ASSIS, 2011; TREVISAN, 2015).

Os modelos descritivo e genético desses depósitos têm permitido classificá-los como derivados de sistemas magmático-hidrotermais em que os sistemas do tipo Au ± Cu (grupos 1 e 2) seriam equivalentes ao modelo do tipo Au-pórfiro (MOURA et al., 2006; SILVA & ABRAM, 2008; ASSIS, 2011; ASSIS, 2015), enquanto que as mineralizações pertencentes aos grupos (3) e (4) seriam representativas de sistemas epitermais polimetálicos *low* e *intermediate sulphidation* (ASSIS, 2011; TREVISAN, 2012; 2015). Em adicional, datações Re-Os em sulfetos indicam que as mineralizações pertencentes ao grupo (1) teriam se formado a partir de um único evento de idade estateriana, em  $1.786 \pm 3,2$  Ma (ASSIS ET AL., 2017). Segundo os autores, esse evento aurífero estaria temporalmente associado com o magmatismo félsico desenvolvido durante os últimos estágios de evolução do Arco Magmático Juruena, em ambiente *back-arc* (ca. 1,81-1,75 Ga).

Embora as mineralizações filonares de Au ± Cu sejam dominantes na PAAF, apenas alguns depósitos desse estilo foram objetos de estudos mais sistemáticos no setor leste da província (PAES DE BARROS, 2007; TREVISAN, 2015). Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo principal, a partir de análises de química mineral em clorita e mica branca (sericita e muscovita) hidrotermais, a compreensão das condições geotermobarométricas do depósito do Edu (Fig. 1.1), um dos principais depósitos filonares de Au ± Cu da PAAF. Esse enfoque também permitirá o melhor entendimento quanto às

condições físico-químicas de precipitação do minério do depósito, para então, compará-las com dados disponíveis para demais depósitos da província.

## **1.2 PROBLEMÁTICA E JUSTIFICATIVA**

Embora os principais atributos geológicos (e.g. hospedeiras, tipos e estilos de alteração hidrotermal, paragênese e litogeoquímica do minério, relação espacial e temporal das hospedeiras e da mineralização) dos depósitos auríferos do setor leste da Província Aurífera de Alta Floresta estejam bem definidos, estudos que enfatizem a caracterização composicional de minerais hidrotermais no decorrer de seu caminho evolutivo, com desdobramento geotermobarométrico e posteriores comparações, são escassos e restritos. Esse fato torna-se mais marcante em relação aos depósitos estruturalmente controlados. Apenas poucos estudos de inclusões fluidas em quartzo associado ao minério foram realizados com essa finalidade (e.g. PAES DE BARROS, 2007; ASSIS, 2015; TREVISAN, 2015).

Nesse sentido, a estimativa de parâmetros físico-químicos do fluido hidrotermal, sobretudo pressão e temperatura (condições P-T), são fundamentais para a comparação entre fluidos hidrotermais de distintos estilos de mineralização e depósitos auríferos, compreensão da evolução de sistemas magmáticos-hidrotermais e definição de modelos genéticos na PAAF.

Desse modo, o depósito aurífero do Edu foi selecionado para o desenvolvimento deste estudo, pois corresponde a um dos principais depósitos filonares de Au ± Cu da província, com o diferencial de apresentar dois estilos distintos de mineralização: minério filonar (milonítico e predominante), e minério disseminado em rochas graníticas.

## **1.3 OBJETIVOS**

A partir da análise da composição química da clorita e mica branca, minerais comumente reportados nas paragêneses hidrotermais dos depósitos auríferos da Província de Alta Floresta, este estudo tem por objetivos principais (1) estimar as condições P-T da precipitação do minério, por conseguinte, de parâmetros físico-químicos do fluido mineralizante do depósito de Au ± Cu do Edu; (2) ter uma melhor compreensão do processo de precipitação do minério; e (3) comparar os parâmetros de temperatura e pressão do ambiente de formação do minério do depósito do Edu aos dados de geotermobarometria de mineralizações auríferas da PAAF disponíveis na literatura, tanto entre depósitos do mesmo tipo como de tipos distintos.



## 2 GEOLOGIA REGIONAL

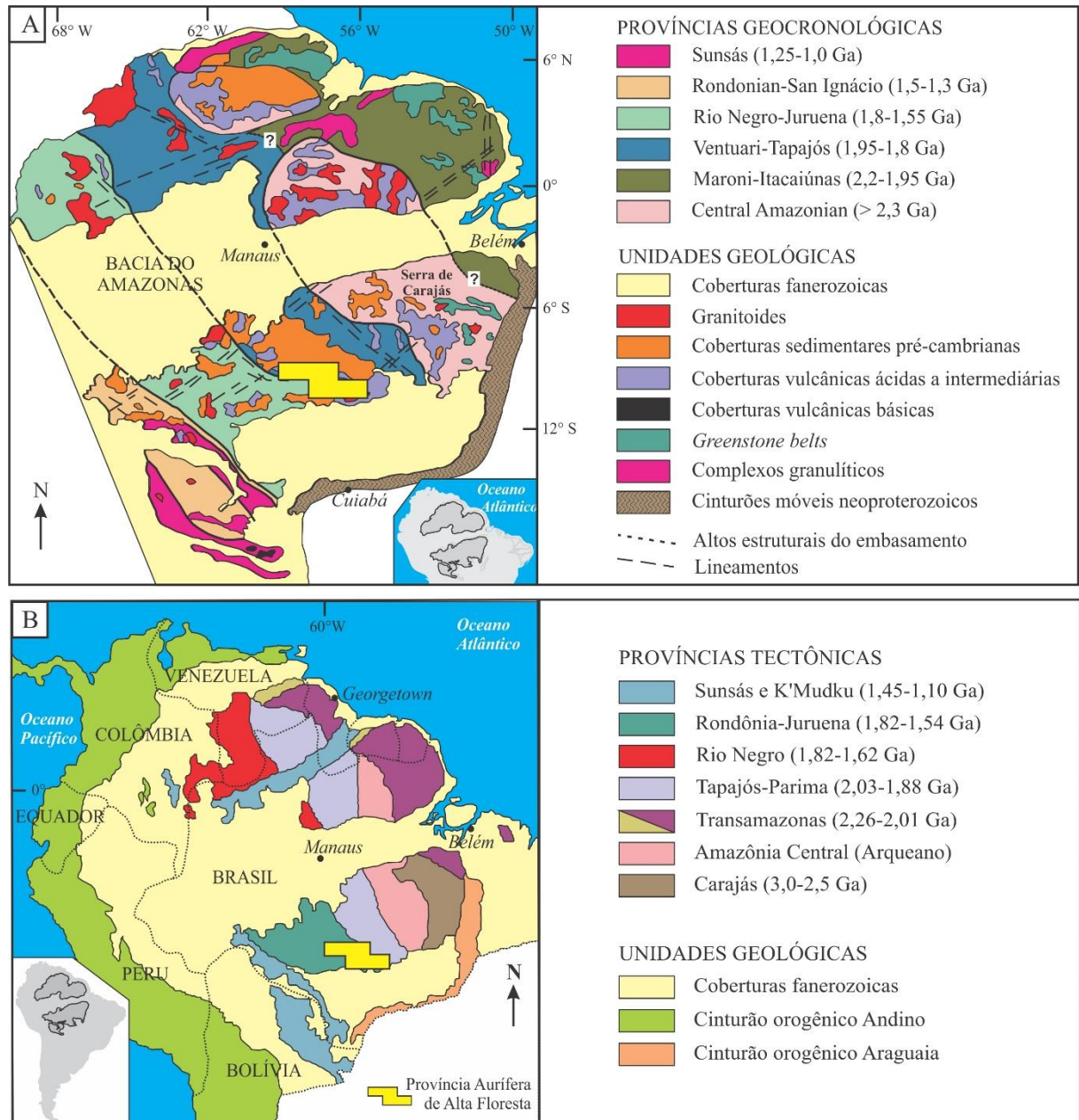
A Província Aurífera de Alta Floresta (PAAF) configura uma área com mais de 500 km de extensão, na direção WNW-SSE, ao sul do Cráton Amazônico, o qual consiste em um segmento crustal estabilizado a cerca 1,0 Ga, circundado pelas faixas móveis neoproterozoicas de Tucavaca (na Bolívia), Araguaia-Cuiabá (Brasil Central) e Tocantins (no norte do Brasil) (ALMEIDA et al., 1976; 1978; 1981; CORDANI et al., 1988; TASSINARI & MACAMBIRA, 1999). Com aproximadamente 430.000 km<sup>2</sup>, o Cráton Amazônico representa uma das maiores regiões cratônicas do planeta, separada em dois escudos pré-cambrianos pela bacia paleozoica Solimões-Amazonas: Escudo do Brasil Central (ou Guaporé; ao sul) e Escudo das Guianas (ao norte da bacia) (TASSINARI & MACAMBIRA, 1999; TASSINARI et al., 2000; DARDENE & SCHOBENHAUS, 2001).

A partir da análise integrada de determinações isotópicas, proporções entre litotipos, dados estruturais, geoquímicos e geofísicos, o Cráton Amazônico pode ser subdividido, a depender do modelo adotado, em distintas províncias de orientação predominante NW-SE (TASSINARI & MACAMBIRA, 1999; SANTOS et al., 2000; CORDANI & TEIXEIRA, 2007). Contudo, é consenso que as unidades que o compõem teriam se formado em ambientes de arcos magmáticos progressivamente agregados ao protocráton arqueano formado pela Província Amazônia Central, no decorrer do Paleoproterozoico e Mesoproterozoico (TASSINARI & MACAMBIRA, 1999; SOUZA et al., 2005; SANTOS, 2006; SILVA & ABRAM, 2008).

Nesse contexto, a depender do modelo adotado, a PAAF é considerada como parte de distintas províncias, cujos limites espaciais e temporais diferem na compartimentação do Cráton Amazônico (Fig. 2.1). Estaria, portanto, contida entre as províncias geocronológicas Ventuari-Tapajós (1,95-1,8 Ga) e Rio Negro-Juruena (1,8-1,55 Ga), na concepção de Tassinari & Macambira (1999) (Fig. 2.1-A), ou entre as províncias tectônicas-estruturais Tapajós-Parima (2,03-1,88 Ga) e Rondônia-Juruena (1,82-1,54 Ga), no modelo de Santos et al. (2000; 2006) (Fig. 2.1-B).

De acordo com Tassinari & Macambira (1999), a província geocronológica Ventuari-Tapajós é predominantemente constituída por rochas graníticas cálcio-alcálicas sin- a pós-orogênicas (1,95-1,8 Ga), enquanto que na província Rio Negro-Juruena dominam rochas graníticas cálcio-alcálicas a alcálicas (1,8-1,55 Ga), além de remanescentes de sequências sedimentares deformadas e metamorfizadas (2,1-1,92 Ga). Segundo o modelo de Santos et al. (2000; 2006), a província tectônica-estrutural Tapajós-Parima é constituída por unidades

plutono-vulcânicas que variam de composição tonalítica a granítica (2,03-1,88 Ga), ao passo que a província Rondônia-Juruena consiste de granitoides cálcio-alcálicos e seqüências vulcanossedimentares (1,82-1,54 Ga).



**Fig. 2.1.** Localização da Província Aurífera de Alta Floresta de acordo com os modelos de (A) Tassinari & Macambira (1999) e (B) Santos et al. (2006). A quadrícula referente a PAAF corresponde a área de mapeamento regional do projeto “Geologia e Recursos Minerais da Província Mineral de Alta Floresta” realizado pela CPRM e integrado por Souza et al. (2005).

A distinção entre os modelos tectônicos para a evolução do Cráton Amazônico ocorre principalmente devido a obtenção de distintos métodos e valores geocronológicos para as

províncias. Desse modo, novos limites geológicos são estabelecidos com a obtenção de dados geocronológicos mais robustos (e.g. Sm-Nd em rocha total, U-Pb em cristais de zircão por LA-ICP-MS e SHRIMP).

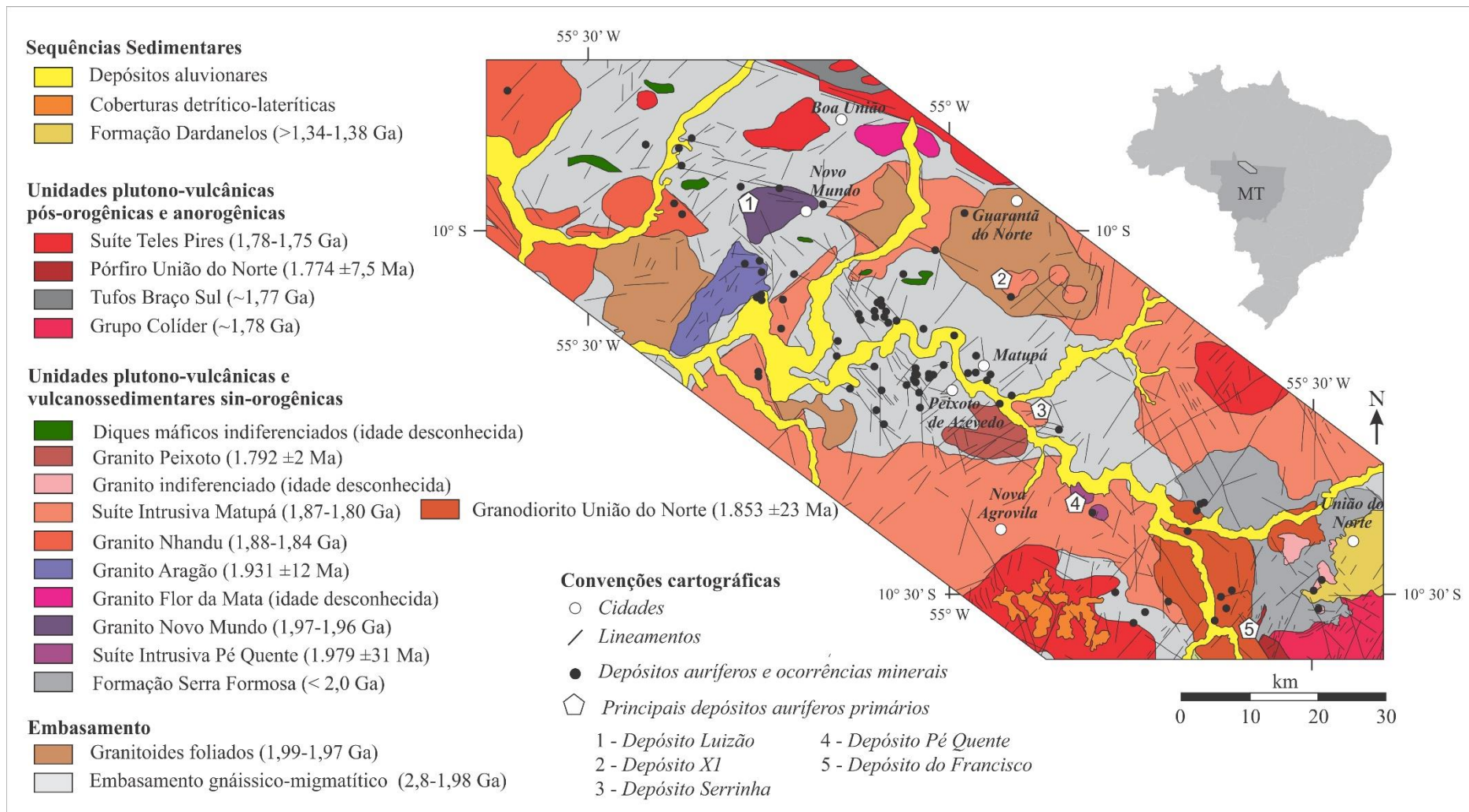
Em ambos os modelos, contudo, tais províncias são interpretadas como produtos da geração de sucessivos arcos magmáticos relacionados a eventos de subducção de baixo ângulo de mergulho, de sudoeste para nordeste, que teriam evoluído tanto por processos de diferenciação mantélica quanto por processos acrescionários e de retrabalhamento de crosta continental (TASSINARI & MACAMBIRA, 1999; SANTOS et al., 2000; TASSINARI et al., 2000; SANTOS, 2003; TASSINARI & MACAMBIRA, 2004; CORDANI & TEIXEIRA, 2007). Alternativamente, Juliani et al. (2013) ainda propõem um modelo de estruturação para a parte sul do Cráton Amazônico em dois arcos magmáticos paleoproterozoicos, de direção E-W, denominados de Arcos Tapajônicos: um mais antigo (2,13-1,95 Ga), na parte sul, superposto por outro mais jovem (1,89-1,87 Ga), a norte. De modo distinto, Juliani et al. (2013) ainda sugerem que esses arcos foram gerados a partir da subducção de placa oceânica sob placa continental arqueana a paleoproterozoica, de sul para norte.

Independente do modelo adotado, é consenso que a Província Aurífera de Alta Floresta seja predominantemente constituída por sequências plutônicas, vulcânicas e vulcanossedimentares félsicas geradas em ambiente de arcos continentais paleoproterozoicos. As unidades que a compõem, especialmente seu segmento leste, são predominantemente representadas por suítes graníticas cálcio-alcalinas a alcalinas oxidadas do tipo I (série da magnetita), metaluminosas a levemente peraluminosas, de médio a alto potássio, de composição tonalítica a monzogranítica, além de sequências vulcânicas, subvulcânicas e vulcanoelásticas intrudidas por granitoides alcalinos (granitos tipo A) (PAES DE BARROS, 2007; ASSIS, 2011; ASSIS et al., 2014; BETTENCOURT et al., 2016). No conjunto, essas unidades apresentam idades de cristalização de 2,03 a 1,75 Ga, idades modelo  $T_{DM}$  entre 2,76 e 2,15 Ga, além de valores  $\epsilon_{Nd(t)}$  entre -7,62 e 3,09 (MOURA, 1998; SANTOS et al., 2000; SOUZA et al., 2005; PAES DE BARROS, 2007; SILVA & ABRAM, 2008; ASSIS et al., 2014; ASSIS, 2015; BETTENCOURT et al., 2016). Esses dados são coerentes com os demais domínios acrescionários do cráton, visto indicarem magmatismo de fonte predominantemente paleoproterozoica, com contribuição arqueana, em ambiente de arco magmático com variada contribuição crustal.

No geral, as unidades que compõem a PAAF podem ser agrupadas em quatro domínios geológicos principais (ASSIS, 2015): (I) embasamento granítico deformado e

metamorfizado (2,84-1,97 Ga); (II) sequências plutono-vulcânicas e vulcanossedimentares félsicas, não metamorfizadas, pertencentes à série da magnetita (1,97-1,78 Ga); (III) unidades plutono-vulcânicas pós-orogênicas e anorogênicas (1,78-1,75 Ga); e (IV) sequências sedimentares clásticas (ca. 1,72-1,37 Ga). As principais unidades geológicas do setor leste da PAAF estão representadas em mapa geológico na escala 1:25.000 (Fig. 2.2), e temporalmente organizados, em função de relações de campo, dados geocronológicos e isotópicos, no Quadro 2.1.

Em geral, o embasamento da província corresponde a áreas fortemente arrasadas e com escassez de afloramentos. Atualmente está individualizado em dois complexos principais: Bacueri-Mogno (2,24 Ga; PIMENTEL, 2001) e Cuiú-Cuiú (1,99-1,97 Ga; SOUZA et al., 2005; PAES DE BARROS, 2007; ASSIS, 2015), este correlacionável à Província Mineral do Tapajós. No geral, apenas o Complexo Cuiú-Cuiú é reconhecido no setor leste da PAAF, especificamente nas proximidades dos municípios de Peixoto de Azevedo e Novo Mundo. Consiste predominantemente de migmatitos e gnaisses graníticos a tonalíticos intrudidos por granitoides cálcio-alcálicos foliados de composição tonalítica a monzogranítica (PAES DE BARROS, 2007). Baseados em idades de cristalização entre 2,84 e 2,79 Ga (Gnaiss Gavião), Paes de Barros (2007) e Santos et al. (2015) sugerem um embasamento heterogêneo para a província, com presença de crosta arqueana e, portanto, correlacionável ao Complexo Xingu. Ademais, esse embasamento é recoberto por vulcanoclásticas da Formação Serra Formosa (ca. 2,0 Ga; MIGUEL JÚNIOR, 2011; ASSIS et al., 2012), composta por arenitos arcoseanos, arenitos líticos e conglomerados polimíticos.



**Fig. 2.2.** Mapa geológico em escala 1:25.000 do segmento leste da Província Aurífera de Alta Floresta, elaborado a partir dos trabalhos realizados pelo grupo de pesquisa “Evolução Crustal e Metalogênese” (IG-UNICAMP), em parceria com a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Modificado de Miguel-Jr (2011).

**Quadro 2.1.** Principais unidades geológicas, geocronologia e ambientes tectônicos do setor leste da Província Aurífera de Alta Floresta.

<b>DOMÍNIOS GEOLÓGICOS</b>	<b>UNIDADES GEOLÓGICAS</b>	<b>IDADES (Ma)</b>	<b>AMBIENTE TECTÔNICO</b> (idades $T_{DM}$ em Ga)	<b>REFERÊNCIAS</b>
<b>Sequências sedimentares</b>	<b>Depósitos aluvionares</b> Cascalho, areia, silte e argila	Quaternário	(Sedimentos intra-cratônicos inconsolidados)	Souza et al. (2005)
	<b>Coberturas detrito-lateríticas</b> Coberturas lateríticas ferruginosas	Mezozoico e Cenozoico	(Laterização intra-cratônica)	Souza et al. (2005)
	<b>Formação Dardanelos</b> Arenitos síltico-argilosos mal selecionados, imaturos e laterizados	>1.383 a 1.344 <sup>(4)</sup>	Bacia <i>pull-apart</i> ou <i>strike slip</i>	Leite & Saes (2003), Souza et al. (2005)
<b>Unidades plutono-vulcânicas pós-orogênicas a anorogênicas (granitos tipo A)</b>	<b>Suíte Teles Pires</b> Álcali-feldspato granito, granito porfirítico, granófiros, riolito, riodacito, dacito, andesito, tufos, brechas e ignimbritos	1.782 ±17 a 1.757 <sup>(1) (2)</sup>	(Granito do tipo A pós-orogênico; vulcânicas, subvulcânicas, piroclásticas e epiclásticas associadas) (1.94 < $T_{DM}$ < 2.28; -3.4 < $\epsilon_{Nd(t)}$ < +3)	Santos (2000), Pinho et al. (2003), Souza et al. (2005), Silva & Abram (2008), Assis (2015)
	<b>Pórfiro União do Norte*</b> Álcali-feldspato granito a monzogranito porfirítico	1.774 ±7,5 <sup>(1)</sup>	(Granito do tipo A pós-orogênico)	Assis (2011), Miguel Jr. (2011)
	<b>Grupo Colíder*</b> Rochas vulcânicas, subvulcânicas, piroclásticas e epiclásticas intermediárias a ácidas	1.786 ±17, 1.785 ±6,3, 1.781 ±8 <sup>(1)</sup>	Ambiente de arco vulcânico cálcio-alcalino sin- a pós-orogênico (1.94 < $T_{DM}$ < 2.34; -3.4 < $\epsilon_{Nd(t)}$ < +3)	JICA/MMAJ (2000), Pimentel (2001), Silva & Abram (2008)

(continua na próxima página)

**Quadro 2.1.** (continuação)

<b>Unidades plutono-vulcânicas e sequências vulcano-sedimentares félsicas (granitos tipo I)</b>	<b>Granito Peixoto*</b> Biotita monzogranito, biotita granodiorito e biotita tonalito	1.792 ±2 <sup>(3)</sup>	Arco vulcânico sin-orogênico cálcio-alcálico	Paes de Barros (2007)
	<b>Granodiorito União do Norte</b> Biotita-hornblenda granodiorito e biotita-hornblenda tonalito	1.853 ±23 <sup>(1)</sup>	Arco vulcânico cálcio-alcálico	Assis (2011), Miguel Jr. (2011)
	<b>Granito indiferenciado</b> Sienogranito, monzogranito, sienito e quartzo-monzonito	Idade desconhecida	Arco vulcânico cálcio-alcálico	Assis et al. (2012)
	<b>Suíte Intrusiva Matupá*</b> Biotita granito, biotita monzogranito, hornblenda monzogranito, biotita-hornblenda monzonito, hornblenda monzodiorito, biotita-hornblenda monzogranito, biotita monzogranito, sieno-monzogranito porfirítico- <i>rapakivi</i>	1.872 ±12 a 1.863 ±4,8 <sup>(2)(3)</sup>	Arco vulcânico sin-orogênico cálcio-alcálico (2,15 < T <sub>DM</sub> < 2,34; -4,3 < ε <sub>Nd(t)</sub> < +3,04)	Moura (1998), Souza et al. (2005), Assis (2011), Assis (2015)
	<b>Granito Nhandu*</b> Sienogranito, e monzogranito com subvulcânicas subordinadas	1.889 ±17; 1.879 ±5,5 e 1.848 ±17 <sup>(1)(2)</sup>	Arco vulcânico sin-orogênico cálcio-alcálico (2,14 < T <sub>DM</sub> < 2,17; ε <sub>Nd(t)</sub> = -0,91)	JICA/MMAJ (2000), Moreton & Silva (2005), Silva e Abram (2008)
	<b>Granito Guarantã*</b> Biotita granodiorito a biotita tonalito	1.904 ±4,6 a 1.901 ±6,8 <sup>(1)</sup>	Arco vulcânico cálcio-alcálico (2,36 < T <sub>DM</sub> < 2,29; -5,49 < ε <sub>Nd(t)</sub> < -4,46)	Assis (2015)
	<b>Granito Aragão*</b> Sienogranito, e monzogranito com fácies porfirítica e microgranítica	1.931 ±12 <sup>(1)</sup>	Arco vulcânico cálcio-alcálico	Vitório (2010), Miguel Jr. (2011), Ramos (2011)

(continua na próxima página)

**Quadro 2.1** (continuação)

<b>Unidades plutono-vulcânicas e sequências vulcano-sedimentares félsicas (granitos tipo I)</b>	<b>Granito Flor da Mata</b> Álcali-feldspato granito, sienogranito, monzonito e granodiorito	Idade desconhecida (correlacionado ao Granito Novo Mundo)	Arco vulcânico cálcio-alcálico	Ramos (2011)
	<b>Granito Novo Mundo*</b> Sienogranito, monzogranito, granodiorito, quartzo-monzonito e monzonito	$1.970 \pm 3$ a $1.964 \pm 1$ <sup>(3)</sup>	Arco vulcânico sin-orogênico cálcio-alcálico $(2,55 < T_{DM} < 2,76;$ $-7,62 < \epsilon_{Nd(t)} < -4,48)$	Paes de Barros (2007)
	<b>Suíte Pé Quente*</b> Monzonito, quartzo-monzonito, quartzo-monzodiorito, monzodiorito, albitito fino, granodiorito apolítico e biotita tonalito	$1.979 \pm 31$ <sup>(1)</sup>	Arco vulcânico cálcio-alcálico	Assis (2011), Miguel Jr. (2011)
	<b>Unidade vulcanoclástica Serra Formosa*</b> Arenito-feldspático, grauvacca-feldspática, arenito-lítico e conglomerado arenoso polimítico matriz-suportado	$>1.718$ <sup>(4)</sup> $<2.009$ <sup>(4)</sup>	Bacia <i>back-arc</i> em margem continental ativa	Assis (2011), Miguel Jr. (2011)
<b>Embasamento: supracrustais e sequências plutônicas metamorfizadas</b>	<b>Granitoides do embasamento</b> Quartzo diorito, tonalito, granodiorito e monzogranito foliados	$1.998$ a $1.978 \pm 8$ <sup>(1)(2)(3)</sup>	Arco vulcânico cálcio-alcálico	Paes de Barros (2007), Assis (2015)
	<b>Gnaisses e migmatitos</b> Anfibolito e ortogneisse de composição monzonítica, tonalítica e granítica, parcialmente migmatizados	$2.816 \pm 4$ a $1.980 \pm 8,8$ <sup>(1)(2)(3)</sup>		Souza et al. (2005), Paes de Barros (2007), Assis (2015)
<b>Legenda:</b> <sup>(1)</sup> Datação U-Pb LA-ICP-MS em zircão <sup>(3)</sup> Datação por evaporação de Pb em zircão      *Unidades hospedeiras de depósitos auríferos <sup>(2)</sup> Datação U-Pb SHRIMP em zircão <sup>(4)</sup> Datação U-Pb LA-ICP-MS em zircão detrítico				



O Complexo Cuiú-Cuiú é intrudido por diversos granitoides cálcio-alcálicos oxidados, pertencentes ao domínio das sequências plutono-vulcânicas e vulcanossedimentares félsicas (granitoides do tipo I). Nesse grupo estão incluídos a Suíte Pé Quente (1,97 Ga; ASSIS, 2011; MIGUEL JÚNIOR, 2011), granitos Novo Mundo (1,97-1,96 Ga; PAES DE BARROS, 2007), Aragão (1,93 Ga; MIGUEL JÚNIOR, 2011) e Flor da Mata, de idade indeterminada. Essas unidades, indeformadas e não metamorfizadas, correspondem aos sistemas graníticos mais antigos do segmento leste da província. Com exceção do Granito Flor da Mata, os demais hospedam mineralizações auríferas filonares ou disseminadas. Esses plutons mais antigos, em conjunto ao Complexo Cuiú-Cuiú, têm sido denominados Domínio Peixoto (PAES DE BARROS, 2007; RIZZOTTO et al., 2017), e possivelmente representam um prolongamento da Província Mineral do Tapajós sob o Gráben dos Caiabis (ASSIS, 2015; RIZZOTTO et al., 2017). Essas unidades ainda são truncadas por plútons sin-orogênicos de composição cálcio-alcálica, representados pelo Granito Nhandu (1,97-1,96 Ga; BARROS et al., 2015), Granito Garantã (1,90 Ga; ASSIS, 2015), Suíte Matupá (1,87-1,86 Ga; MOURA, 1998; SOUZA et al., 2005; ASSIS, 2015), Juruena (1,85-1,82 Ga; JICA/MMAJ, 2000) e Granito Peixoto (1,79-1,78 Ga; PAES DE BARROS, 2007; SILVA, 2014) (DEZULA et al., 2018).

Em forma de intrusões ou de extensos derrames félsicos sobre o conjunto de unidades supracitado, estão dispostas as unidades plutono-vulcânicas pós-orogênicas a anorogênicas, predominantemente representadas pelo Grupo Colíder (ca. 1,78 Ga) e Suíte Teles Pires (1,78-1,75 Ga; MORETON & MARTINS, 2005; SOUZA et al., 2005; SILVA & ABRAM, 2008; ASSIS, 2015), a qual inclui o Pórfiro União do Norte (1,77 Ga; MIGUEL JÚNIOR, 2011; ASSIS et al., 2012), Tufos Braço Sul e Sedimentos Braço Sul, de idade indeterminada (PAES DE BARROS, 2007).

O grupo Colíder, de natureza bimodal, é representado por uma grande diversidade de rochas subvulcânicas, vulcânicas, piroclásticas e epiclásticas de composição predominantemente ácida, associadas a diversos diques de vulcânicas máficas (1,80-1,77 Ga; PIMENTEL, 2001; SOUZA et al., 2005; SILVA & ABRAM, 2008, DUARTE, 2015), com idades modelo ( $T_{DM}$ ) de 2,34 Ga e  $\epsilon_{Nd(t)}$  de -3,75 (SOUZA et al., 2005). No conjunto, seus atributos litológicos, geoquímicos e geocronológicos indicam magmatismo cálcio-alcálico com contaminação crustal, correlacionável ao Arco Magmático Juruena (PIMENTEL, 2001; SOUZA et al., 2005; SILVA & ABRAM, 2008).

Intrusivos em todas as unidades anteriores ocorrem batólitos e *stocks* da Suíte Teles Pires (SANTOS, 2000), constituída de uma associação de rochas plutônicas e subvulcânicas de composição granítica (SILVA et al., 1980; SOUZA et al., 2005). Essa unidade exhibe

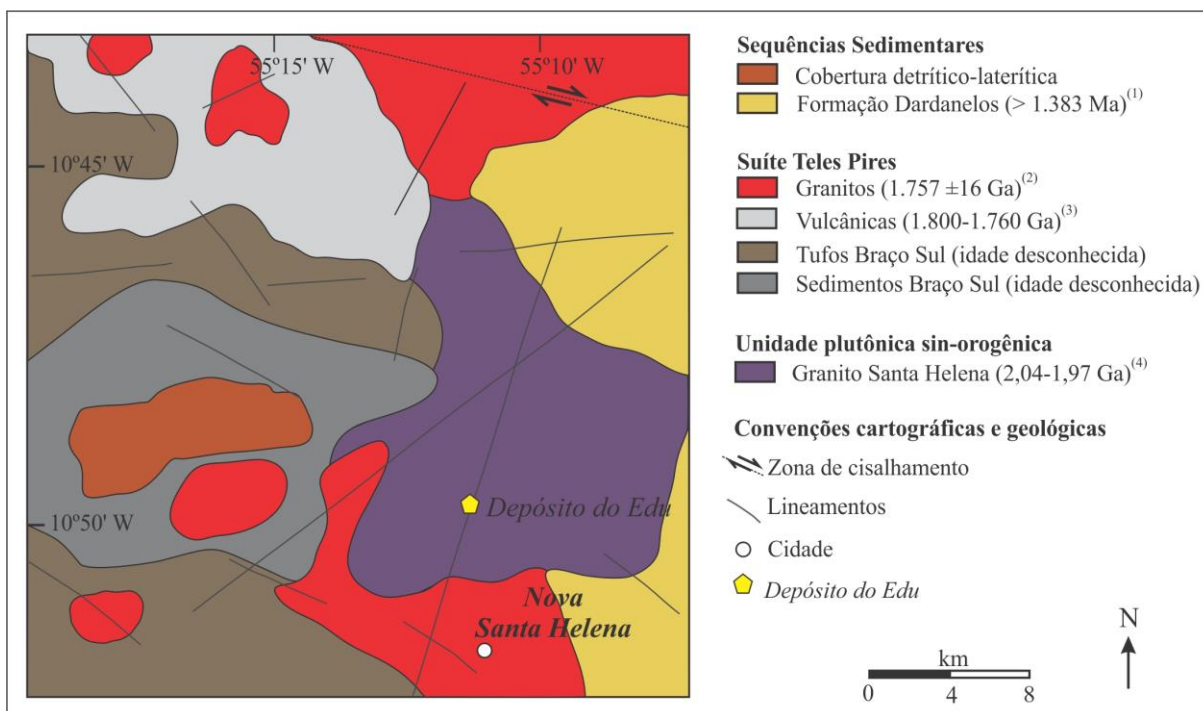
características geoquímicas de granitos do tipo A<sub>2</sub>, metaluminosos a peraluminosos. Além do mais, idades T<sub>DM</sub> entre 2,28 a 1,94 Ga e valores de ε<sub>Nd(t)</sub> entre -3,4 e +3,0 indicam forte envolvimento de material crustal (SANTOS, 2000; PINHO et al., 2003; MORETON & MARTINS, 2005; SILVA & ABRAM, 2008).

No conjunto, todas essas unidades estão recobertas por rochas sedimentares do Grupo Beneficente e Formação Dardanelos (MORETON & MARTINS, 2005; SOUZA et al., 2005), que correspondem, respectivamente, aos limites norte e sul da província. Idades Pb-Pb em cristais de zircão detrítico da Formação Dardanelos estão compreendidas entre 1,99 e 1,37 Ga, enquanto que as rochas do Grupo Beneficente apresentam idades entre 2,6 e 1,72 Ga (LEITE & SAES, 2003). É importante ressaltar que idades encontradas nos detritos de ambas as sequências mostram intervalos coerentes com as rochas das províncias Amazônia Central (Aqueano), Tapajós-Parima (2,03-1,88 Ga) e Rondônia-Juruena (1,82-1,54 Ga). Ambas sequências são interpretadas como resultantes de estiramento crustal e rifteamento, contudo, separadas temporalmente por cerca de 350 Ma (LEITE & SAES, 2003). Em adicional, a Formação Dardanelos é interpretada como resultante de uma bacia *pull-apart* em que as principais zonas de transcorrência sinistrais NW-SE da província foram responsáveis pela sua geração (SOUZA et al., 2005).

Em menor proporção, coberturas colúvio-aluvionares fanerozoicas, principalmente depósitos aluvionares cenozoicos constituídos sobretudo por arenitos e pelitos inconsolidados, completam o quadro estratigráfico da PAAF, e correspondem às hospedeiras das concentrações auríferas secundárias, inicialmente responsáveis por seu destaque nacional no cenário mineral.

## 2.1 CONTEXTO GEOLÓGICO DO DEPÓSITO DO EDU

O depósito do Edu (ASSIS et al., 2014), também denominado depósito Santa Helena (BIZOTTO, 2004; PAES DE BARROS, 2007; SILVA, 2017), localiza-se na porção sul da PAAF, no município de Nova Santa Helena. Em conjunto com outras mineralizações auríferas da província, forma um alinhamento de direção NW-SE, controlado por zonas de descontinuidade estrutural, próximo ao limite norte do gráben dos Caiabis (PAES DE BARROS, 2007; SILVA & ABRAM, 2008). As unidades que compõem a região de Nova Santa Helena incluem o granito cálcio-alcálico Santa Helena, rochas sedimentares e tufos vulcânicos do Grupo Colíder, granitos e vulcânicas pertencentes à Suíte Intrusiva Teles Pires, e rochas sedimentares da Formação Dardanelos (PAES DE BARROS, 2007) (Fig. 2.3).



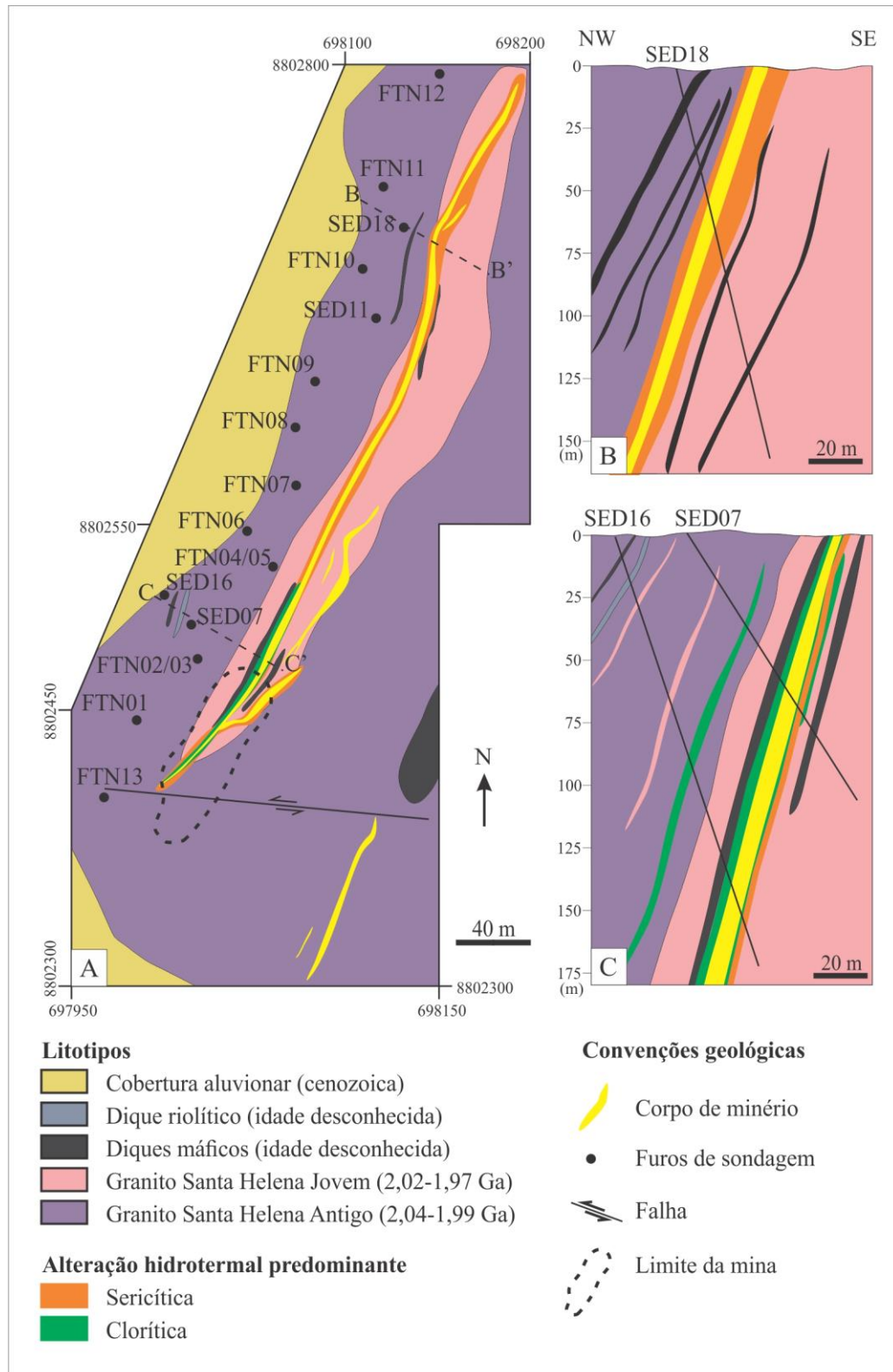
**Fig. 2.3.** Mapa geológico da região de Nova Santa Helena. Extraído de Paes de Barros (2007). Datação: <sup>(1)</sup> Bizzotto et al., (2004); <sup>(2)</sup> Santos (2000); <sup>(3)</sup> Pinho (2003); <sup>(4)</sup> Paes de Barros (2007).

O depósito do Edu (Fig. 2.4) consiste em um dos principais depósitos filonares de Au ± Cu do setor leste da PAAF. O depósito apresenta dois estilos distintos de mineralização, representados por (i) minério filonar, predominantemente encaixado em zona milonítica, e (ii) minério disseminado em rocha granítica; o que o diferencia dos típicos depósitos filonares da província.

No ano de 2000, a reserva medida do minério filonar foi 4,5 t de ouro, em um corpo de minério de 7,5 m de espessura com teor médio de aproximadamente 3,0 g/t (RTDM, 2000).

O depósito está hospedado em uma zona de cisalhamento transcorrente dúctil-rúptil de direção NNE, sinistral, com aproximadamente 400 m de extensão em superfície, que trunca rochas graníticas e, em menor proporção, diques máficos e félsicos (PAES DE BARROS, 2007). Paes de Barros (2007) sugere que essa zona de cisalhamento provavelmente esteja relacionada aos sistemas de cisalhamento transcorrentes de alto ângulo de direção NW-SE de extensão regional da PAAF. O depósito também está hospedado em duas  *fácies*  graníticas distintas (PAES DE BARROS, 2007): (1) granito Santa Helena Antigo (GSHA), representado por monzogranito e granodiorito, com idades de cristalização U-Pb em zircão entre 2,04 e

1,99 Ga; e (2) granito Santa Helena Jovem (GSHJ), representado por monzogranito com idade de cristalização entre 2,02 e 1,97 Ga (PAES DE BARROS, 2007; SILVA, 2017).



**Fig. 2.4.** (A) Mapa geológico do depósito do Edu, com seções geológicas representativas do depósito: (B) seção B-B'; e (C) seção C-C'. Modificado de Paes de Barros (2007).

O GSHJ ocorre na forma de múltiplas intrusões subverticais de pequena dimensão que interceptam o GSHA em contatos abruptos a difusos. Ambas as *fácies* apresentam afinidades cálcio-alcálicas de médio a alto potássio (PAES DE BARROS, 2007; SILVA, 2017). Silva (2017) ainda obteve idades modelo  $T_{DM}$  entre 2,32 a 2,49 Ga e  $\epsilon_{Nd(t)}$  entre -3,36 e -1,90 para ambas variações faciológicas. O granito Santa Helena apresenta características geoquímicas e geocronológicas correlacionáveis a granitos cálcio-alcálicos oxidados hospedeiros de mineralizações da porção leste da PAAF, a exemplo dos granitos Pé Quente, Novo Mundo e Nhandu, assim como às unidades do Complexo Cuiú-Cuiú.

Nesse contexto, o minério filonar está confinado em uma zona de cisalhamento constituída por quartzo-sericita milonito; ao passo que o minério granítico é representado pelo GSHJ com vênulas disseminadas de pirita + quartzo  $\pm$  calcopirita (PAES DE BARROS, 2007).

O granito Santa Helena é intrudido por diques máficos a intermediários, de composição basáltica a andesítica, que ocorrem como corpos subverticais, localmente cisalhados, subparalelos à zona mineralizada. De ocorrência mais restrita, diques de composição riolítica também estão presentes (PAES DE BARROS, 2007; SILVA, 2017).

Zonas de brechas ocorrem localmente nas rochas graníticas e nos diques máficos a intermediários. No primeiro caso, observa-se brechas no contato entre o GSHJ e o quartzo-sericita milonito, com cimento rico em quartzo entre os fragmentos do granito. Nos diques as brechas desenvolveram-se preponderantemente naqueles de composição andesítica, com fragmentos cimentados por clorita, epidoto e carbonato (PAES DE BARROS, 2007).

Em relação às alterações hidrotermais, sete fases principais são temporalmente identificadas no depósito do Edu, as quais incluem: (1) alteração sódica (albita), (2) alteração potássica (microclínio), (3) alteração sericítica, (4) alteração propilítica, (5) alteração sericítica confinada à zona de cisalhamento, (6) alteração propilítica venular, e (7) alteração carbonática (PAES DE BARROS, 2007; SILVA, 2017) (Fig. 2.5).

Fases de alteração hidrotermal do depósito do Edu							
Minerais hidrotermais	Sódica	Potássica	Sericítica I	Propilítica I	Sericítica II	PropilíticaII	Carbonática
Quartzo	—————		—————		—————		
Microclínio		—————					.....
Magnetita			.....				
Titanita	—————		—————	—————		—————	
Apatita			—————	—————		—————	
Rutilo				—————		—————	
Albita	—————						
Clorita		—————	—————	—————		—————	—————
Fengita	—————		—————	—————	—————	—————	
Epídoto			—————	—————		—————	—————
Pirita		—————	—————	—————	—————	—————	—————
Calcopirita			—————	—————	—————	—————	
Ouro				—————	—————	—————	
Calcita	—————						—————

**Fig. 2.5.** Evolução paragenética do sistema hidrotermal do depósito do Edu. Modificado de Silva (2017).

As alterações hidrotermais são distribuídas paralelamente à zona milonítica, contudo, de modo irregular. Além disso, estão sobrepostas de modo parcial a completo, o que impede a uma clara distinção entre possíveis zonas hidrotermais. Contudo, predomínios de alterações podem ser caracterizados (SILVA, 2017). A alteração sódica (fase incipiente) predomina em zonas distais. A alteração potássica, por vez, ocorre na porção mais externa da zona mineralizada. A porção intermediária é dominada pelas alterações sericítica e propilítica (clorita ± epídoto ± calcita), enquanto que nos setores proximais à zona milonítica, predomina alteração sericítica associada à silicificação (PAES DE BARROS, 2007; SILVA & ABRAM, 2008; ASSIS et al, 2014; SILVA, 2017).

A paragénese do minério do depósito do Edu é dominada por pirita, com concentrações subordinadas de calcopirita, galena, hematita, pirrotita, esfalerita, cubanita e sulfossais (BIZOTTO, 2004; PAES DE BARROS, 2007; SILVA, 2017). O ouro ocorre principalmente como inclusões e ao longo de fraturas na pirita, incluso em sulfossais de Cu e Bi; ou disperso nos silicatos, em conjunto à clorita rica em ferro (PAES DE BARROS, 2007).

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Todos os laboratórios utilizados na aquisição de dados deste trabalho estão alocados nas dependências do Departamento de Petrologia e Metalogenia, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (DPM, UNESP/Rio Claro).

#### **3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A revisão bibliográfica teve por ênfase buscar a base conceitual técnica necessária à interpretação dos resultados obtidos a partir da geotermobarometria da clorita e mica branca no contexto magmático-hidrotermal no qual os depósitos auríferos da província estão vinculados (ASSIS et al., 2015; BETTENCOURT et al., 2016).

Para tanto, foram analisados estudos referentes (1) ao contexto geotectônico, geológico e metalogenético da PAAF, (2) às mineralizações auríferas em sistemas magmáticos-hidrotermais cálcio-alcalinos, principalmente sistemas Au-Cu-Mo tipo pórfiro, (3) fundamentação teórica da geotermobarometria da clorita e mica branca em sistemas hidrotermais, (4) evolução das condições físico-químicas de fluidos hidrotermais derivados de sistemas magmáticos-hidrotermais, assim como (5) petrografia, microscopia eletrônica de varredura e microsonda eletrônica aplicadas à zonas de alteração hidrotermal e mineralizadas.

#### **3.2 PROVENIÊNCIA DAS AMOSTRAS**

Para este trabalho foram selecionadas 11 amostras oriundas de furos de sondagem representativos do depósito do Edu. As amostras são herdadas do trabalho de Paes de Barros (2007). Para cada amostra selecionada foi confeccionada uma lâmina polida no Laboratório de Laminação.

Assim, para este trabalho foram utilizadas as lâminas com as seguintes siglas:

FTN-60,80	FTN03-89,57	FTN03-100,90	FTN03-119,20
FTN03-19,60	FTN03-96,50	FTN03-108,17	FTN04-54,43
FTN03-76,95	FTN03-98,34	FTN03-113,38	

Os números 03 e 04 são referentes ao número do furo de sondagem, enquanto que os números após o hífen representam a profundidade de cada amostra no testemunho.

### 3.3 PETROGRAFIA

Essa etapa foi realizada por meio da análise petrográfica, em luz transmitida e refletida, de 11 lâminas polidas em microscópio óptico convencional Zeiss, modelo Axioskop 40, do Laboratório de Microscopia. Para o registro de fotomicrografias utilizou-se câmera fotográfica digital Canon modelo PowerShot G5, com 5 megapixels de resolução, acoplada ao microscópio petrográfico.

Essa etapa teve por objetivo principal a caracterização petrográfica dos diferentes tipos texturais e modos de ocorrência de clorita e mica branca hidrotermais (variações texturais), a qual permitiu a seleção de cristais para análise ao microscópio eletrônico de varredura (MEV) e, posteriormente, microssonda eletrônica.

A abreviação dos nomes dos minerais utilizados neste trabalho seguiu as recomendações da USGS, Subcomissão de Sistemática de Rochas Metamórficas (SIIVOLA & SCHMID, 2007). As abreviações utilizadas, em ordem alfabética de abreviação, constam a seguir:

ab = albita	hem = hematita	py = pirita
ap = apatita	ilm = ilmenita	qtz = quartzo
cal = calcita	kfs = feldspato potássico	rt = rutilo
ccp = calcopirita	mag = magnetita	ser = sericita
chl = clorita	ms = muscovita	ttn = titanita
ep = epídoto	olg = oligoclásio	zrn = zircão



### 3.4 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

As análises petrográficas foram refinadas com o uso de microscópio eletrônico de varredura JEOL, modelo JSM-6010 LA, instalado no Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura. O equipamento está equipado com sensores de elétrons retroespalhados e secundários, e espectrômetro de raios-X por dispersão de energia (*energy-dispersive X-ray spectroscopy* - EDS); operado com tensão de aceleração de 15 kV e distância focal de 10 mm.

Essa etapa teve por objetivo a verificação da presença de texturas de substituição, zoneamentos minerais e de inclusões minerais não reconhecidas no decorrer da etapa petrográfica anterior. Esse procedimento, portanto, respaldou a seleção de cristais adequados para quantificação de elementos maiores e traço por microsonda eletrônica, visto a necessidade das análises de química mineral serem efetuadas em fases minerais homogêneas.

### 3.5 MICROSSONDA ELETRÔNICA

As análises por microsonda eletrônica foram realizadas no Laboratório de Microsonda Eletrônica, com o auxílio do técnico especialista Daniel Godoy. As amostras analisadas foram previamente metalizadas com uma película de 25 nm de carbono, a exemplo de quando analisadas ao MEV. Foi utilizado o método de espectroscopia por dispersão em comprimento de onda (*wavelength-dispersive spectroscopy* – WDS) em uma microsonda eletrônica JEOL, modelo JXA-8230 *superprobe*, com tensão de aceleração de 15 kV, e corrente de 20,0 nA. A quantificação dos elementos foi efetuada em feixe de elétrons com diâmetro (*spot size*) de 10 a 5 µm. Para a calibração da microsonda eletrônica foram utilizados padrões naturais para todos os elementos analisados, apenas com exceção do Ni (Quadro 3.1); e a linha Ka.

Essa etapa teve por principal objetivo a quantificação das concentrações dos elementos maiores (Si, Al, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn), e traço (Ni, Ti, Cr, Cl, Ba) da clorita e mica branca hidrotermais, que se efetivou por meio de 309 análises pontuais: 156 em mica branca e 153 em clorita.

**Quadro 3.1.** Padrões utilizados para calibração da microsonda eletrônica para cada elemento analisado.

<b>Elemento</b>	<b>Padrão</b>	<b>Cristal</b>
Si	Ortoclásio	TAP
Ti	Ilmenita	PET
Al	Anortita	TAP
Fe	Ilmenita	LIF
Mn	Rodonita	LIF
Mg	Diopsídio	TAP
Cr	Cromita	PET
Ni	Óxido de Ni sintético	LIF
Ca	Wollastonita	PET
Na	Albita	TAP
K	Ortoclásio	PET
Ba	Barita	PET
Cl	Sodalita	PET

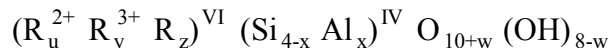
## 4 BASE TEÓRICA DOS MÉTODOS UTILIZADOS

### 4.1 GEOTERMOMETRIA DA CLORITA

Devido a estrutura cristalina e composição química da clorita refletirem parâmetros físico-químicos do seu ambiente de formação (e.g. CATHELINÉAU & NIEVA, 1985; KRANIDIOTIS & MacLEAN, 1987; ZANG & FYFE, 1995), esse grupo mineral, comumente reportado em zonas de alteração hidrotermal de sistemas minerais, é amplamente utilizado para obtenção da composição mineral do fluido, assim como da temperatura e pressão em que se formaram.

A clorita apresenta uma ampla variação composicional, resultante de uma série de substituições de elementos em sua complexa estrutura cristalina, das quais destaca-se a substituição acoplada do tipo Tschermak,  $Al^{VI}Al^{IV} \leftrightarrow (Mg,Fe)^{VI}Si^{IV}$  (INOUE et al., 2009).

A temperatura é o principal fator de controle da variação composicional da clorita (CIESIELEZUK, 2012). Portanto, esse mineral tem sido frequentemente utilizado como geotermômetro (e.g. KRANIDIOTIS & MACLEAN, 1987; JOWETT, 1991; ZANG & FYFE, 1995; INOUE et al., 2009; CIESIELEZUK, 2012). A fórmula estrutural da clorita pode ser expressa do seguinte modo (DE CARITAT et al, 1993):



onde:  $u + y + z = 6$ ,  $z = (y - w - x) / 2$ ;

w comumente é igual ou próximo a zero;

$R^{2+}$  geralmente representa  $Mg^{2+}$  ou  $Fe^{2+}$ . Também pode corresponder a  $Mn^{2+}$ ,  $V^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$  ou  $\pm Sr^{2+}$ ;

$R^{3+}$  comumente corresponde a  $Al^{3+}$  ou  $Fe^{3+}$ . Também pode representar  $\pm Cr^{3+}$ ,  $V^{3+}$  ou  $Ti^{3+}$ ;

$R_z$  corresponde a vacâncias estruturais;

e VI e IV sobrescritos representam respectivamente arranjos octaédricos e tetraédricos.

A partir da constatação da correlação entre variáveis composicionais e temperatura de formação da clorita (McDOWELL & ELDERS, 1980), diversos autores sistematicamente pesquisaram a relação entre a composição química e os parâmetros físico-químicos do ambiente de formação desse grupo mineral (e.g. CATHELINÉAU, 1988; KAVALIERIS et al., 1990; JOWETT, 1991).

Entre as abordagens utilizadas, destaca-se a calibração empírica da temperatura. Nessa abordagem a estimativa da temperatura é obtida pela combinação de informações de diferentes geotermômetros, especialmente de medições diretas de furos de sondagem, dados de inclusão fluidas de minerais coexistentes com a clorita (e.g. quartzo, CATHELINÉAU et

al., 1989), e de dados de geotermometria química de fluidos geotermiais (e.g. FOURNIER & TRUESDELL, 1973; FOURNIER & POTTER, 1982).

Com o objetivo de caracterizar a composição do fluido responsável pela geração de zonas de alteração clorítica, por meio da quantificação dos elementos maiores em cristais de clorita hidrotermal, assim como a relação destes com a temperatura, estudos de geotermometria foram realizados em diversos sistemas geotermiais, e distritos e depósitos minerais. Entre os estudos realizados, destacam-se os trabalhos de Cathelineau & Nieva (1985), no sistema geotermal Los Azufres (México); Kranidiotis & MacLean (1987), no depósito de sulfetos maciços (VHMS) de Phelps Dodge (Quebec); Cathelineau (1988) e Jowett (1991), nos sistemas geotermiais Salton Sea (Califórnia) e Los Azufres; e Zang & Fyfe (1995), no depósito aurífero Igarapé Bahia, na Província Mineral de Carajás.

Cathelineau & Nieva (1985), a partir da constatação empírica da correlação positiva entre a temperatura e o conteúdo de  $Al^{IV}$  (apuf), desenvolveram o geotermômetro da clorita, analiticamente representado pela equação (Eq. I):

$$T(^{\circ}C) = 106 \times Al^{IV} + 18 \quad (\text{Eq. I})$$

Em adicional, Cathelineau (1988), com base nas análises de McDowell & Elders (1980) e Cathelineau & Nieva (1985), propõe que o conteúdo de  $Al^{IV}$ , na estrutura da clorita, esteja em função da temperatura de acordo com a seguinte equação (Eq. II):

$$T(^{\circ}C) = 160,99 \times Al^{IV} - 61,92 \quad (\text{Eq. II})$$

A partir da observação de que o aumento na temperatura pode resultar em maiores razões de  $Fe/(Fe+Mg)$ , revisões foram efetuadas com base na relação linear entre o conteúdo de  $Al^{IV}$  e a razão  $Fe/(Fe+Mg)$ . Como resultado novos geotermômetros foram elaborados, dentre os quais destacam-se (Eqs. III, IV e V):

$$T(^{\circ}C) = 106 \times Al_r^{IV} + 18 \quad (\text{Eq. III})$$

$$Al_r^{IV} = Al^{IV} + 0,7 \times [Fe / (Fe + Mg)]$$

Kranidiotis & MacLean (1987)

onde:  $Al_r^{IV}$  corresponde ao fator de revisão de  $Al^{IV}$ .

$$T(^{\circ}C) = 318,5 \times Al_r^{IV} - 68,7 \quad (\text{Eq. IV})$$

$$Al_r^{IV} = Al^{IV} + 0,1 \times [Fe / (Fe + Mg)]$$

Jowett (1991)

$$T(^{\circ}\text{C}) = 106,2 \times \text{Al}_r^{\text{IV}} + 17,5 \quad (\text{Eq. V})$$

$$\text{Al}_r^{\text{IV}} = \text{Al}^{\text{IV}} - 0,88 \times \{[\text{Fe} / (\text{Fe} + \text{Mg})] - 0,34\}$$

Zang & Fyfe (1995).

## 4.2 GEOBAROMETRIA DA MICA BRANCA

O termo mica branca abrange um conjunto de diferentes membros do sistema  $\text{K}_2\text{O}-\text{FeO}-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$  (KFMASH). Esse conjunto tem como principais representantes os membros da série muscovita-celadonita ( $\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_2 - \text{K}(\text{Mg,Fe})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ ), que tem como membro intermediário a fengita (TISCHENDORF et al., 2007). Em relação à composição, a fengita pode ser distinguida da muscovita pelo seu maior conteúdo de Si, Fe e Mg, e menor conteúdo de Al. Essa relação composicional é definida pela substituição do tipo Tschermak ( $\text{Al}^{\text{VI}}\text{Al}^{\text{IV}} \leftrightarrow (\text{Mg,Fe})^{\text{VI}}\text{Si}^{\text{IV}}$ ) (MIYASHIRO & SHIDO, 1985).

Inicialmente, Ernst (1963) sugere uma relação direta entre a pressão e o conteúdo do membro final celadonita no sistema experimental KFMASH. Nesse sentido, Velde (1965), a partir da observação da relação direta entre o aumento da pressão e o conteúdo de celadonita em ensaios de miscibilidade em distintas condições P-T, propõe o uso desse mineral como geobarômetro. Os experimentos de Velde (1965) foram realizados em condições de baixa a intermediária pressões (menores do que 4,5 Kbar) e temperaturas entre 250 e 650 °C. Massone & Schreyer (1987) realizaram ensaios de miscibilidade do sistema KMASH ( $\text{K}_2\text{O}-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ ) com condições P-T de até 22 Kbar e 700 °C. A partir desses novos ensaios, constataram um aumento do conteúdo de Si (apuf) da fengita com o aumento da pressão. Adicionalmente, a calibração gráfica de Massone & Schreyer (1987) foi expressa analiticamente por Anderson (1996) e Kamzolkin et al. (2016), de acordo com as seguintes equações (Eqs. VI e VII):

$$P(\text{Kbar}) = -2,6786 \times \text{Si}^2 + 43,975 \times \text{Si} + 0,01253 \times T(^{\circ}\text{C}) - 113,9995 \quad (\text{Eq. VI})$$

Anderson (1996)

$$P(\text{Kbar}) = 23,76 \times \text{Si} + 0,01096 \times T(^{\circ}\text{C}) - 75,34 \quad (\text{Eq. VII})$$

Kamzolkin et al. (2016)

Complementarmente, Kamzolkin et al. (2016) analisaram um conjunto de dados composto por 647 amostras de fengita com composição química bem definida (provenientes de dezenas de estudos). A partir dessa análise, foram identificados dois grupos de fengita com

temperaturas menores do que 750 °C, separados pelo valor de 3,25 Si (apuf). Os autores também quantificaram a relação direta entre o conteúdo de Si, Fe e Mg, e a relação inversa entre o conteúdo de Si e Al, correspondente à substituição do tipo Tschermak ( $Al^{VI}Al^{IV} \leftrightarrow (Mg,Fe)^{VI}Si^{IV}$ ). Desse modo, Kamzolkin et al. (2016) sugerem que distintas regressões lineares representam de modo mais coerente a relação entre a composição e a pressão para cada grupo. Conseqüentemente, de acordo com o teor de Si, foram elaboradas as seguintes equações (Eqs. VIII e IX):

$$P(\text{Kbar}) = 0,023 \times T(^{\circ}\text{C}) + 5,99 \times \text{Si} + 1,76 \times \text{Al} + 12,89 \times (\text{Mg} + \text{Fe}) - 31,91 \quad (\text{Eq. VIII})$$

Para Si < 3,25 (apuf)

$$P(\text{Kbar}) = 0,03 \times T(^{\circ}\text{C}) + 19,21 \times \text{Si} - 2,91 \times \text{Al} + 2,17 \times (\text{Mg} + \text{Fe}) - 57,22 \quad (\text{Eq. IX})$$

Para Si  $\geq$  3,25 (apuf)

#### 4.3 QUÍMICA MINERAL DA CLORITA COMO GUIA PROSPECTIVO

A quantificação da composição química da clorita, além de fornecer dados para estimar temperaturas da alteração hidrotermal propilitica, também pode ser utilizada como guia prospectivo.

Wilkinson et al. (2015) avaliaram a concentração de elementos maiores, menores e traços como vetores geoquímicos aplicados à exploração mineral em zonas de alteração propilitica do depósito Batu Hijau, do tipo Cu-Au pórfiro, na Indonésia. Os resultados demonstraram que uma variedade de elementos (e.g. K, Mg, Ca, Sr, Ba, Ti, V, Mn, Co e Ni) na estrutura cristalina da clorita apresentam sistemáticas variações espaciais em relação ao centro do sistema pórfiro (em função da temperatura e, provavelmente, do pH) (COOKE et al., 2017b). As concentrações de Ti e Mg, por exemplo, aumentam exponencialmente com a diminuição da distância, enquanto que a concentração de outros elementos (e.g. Ni, K e Ca) diminuem sentido ao centro do sistema. Razões desses elementos fornecem sensíveis parâmetros vetoriais, de até três ordens de magnitude, para distâncias de até 4,5 km do centro do sistema pórfiro. Desse modo, Wilkinson et al. (2015) a partir de regressões lineares de variações composicionais na clorita em relação à distância, formularam uma equação para estimar a distância do centro de um sistema pórfiro tal como Batu Hijau para diversas razões entre elementos:

$$x = \ln (R/a)/b$$

onde: x é a distância em metros;  
R é a razão dos elementos;  
e a e b são constantes.

Além disso, Wilkinson et al. (2015) também compararam as concentrações absolutas de Si, Fe e Al nas cloritas hidrotermais em relação à distância ao centro do sistema pórfiro Badu Hijau.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 PETROGRAFIA

De modo geral, alterações hidrotermais do depósito do Edu são distribuídas paralelamente à zona milonítica, contudo, de modo irregular. Além disso, estão sobrepostas de modo parcial a completo.

Seis fases principais de alteração hidrotermal são identificadas, em ordem temporal: (1) alteração sódica (albita), (2) alteração potássica (microclínio), (3) alteração sericítica, (4) alteração propilítica, (5) alteração sericítica confinada à zona de cisalhamento, e (6) alteração carbonática (PAES DE BARROS, 2007; SILVA, 2017).

A alteração sódica representa uma fase hidrotermal inicial e incipiente do depósito do Edu. Essa alteração é caracterizada principalmente pela formação de albita, de modo pervasivo.

A alteração potássica (Fig. 5.1-A, B, F e G) ocorre na porção mais externa da zona mineralizada de modo irregular e pervasivo; e apresenta intensidade moderada a forte. A formação de microclínio, principalmente a partir da substituição de plagioclásio, confere a rocha uma coloração avermelhada. Geralmente, está sobreposta parcialmente pelas alterações propilítica e sericítica.

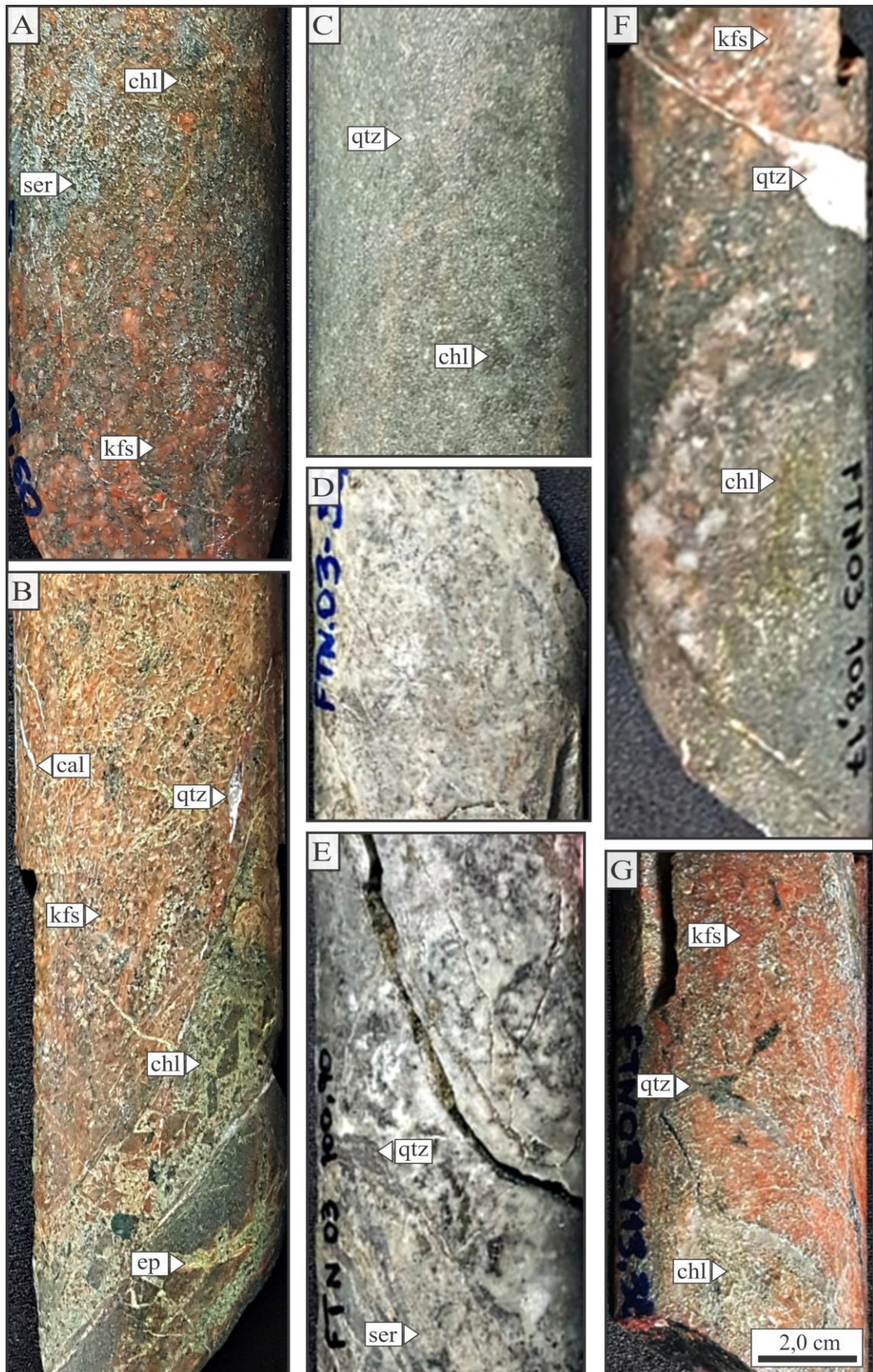
A alteração sericítica (Fig. 5.1-A) é formada principalmente pela substituição parcial a completa do feldspato, predominantemente do plagioclásio, por sericita (que confere a rocha uma coloração esbranquiçada, e brilho sedoso). A sericita geralmente ocorre como agregados de cristais anedrais de granulação muito fina.

A alteração propilítica (Fig. 5.1-A, B, C, F e G), caracterizada pela paragênese (clorita  $\pm$  epidoto  $\pm$  calcita), que confere a rocha coloração esverdeada, apresenta modo de ocorrência variado. Os modos de ocorrência pervasivo e intersticial são predominantes; além desses, a alteração propilítica também ocorre como matriz de brecha. A alteração propilítica geralmente sobrepõe a alteração sericítica.

Ao longo da zona mineralizada ocorre uma zona de alteração sericítica (sericita confinada à zona de cisalhamento; Fig. 5.1-D e E), constituída pela paragênese quartzo + sericita  $\pm$  pirita. Essa alteração apresenta uma forte intensidade, o que resultou na formação de um quartzo-sericita milonito, truncado por vênulas irregulares de quartzo.

Por fim, a alteração carbonática (Fig. 5.1-B) ocorre na forma de restritas vênulas de calcita  $\pm$  epidoto  $\pm$  clorita, que truncam todas as alterações anteriores.





**Fig. 5.1.** Amostras do furo de sondagem FTN03. (A) FTN03-19,60: monzogranito com forte alteração potássica pervasiva sobreposta respectivamente por alteração sericítica e propilítica;

(B) FTN03-89,57: monzogranito com alteração potássica em contato com dique de andesito brechado com forte alteração propilítica, ambos truncados por vênulas de calcita (alteração carbonática) e quartzo; (C) FTN03-89,57: granodiorito com forte alteração propilítica intersticial (clorita ± epídoto); (D-E) FTN03-96,50 e FTN03-100,90: quartzo-sericita milonito truncado por vênulas de quartzo; (F) FTN03-108,17: monzogranito com alteração potássica sobreposta por alteração propilítica, e truncado por vênula de quartzo; (G) FTN03-113,38: monzogranito com forte alteração potássica pervasiva sobreposta por alteração propilítica (clorita ± epídoto); truncado por vênulas de quartzo.

A partir da paragênese mineral, modo de ocorrência, granulação e forma dos cristais, a análise petrográfica das zonas de alteração sericítica (fílica) e propilítica do depósito do Edu permitiu a individualização de sete variações texturais de mica branca (alteração sericítica) e oito de clorita (alteração propilítica). As principais características petrográfica das distintas texturas são apresentadas na Quadro 5.1.

**Quadro 5.1.** Principais características das variedades texturais de mica branca e clorita hidrotermais do depósito do Edu.

<b>Tipo textural</b>	<b>Paragênese mineral</b>	<b>Modo de Ocorrência</b>	<b>Granulação</b>	<b>Inclusões</b>	<b>Relação com à zona de cisalhamento</b>
<b>1.1</b> Sericita pervasiva	ser ± qtz ± ms ± py ± ap ± ttn	Pervasiva	Muito fina a fina	Inexistente	Intermediária a distal
<b>1.2</b> Sericita confinada à foliação	qtz + ser ± py	Pervasiva, confinada à foliação	Muito fina	± ttn ± ap	Proximal (zona de cisalhamento)
<b>1.3</b> Sericita venular	py ± ser ± ccp ± qtz	Venular	Muito fina	Inexistente	Proximal (zona de cisalhamento)
<b>1.4</b> Muscovita em massa sericítica	ser ± qtz ± ms ± py ± ap ± ttn	Pervasiva	Média a grossa	± ap ± qtz	Intermediária a distal
<b>1.5</b> Muscovita venular	ms + qtz	Venular	Fina	Inexistente	Proximal a intermediária
<b>1.6</b> Muscovita venular grossa	ms + qtz + chl ± ep ± ttn	Venular	Grossa	Inexistente	Distal
<b>1.7</b> Muscovita grossa subeudral	Ms	Pervasiva	Grossa	ab ± qtz ± ilm ± zrn	Distal

2.1	Clorita pervasiva com epidoto	chl + ep ± qtz	Pervasiva	Fina	Inexistente	Distal
2.2	Clorita pervasiva com rutilo	chl + rt ± py ± ep ± ap	Pervasiva	Fina	± rt	Distal
2.3	Clorita intersticial	chl + ep + ap ± py ± ttn ± ilm	Intersticial	Fina	Inexistente	Intermediária
2.4	Clorita venular	py + ccp + qtz + chl + ms ± ep ± cal	Venular	Fina a média	± ap ± rt	Proximal a distal
2.5	Clorita venular grossa	ms + qtz + chl ± ep ± ttn	Venular	Grossa	ttn	Distal
2.6	Clorita em matriz de brecha	chl ± ep ± cal	Fissural, em matriz de brecha	Fina	Inexistente	Proximal a intermediária (brecha)
2.7	Clorita em fragmentos de brecha	chl ± ep	Pervasiva, em fragmentos de brecha	Fina a média	± ttn	Proximal a intermediária (brecha)
2.8	Clorita em franja	py ± chl ± ep	Pervasiva	Fina	Inexistente	Proximal a distal

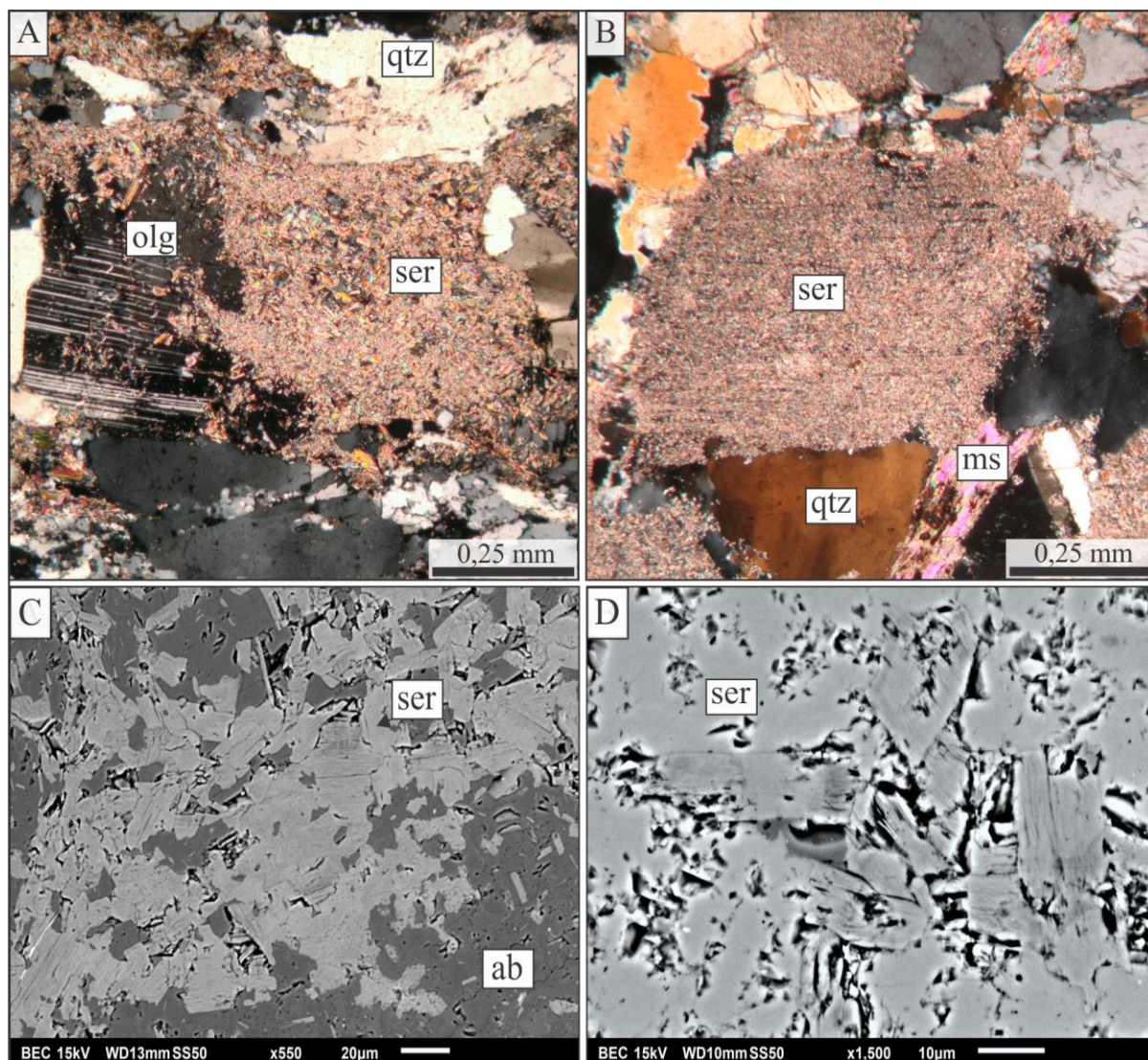
### 5.1.1 CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA DA MICA BRANCA

De acordo com sua granulação relativa, a classificação da mica branca hidrotermal foi subdividida em sericita (granulação muito fina a fina) e muscovita (média a grossa). Desse modo, foram individualizadas sericita pervasiva (tipo 1.1), sericita confinada à foliação, em zona milonítica (tipo 1.2), sericita venular em zona milonítica (tipo 1.3); muscovita em massa sericítica (tipo 1.4), muscovita venular (tipo 1.5), muscovita venular grossa (tipo 1.6) e muscovita grossa subeudral (tipo 1.7).

A sericita pervasiva (tipo 1.1; Fig. 5.2 e 5.3) está relacionada à alteração sericítica pervasiva, e, portanto, representada pela paragênese sericita  $\pm$  quartzo  $\pm$  muscovita  $\pm$  pirita  $\pm$  apatita  $\pm$  titanita. Essa variedade ocorre em setores distais a intermediários do depósito do Edu, embora esteja mais evidente nas porções mais distais, visto estar gradativamente substituída por clorita nas zonas graníticas proximais. A sericita é formada a partir da substituição parcial a completa do feldspato, o que confere a rocha um brilho sedoso. A substituição completa do feldspato, predominantemente do plagioclásio, resulta em agregados de cristais anedrais de granulação muito fina, menores do que 40  $\mu\text{m}$ . Em muitos casos, com a preservação da forma do feldspato (pseudomorfos). A substituição parcial, do feldspato potássico e do plagioclásio, resulta em cristais subeudrais ripiformes de granulação muito fina a fina (menores do que 0,1 mm), preferencialmente orientados nos planos de clivagem do feldspato. A sericita pervasiva também substitui o feldspato alcalino do estágio anterior da alteração hidrotermal. Ao MEV foi possível observar a ausência de inclusões minerais associadas à sericita pervasiva (Fig. 5.3-C-D). Entretanto, apatita e titanita, de granulação muito fina, foram observadas em paragênese a essa variedade de mica branca.



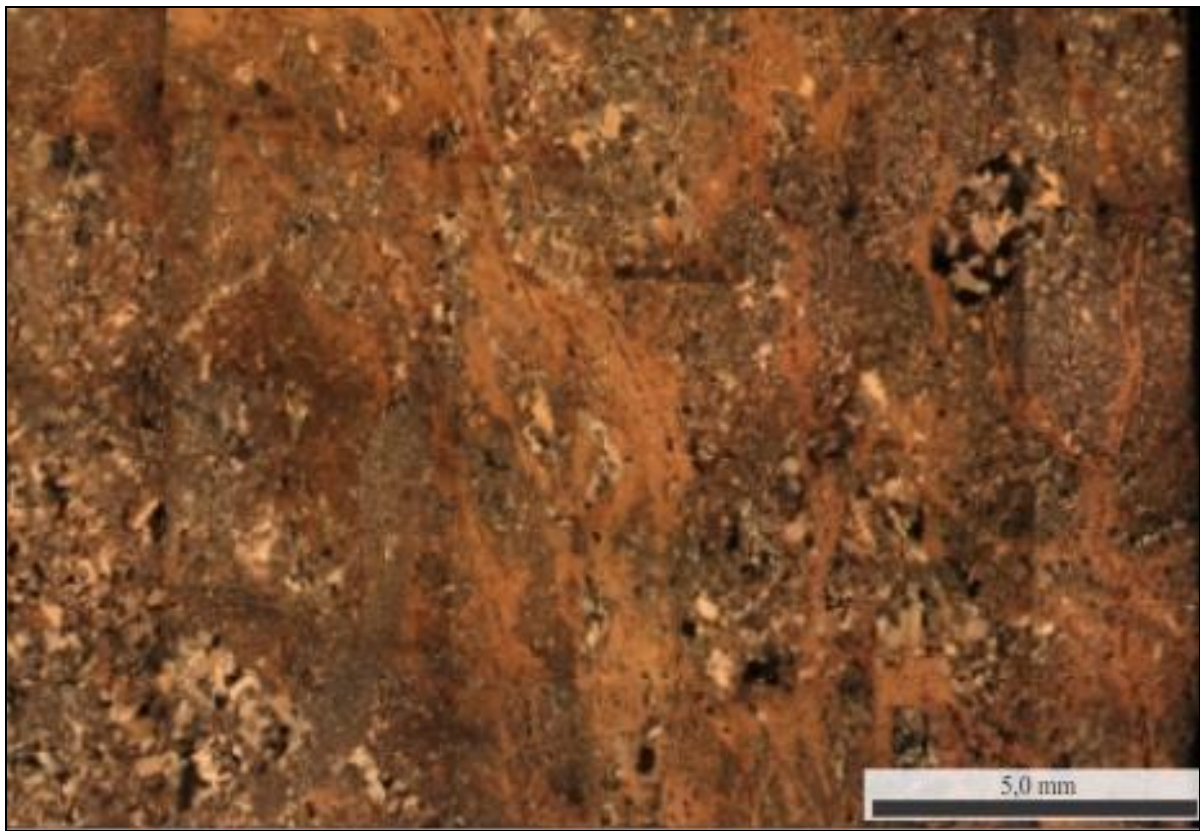
**Fig. 5.2.** Mosaico fotomicrográfico de monzogranito com predomínio de alteração sericítica pervasiva (amostra FTN03-119,20). Na parte inferior esquerda é possível notar vênula de muscovita e clorita grossas (variações texturais 1.6 e 2.5). Fotomicrografias obtidas em luz transmitida e com os polarizadores cruzados.



**Fig. 5.3.** Sericita pervasiva (tipo 1.1). (A e B): fotomicrografias obtidas em luz transmitida e com polarizadores cruzados de (A) oligoclásio parcialmente substituído por sericita; (B) pseudomorfo de sericita em feldspato. (C e D): imagens de elétrons retroespalhados de (C) sericita pervasiva sem fases minerais inclusas sobre cristal de albita; (D) aglomerado de cristais de sericita pervasiva (sem substituição ou inclusões). Legenda: BEC (*backscattered electron composition*) – composição de elétrons retroespalhados); WD (*working distance*) – distância focal; SS (*spot size*).

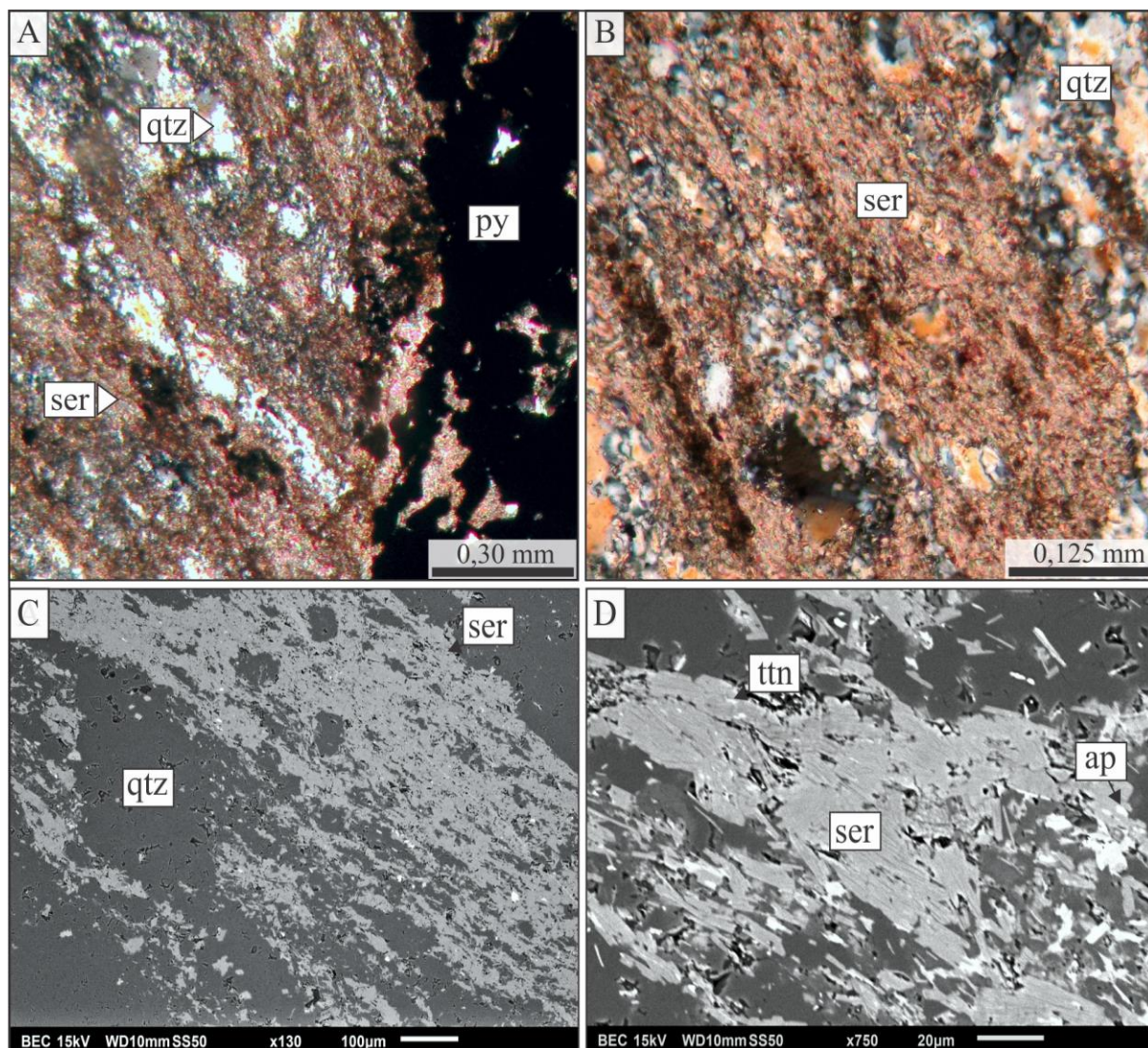
A sericita confinada à foliação (tipo 1.2; Fig. 5.4 e 5.5), por sua vez, ocorre em paragênese com quartzo  $\pm$  pirita na zona de cisalhamento, como cristais ripiformes muito finos (menores do que 50  $\mu\text{m}$ ) em quartzo-sericita milonito. Esse tipo textural representa a principal alteração hidrotermal na zona de cisalhamento, e constitui de 15 a 35 % do volume da rocha. O quartzo-sericita milonito apresenta foliação do tipo clivagem espaçada, com quartzo recristalizado e porfiroblastos de quartzo concentrados em bandas envelopadas por

sericita em padrão anastomosado. Ao MEV, inclusões de apatita e titanita foram verificadas na sericita confinada à foliação, em especial, ao longo de sua clivagem (Fig. 5.5-C-D).



**Fig. 5.4.** Mosaico fotomicrográfico do quartzo-sericita milonito, com forte alteração sericítica desenvolvida. Fotomicrografias obtidas em luz transmitida e com polarizadores cruzados.

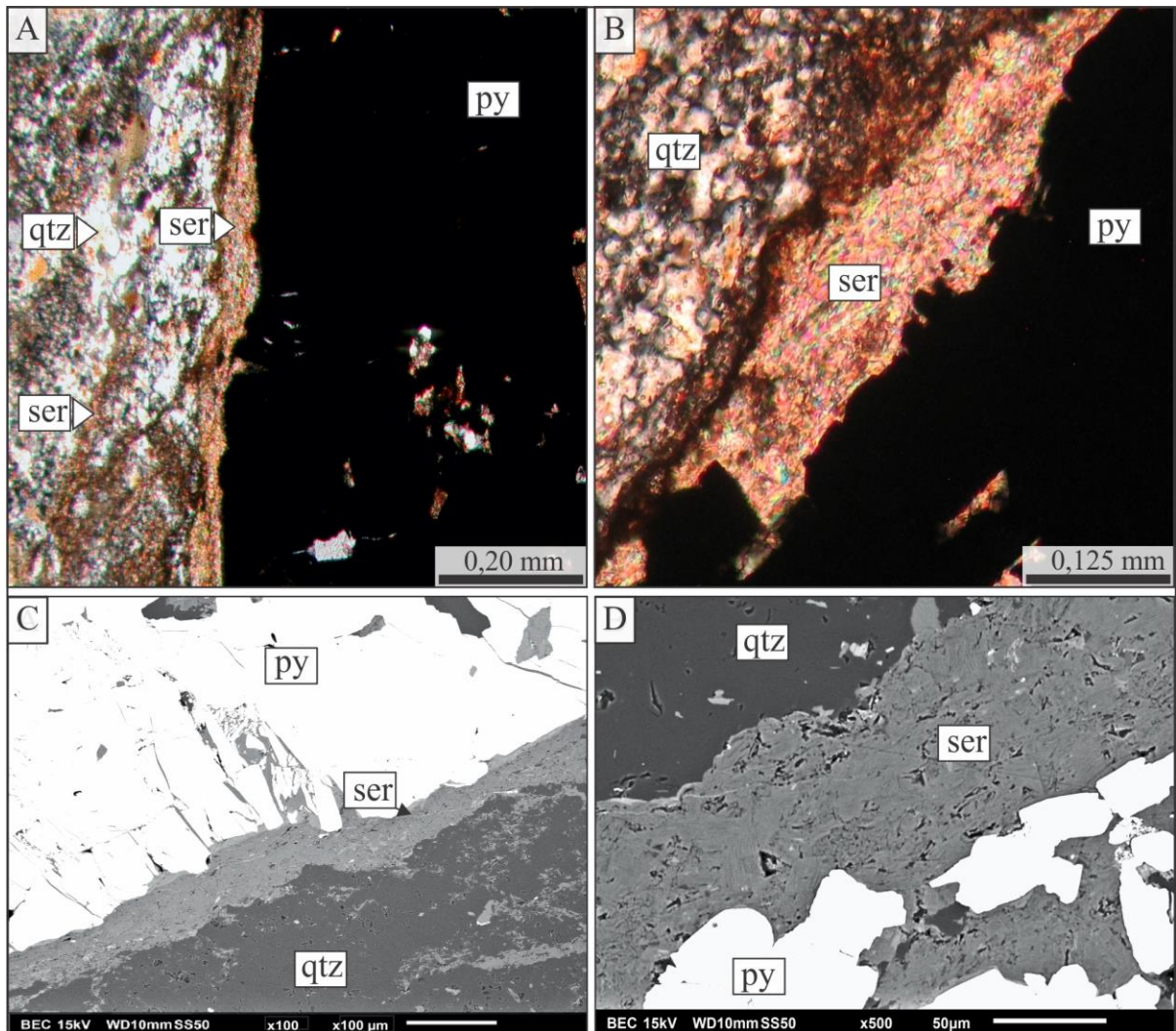




**Fig. 5.5.** Sericita confinada à foliação (tipo 1.2): (A) sericita em zona milonítica truncada por vênula de sulfetos; (B) quartzo-sericita milonito definido pela iso-orientação de quartzo + sericita. Fotomicrografias obtidas em luz transmitida e com polarizadores cruzados. (C e D): imagens de elétrons retroespalhados da sericita confinada à foliação (tipo 1.2) no (C) quartzo-sericita milonito; (D) cristais de sericita confinada à foliação com pequenas inclusões de apatita e titanita.

A terceira variedade textural é representada por sericita associada a vênulas na zona milonítica (Fig. 5.6). De ocorrência pouco comum, está restrita à zona de cisalhamento. Constitui cristais anedrais muito finos (menores do que 20  $\mu\text{m}$ ) nas bordas de vênulas de pirita  $\pm$  calcopirita  $\pm$  quartzo que truncam o quartzo-sericita milonito, que usualmente se formam nas bordas de vênulas. Localmente, sericita é substituída por clorita. Ao MEV foi possível verificar a ausência de inclusões minerais associadas à sericita venular. Em adicional,

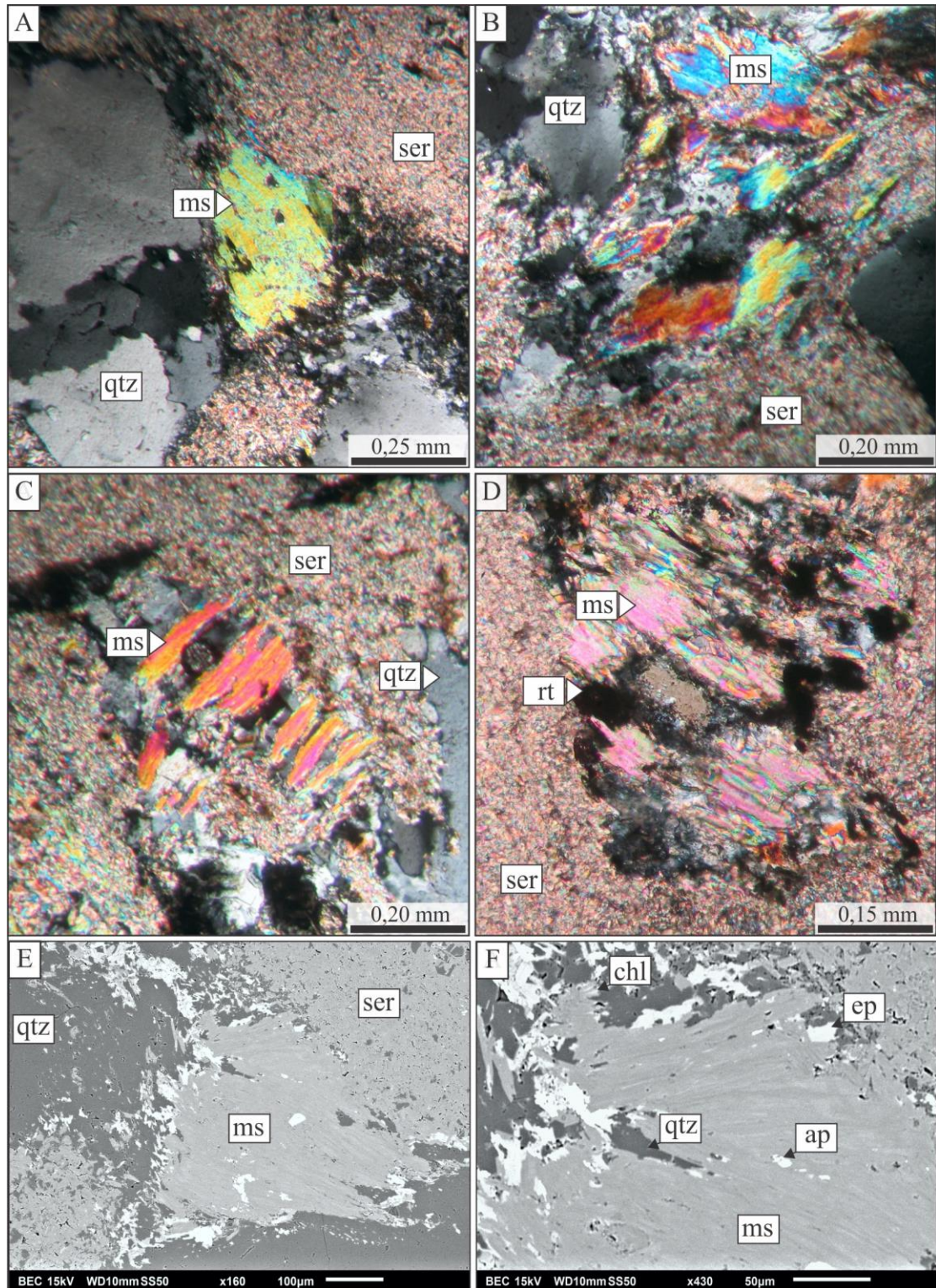
pequenos cristais de epidoto, titanita e calcita estão espacialmente associados a essa textura, embora não exibam relação paragenética, visto terem se formado posteriormente.



**Fig. 5.6.** Sericita venular. (A e B): fotomicrografias obtidas em luz transmitida e com polarizadores cruzados da sericita venular (tipo 1.3); (A) sericita associada a pirita ± calcopirita que truncam quartzo-sericita milonito, na zona mineralizada; (B) cristais de sericita na borda de vênula de pirita ± calcopirita. (C e D): imagens de elétrons retroespalhados da (C) sericita associada a sulfetos confinados à vênula que trunca a alteração sericítica; e (D) cristais de sericita que margeiam vênula preenchida por pirita ± calcopirita.

A muscovita em massa sericítica (tipo 1.4; Fig. 5.7) constitui parte da paragênese sericita ± quartzo ± muscovita ± pirita ± apatita ± titanita. A exemplo da sericita pervasiva, ocorre das zonas intermediárias a distais da alteração hidrotermal, de forma pontual a comum, respectivamente. Está representada por cristais de muscovita subeudral de granulação grossa, em geral, superiores a 0,3 mm de comprimento, dispersos em agregados de sericita que

afetam o minério granítico. Ao MEV, pequenas inclusões de apatita e quartzo foram observadas em associação com essa muscovita incluída em massas de sericita, além da presença de clorita e epidoto na borda da muscovita (Fig. 5.7-F), possivelmente derivados de processos de substituição hidrotermal.



**Fig. 5.7.** Muscovita em massa sericítica: cristais subeudrais de granulação grossa dispersos em agregados de sericita e, em menor proporção, em contato com cristais de quartzo. (A-D):

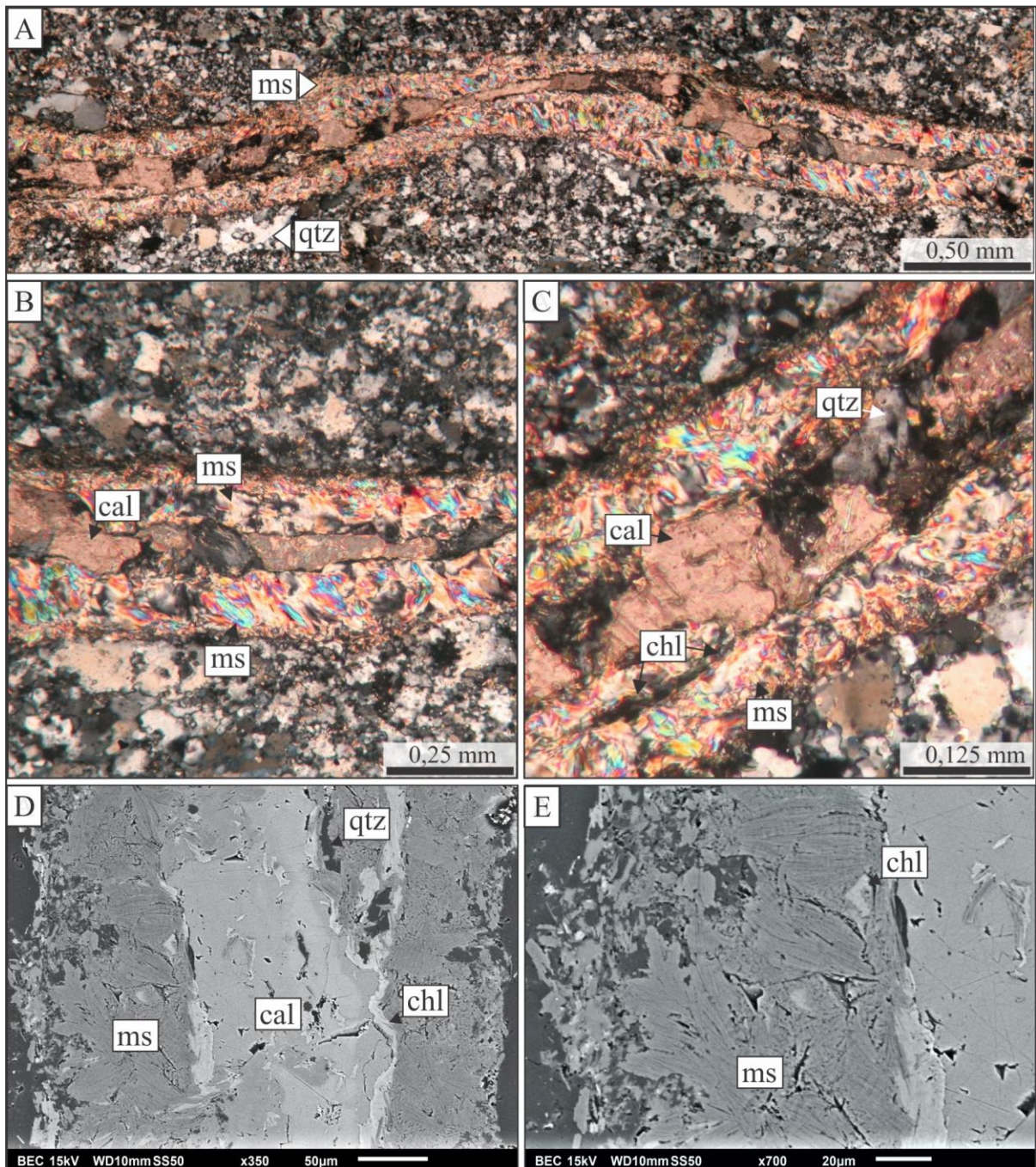
fotomicrografias obtidas em luz transmitida e com polarizadores cruzados. (E e F): imagens de elétrons retroespalhados da muscovita em massa sericítica. (E): Muscovita associada a sericita (em agregados) e quartzo; (F): detalhe da imagem (E): muscovita com pequenas inclusões de quartzo e apatita, além de epidoto e clorita nas bordas do cristal.

Um segundo tipo de muscovita é representada pela variedade venular, em duas associações minerais distintas:

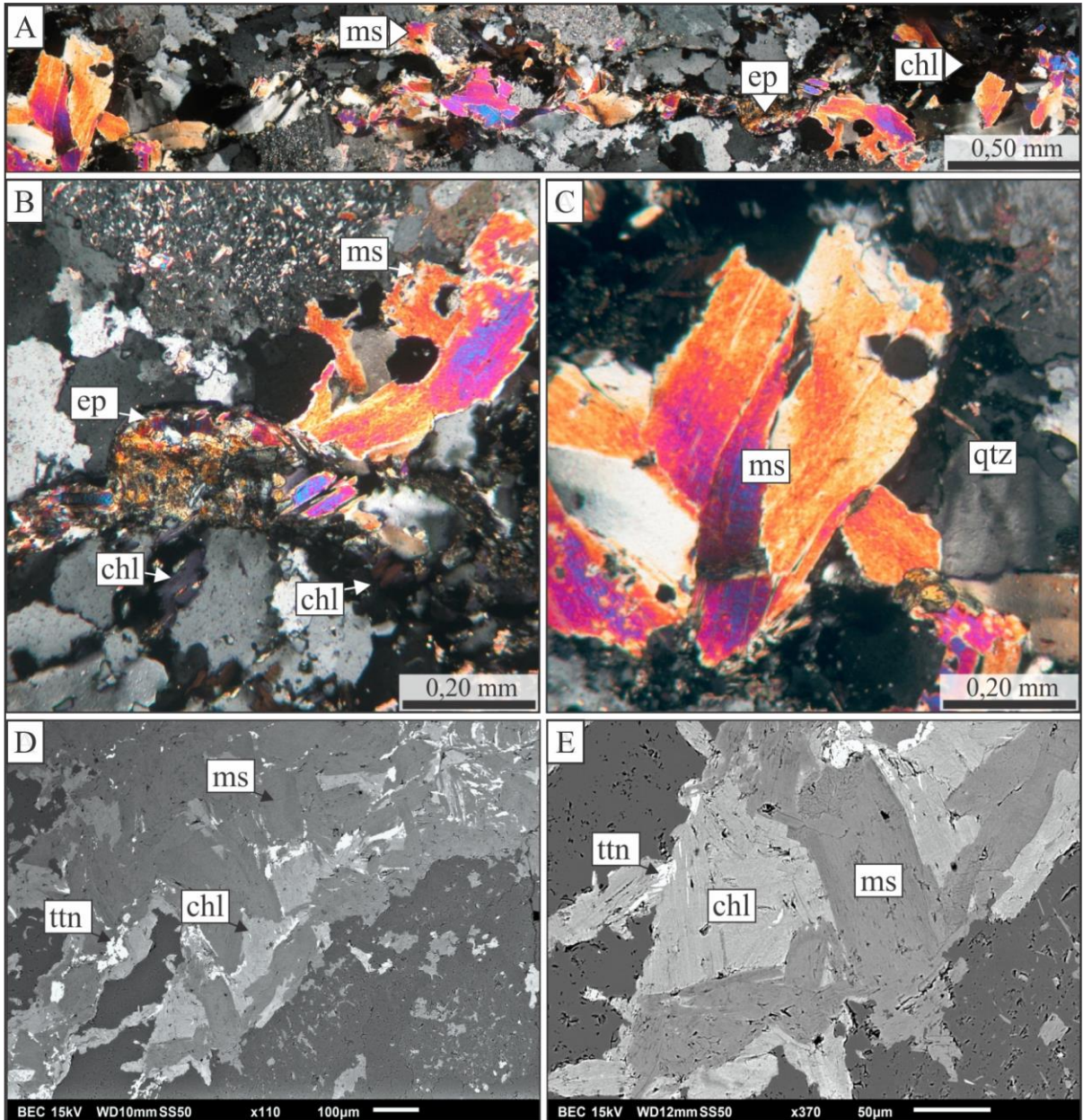
(Tipo 1.5): muscovita + quartzo  $\pm$  clorita, observada apenas na transição entre o minério filonar milonítico e minério granítico (Fig. 5.8), que ocorre nas bordas de vênulas como cristais alongados, subeudrais, de granulação fina (aproximadamente 50  $\mu$ m de comprimento), com direção de crescimento perpendicular às bordas das vênulas. Enquanto que as porções centrais das vênulas são constituídas por quartzo, calcita e clorita. Ao MEV não foram observadas inclusões minerais, embora substituição parcial por clorita, a partir das bordas da muscovita, tenha sido observado (Fig. 5.8-D-E).

(Tipo 1.6): muscovita venular em paragênese com quartzo + clorita  $\pm$  epidoto  $\pm$  titanita (Fig. 5.9). A exemplo do caso anterior, exibe ocorrência restrita por estar associada às zonas distais do minério, em protólito granítico. Forma cristais euédricos a subeudrais de granulação grossa (entre 0,1 e 0,8 mm). Ao MEV observou-se sua fraca alteração para clorita, além de alguns cristais interfoliados de titanita (Fig. 5.9-D-E).

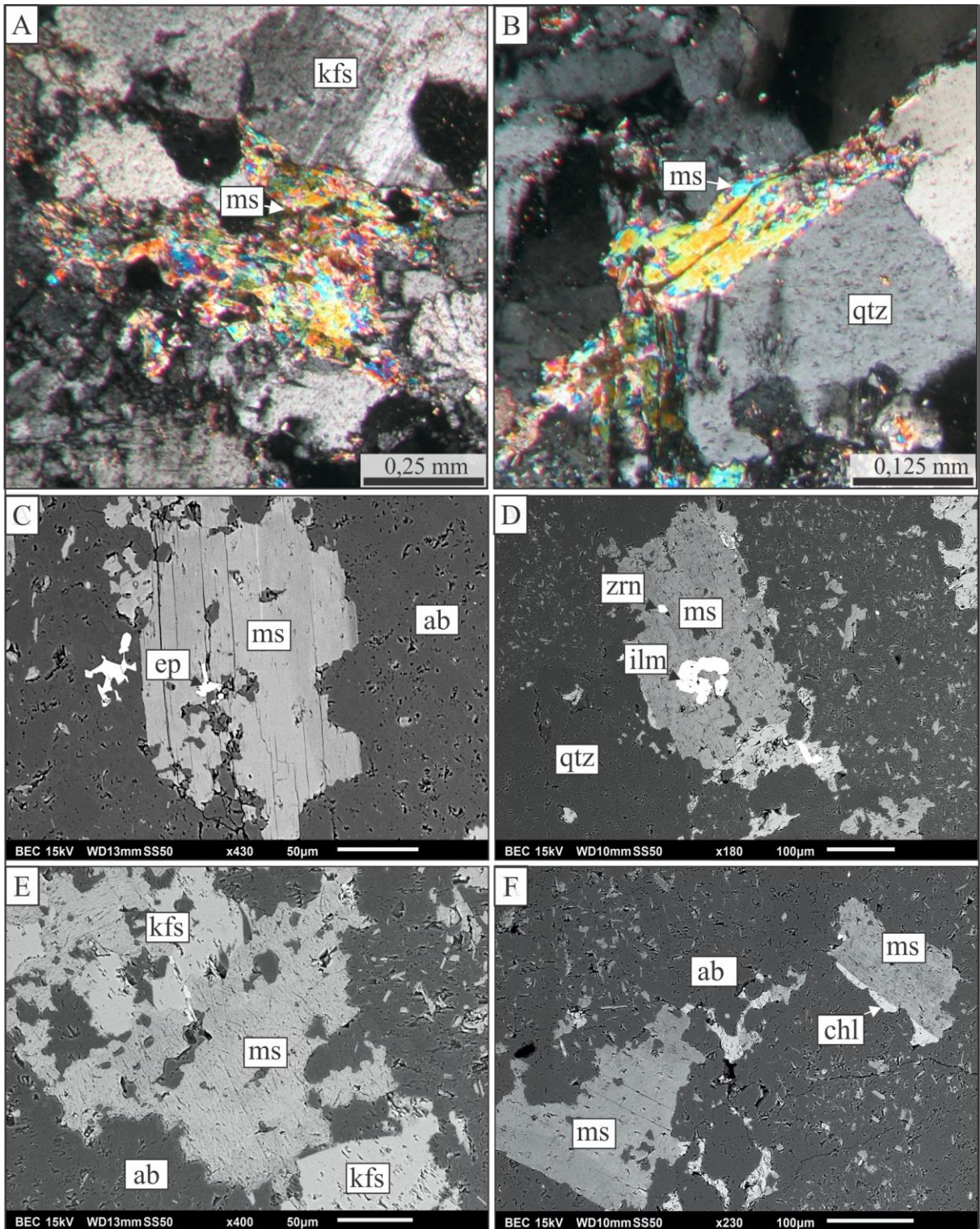
E, por fim, uma sétima variedade textural de mica branca é representada por muscovita grossa subeudral (tipo 1.7; Fig. 5.10) que ocorre em estilo pervasivo em rochas graníticas. De ocorrência restrita aos setores distais do depósito do Edu, ocorre como cristais tabulares de 0,2 e 0,4 mm de comprimento, que exibem contatos retilíneos a irregulares. Distingue-se da muscovita em massa sericítica (tipo 1.4) por ocorrer de modo disperso na hospedeira granítica e, portanto, nos interstícios do quartzo e feldspato e não espacialmente associada à sericita. A análise ao MEV possibilitou verificar a presença de inclusões de albita, quartzo, ilmenita e zircão nos cristais de muscovita grossa subeudral (Fig. 5.10-C-E), além de incomuns bordas de substituição por clorita (Fig. 5.14-F).



**Fig. 5.8.** Muscovita venular. (A-C): fotomicrografias obtidas em luz transmitida e com polarizadores cruzados de (A) vênula de muscovita + quartzo ± clorita em intervalo de transição milonito-monzogranito; (B) muscovita venular associada à calcita; e (C) muscovita venular, quartzo, calcita e clorita nas partes centrais da vênula. (D e E): imagens de elétrons retroespalhados de (D) vênula de muscovita + calcita + quartzo + clorita. Notar a restrição da clorita nas bordas do veio; e (E) cristais de muscovita venular com direção de crescimento perpendicular à borda das vênulas; além de restritas substituições por clorita nas bordas.



**Fig. 5.9.** Muscovita venular grossa, em parágênese com clorita e epidoto. (A-C): fotomicrografias obtidas em luz transmitida e com polarizadores cruzados de (A) vênula de muscovita e clorita em minério granítico; (B) muscovita e clorita venulares em parágênese epidoto e quartzo; (C) cristais subeudrais de muscovita venular grossa. (D e E): imagens de elétrons retroespalhados de (D) muscovita, clorita, quartzo e titanita em estilo venular; (E) cristais de muscovita venular grossa com ausência de inclusões minerais, porém, associados à clorita que contém pequenas inclusões localizadas de titanita.



**Fig. 5.10.** Muscovita grossa subeudral. (A e B): fotomicrografias obtidas em luz transmitida e com polarizadores cruzados de muscovita grossa subeudral em minério granítico. (C a F): imagens de elétrons retroespalhados de (C-E) muscovita grossa subeudral com inclusões de zircão, hematita e epídoto; (F) cristal de muscovita grossa subeudral com alteração para clorita na borda.

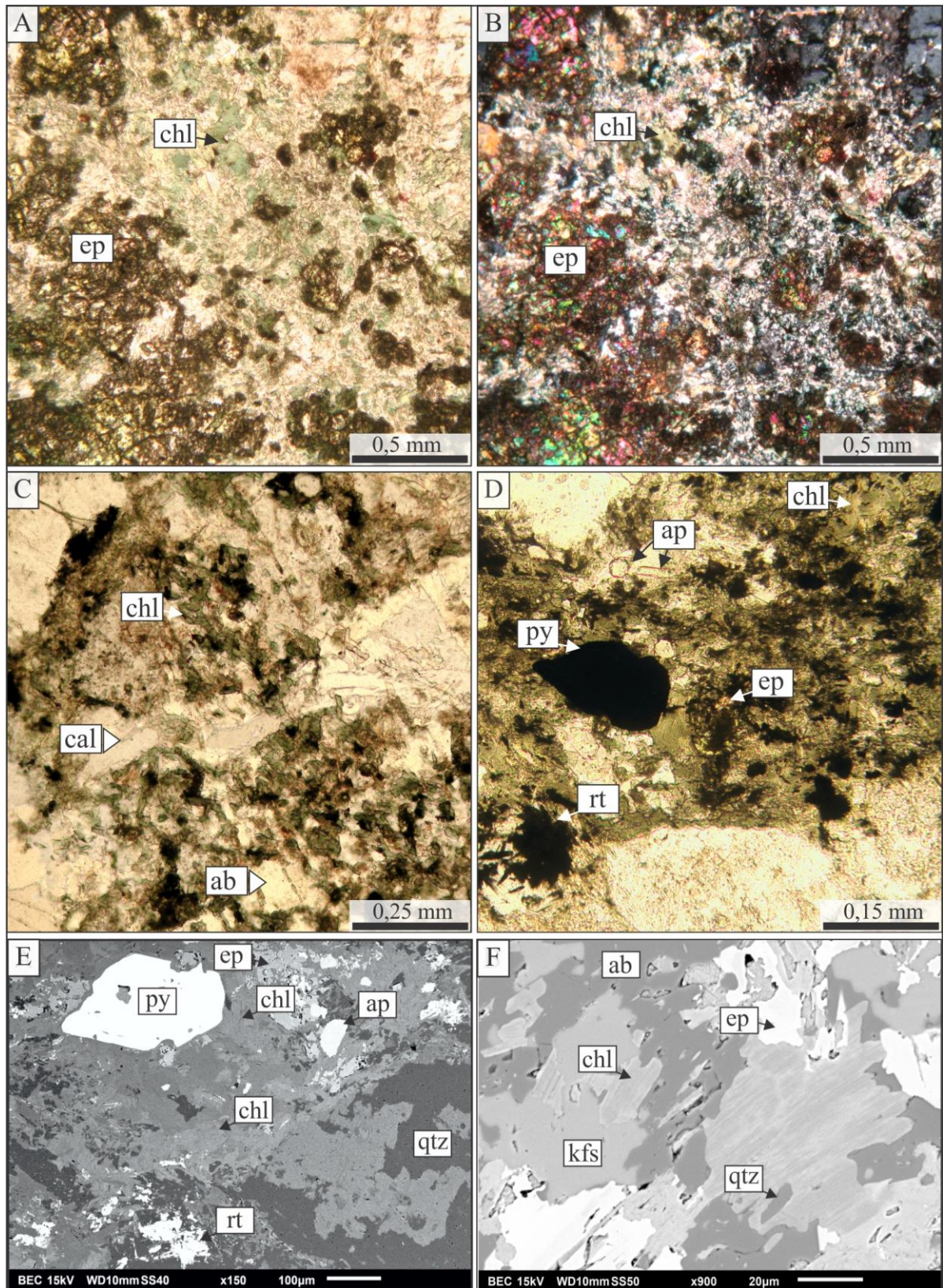
### 5.1.2 CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA DA CLORITA

A partir dos mesmos critérios utilizados na classificação da mica branca (paragênese mineral, modo de ocorrência, granulação e forma dos cristais), oito tipos de clorita hidrotermal foram classificadas a partir da análise petrográfica: clorita pervasiva com epídoto (2.1), clorita pervasiva com rutilo (2.2), clorita intersticial (2.3), clorita venular com sulfetos (2.4), clorita venular grossa (2.5), clorita em matriz de brecha (2.6), clorita em dique de andesito brechado (2.7) e clorita em franja (2.8).

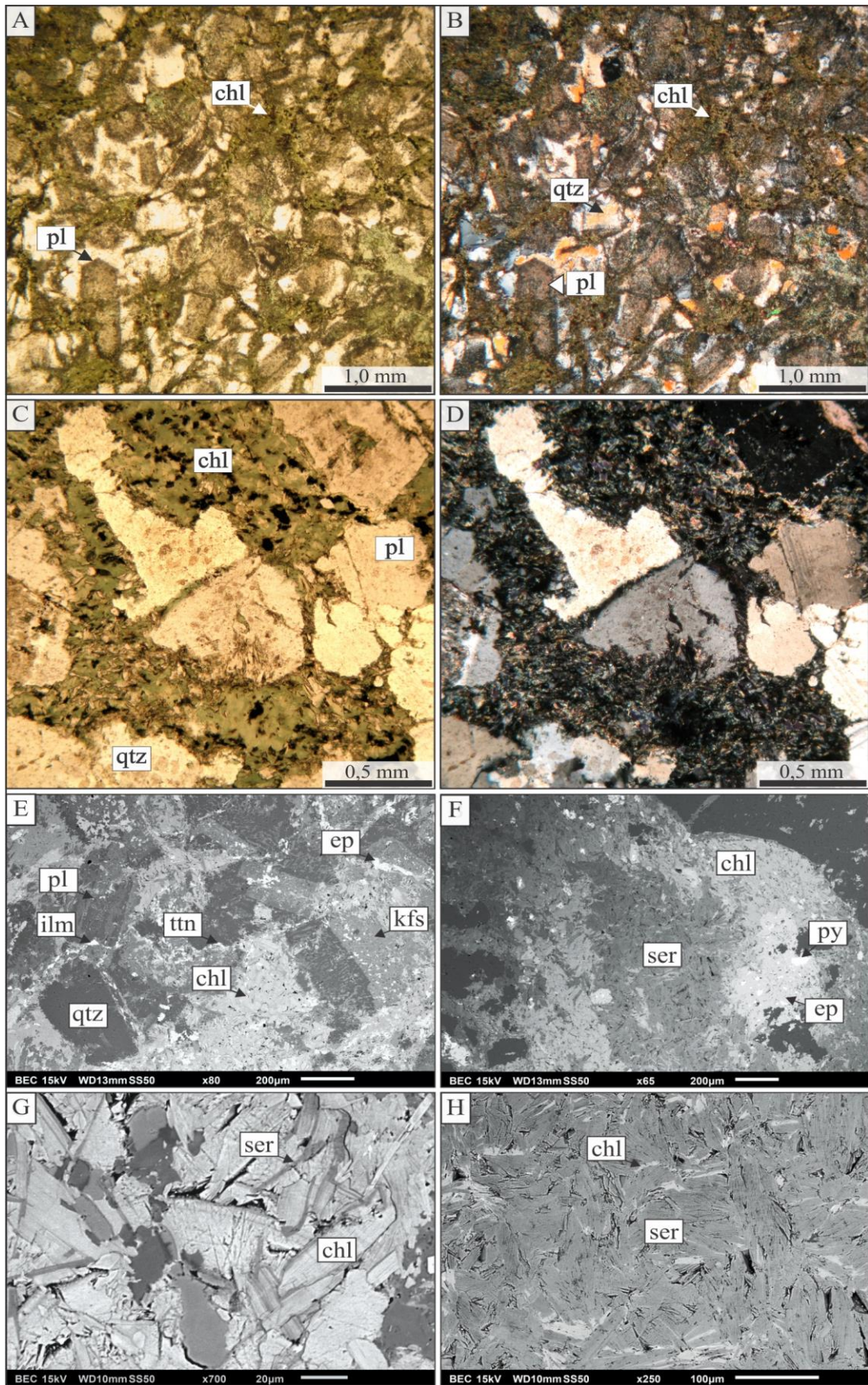
A alteração clorítica pervasiva é representada por dois tipos texturais distintos, essencialmente diferenciadas pela paragênese mineral e cor de interferência, essa última, indicativa de variações composicionais. Ambas restritas às zonas distais do minério granítico onde predomina a alteração sericítica. Um primeiro tipo exibe cor de interferência anômala azulada, e paragênese expressa por clorita + epídoto  $\pm$  quartzo (tipo 2.1; Fig. 5.11-A-B). A segunda tipo textural (tipo 2.2) apresenta cor de interferência verde azulada, e paragênese clorita + rutilo  $\pm$  pirita  $\pm$  epídoto  $\pm$  apatita (Fig. 5.11-C-D). Ambas ocorrem como produto de substituição parcial a completa dos feldspatos, com formação de pseudomorfos. Forma cristais anedrais a subeudrais menores que 0,1 mm. Em adicional, constatou-se ao MEV a inexistência de inclusões minerais na clorita associada ao epídoto (tipo 2.1), enquanto que pequenos cristais de rutilo estão inclusos na clorita do tipo 2.2 (Fig. 5.11-E-F).

A clorita intersticial (Fig. 5.12), por sua vez, ocorre em paragênese com epídoto  $\pm$  pirita  $\pm$  titanita  $\pm$  ilmenita  $\pm$  apatita, embora rutilo possa estar presente, porém, de modo localizado. Ocorre em setores intermediários do minério granítico, e corresponde a variedade clorítica mais abundante nas proximidades da zona de cisalhamento. Essa variedade forma agregados de cristais anédricos, com birrefringência do verde ao azul anômalo, de granulação fina (inferiores à 0,1 mm de comprimento), e de estilo intersticial aos quartzo e feldspato. Vestígios de sericita foram observados ao MEV (Fig. 5.12), assim como a inexistência de inclusões minerais (Fig. 5.12-G-H).





**Fig. 5.11.** Clorita pervasiva em paragênese (A e B) com epidoto e (C e D) rutilo  $\pm$  pirita  $\pm$  epidoto  $\pm$  apatita, além de vênula tardia de calcita em (C). (A, C, D): fotomicrografias em luz transmitida; e (B) aos polarizadores cruzados. (E e F) Imagem de elétrons retroespalhados da clorita pervasiva associada a rutilo  $\pm$  pirita  $\pm$  epidoto  $\pm$  apatita.



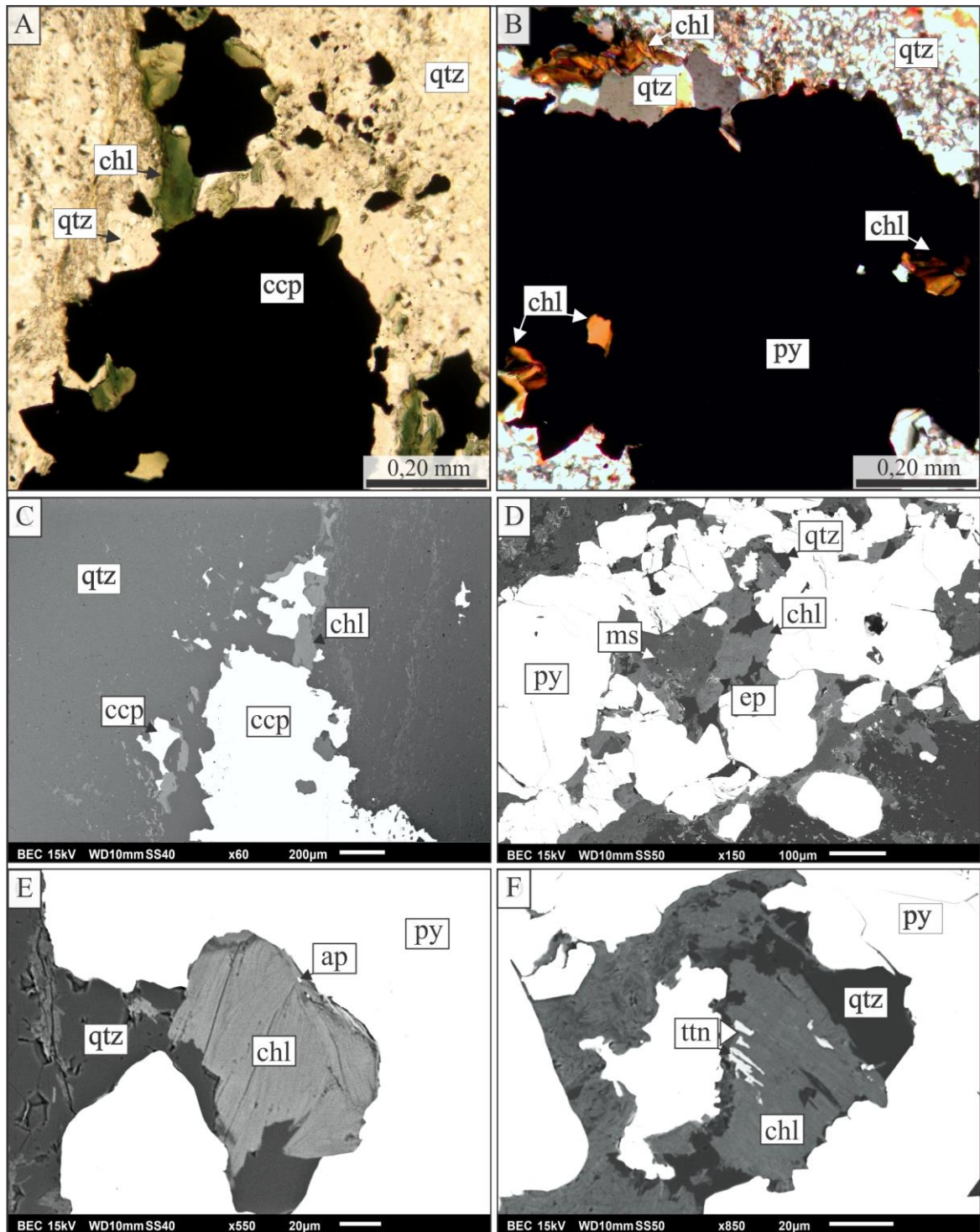
**Fig. 5.12.** Clorita intersticial: Fotomicrografias em luz transmitida e (A-B) polarizadores paralelos de clorita nos interstícios do quartzo e plagioclásio (albita e oligoclásio); (C-D) e

aos polarizadores cruzados de clorita intersticial de birrefringência anômala. (E-H): imagens de elétrons retroespalhados da clorita intersticial. (E) Clorita, epidoto, ilmenita e titanita em paragênese com clorita intersticial; (F) Substituição de agregados de sericita por clorita em paragênese com epidoto e sulfetos; (G) A cloritização dos protólitos pode ocorrer pela geração de cristais de clorita com vestígios de sericita; (H) cristais de sericita substituídos por clorita a partir de suas bordas.

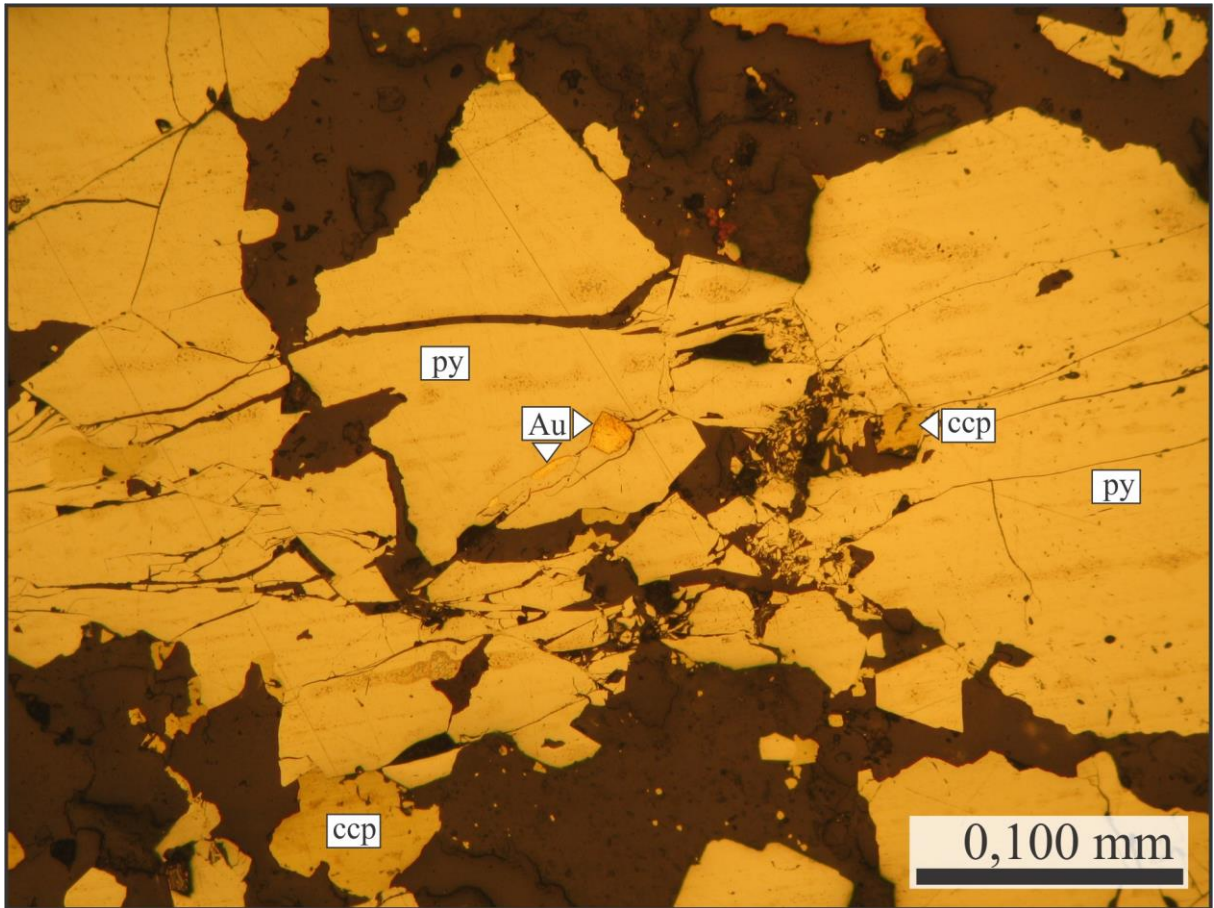
A clorita venular (tipo 2.4) exhibe paragênese com pirita + calcopirita + quartzo + muscovita  $\pm$  epidoto  $\pm$  calcita (Fig. 5.13), está intimamente associada ao minério milonítico e, portanto, no auge da alteração sericítica, embora também possa ocorrer em setores de arcabouço granítico mais preservados. Forma cristais de granulação fina a média (50  $\mu$ m a 0,2 mm), anédricos a subeudrais ripiformes e com interferência amarronada. Associada à clorita venular foi identificado ouro em fraturas na pirita (Fig.5.14). Adicionalmente, poucas e pequenas inclusões de apatita e rutilo foram individualizadas ao MEV (Fig. 5.13-E-F).

A clorita venular conta com um tipo adicional, caracterizado por clorita venular grossa (tipo 2.5; Fig. 5.15), em paragênese com muscovita  $\pm$  quartzo  $\pm$  titanita e ocorrência restrita, a exemplo da muscovita venular grossa, à zona de alteração distal em protólito granítico sericitizado. Exhibe cor de birrefringência marrom a anômala, e cristais anédricos a subeudrais inequigranulares, entre 0,2 e 0,6 mm de comprimento, que apresentam contatos retilíneos a irregulares com a muscovita. Finos cristais localizados de titanita foram observados, com o auxílio do MEV, inclusos na clorita venular grossa (Fig. 5.15-G).

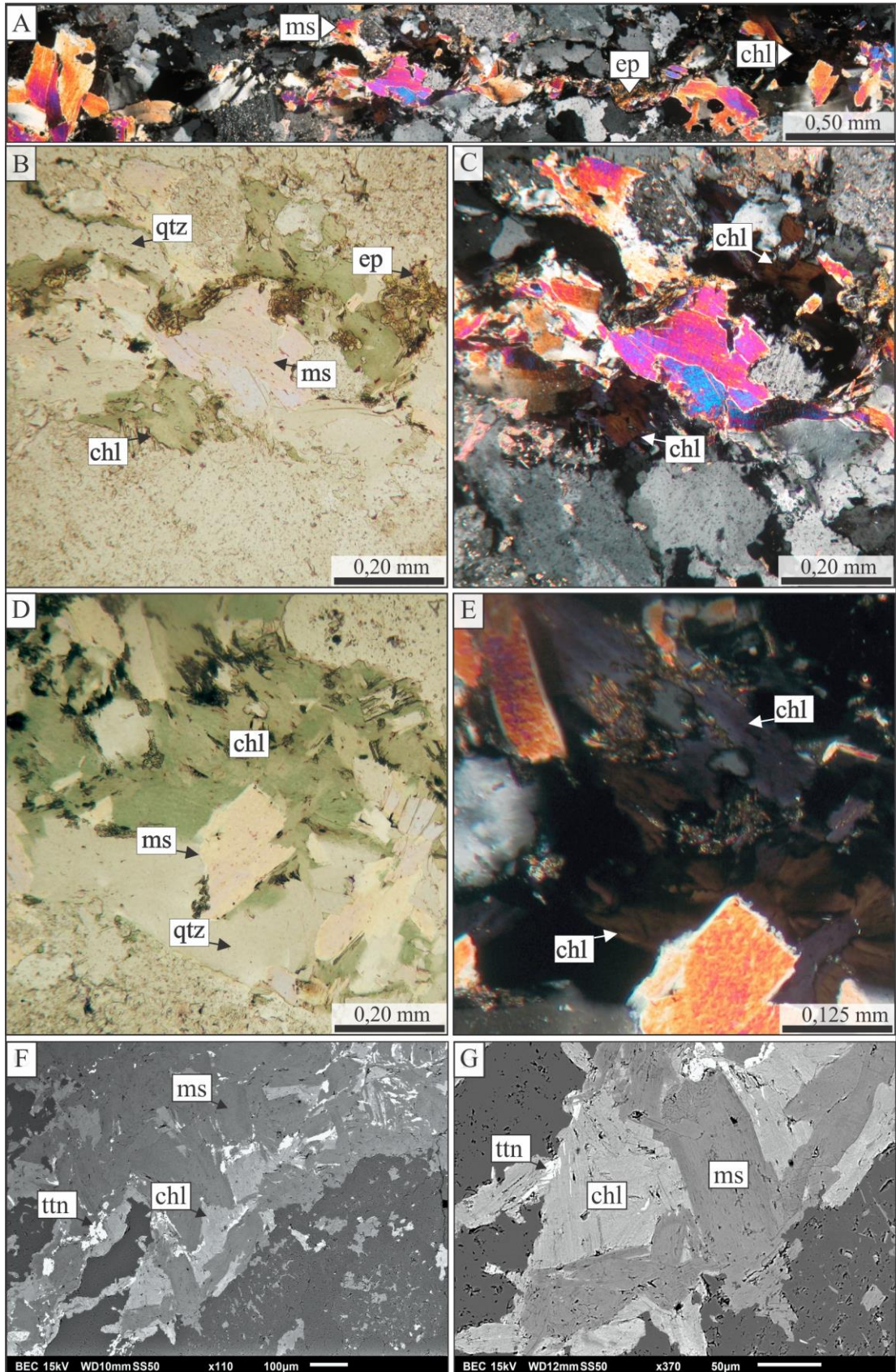
A sexta variação textural de clorita hidrotermal é representada por cristais equigranulares, subeudricos a anédricos, com dimensão inferior a 0,1mm de comprimento dispersos em matriz de brecha hidrotermal (tipo 2.6; Fig. 5.16). Os cristais exibem contatos irregulares a retilíneos, com cor de interferência verde. Ocorre em paragênese com epidoto  $\pm$  calcita; preenche fraturas pré-existentes entre o granito Santa Helena Jovem e os diques de andesito (com alteração sódica e, conseqüentemente, formação de albita), em zona de transição do minério granítico com o minério milonítico. Ao MEV não foram observadas inclusões minerais e texturas de substituições (Fig. 5.16-D).



**Fig. 5.13.** Clorita venular associada a sulfetos. (A): fotomicrografia em luz natural e aos polarizadores paralelos de clorita em paragênese com quartzo, pirita e subordinadamente à calcopirita; e (B) aos polarizadores cruzados de cristais de clorita com cor de interferência marrom e inclusos em cristais de pirita e calcopirita. (C-F): imagens de elétrons retroespalhados de (C) vênula de pirita  $\pm$  calcopirita  $\pm$  clorita; (D) clorita venular associada a quartzo, muscovita e epidoto; (E) cristal de clorita associada à pirita e com pequenas inclusões de apatita; (F) clorita venular em paragênese ao rutilo.

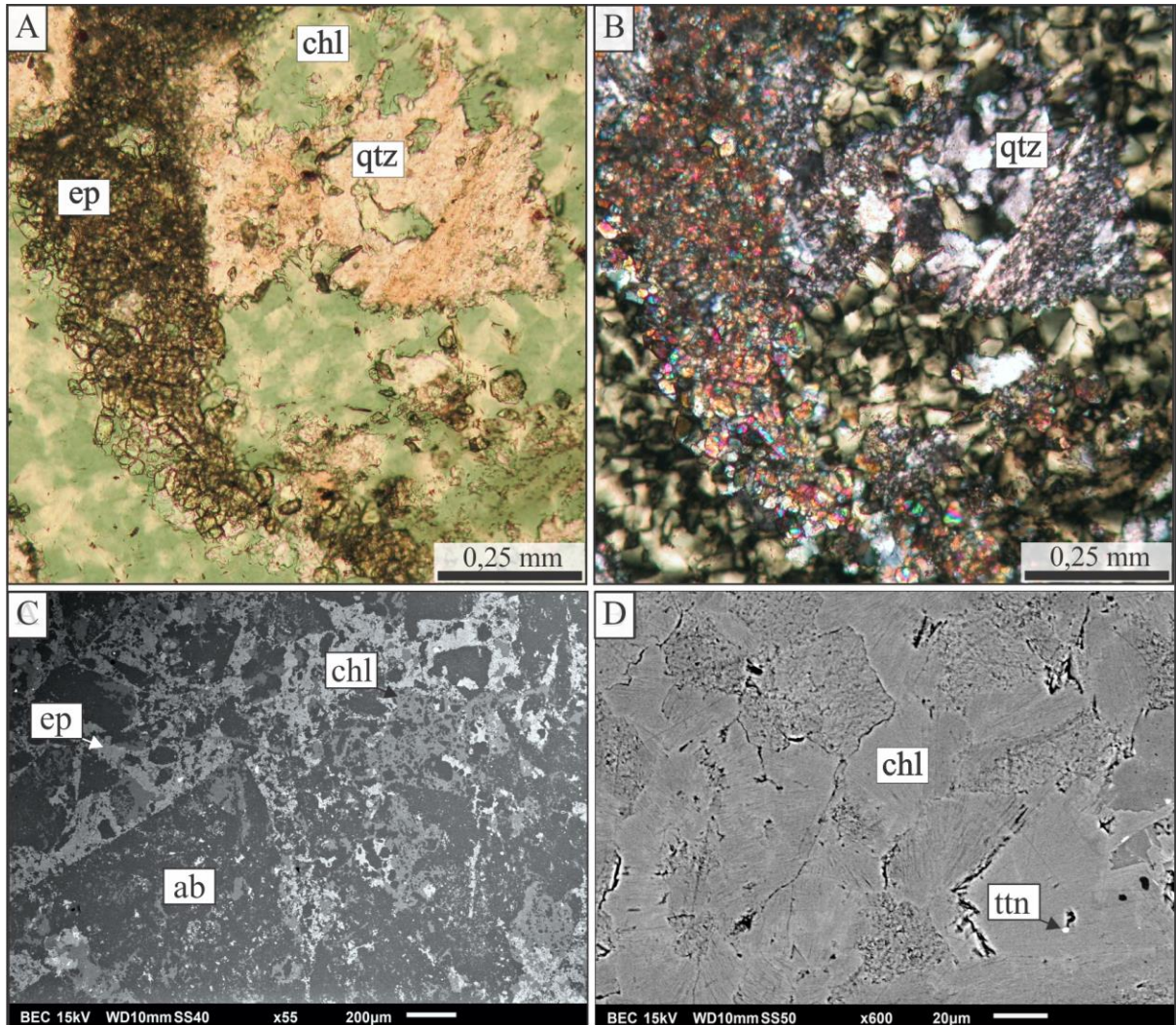


**Fig. 14.** Ouro em fraturas intracristalinas de pirita em vênulas.



**Fig. 5.15.** Clorita venular grossa. (A-D): clorita venular grossa em paragênese com muscovita quartzo e epídoto; (C e E): cristais de clorita com cor de interferência marrom a azul anômalo; (F) muscovita, clorita, quartzo e titanita em vênula Cristais de muscovita venular grossa com

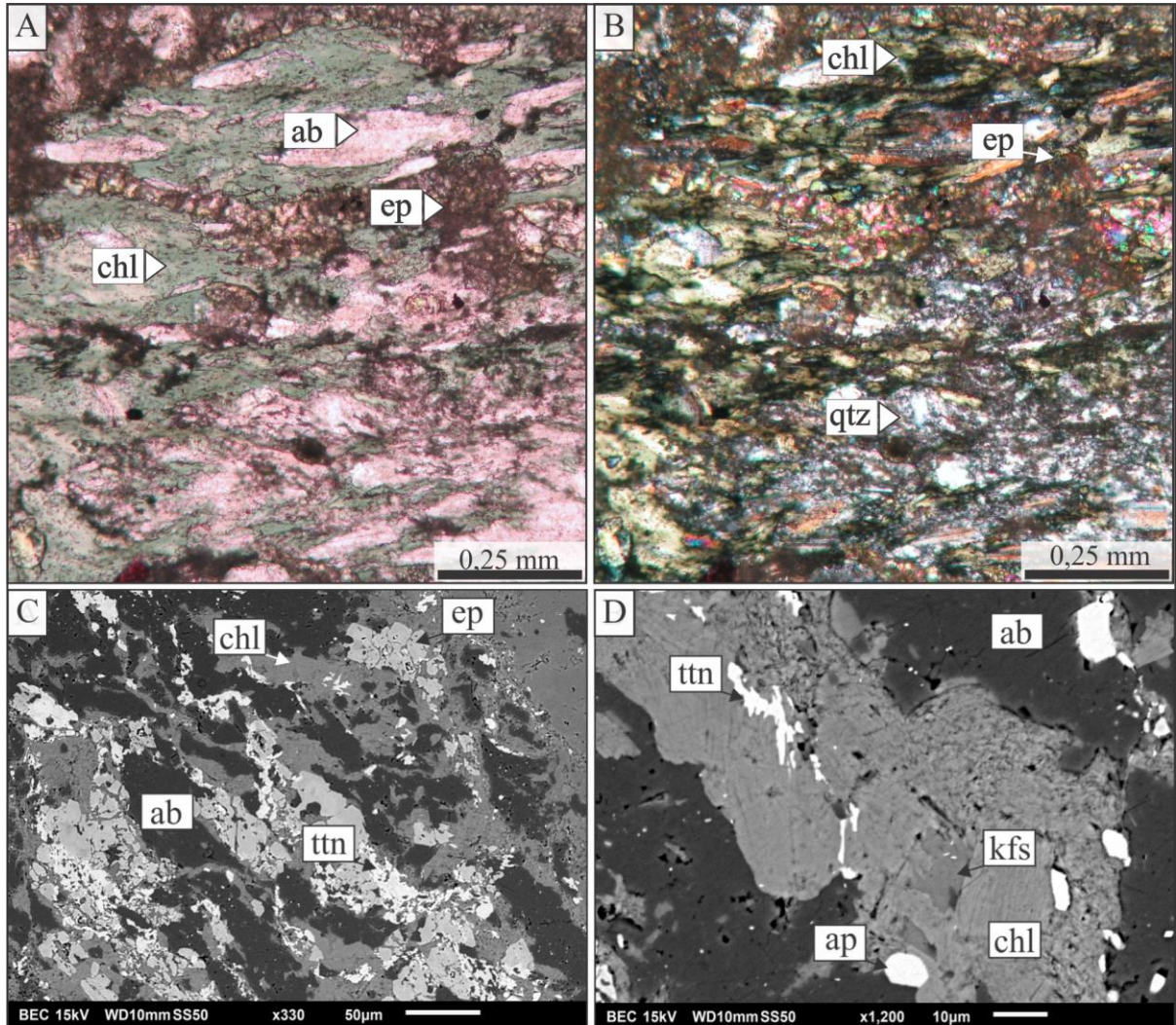
ausência de inclusões minerais, porém, associados a clorita que contém pequenas inclusões localizadas de titanita. Fotomicrografias em luz transmitida aos (A, C, E) polarizadores cruzados e (B e D) paralelos; (F-G): imagens de elétrons retroespalhados.



**Fig. 5.16.** (A-B) Clorita em matriz de brecha em paragênese com epídoto. Fotomicrografias obtidas em (A) luz natural e (B) aos polarizadores descruzados; imagens de elétrons retroespalhados da clorita em matriz de brecha; (C) cristais de clorita e epídoto entre fragmentos de dique de andesito com alteração sódica (albita); (D) cristais equigranulares de clorita com rara inclusão de titanita.

O sétimo tipo de clorita é representado por cristais anédricos inequigranulares em fragmentos de brecha de dique de andesito. Esse tipo textural constitui cristais de granulação fina, entre cristais de quartzo e fenocristais de albita; e está em paragênese com epídoto (Fig.

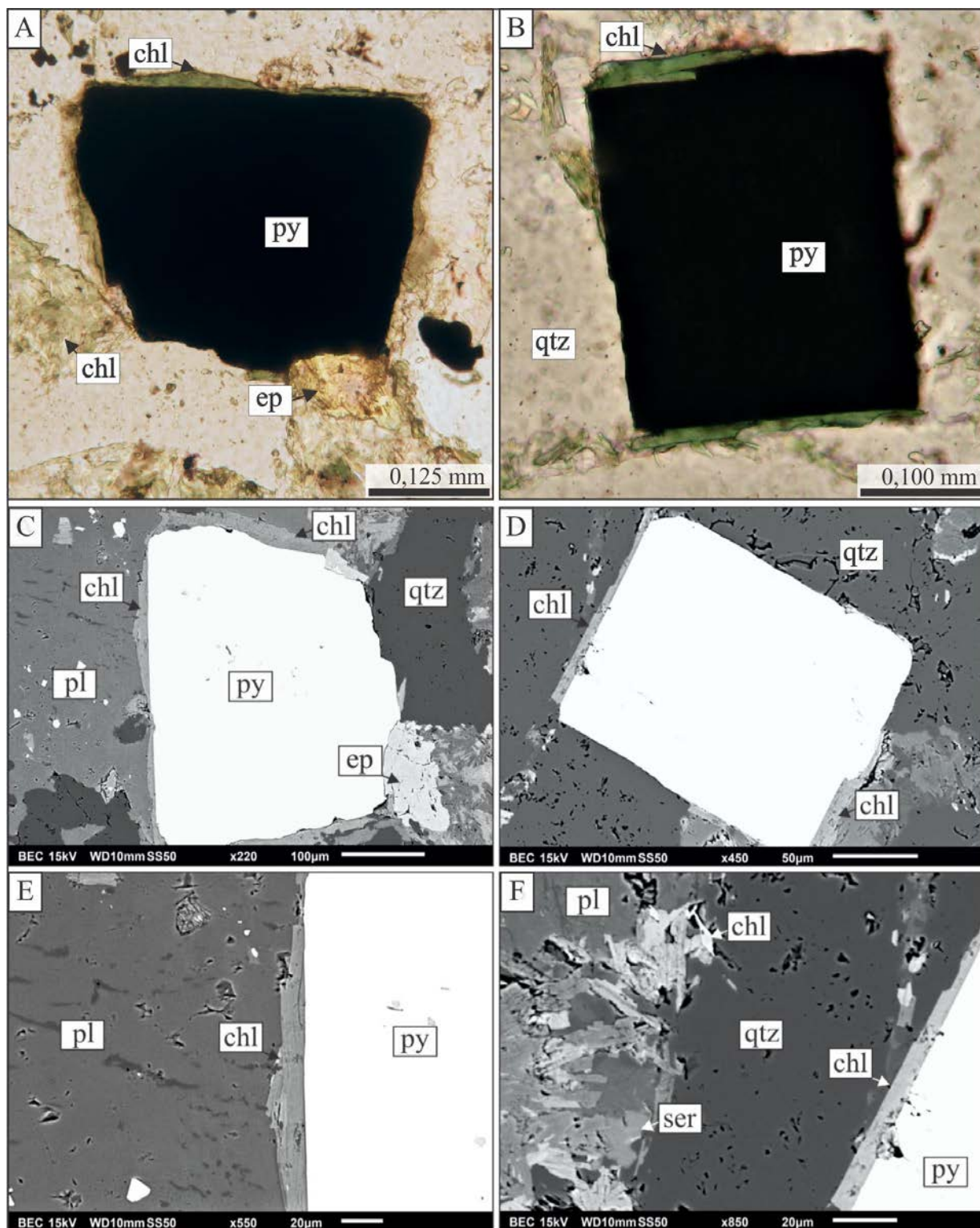
5.17). Pequenos cristais de titanita e apatita inclusos na clorita foram observados com o auxílio do MEV (Fig. 5.17-C-D).



**Fig. 5.17.** Fotomicrografia em luz natural de clorita em fragmento de brecha de dique de andesito em paragênese com epidoto, aos polarizadores (A) paralelos e (B) aos cruzados. (C-D): imagens de elétrons retroespalhados da clorita em fragmento de brecha, com pequenas inclusões de titanita e apatita e em paragênese com epidoto.

Clorita em franja corresponde a última variação textural individualizada nos halos hidrotermais do depósito do Edu (tipo 2.8). Ela forma cristais subeudrais a eudrais, associados ao epidoto, ao longo de finas franjas que margeiam alguns cristais de pirita (Fig. 5.18). Essa tipo textural ocorre em rochas com predomínio de alteração sericítica, tanto na zona milonítica quanto em zonas intermediária a distais ao minério. Exibe cristais com birrefringência verde, entre 0,1 e 0,3 mm de comprimento, e menores do que 20  $\mu\text{m}$  de largura. Ademais, não apresenta inclusões e substituições minerais (Fig. 5.18-C-F).





**Fig. 5.18.** Clorita em finas franjas de cristais subeudrais que margeiam a pirita. (A e B): fotomicrografias obtidas em luz transmitida e aos polarizadores paralelos de (A) cristal subeudral de pirita em contato com clorita em franja e epidoto; (B) pirita eudral com franja de clorita. (C-F): imagens de elétrons retroespalhados de (C-D) cristais de pirita em contato com clorita, plagioclásio, quartzo e epidoto; (E) detalhe de contato reto entre pirita e clorita em franja; (F) franja de clorita em associação espacial com clorita pervasiva.

## 5.2 QUÍMICA MINERAL

No conjunto, a caracterização química por microsonda eletrônica totalizou 309 análises em cristais de mica branca ( $n = 156$ ) e clorita ( $n = 153$ ). O espaço amostral para cada tipo textural está expresso na Tabela 1, enquanto que os resultados analíticos estão reunidos nos Apêndices A e B (mica branca), e C e D (clorita).

É importante destacar que foram consideradas somente as análises com teores dentro dos limites reportados para clorita segundo Deer et al. (2013), inclusive as concentrações de soma de óxidos e cátions. Desse modo, análises mistas puderem ser dconsideradas (e.g. cristais com inclusões e texturas de substituição muito finas). Ademais, é importante destacar que os cálculos da clorita e da mica branca foram realizados com base em 14 e 11 oxigênios equivalentes, respectivamente.

### 5.2.1 QUÍMICA MINERAL DA MICA BRANCA

No total foram analisados 156 pontos de mica branca, dos quais 21 foram descartados, pois apresentaram concentrações de soma de óxidos inferior a 93% ( $n = 18$ ) ou soma de cátions menor do que 6,9 ( $n = 3$ ). Portanto, foram considerados 135 pontos, o que representa 86,5% dos pontos analisados.

Das 32 análises em sericita pervasiva, três foram descartados. Portanto, a sericita pervasiva apresenta teores de  $\text{SiO}_2$  de 45,3-48,2%, de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  de 28,4 a 32,1%,  $\text{K}_2\text{O}$  entre 9,5 e 10,7%,  $\text{FeO}$  de 3,8 a 5,7% e  $\text{MgO}$  entre 1,4 e 2,7%.

Para a sericita confinada à foliação foram analisados 20 pontos, com descarte de três resultados. Desse modo, a sericita confinada à foliação apresenta teores de  $\text{SiO}_2$  entre 44,7-47,6%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  entre 28,4 a 31,9%,  $\text{K}_2\text{O}$  de 10,2 a 10,7%,  $\text{FeO}$  entre 3,8 e 7,1% e  $\text{MgO}$  de 1,3 a 2,9%.

Dos 15 pontos analisados para sericita venular, dois foram descartados. Concentrações  $\text{SiO}_2$  entre 44,8-47,4%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  de 28,7 a 35,5%,  $\text{K}_2\text{O}$  entre 10,1 e 10,5%,  $\text{FeO}$  de 2,3 a 5,3% e  $\text{MgO}$  de 0,7 a 2,0% foram registrados.

Foram analisados 28 pontos de muscovita na massa sericítica com descarte de duas análises. As composições obtidas são semelhantes às registradas para a sericita pervasiva:  $\text{SiO}_2$  (45,4-47,8%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (28,6-31,1%),  $\text{K}_2\text{O}$  (10,1-10,8%),  $\text{FeO}$  (4,0-5,1%) e  $\text{MgO}$  (1,5-2,3%).

Vinte pontos na muscovita venular foram efetuados, dos quais três foram descartados. Logo, as seguintes concentrações foram obtidas;  $\text{SiO}_2$  (45,8-48,5%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (27,8-31,3%),  $\text{K}_2\text{O}$  (10,2-10,6%),  $\text{FeO}$  (3,8-6,8%), e  $\text{MgO}$  (1,3-2,3%).

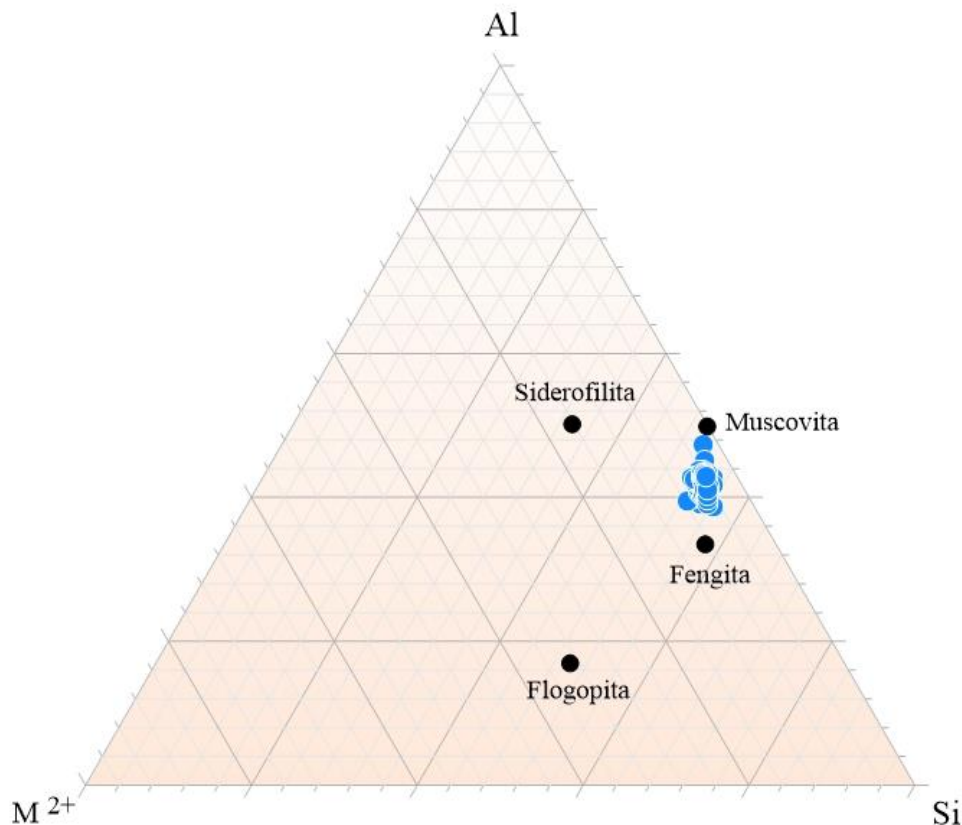
**Tabela 1.** Distribuição das análises em microsonda eletrônica para cada tipo textural de clorita e mica branca

Tipo Textural	Lâminas											Total
	FTN 60,80	FTN04 54,43	FTN03 19,60	FTN03 76,95	FTN03 89,57	FTN03 96,50	FTN03 98,34	FTN03 100,90	FTN03 108,17	FTN03 113,38	FTN03 119,20	
1.1 Sericita pervasiva	15		12								5	32
1.2 Sericita confinada à foliação						17	3					20
1.3 Sericita venular						7	8					15
1.4 Muscovita em massa sericítica		11	17									28
1.5 Muscovita venular			14					15				29
1.6 Muscovita venular grossa											14	14
1.7 Muscovita grossa subeudral	8	3									7	18
												156
2.1 Clorita pervasiva + epidoto		8	8								14	30
2.2 Clorita pervasiva + rutilo			7									7
2.3 Clorita intersticial				15					8			23
2.4 Clorita venular			10			6	5			8		29
2.5 Clorita venular grossa											15	15
2.6 Clorita em matriz de brecha					22							22
2.7 Clorita em fragmentos de brecha					19							19
2.8 Clorita em franja								8				8
												153
												309

A muscovita venular grossa contou com 19 análises. Todos os valores de SiO<sub>2</sub> (44,4-46,3%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (28,8-32,4%), K<sub>2</sub>O (9,9-10,7%), FeO (4,2-6,2%) e MgO (1,3-2,6%) estiveram dentro dos limites toleráveis segundo as recomendações de DEER et al (2013).

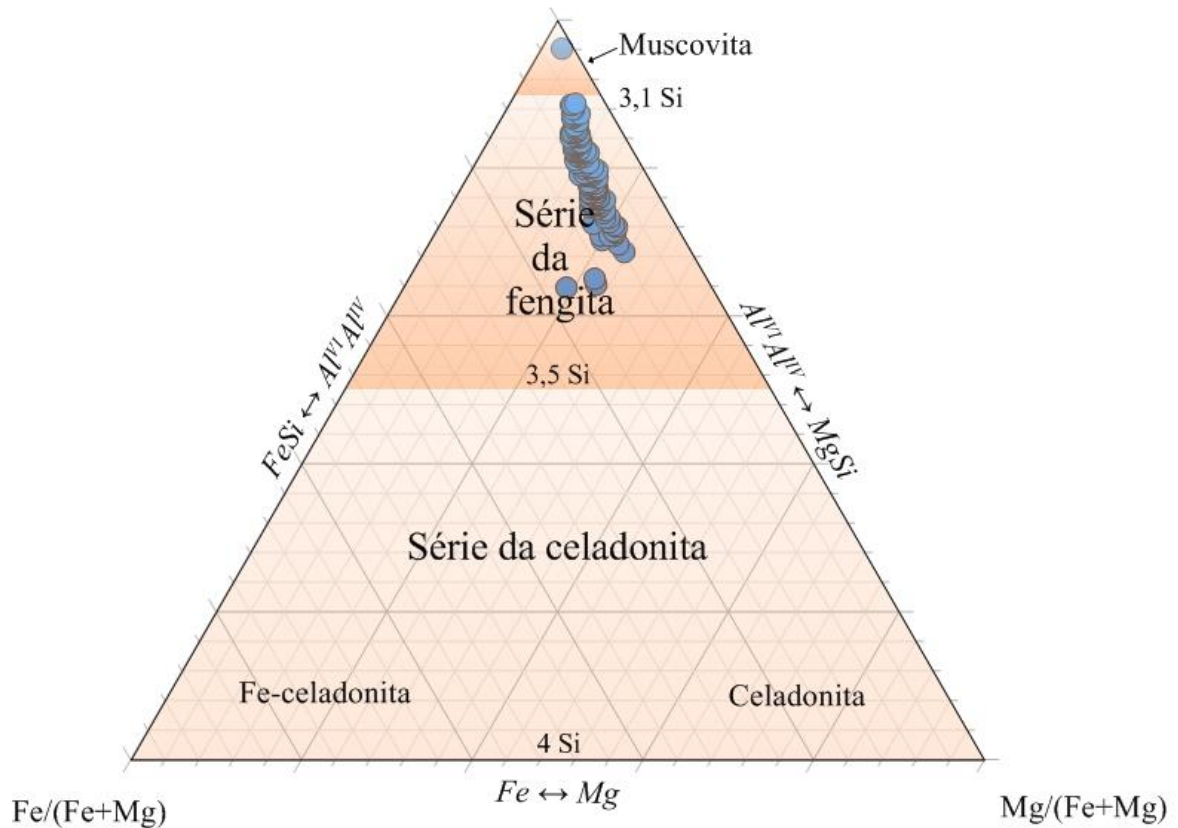
Por fim, 18 análises em muscovita grossa subeudral foram efetuadas, com apenas duas descartadas. As concentrações de SiO<sub>2</sub> (44,3-47,7%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (29,1-31,8%), K<sub>2</sub>O (10,3-11,0%), FeO (3,8-5,5%) e MgO (1,3-2,2%) são similares às encontradas para a muscovita venular grossa.

Os resultados obtidos a partir das análises químicas de mica branca mostram que esse grupo mineral está no domínio da muscovita e fengita, de acordo com a classificação de Deer et al. (1992) (Fig. 5.19), onde  $M^{2+} = Fe^{2+} + Mg^{2+} + Mn^{2+}$ . Segundo o diagrama, os dados obtidos para a mica branca mostram homogeneidade química, apenas com pequenas variações em relação às concentrações de Si e Al. A mica branca do depósito do Edu exibe composição intermediária entre os membros moscovítico e fengítico, com leve tendência para esse último.



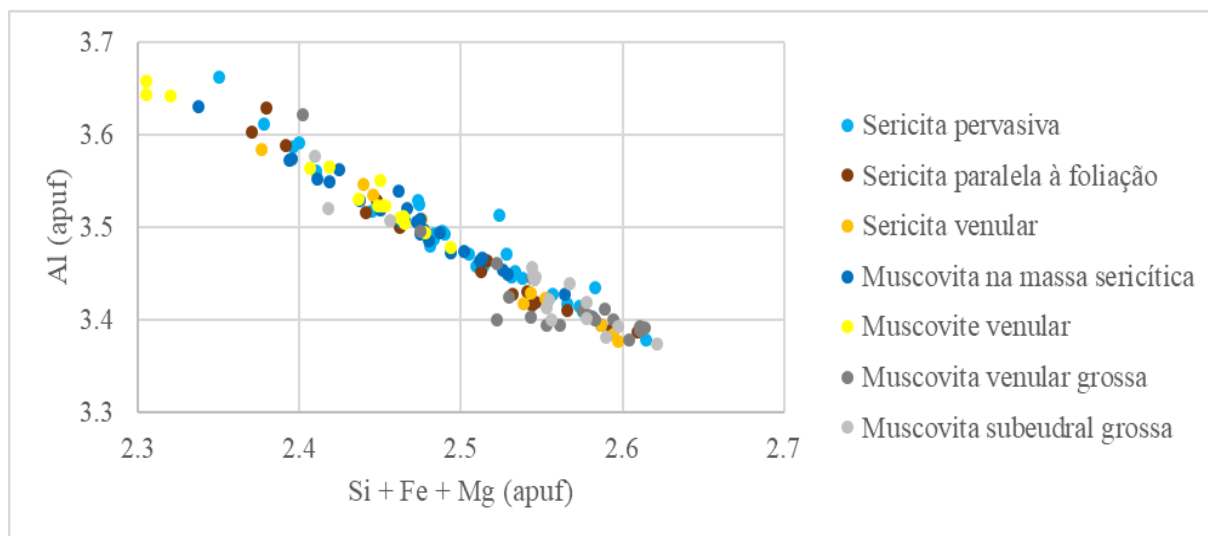
**Fig. 5.19.** Diagrama de classificação da mica branca proposto por Deer et al. (1992), no qual se observa composições intermediárias entre os membros muscovítico e fengítico.

As relações de Si, Al, Fe e Mg podem ser apresentadas com maior detalhe na classificação de Tappert et al. (2013), que separa o campo da fengita em relação a série muscovita-celadonita. Exceto um cristal que exhibe altos percentuais de  $Al^{VI}$  e  $Al^{IV}$  e, portanto, composição moscovítica, todos os demais enquadram-se na série da fengita (Fig. 5.20).



**Fig. 5.20.** Classificação de Tappert et al. (2013) com a individualização entre as séries da muscovita, fengita e muscovita-celadonita. De acordo com o diagrama, a mica branca do depósito do Edu exhibe composição eminentemente fengítica.

De modo geral, a variação da composição química da mica branca é controlada pela substituição acoplada do tipo Tschermak [ $Al^{VI}Al^{IV} \leftrightarrow (Mg,Fe^{2+})Si$ ], caracterizada por uma correlação negativa entre os teores de  $Si + Fe + Mg$  vs. os de Al (Fig. 5.21).



**Fig. 5.21.** Diagrama Si + Fe + Mg vs. Al para a mica branca do depósito do Edu. A forte correlação negativa linear é o reflexo da substituição acoplada do tipo Tschermak ( $Al^{VI}Al^{IV} \leftrightarrow [Mg, Fe^{2+}]Si$ ).

## 5.2.2 QUÍMICA MINERAL DA CLORITA

No total foram analisados 153 pontos de clorita, dos quais 10 foram descartados tanto por apresentarem somatório dos cátions em termos de óxidos inferior a 84% ( $n = 8$ ), quanto por exibirem a soma dos cátions inferior a 9,8 ( $n = 2$ ). Portanto, foram consideradas 143 análises, o que representa 93,5% dos pontos coletados.

Para a clorita pervasiva foram analisados 37 pontos, dos quais cinco foram descartados. Portanto, de  $SiO_2$  entre 24,8-28,1%,  $Al_2O_3$  de 17,9 a 20,8%, FeO entre 17,4 e 24,9% e de Mg de 13,0 a 20,4% foram registrados.

Vinte e nove pontos de clorita venular foram analisadas, com descarte de apenas um ponto. Os dados mostram concentrações de  $SiO_2$  entre 24,4-27,7%,  $Al_2O_3$  de 18,0 a 20,7%, FeO entre 20,4 e 30,0% e de MgO de 10,5 a 19,5% de MgO.

Para a clorita venular grossa foram analisados 15 pontos. Todos os valores de  $SiO_2$  (25,3-29,2%),  $Al_2O_3$  (16,8-21,0%), FeO (22,0-24,1%) e MgO (15,4-17,0%) estão dentro dos limites reportados para clorita segundo DEER et. al (2013).

Para a clorita em matriz de brecha foram analisados 22 pontos, com exclusão de duas análises. Os valores de  $SiO_2$  (25,5-26,6%),  $Al_2O_3$  (19,0-20,5%), FeO (19,5-20,8%) e MgO (17,9-19,0%) para essa variedade mostram-se bastante homogêneos.

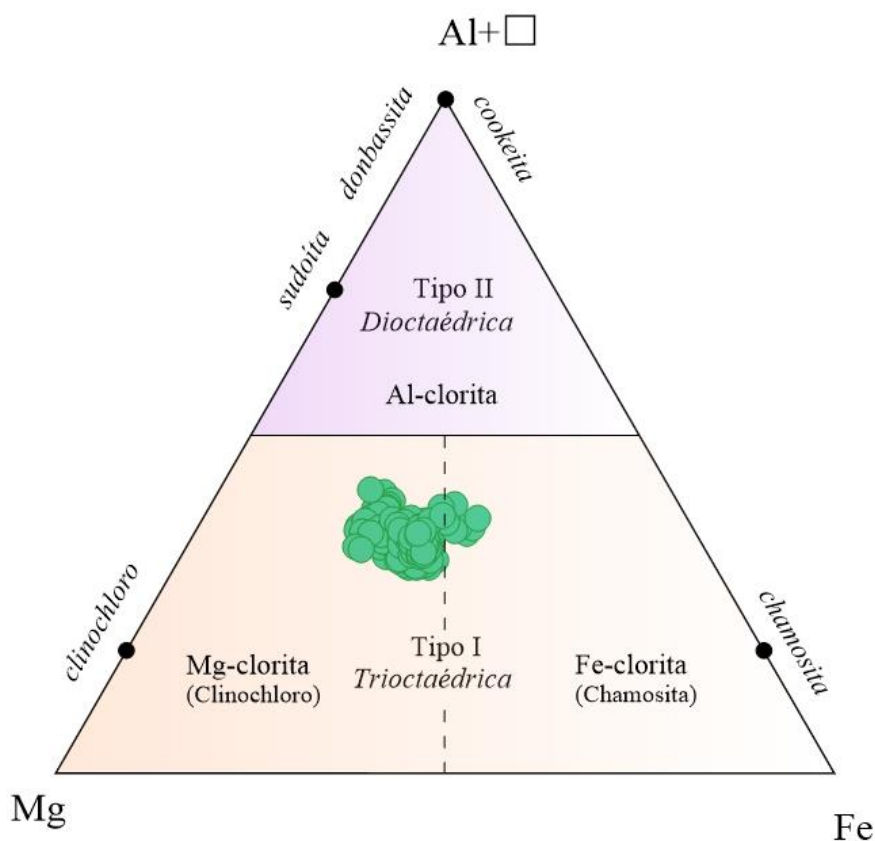
A clorita em fragmentos de brecha totalizou 19 análises, com descarte de apenas uma. As concentrações de  $SiO_2$  (25,2-27,7%),  $Al_2O_3$  (18,5-20,0%), FeO (20,8-22,8%) e MgO (17,9-19,2%) são bastante semelhantes as obtidas para clorita em matriz de brecha.

Foram realizadas 23 análises da clorita intersticial, das quais duas foram excluídas. Assim, a clorita intersticial apresenta teores de SiO<sub>2</sub> entre 25,8-30,3%, 17,8 a 20,9% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 15,4 a 24,9% de FeO, e 14,8 a 20,6% de MgO.

Por fim, apenas oito pontos foram analisados para a clorita em franja, devido a ocorrência restrita, com exclusão de dois. Concentrações de SiO<sub>2</sub> entre 24,8-28,3%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de 17,1 a 20,8%, FeO entre 23,1 e 25,3% e de MgO entre 14,3 e 15,1% foram observadas.

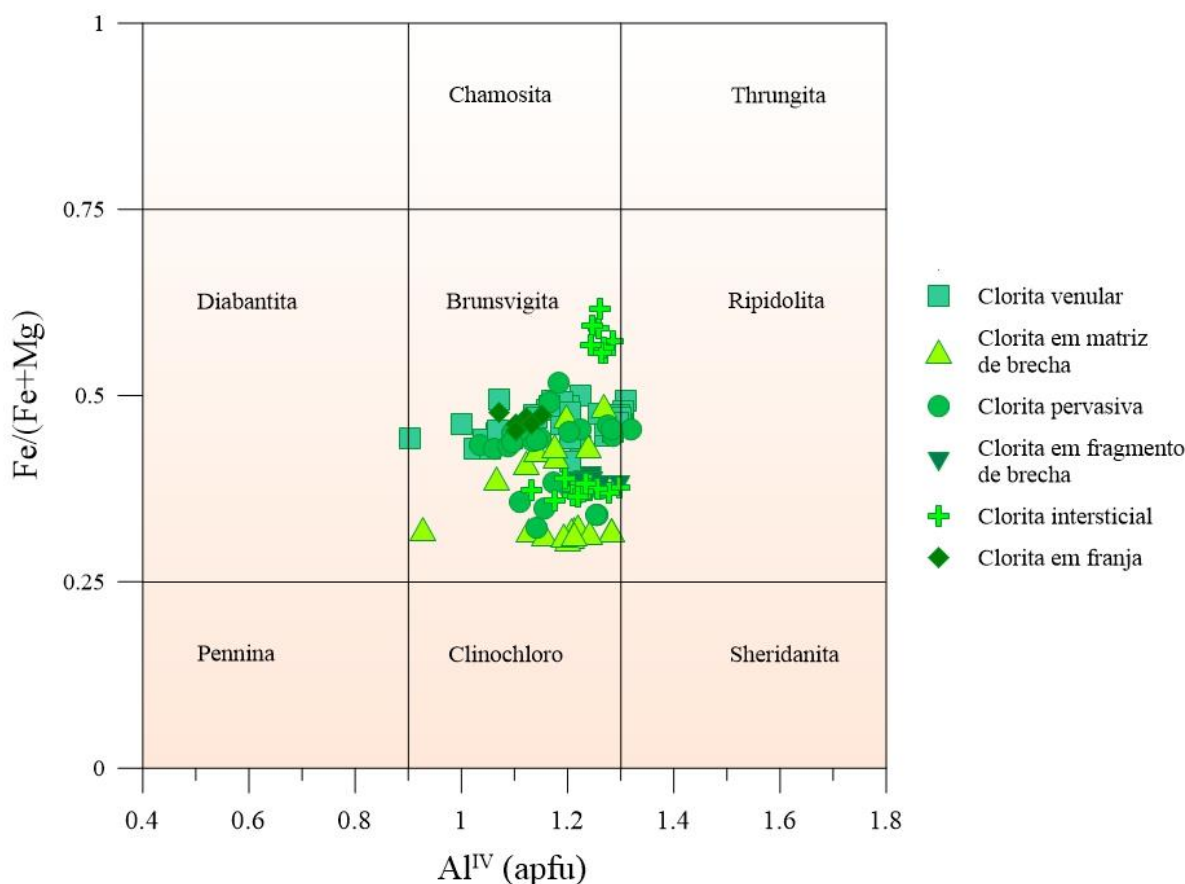
No conjunto, nota-se ampla variação nas concentrações de FeO e MgO nos tipos texturais venulares, pervasivos e intersticiais. Contudo, a variação intra-textural mostra-se homogênea.

Diversas classificações com abordagens cristaloquímicas são propostas para o grupo da clorita [e.g. Hey (1954); Foster (1962); Zane & Weiss (1998)]. Portanto, segundo a classificação de Zane & Weiss (1998), a clorita do depósito do Edu é exclusivamente trioctaédrica (tipo I), com composição predominantemente da Mg-clorita (clinoclóro), embora menores proporções da Fe-clorita (chamosita) possam estar presentes (Fig. 5.22).



**Fig. 5.22.** Diagrama de classificação da clorita proposto por Zane & Weiss (1998), no qual nota-se que a clorita hidrotermal do depósito Edu exibe, em grande parte, composição Mg-clorita (clinoclóro), e em menor escala, de Fe-clorita (chamosita). □ representa as vacâncias estruturais.

De acordo com a classificação de Foster (1962), entretanto, que se baseia nas concentrações de  $Al^{IV}$  e nas razões  $Fe/Fe+Mg$  (Fig. 5.23), a clorita do depósito Edu exibe composição exclusivamente brunsvigítica, correspondente ao membro intermediário entre o clinocloro e a chamosita.



**Fig. 5.23.** Diagrama de classificação da clorita proposto por Foster (1962), no qual se observa composição predominantemente brunsvigítica para a clorita do depósito Edu. Nessa classificação também é possível perceber a variação composicional que os diversos tipos texturais apresentam entre si.

A clorita venular e a clorita venular grossa apresentam concentrações de Fe, Mg e  $Al^{IV}$  bastante semelhantes. Desse modo, são apresentadas na classificação de Foster (1962) apenas como clorita venular. A principal variação química das cloritas venulares, assim como grande parte das demais variedades texturais, ocorre ao longo da abscissa ( $Al^{IV}$ ). A amplitude da concentração de  $Al^{IV}$  na clorita venular do depósito do Edu (0,90-1,31 apuf), de modo similar à variação do FeO e MgO, ocorre devido às diferentes concentrações para suas distintas



amostras. Contudo, as concentrações de  $Al^{IV}$  são homogêneas para cada amostra. As razões de  $Fe/(Fe+Mg)$  estão entre 0,41 e 0,50 apuf.

A clorita pervasiva pode ser subdividida em dois grupos. Um grupo apresenta maior razão de  $Fe/(Fe+Mg)$  (0,43-0,52 apuf), com uma maior amplitude de  $Al^{IV}$  (1,03-1,32 apuf), quando comparado a um segundo grupo. Com razões  $Fe/(Fe+Mg) = 0,36-0,38$  e  $Al^{IV} = 1,11-1,26$  apuf. O primeiro grupo está inserido em um domínio semelhante ao da clorita venular.

A clorita em matriz de brecha também pode ser subdividida em dois subgrupos. Um com maiores amplitudes da razão de  $Fe/(Fe+Mg)$  (0,32-0,48 apuf) e de  $Al^{IV}$  (0,93-1,27 apuf), quando comparado a um segundo subgrupo, com razões  $Fe/(Fe+Mg) = 0,31-0,32$  e  $Al^{IV} = 1,13-1,28$  apuf.

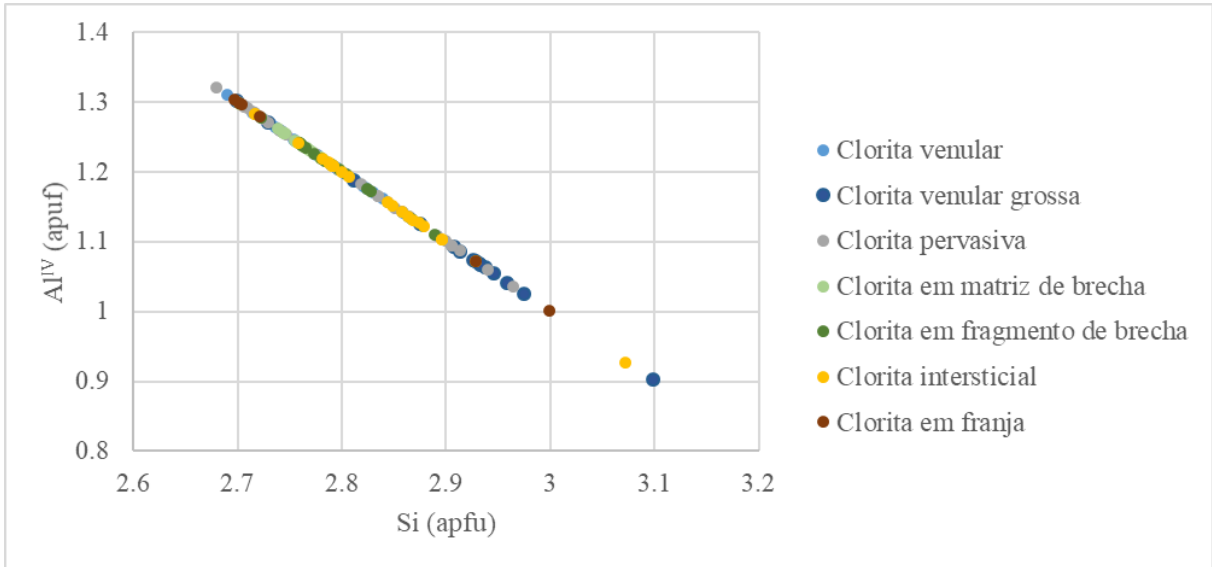
A clorita em fragmento de brecha apresenta concentrações de  $Fe/(Fe+Mg)$  e  $Al^{IV}$  bastante homogêneas: 0,36-0,39 e 1,20-1,30 apuf, respectivamente. Desse modo, exibe variação composicional intermediária entre os subgrupos de clorita em matriz de brecha.

A clorita intersticial apresenta dois subgrupos bem distintos. Um primeiro com menores e mais homogêneas razões de  $Fe/(Fe+Mg) = 0,36-0,37$  e maior amplitude da concentração de  $Al^{IV}$  (1,13-1,30 apuf). Entretanto, um segundo com razões de  $Fe/(Fe+Mg)$  entre 0,56-0,62, e concentrações de  $Al^{IV}$  mais homogêneas (1,24-1,28 apuf). As concentrações deste segundo subgrupo são semelhantes a clorita pervasiva.

Por fim, a clorita em franja apresenta concentrações de  $Al^{IV}$  e  $Fe/(Fe+Mg)$  bastante homogêneas ( $Fe/(Fe+Mg) = 0,45-0,48$ ;  $Al^{IV} = 1,07-1,15$  apuf), e coincidentes aos domínios da clorita venular e do primeiro subgrupo da clorita pervasiva.

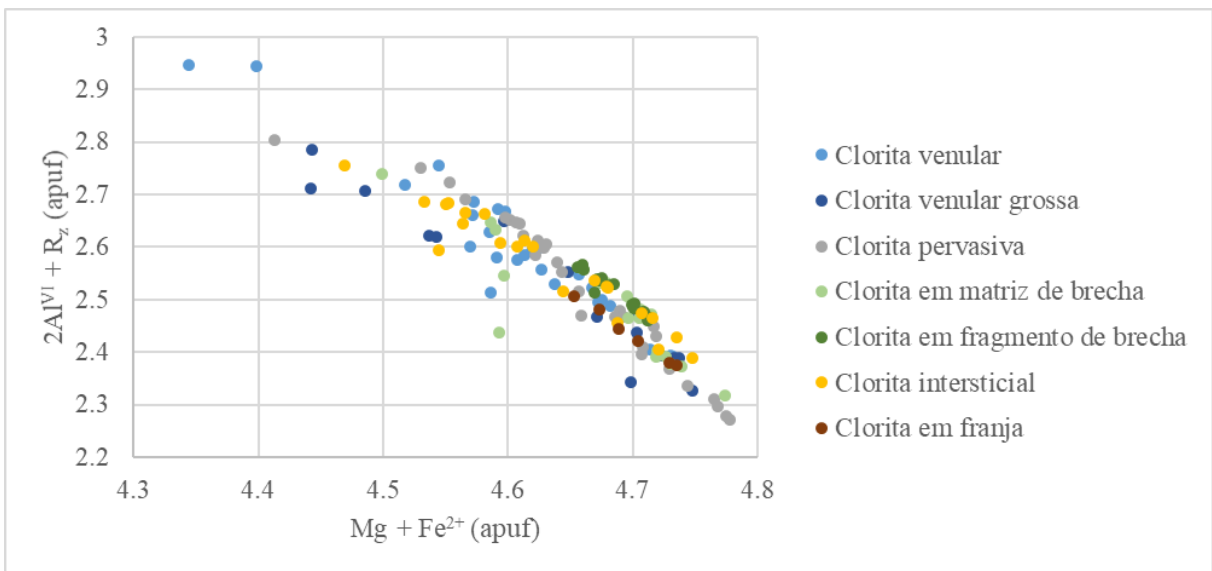
A variação composicional da clorita é resultante de uma série de substituições de elementos em sua complexa estrutura cristalina, das quais as mais importantes são (i) a substituição acoplada do tipo Tschermak,  $Al^{VI}Al^{IV} \leftrightarrow (Mg,Fe^{2+})Si$ ; (ii)  $3(MgFe^{2+}) \leftrightarrow 2Al^{VI} + R_z$ ; e (iii)  $Fe^{2+} \leftrightarrow Mg$  (INOUE et al, 2009; BOURDELLE et al., 2013).

A relação entre  $Al^{IV}$  e Si a partir da substituição acoplada do tipo Tschermak é demonstrada graficamente (Fig. 5.24). Como o cálculo do  $Al^{IV}$  ocorre em função da concentração de Si (WinCcac; YAVUZ et al., 2015), esses dois componentes apresentam elevado coeficiente de correlação ( $r^2 = -1$ ).



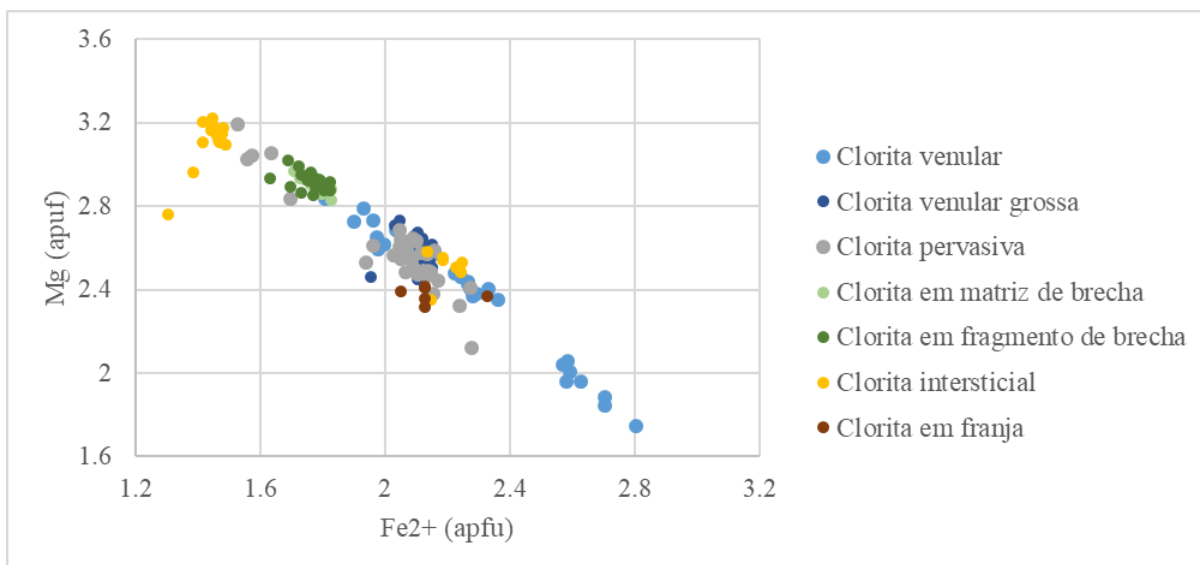
**Fig. 5.24.** Diagrama Si vs.  $Al^{IV}$  para a clorita do depósito do Edu. A concentração de  $Al^{IV}$  é calculada em função da concentração de Si (apuf) (WinCcac; YAVUZ et al., 2015).

A substituição  $3(MgFe^{2+} \leftrightarrow 2Al^{VI} + R_z)$ , assim como a correlação do  $Al^{VI}$  com o Mg e  $Fe^{2+}$  a partir da substituição acoplada do tipo Tschermak ( $Al^{VI}Al^{IV} \leftrightarrow (Mg,Fe^{2+})Si$ ), também pode ser demonstrada graficamente (Fig. 5.25).



**Fig. 5.25.** Diagrama  $Mg + Fe^{2+}$  vs.  $2Al^{VI} + R_z$  para a clorita do depósito do Edu.

O diagrama  $Fe^{2+}$  vs. Mg (Fig. 5.26) novamente exhibe a forte correlação linear inversa entre esses cátions. Essa relação indica a substituição  $Fe^{2+} \leftrightarrow Mg$  nos arranjos octaédricos da clorita, substituição comum nesse grupo mineral.

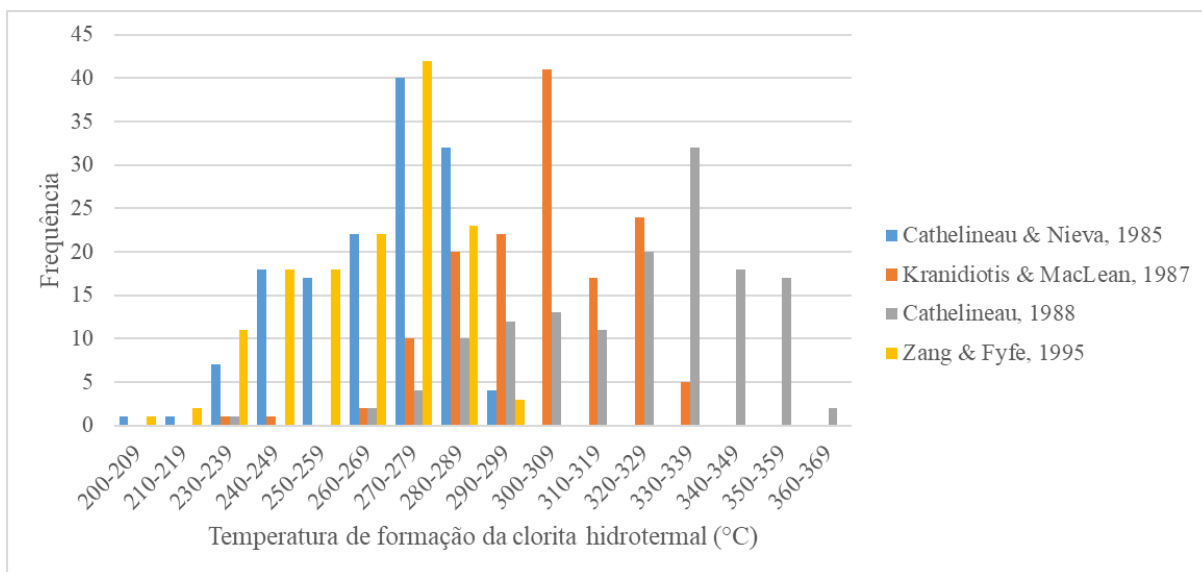


**Fig. 5.26.** Diagrama  $\text{Fe}^{2+}$  vs. Mg para a clorita do depósito do Edu, o qual indica a substituição  $\text{Fe}^{2+} \leftrightarrow \text{Mg}$  nos arranjos octaédricos da clorita, substituição comum nesse grupo mineral.

### 5.3 GEOTERMOMETRIA DA CLORITA

A quantificação da composição química dos diferentes tipos texturais de cristais de clorita do depósito do Edu possibilitou o seu uso como geotermômetro. Para o cálculo das temperaturas de formação foram utilizadas as equações de Cathelineau & Nieva (1985), Kranidiotis & MacLean (1987), Cathelineau (1988) e Zang & Fyfe (1995) (Fig. 5.27). Essas estimativas foram, para os diversos tipos texturais de clorita, foram calculadas com o uso do *software* WinCcac (YAVUZ et al., 2015). Visto a equação de Jowett (1991) ser aplicada a um intervalo de temperatura entre 150 e 325 °C, os resultados das temperaturas obtidas a partir dessa equação foram descartados para o depósito do Edu, pois apresentaram 65% dos resultados superiores a 325 °C. Os resultados das temperaturas e as medidas de tendência central (moda, mediana e média) estão apresentados no Apêndice E e F, respectivamente.

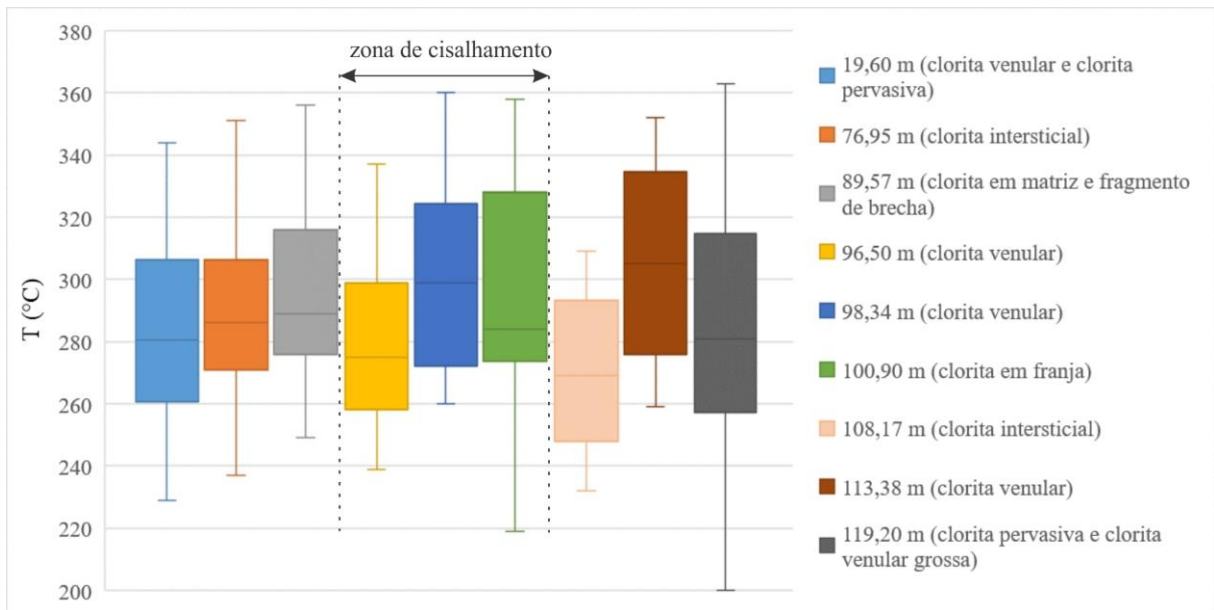
\*



**Fig. 5.27.** Histograma das temperaturas obtidas para o conjunto de dados da clorita, segundo as equações de Cathelineau & Nieva (1985), Kranidiotis & MacLean (1987), Cathelineau (1988) e Zang & Fyfe (1995).

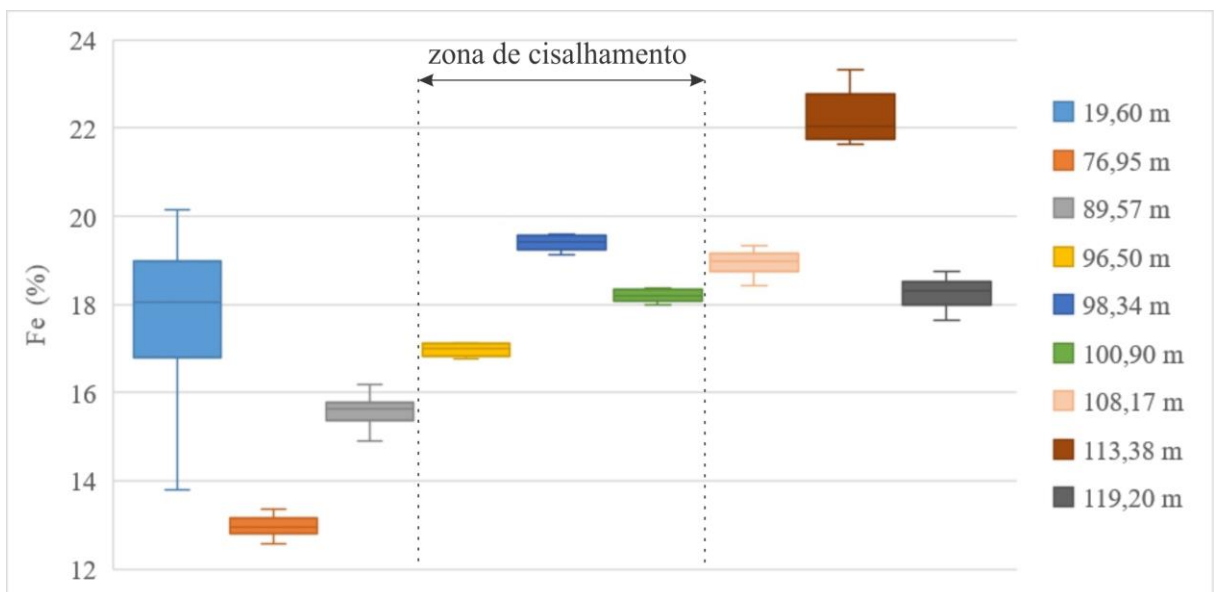
Para uma melhor compreensão da relação espacial dos dados de temperatura, foi construído um *boxplot* para melhor visualizar a espacialização das estimativas térmicas em função da profundidade (Fig. 5.28), a partir do furo de sondagem FTN03, visto corresponder ao qual totaliza o maior número de amostras. De modo geral, as temperaturas obtidas tendem a ser ligeiramente maiores em direção ao minério milonítico (zona de cisalhamento; amostras FTN03-96,50, FTN03-98,34 e FTN03-100,90), apenas com exceção das amostras FTN03-96,50 e FTN03-108,17, que apresentam temperaturas menores (entre 247 e 299 °C).

Com objetivo comparativo, foram construídos *boxplots* para as concentrações de Fe e Mg da clorita hidrotermal de acordo com a profundidade das amostras do furo de sondagem FTN03 (Fig. 5.29-5.30). Com exceção dos resultados obtidos para as amostras FTN03-19,60 e FTN03-113,38, as concentrações de Fe apresentam o mesmo comportamento do caso anterior, ou seja, de serem maiores em direção ao minério milonítico.

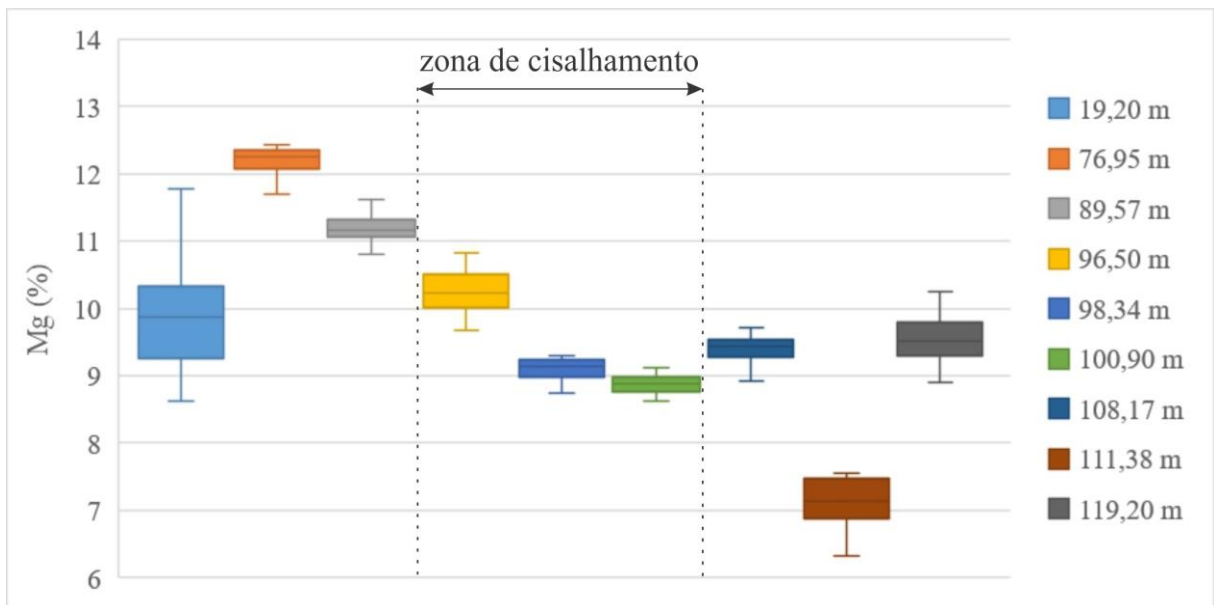


**Fig. 5.28.** *Boxplot* das temperaturas em função da profundidade para as amostras do furo de sondagem FTN03. As amostras FTN03-96,50, FTN03-98,34 e FTN03-100-90 representam a zona milonítica.

De modo inverso, também com exceção das amostras FTN03-19,60 e FTN03-113,38, as concentrações de Mg obtidas na clorita hidrotermal tendem a ser maiores no sentido oposto ao minério milonítico.



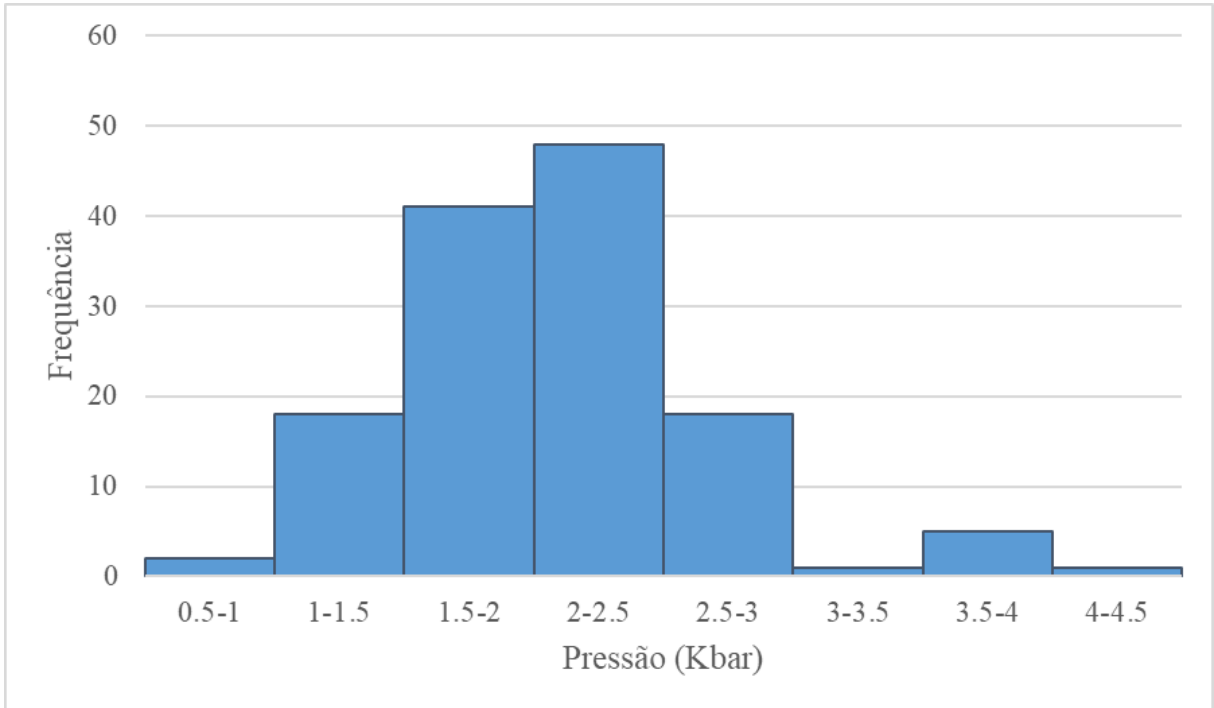
**Fig. 5.29.** *Boxplot* das concentrações de Fe (%) na clorita em função da profundidade para os cristais de clorita do furo de sondagem FTN03.



**Fig. 5.30.** Boxplot das concentrações de Mg (%) nas variações texturais de clorita em função da profundidade das amostras do furo de sondagem FTN03.

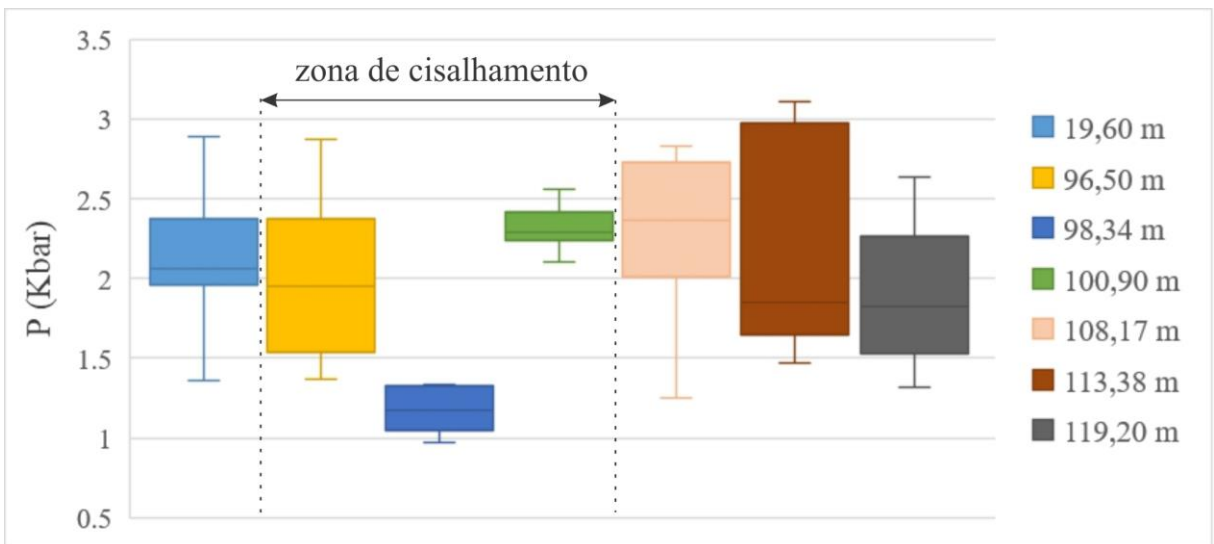
#### 5.4 GEOBAROMETRIA DA MICA BRANCA

A quantificação da composição química das diferentes variedades texturais de mica branca do depósito do Edu possibilitou o seu uso como geobarômetro. Para o cálculo da pressão foram utilizadas as equações Kamzolkin et al. (2016) (Eq. VIII e IX), e a moda da temperatura (277 °C) obtida a partir do geotermômetro da clorita. Desse modo, para os cristais de mica branca com concentração de Si < 3,25 (n = 105) foi utilizada a Eq. VIII, e para os cristais com concentração de Si ≥ 3,25 (n = 30) foi utilizada a Eq. IX. Os valores de pressão obtidos estão no intervalo entre 0,37 e 4,26 kbar. O histograma dos resultados obtidos está apresentado na Fig. 5.31. Os resultados das pressões e as medidas de tendência central (moda, mediana e média) estão apresentados no Apêndice G e H, respectivamente.



**Fig. 5.31.** Histograma das pressões obtidas para a mica branca segundo as equações de Kamzolkin et al. (2016).

A exemplo do executado para a temperatura, foi construído o *boxplot* com a variação dos resultados de pressão ao longo do testemunho FTN03 (Fig. 5.32).



**Fig. 5.32.** *Boxplot* com a variação das pressões estimadas para a mica branca, em função da profundidade, para o furo de sondagem FTN03.

É importante destacar alguns resultados que podem ser observados a partir dos dados de pressão da mica branca expostos no *boxplot* da Fig. 5.32: (1) o intervalo analisado pode ser dividido em dois grupos (19,60-98,34 m e 100,90-119,20 m), que são separados por uma grande variação de pressão entre 98,34 e 100,90 m (aproximadamente 1 Kbar); (2) as pressões tendem a ser menores sentido a zona de cisalhamento no *hangingwall*; e (3) no *footwall* as pressões tendem a ser maiores sentido a zona de cisalhamento; (4) as pressões para o intervalo amostrado apresentam gradiente geobarométrico muito elevado.

## 5.5 QUÍMICA MINERAL DA CLORITA COMO GUIA PROSPECTIVO

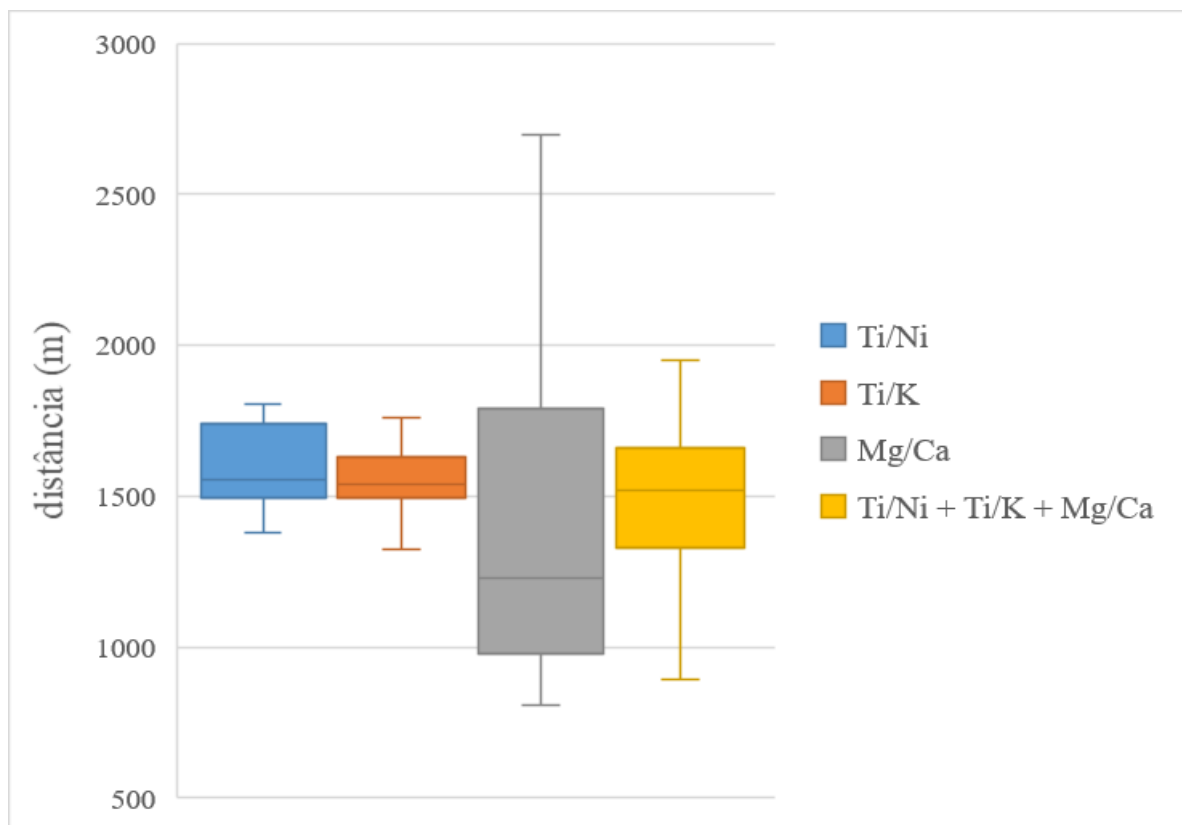
Com base na equação de Wilkinson et al. (2015), foi possível estimar a distância em relação a um possível centro térmico magmático (sistema tipo pórfiro?), a partir das razões Ti/Ni, Ti/K e Mg/Ca da clorita do depósito do Edu. As demais razões elementares propostas por Wilkinson et al. (2015) não foram aqui utilizadas devido a concentrações abaixo do limite de detecção pela microsonda (e.g. Sr, V, Ba e Co). É importante destacar que foram utilizadas somente análises com valores acima do limite de detecção para cada elemento. Desse modo, foram consideradas 143 análises de Mg, 71 análises de K, 68 de Ti, 52 de Ca e 23 de Ni. A ordem de magnitude da variação, distância de aplicação e constantes das razões Ti/Ni, Ti/K e Mg/Ca, tal como expressas em Wilkinson et al. (2015), estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Ordem de magnitude da variação, distância de aplicação, e constantes das razões Ti/Ni, Ti/K e Mg/Ca segundo Wilkinson et al. (2015).

Razão	Ordem de magnitude da variação	Distância de aplicação (m)	constante a	constante b
Ti/Ni	2,5	850-2200	0,82	470
Ti/K	3,0	760-1770	0,67	6400
Mg/Ca	5,0	760-4880	0,66	720

As distâncias calculadas para o depósito do Edu em relação ao centro de um possível sistema térmico magmático (pórfiro?), segundo as razões Ti/Ni, Ti/K e Mg/Ca (em comparação ao sistema Badu Hijau) são apresentadas na forma de diagrama *boxplot* (Fig. 5.33).





**Fig. 5.33.** *Boxplot* das distâncias obtidas em relação a um hipotético centro térmico segundo as razões Ti/Ni, Ti/K e Mg/Ca.

De modo geral, as distâncias calculadas a partir das razões de Ti/Ni, Ti/K e Mg/Ca para o centro de um possível sistema pórfiro são similares (entre 1,0 e 2,0 km). A razão Mg/Ca apresenta uma maior amplitude de valores devido a uma menor precisão, vista a menor magnitude de variação do Mg (6,3-12,4%).

As baixas concentrações de Si e altas concentrações Fe e Al nos cristais de clorita hidrotermal do depósito do Edu, comparadas às concentrações desses elementos no sistema Badu Hijau, indicam uma distância de aproximadamente 1,0 e 2,0 km em relação ao centro térmico magmático (sistema pórfiro?), de modo similar aos resultados obtidos a partir das razões de Ti/Ni, Ti/K e Mg/Ca.

## 6 DISCUSSÃO

Alterações hidrotermais consistem na mudança da composição química e mineralógica imposta às rochas durante sua interação com fluidos hidrotermais. As alterações são classificadas em vários tipos a depender dos minerais hidrotermais formados (HEMLEY & JONES, 1964; ROSE & BURT, 1979). As alterações propilítica, sericítica e filica representam importantes alterações hidrotermais, sobretudo em sistemas magmático-hidrotermais (MEYER & HEMLEY, 1967).

A alteração propilítica é caracterizada pela paragênese mineral clorita-epídoto-calcita. Apresenta alta razão  $K^+/H^+$ ; com adição de  $H_2O$  e  $CO_2$ ; além de adição (ou fraca lixiviação) de álcalis (SILLITOE, 2010). A alteração sericítica, por vez, desempenha intensa transformação e alteração dos cristais de feldspato em função da presença de  $H^+$ ,  $OH^-$ , K e S, para a formação de quartzo, mica branca, pirita e calcopirita, mediante baixas condições de pH. No conjunto, essas alterações se desenvolvem em praticamente todos os sistemas hidrotermais, e seus respectivos ambientes, em especial aqueles relacionados a sistemas magmático-hidrotermais, tais como depósitos do pórfiro, epitermais *low* e *high sulphidation* e sistemas geotermiais.

Depósitos do tipo pórfiro apresentam um padrão de zoneamento hidrotermal em ampla escala que compreende, da parte central inferior à superior, alteração cálcio-sódica, potássica, clorítica-sericítica, sericítica (filica) e argílica avançada. As alterações propilítica e clorítica são formadas em zonas mais distais; em níveis mais profundos e rasos, respectivamente. A alteração sericítica, por vez, geralmente sobrepõe, totalmente ou parcialmente, a alteração potássica e clorítica-sericítica de modo estruturalmente controlado (SILLITOE, 2010). De modo geral, a paragênese mineral dessas alterações reflete rebaixamentos da temperatura e aumento da acidez dos fluidos hidrotermais em direção a superfície e/ou no decorrer do tempo/desenvolvimento do sistema (SILLITOE, 2000; 2010).

A caracterização de distintas paragêneses minerais no depósito do Edu permitiu a identificação de seis fases principais de alteração hidrotermal. Em ordem temporal: (1) alteração sódica (albita), (2) alteração potássica (microclínio), (3) alteração sericítica, (4) alteração propilítica, (5) alteração sericítica na zona de cisalhamento, e (6) alteração carbonática (PAES DE BARROS, 2007; SILVA, 2017).

Com o objetivo de caracterizar condições físico-químicas do fluido hidrotermal, inclusive do ambiente de precipitação de minério do depósito do Edu, a clorita e mica branca hidrotermais, respectivamente provenientes dos halos de alteração propilítica e sericítica, foram sistematicamente estudadas nesse trabalho.

A partir da paragênese mineral, modo de ocorrência, granulometria e forma dos cristais, a análise petrográfica da mica branca e clorita possibilitou a classificação de diferentes tipos texturais. A mica branca foi classificada em sete tipos texturais: sericita pervasiva (tipo 1.1), sericita pervasiva paralela à foliação, em zona milonítica (tipo 1.2), sericita venular em zona milonítica (tipo 1.3); muscovita em massa sericítica (tipo 1.4), muscovita venular (tipo 1.5), muscovita venular grossa (tipo 1.6) e muscovita grossa subeudral (tipo 1.7); enquanto que para a clorita, oito variações texturais foram identificadas: clorita pervasiva com epidoto (2.1), clorita pervasiva com rutilo (2.2), clorita intersticial (2.3), clorita venular associada a sulfetos (2.4), clorita venular grossa (2.5), clorita em matriz de brecha (2.6), clorita em dique de andesito brechado (2.7) e clorita em franja (2.8).

Os resultados das análises químicas, com uso de microsonda eletrônica, mostram que os diferentes tipos texturais de mica branca, assim como de clorita, do depósito do Edu apresentam composições homogêneas e, portanto, variações químicas bastante restritas, salvo alguns casos dentro da mesma tipo textural textural.

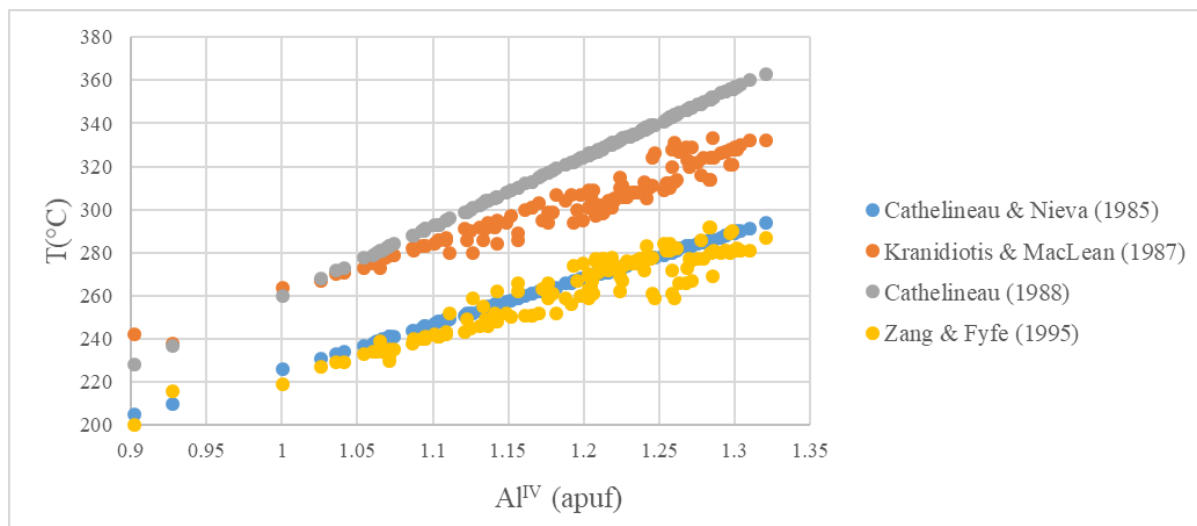
A composição química é o principal fator de controle textural da mica branca e da clorita, pois a estrutura cristalina desses filossilicatos pode ser modificada por várias substituições iônicas (GUIDOTTI & SASSI, 2002; DEER et al., 2013). A composição química, por vez, é controlada por diversos fatores, dos quais os mais importantes correspondem à temperatura, pressão, pH, fugacidade do oxigênio e atividade da água (GUIDOTTI & SASSI, 2002). Em um contexto magmático-hidrotermal a razão fluido/rocha, pressão de fluido e composição do protólito remetem a importantes fatores adicionais controladores. Em adicional, o estilo da alteração é controlado pela intensidade da alteração hidrotermal, pressão de fluidos e anisotropias internas da trama da rocha (PIRAJNO, 2009).

Nesse cenário, as variedades texturais individualizadas na petrografia pode ser o resultado da variação composicional do fluido, provavelmente, em função de diversos parâmetros no decorrer história magmática-hidrotermal evolutiva do depósito.

A quantificação da composição química dos diferentes tipos texturais de clorita do depósito do Edu possibilitou o uso desse grupo mineral como geotermômetro (Fig. 5.27). Para o cálculo das temperaturas foram utilizadas as equações de Cathelineau & Nieva (1985), Kranidiotis & MacLean (1987), Cathelineau (1988) e Zang & Fyfe (1995). Os resultados mostram um intervalo de temperatura entre 200 e 363 °C, com média entre 263 e 322 °C, e moda entre 277 e 338 °C para as distintas equações. Esses valores são compatíveis com os resultados obtidos a partir de dados de inclusões fluidas em cristais de quartzo da zona

mineralizada por Assis (2006; 330 °C), Rambo (2008; 265 a 308 °C) e Silva (2017; média entre 277 e 327 °C).

A aplicação das equações dos autores supracitados resulta em diferentes valores de temperatura (Fig. 6.1). As equações de Cathelineau & Nieva (1985) e Zang & Fyfe (1995) fornecem temperaturas inferiores, enquanto que as equações obtidas segundo as equações de Kranidiotis & MacLean (1987), Cathelineau (1988) resultam em temperaturas maiores. As equações de Cathelineau & Nieva (1985) e Cathelineau (1988) foram elaborados a partir da correlação direta da composição química da clorita com medições diretas de temperatura em sistemas geotermiais ativos. As equações de Kranidiotis & MacLean (1987) e Zang & Fyfe (1995), por vez, apresentam a vantagem de serem elaboradas a partir de estudos de depósitos minerais. Em função desses critérios, as quatro equações foram consideradas para o cálculo da temperatura.



**Fig. 6.1.** Diagrama do conteúdo em  $Al^{IV}$  em relação à temperatura, segundo as equações de Cathelineau & Nieva (1985), Kranidiotis & MacLean (1987), Cathelineau (1988) e Zang & Fyfe (1995).

A quantificação da composição química dos diferentes tipos texturais de mica branca, por vez, possibilitou o uso desse grupo mineral como geobarômetro. Para o cálculo da pressão foram utilizadas as equações de Kamzolkin et al. (2016) (Eq. VIII e IX), vista a sua maior precisão; e a moda da temperatura (277 °C).

As variações de pressão de acordo com a profundidade das amostras (furo de sondagem FTN03) mostram duas tendências: no *hangingwall* as pressões são menores no sentido à zona de cisalhamento; enquanto que no *footwall* as pressões são maiores na mesma direção. A pressão obtida para a mica branca da amostra FTN03-98,34, localizada na parte

central da zona cisalhamento, apresenta um valor entre 1,0 e 1,3 kbar (primeiro e terceiro quartis). Esses valores são significativamente menores do que as pressões obtidas para as demais amostras (mediana entre 1,8 e 2,4 kbar). As pressões para o intervalo amostrado apresentam gradiente geobarométrico muito elevado. A diferença das pressões da amostra FTN03-98,34 e FTN03-100,90, separadas por uma distância de apenas 2,56 m, é de aproximadamente 1 kbar. De modo geral, os resultados de pressão obtidos através da química mineral da mica branca (1,67 a 2,30 kbar; primeiro e terceiro quartis) são coerentes com pressões obtidas por Assis (2006) através de estudos de inclusões fluidas em cristais de quartzo (1,1 a 2,3 kbar).

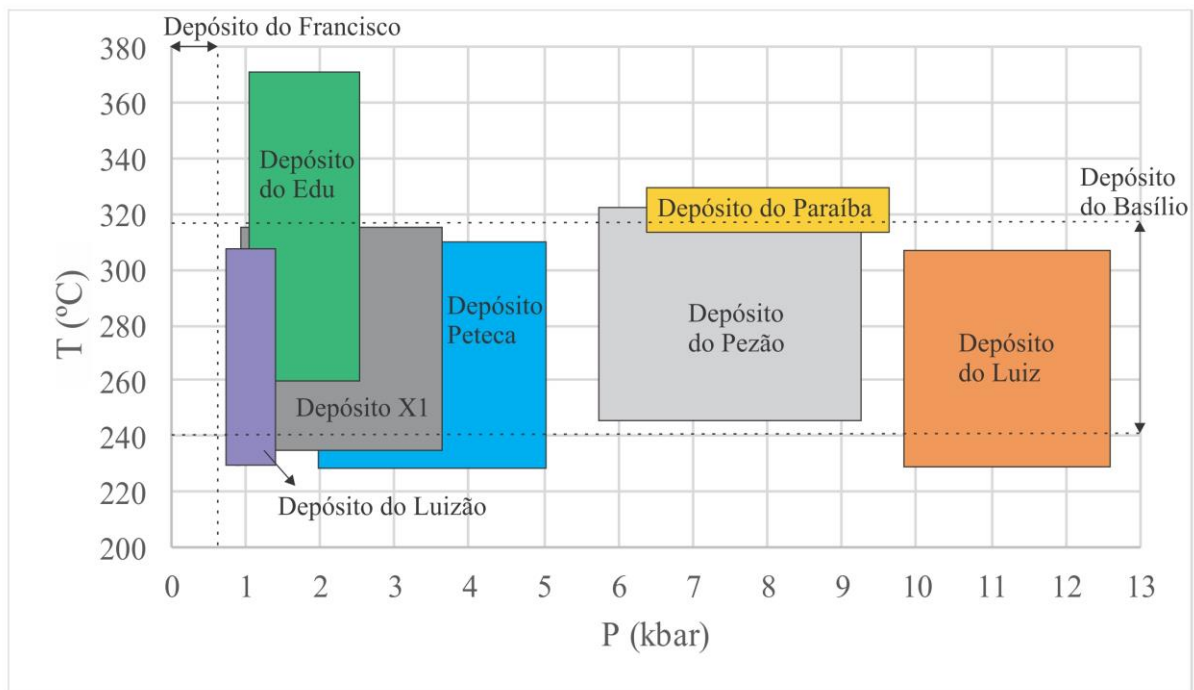
Nesse sentido, é importante destacar que a pressão de fluido corresponde a uma variável fundamental em sistemas magmático-hidrotermais, visto que em condições de pressão inferiores a 1,5 kbar, fluidos aquosos de baixa salinidade passam por uma fase de ebulição (HENLEY & McNABB, 1978), o que pode resultar em um efeito pronunciado na partição e solubilidade de metais (HEMLEY & HUNT, 1992). Nesse contexto as condições hidrostáticas são dominantes sobre as condições litostáticas (FOURNIER, 1998).

Desse modo, as variações de pressão de acordo com a profundidade das amostras no furo de sondagem FTN03 indicam que a precipitação do minério na zona de cisalhamento ocorreu principalmente devido a um processo de ebulição relacionado a diminuição da pressão do fluido hidrotermal (menor do que 1,5 kbar). Os resultados de pressão para a zona de cisalhamento (menores do que as rochas adjacentes) indicam um esforço transtensivo.

Além disso, as temperaturas da alteração propilítica, obtidas através da química mineral da clorita, similares às temperaturas obtidas em cristais de quartzo hidrotermal da zona mineralizada (SILVA, 2017) indicam que a variação da temperatura não apresenta uma relação direta com a precipitação do minério filonar. Dados de inclusões fluidas em cristais de quartzo (ASSIS, 2006) também apontam o processo de ebulição na zona de cisalhamento, e, conseqüentemente, da precipitação do minério filonar. Esse controle estrutural associado ao processo de mineralização é coerente com o estudo de Richards (2001) em relação à formação de depósitos do tipo pórfiro. Nesse estudo, Richards aponta que zonas mineralizadas em sistemas pórfiros são comumente localizadas em estruturas extensionais de segunda e terceira ordem relacionadas à falhas transpressivas mais amplas, de primeira ordem (controle estrutural regional semelhante ao observado em sistemas de ouro orogênico).

No contexto regional, os depósitos primários da Província Aurífera de Alta Floresta, apresentam, de modo geral, temperaturas similares (Fig. 6.2). As temperaturas médias variam de 233° a 368 °C, contudo, grande parte dos depósitos teriam se formado condições térmicas

com temperaturas entre 240° e 320 °C. Em relação à pressão, os dados indicam ampla variação entre os depósitos da província. O sistema hidrotermal do depósito do Francisco, por exemplo, teria se formado em condições de pressão menores a 0,742 kbar (Assis, 2015), quanto o depósito do Luiz teria se desenvolvido em pressões entre 10,0 e 12,3 kbar (Trevisan, 2015). É importante destacar que ambos os depósitos estão incluídos na mesma categoria regional de mineralizações, ou seja, de sistemas de Au + metais base alojados em estruturas rúpteis que truncam vulcânicas, subvulcânicas e vulcanossedimentares (grupo 4). Dados de pressão e temperatura disponíveis para alguns depósitos da PAAF, são apresentados no Apêndice I e J, respectivamente.



**Fig. 6.2.** Gráfico de temperatura e pressão de formação de depósitos da Província Aurífera de Alta Floresta. Referências: depósito do: Edu (este trabalho; PAES DE BARROS, 2007; RAMBO, 2008; SILVA, 2017); Francisco (ASSIS, 2015); Luizão (ASSIS, 2015), X1 (ASSIS, 2015; SEEBREGTS, 2017), Peteca (MARTINS, in prep.), Pezão (TREVISAN, 2015), Paraíba (TREVISAN) e Luiz (TREVISAN, 2015).

A relação da temperatura e pressão para os depósitos da PAAF, sobretudo a ampla variação da pressão, podem indicar (1) importante imposição da pressão de fluido sobre a pressão litostática, contudo, com predomínio da primeira; conseqüentemente, (2) amplo nível crustal de formação dos depósitos; e (3) análises mistas nos estudos geobarométricos, que

podem ter contribuído com uma maior variação dos teores de Si e, conseqüentemente, significativos incrementos da pressão.

Complementarmente, a composição química da clorita, obtida com uso de microsonda eletrônica, foi utilizada como guia prospectivo. Devida à importância dessa aplicação, é necessário realizar algumas considerações.

Na última década, significativos esforços têm sido dedicados à estudos de química mineral para auxiliar a exploração de depósitos do tipo pórfiro. Esses estudos podem ser divididos em dois grandes grupos de pesquisa: (1) minerais indicadores de sistemas pórfiros, que visam apontar a presença ou potencial de mineralizações, a partir de análises químicas *in situ* (em minerais hidrotermais específicos) (DUPUIS & BEAUDOIN, 2011; DILLES et al., 2015; SHEN et al., 2015; WILLIAMSON et al., 2016; BOUZARI et al., 2016); e (2) vetorização geoquímica, baseadas na composição química de fases hidrotermais, a exemplo do epidoto, clorita e alunita, e objetivam direcionar e prever o distanciamento das amostras em *trends* espaciais, em relação à centros mineralizados (CHANG et al., 2011; COOKE et al., 2017; WILKINSON et al., 2017; BAKER et al., 2017; XIAO et al., 2017). Esses estudos apresentam uma promissora importância para a exploração de depósitos do tipo pórfiro (COOKE et al., 2017).

Em um estudo de vetorização geoquímica, Wilkinson et al. (2015) avaliaram a concentração de elementos maiores, menores e traços aplicados à exploração mineral em zonas de alteração propilítica do depósito do tipo Cu-Au pórfiro Batu Hijau, na Indonésia. A partir de regressões lineares de variações composicionais na clorita em relação à distância do centro do sistema pórfiro, Wilkinson et al. (2015) formularam uma equação para estimar a distância do centro de um sistema pórfiro, tal como Batu Hijau, a partir de diversas razões entre elementos, na seguinte relação matemática:

$$x = \ln (R/a)/b$$

onde: x é a distância em metros;  
R é a razão dos elementos;  
a é uma constante de escala;  
e b é uma constante exponencial.

Com base nas razões Ti/Ni, Ti/K e Mg/Ca obtidas em cristais de clorita do halo propilítico do depósito do Edu, foi possível estimar a distância em relação a um possível centro térmico magmático (sistema pórfiro?), em alusão ao sistema Badu Hijau. De modo

geral, as distâncias calculadas a partir dessas razões supracitadas indicam posicionamento espacial entre 1,0 e 2,0 km em relação a um hipotético centro térmico magmático.

Contudo, é importante destacar que as relações exponenciais podem variar de acordo com a anomalia termal associada ao sistema intrusivo. E, portanto, estimativas de distâncias absolutas com base na equação de Wilkinson et al. (2015) podem não ser precisas se aplicadas a sistemas com gradientes termais significativamente diferentes ao do sistema Batu Hijau. No entanto, *trends* de estimativas para a distância podem ser usados, ao menos como vetores geoquímicos exploratórios para o centro de um sistema.

Adicionalmente, um estudo com amostragens sistemáticas em diversos depósitos da PAAF pode resultar em uma vetorização geoquímica mais precisa e robusta e, portanto, de grande interesse e aplicabilidade à prospecção mineral. Pois, desse modo, *trends* geoquímicos podem indicar o centro de prováveis sistemas pórfiros, além de fornecer importantes dados sobre quanto aos gradientes geotermiais da província.

As concentrações de Fe e Mg na clorita hidrotermal do depósito do Edu apresentam significativas variações da zona mineralizada em direção aos seus setores mais distais (Fe: 12,6 a 23,3%; Mg: 6,3 a 12,4%). A concentração de Fe tende a aumentar no sentido da zona mineralizada (Fig. 5.29); enquanto que as concentrações de Mg se comportam de modo inverso, ou seja, tendem a diminuir (devido à substituição entre esses dois elementos na estrutura da clorita) (Fig. 5.30).

De modo similar às razões e concentrações absolutas utilizadas por Wilkinson et al. (2015) como vetores geoquímicos, as variações de Fe e Mg na clorita hidrotermal em relação ao centro do depósito do Edu indicam que essas concentrações também poderiam ser empregadas como vetores geoquímicos em uma escala de maior detalhe.



## 7 CONCLUSÕES

Com base nos dados apresentados podemos considerar as seguintes conclusões principais:

(1) Os resultados das análises químicas, com uso de microsonda eletrônica, mostram que os diferentes tipos texturais de mica branca, assim como de clorita, do depósito do Edu apresentam composições homogêneas e, portanto, variações químicas bastante restritas, salvo alguns casos dentro da mesma tipo textural textural.

(2) A quantificação da composição química dos diferentes tipos texturais de clorita possibilitou o uso desse grupo mineral como geotermômetro. Os resultados mostram um intervalo de temperatura entre 200 e 363 °C. Esses valores são compatíveis com os resultados obtidos a partir de dados de inclusões fluidas em cristais de quartzo da zona mineralizada por Assis (2006; 330 °C), Rambo (2008; 265 a 308 °C) e Silva (2017; 277 e 327 °C).

(3) A quantificação da composição química das diferentes variedades texturais de mica branca do depósito do Edu possibilitou o seu uso como geobarômetro. Os valores de pressão obtidos estão no intervalo entre 0,37 e 4,26 kbar (1,67 a 2,30 kbar; primeiro e terceiro quartis). De modo geral, os resultados de pressão obtidos são coerentes com pressões obtidas por Assis (2006) através de estudos de inclusões fluidas em cristais de quartzo (1,1 a 2,3 kbar).

(3) A pressão obtida para amostra FTN03-98,34 (1,0 a 1,3 kbar), localizada na parte central da zona cisalhamento, significativamente menor do que as pressões obtidas para as demais amostras (1,8 a 2,4 kbar) mostra um importante fator de controle da pressão de fluido na composição da mica branca do que as pressões obtidas para as demais amostras (mediana entre 1,8 e 2,4 kbar).

(4) Os depósitos primários da Província Aurífera de Alta Floresta, apresentam, de modo geral, temperaturas similares. As temperaturas médias variam de 233° a 363 °C, contudo, grande parte dos depósitos teriam se formado condições térmicas com temperaturas entre 240° e 320 °C.

(5) Em relação à pressão, os dados geobarométricos da PAAF indicam ampla variação entre os depósitos da província (menores do 0,742 kbar até 12,3 kbar).

(6) Com base nas razões Ti/Ni, Ti/K e Mg/Ca obtidas em cristais de clorita do halo propilítico do depósito do Edu, foi possível estimar a distância em relação a um possível centro térmico magmático (sistema pórfiro?), em alusão ao sistema Badu Hijau. De modo geral, as distâncias calculadas a partir dessas razões supracitadas indicam posicionamento espacial entre 1,0 e 2,0 km em relação a um hipotético centro térmico magmático.

(7) De modo similar às razões e concentrações absolutas utilizadas por Wilkinson et al. (2015) como vetores geoquímicos, as variações de Fe e Mg na clorita hidrotermal em relação ao centro do depósito do Edu indicam que essas concentrações também poderiam ser empregadas como vetores geoquímicos em uma escala de maior detalhe.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABPM (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISA MINERAL). **DNPM aprova relatório de estimativa de recursos de projeto da International Goldfields no MT**, 2014. Disponível em <<http://www.abpm.net.br/noticia/dnpm-aprova-relatorio-de-estimativa-de-recursos-de-projeto-da-international-goldfields-no-mt>>. Acesso em: 18 jan. 2018.
- ABREU, F. **What's driving the copper exploration boom in the Alta Floresta region?** 2017. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/whats-driving-copper-exploration-boom-alta-floresta-francisco/>>. Acesso em: 18 jan. 2018.
- ALMEIDA, F.F.M. **Tectonic map of South America, 1:5.000.000** – Explanatory note. Brasília, DNPM, 23 p., 1978. Trabalho elaborado em parceria com CGMW e UNESCO.
- ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B. The upper Precambrian of South American. **Boletim IGC-USP**, v. 7, p. 45-80, 1976.
- ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R.A. Brazilian structural provinces: an introduction. **Earth-Science Reviews**, v. 17, p. 1-29, 1981.
- ALTAMIRA GOLD. **Cajueiro-Apiacás Presentation**, 2018. Projects. Disponível em: <<http://www.altamiragold.com>>. Acesso em: 18 jan. 2018.
- ANDERSON, J.L. Status of thermobarometry in granitic batholiths. **Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences**, v. 87, p. 125-138, 1996.
- ASSIS, R.R. **Contexto geológico e associação paragenética das mineralizações auríferas de União do Norte, região de Peixoto de Azevedo, Província de Alta Floresta (MT)**. 2008. 81 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- ASSIS, R.R. **Depósitos auríferos associados ao magmatismo granítico do setor leste da Província de Alta Floresta (MT), Cráton Amazônico**: tipo textural das mineralizações, modelos genéticos e implicações prospectivas. 2011. 428 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.
- ASSIS, R.R. **Depósitos auríferos associados ao magmatismo granítico do setor leste da Província de Alta Floresta (MT), Cráton Amazônico**: litogeoquímica, idade das mineralizações e fonte dos fluidos. 2015. 320 p. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.
- ASSIS, R.R.; XAVIER, R.P.; PAES DE BARROS, A.J.; BARBUENA, D.; MIGUEL JÚNIOR, E. Contexto geológico e litogeoquímica das unidades plutônicas-vulcânicas da região de União do Norte, setor leste da Província Aurífera de Alta Floresta (MT). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 42, n. 2, p. 130-161, 2012.
- ASSIS, R.R.; XAVIER, R.P.; PAES DE BARROS, A.J.; BARBUENA, D.; TREVISAN, V.G.; RAMOS, G.S.; TEIXEIRA, R.V.; MIGUEL JR, E.; RODRIGUES, R.M.; STABILE JR, A.; SANTOS, T.J.S.; MIRANDA, G.M.T.; BARROS, M.A.S.A.; PINHO, F.E.C. Metalogênese do setor leste da Província de Alta Floresta (MT), Cráton Amazônico. In: SILVA, M.G.; NETO, M.B.R.; JOST, H.; KUYUMJIAN, R.M. (eds.). **Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras**. Belo Horizonte, CPRM, p. 305-340, 2014.
- ASSIS, R.R.; XAVIER, R.P.; CREASER, R.A. Linking the Timing of Disseminated Granite-Hosted Gold-Rich Deposits to Paleoproterozoic Felsic Magmatism at Alta Floresta Gold Province, Amazon Craton, Brazil: Insights from Pyrite and Molybdenite Re-Os Geochronology. **Economic Geology**, v. 112, p. 1937-1957, 2017.

- BAKER, M.; COOKE, D.R.; HOLLINGS, P.; PIQUER, J. Identification of hydrothermal alteration related to mineralization using epidote mineral chemistry. In: SGA BIENNIAL MEETING. 2017.
- BARROS, M.A.S.; BARROS, A.J.P.; SANTOS, J.O.S.; ROCHA, M.L.B.P. Extension Of The Tapajós Domains To The Alta Floresta Gold Province: Evidence From U-Pb SHRIMP Ages Of The Nhandu Intrusive Suite At 1962 And 1967 Ma. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 14., 2015, Marabá. **Anais...** SBG Núcleo Norte, CD-ROM, 2015.
- BETTENCOURT, J.S.; JULIANI, C.; XAVIER, R.P.; MONTEIRO, L.V.S.; BASTOS NETO, A.C.; KLEIN, E.L.; ASSIS, R.R.; LEITE JR, W.B.; MORETO, C.P.N.; FERNANDES, C.M.D.; PEREIRA, V.P. Metallogenic systems associated with granitoid magmatism in the Amazonian Craton: An overview of the present level of understanding and exploration significance. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 68, p. 22-49, 2016.
- BIZOTTO, A.C. **Mineralizações auríferas na região de Teles Pires – Peixoto de Azevedo (MATO GROSSO), Província de Alta Floresta: O Depósito de Santa Helena**. 2004. 38 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- BOURDELLE, F.; PARRA, T.; CHOPIN, C.; BEYSSAC, C. A new chlorite geothermometer for diagenetic to low-grade metamorphic conditions. **Contributions to Mineral Petrology**, v. 165, p. 723-735, 2013.
- BOUZARI, F.; HART, C.; BISSIG, T.; BARKER, S. Hydrothermal alteration revealed by apatite luminescence and chemistry: A potential indicator mineral for exploring covered porphyry copper deposits. **Economic Geology**, v. 111, p. 1397-1410, 2016.
- CATHELINÉAU, M. Cation site occupancy in chlorites and illites as function of temperature. **Clay Minerals**, v. 23, n. 4, p. 471-485, dez. 1988.
- CATHELINÉAU, M.; IZQUIERDO, G.; NIEVA, D. Thermobarometry of hydrothermal alteration in Los Azufres geothermal system (Michoacan, Mexico): significance of fluid inclusion data. **Chemical Geology**, v. 76, n. 3-4, p. 229-238, set. 1989.
- CATHELINÉAU, M.; NIEVA, D. A chlorite solid solution geothermometer. The Los Azufres (Mexico) geothermal system. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, v. 91, n. 3, p. 235-244, jan. 1985.
- CHANG, Z.; HEDENQUIST, J.W.; WHITE, N.C.; COOKE, D.R.; ROACH, M.; DEYELL, C.L.; GARCIA, J.; GEMMELL, J.B.; McKNIGHT, S.; CUISSON, A.L. Exploration tools for linked porphyry and epithermal deposits: Example from the Mankayan intrusion-centered Cu-Au district, Luzon, Phillipines. **Economic Geology**, v. 106, p. 1365-1398, 2011.
- CIESIELEZUK, J. Chlorite of hydrothermal origin formed in the Strzelin and Borów granites (Fore-Sudetic Block, Poland). **Geological Quarterly**, v. 56, n. 2, p. 333-344, jun. 2012.
- COOKE, D.R.; AGNEW, P.; HOLLINGS, P.; BAKER, M.; CHANG, Z.; WILKINSON, J.J.; WHITE, N.C.; ZHANG, L.; THOMPSON, J.; GEMMELL, J.B.; FOX, N.; CHEN, H.; WILKINSON, C.C. Porphyry Indicator Minerals (PIMS) and Porphyry Vectoring and Fertility Tools (PVFTS) – Indicators of Mineralization Styles and Recorders of Hypogene Geochemical Dispersion Halos. In: PROCEEDINGS OF EXPLORATION 17. p. 457-470. 2017.
- CORDANI, U.G.; TEIXEIRA, W. Proterozoic accretionary belts in the Amazonian Craton. In: HATCHER, R.D.; CARLSON, M.P.; McBRIDE, J.H.; MARTÍNEZ-CATALÁN, J.R. (eds.). **Framework of Continental Crust**. Geological Society of America Memoir, p. 297-320, 2007.
- CORDANI, U.G.; TEIXEIRA, W.; TASSINARI, C.C.G.; KAWASHITA, K.; SATO, K. The growth of the Brazilian Shield Episodes. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 11, p. 163-167, 1988.

- COUTINHO, M.G.; ROBERT, F.; SANTOS, R.A. Província Mineral do Tapajós, Amazônia, Brasil: Novo enfoque geológico das mineralizações de ouro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40., 1998, Belo Horizonte. **Anais...** SBG Núcleo Norte, p. 160.
- CRUSADER RESOURCES LTD. **Brazilian Gold**: Clear path to production, 2017. Presentations. Disponível em: <<http://www.crusaderresources.com/investor-relations/presentations/>>. Acesso em: 18 jan. 2018.
- CRUSADER RESOURCES LTD. **Juruena Gold Presentation**, 2016. Presentations. Disponível em: <<http://www.crusaderresources.com/investor-relations/presentations/>>. Acesso em: 18 jan. 2018.
- DARDENE M.A.; SCHOBENHAUS, C. The metallogenesis of South American platform. In: CORDANI, E.J.; MILANI, A.; THOMAZ-FILHO, D.A. (eds.). **Tectonic Evolution of the South America**. Rio de Janeiro, p. 755-834, 2001.
- DE CARITAT, P.; HUTCHEON, I.; WALSH, J.L. Chlorite geothermometry; a review. **Clays and Clays Minerals**, v. 41, n. 2, p. 219-239, jan. 1993.
- DEER, W.A.; HOWIE, R.A.; ZUSSMAN, J. An Introduction to the Rock-Forming Minerals. 1992.
- DEER, W.A.; HOWIE, R.A.; ZUSSMAN, J. An Introduction to the Rock-Forming Minerals. 2013.
- DEZULA, S. E. M.; BARROS, M. A. S.; PIEROSAN, R.; SANTOS, J. O. S.; ASSIS, R. R. Granito Aragão – Suíte Intrusiva Nhandú – um granito oxidado, tipo A<sub>2</sub>, de 1967 a 1964 Ma na Província Aurífera Alta Floresta – Cráton Amazônico. **Geologia USP, Série Científica**, V. 18, n.1, p. 3-20, 2018.
- DILLES, J.H.; KENT, A.J.R.; WOODEN, J.L.; TOSDAL, R.M.; KOLESZAR, A.; LEE, R.G.; FARMER, L.P. Zircon compositional evidence for sulfur-degassing from ore-forming arc magmas. **Economic Geology**, v. 110, p. 241-251, 2015.
- DUARTE, T.B. **Geologia, geoquímica e geocronologia do Domínio vulcânico do Arco Magmático Juruena, SW do Cráton Amazônico: implicações geotectônicas**. 2015. 104 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.
- DUPUIS, C.; BEAUNDOIN, G. Discriminant diagrams for iron oxide trace element fingerprinting of mineral deposit types. **Mineralium Deposita**, v. 46, p. 319-335, 2011.
- ERNST, W.G. Significance of phengite micas from low-grade schists. **American Mineralogist**, v. 48, p. 1357-1373, 1963.
- FOSTER, M.D. Interpretation of the composition and classification of chlorites. US Geological Survey Professional Paper, v. 27, 1962.
- FOURNIER, R.O. Hydrothermal Processes Related to Movement of Fluid From Plastic into Brittle Rock in the Magmatic-Epithermal Environment. **Economic Geology**, v. 94, p. 1193-1211. 1998.
- FOURNIER, R.O.; POTTER, R.W. A revised and expanded silica (quartz) geothermometer. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 43, p. 1543-1550. 1982.
- FOURNIER, R.O.; TRUESDELL, A.H. An empirical Na-K-Ca geothermometer for natural waters. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 37, n. 5, p. 1255-1275, 1973.
- GUIDOTTI, C.V.; SASSI, F.P. Constraints on Studies of Metamorphic K-Na White Micas. 1967.
- HEMLEY, J.J.; HUNT, J.P. Hydrothermal ore-forming processes in the light of studies in rock-buffered systems: some general geologic applications. **Economic Geology**, v. 87, p. 23-43, 1992.

- HEMLEY, J.J.; JONES, W.R. Chemicals aspects of hydrothermal alteration with emphasis on hydrogen metasomatism. **Economic Geology**, v. 59, n. 4, p. 538-569, 1964.
- HEMLEY, J.J.; McNABB, A. Magmatic vapor plumes and ground water interaction in porphyry copper emplacement. **Economic Geology**, v. 73, p. 1-20, 1978.
- HEY, M.H. A new review of the chlorites. **The Mineralogical Magazine**, v. 30, p. 277-292, 1954.
- IBGE, 2010. **Mapas Estaduais**, 2010. Disponível em: <<http://www.mapas.ibge.gov.br/fisicos/estaduais>>. Acesso em: 17 out. 2018.
- INOUE, A. MEUNIER, A.; PATRIER-MAS, P.; RIGAUT, C.; BEAUFORT, D.; VIEILLARD, P. Application of Chemical Geothermometry to Low-Temperature Trioctahedral Chlorites. **Clays and Clay Minerals**, v. 57, n. 3, p. 371-382, jun. 2009.
- JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. Report on the mineral exploration in the Alta Floresta area, Brazil, final report: Projeto Alta Floresta – MT: Japan International Cooperation Agency/Metal Mining Agency of Japan (JICA/MMAJ), Japão, 137 p., 2000.
- JOWETT, E.C. Fitting Iron and Magnesium into the Hydrothermal Chlorite Geothermometer. In: Proceeding of the Program with Abstracts, Geological Association of Canada – Mineralogical Association of Canada, Society of Economic Geologists, v. 16, 1991.
- JULIANI, C.; CARNEIRO, C.C.; CARREIRO-ARAÚJO, S.A.; FERNANDES, C.M.D.; MONTEIRO, L.V.S.; CRÓSTA, A.P. Estruturação dos arcos magmáticos paleoproterozoicos na porção sul do Cráton Amazônico: implicações geotectônicas e metalogenéticas. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 13., 2013, Belém. **Anais...** SBG Núcleo Norte, CD-ROM, 2013.
- KAMZOLKIN, V.A.; IVANOV, S.D.; KONILOV, A.N. Empirical Phengite Geobarometer: Background, Calibration, and Application. **Geology of Ore Deposits**, v. 58, n. 8, p. 613-622, 2016.
- KAVALIERIS, I.; WALSHE, J.L.; HALLEY, S.; HARROLD, B.P. Dome-related gold mineralization in the Pani Volcanic Complex, North Sulawesi, Indonesia: a study of geologic relation, fluid inclusions, and chlorite compositions. **Economic Geology**, v. 85, p. 1208-1225, 1990.
- KITCO, 2018. **Gold Historical Charts**, 2018. Disponível em: <<http://www.kitco.com/charts/>>. Acesso em: 17 jan. 2018.
- KONDRASOVAS, H.T. **Espectrometria de reflectância aplicada ao Prospecto Jaca, União do Norte, Província Aurífera de Alta Floresta, MT, Brasil**. 2016. 73 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.
- KRANIDIOTIS, P.Y.; MacLEAN, W.H. Systematics of Chlorite Alteration at the Phelps Dodge Massive Sulfide Deposit, Matagami, Quebec. **Economic Geology**, v. 82, n. 7, p. 1898-1911, nov. 1987.
- LACERDA FILHO, J.V.D.; ABREU FILHO, W.; VALENTE, C.R.; OLIVEIRA, C.C.D.; ALBUQUERQUE, M.C.D. **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso**: texto explicativo dos mapas geológicos e de recursos minerais do Estado de Mato Grosso, escala 1:1.000.000. Cuiabá: CPRM, 2004. 1 CD-ROM. Programa Geologia do Brasil.
- LEITE, J.A.D.; SAES, G.S. Geocronologia Pb/Pb de zircões detríticos e análise estratigráfica das coberturas sedimentares proterozoicas do sudoeste do Cráton Amazônico. **Geologia USP Série Científica**, v. 3, p. 113-127, 2003.
- MASSONNE, H.J.; SCHREYER, W. Phengite geobarometry based on the limiting assemblage with K-feldspar, phlogopite, and quartz. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, v. 96, p. 212-224, 1987.

- McDOWELL, S.D.; ELDERS, W.A. Authigenic layer silicate minerals in borehole Elmore 1, Salton Sea Geothermal Field, California, USA. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, v. 74, n. 3, p. 293-310, out. 1980.
- MEYER, C.; HEMLEY, J.J. Wall rock alteration. In: BARNES, H.L (ed.). **Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits**. 1967.
- MIGUEL JR., E. **Controle estrutural das mineralizações auríferas e idades U-Pb das rochas encaixantes ao longo do Lineamento Peru-Trairão: província aurífera de Alta Floresta, Mato Grosso**. 2011. 80 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.
- MIYASHIRO, A.; SHIDO, F. Tschermak substitution in low- and middle-grade pelitic schists. **Journal of Petrology**, v. 26, p. 449-487, 1985.
- MORETON, L.C.; MARTINS, E.G. Geologia e Recursos Minerais de Alta Floresta, Vila Guarita. Escala 1:250.000. CPRM: Brasília, 68 p., 2005.
- MOURA, M.A. **O Maciço Granítico Matupá e o Depósito de Ouro Serrinha (MT): Petrologia, Alteração Hidrotermal e Metalogenia**. 1998. 238 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 1998.
- MOURA, M.A.; BOTELHO, N.F.; OLÍVIO, G.R.; KYSER, T.K. Granite-related Paleoproterozoic, Serrinha gold deposit, Southern Amazonia, Brazil: hydrothermal alteration, fluid inclusion and stable isotope constraints on genesis and evolution. **Economic Geology**, v. 101, n. 3, p. 585-605, 2006.
- NOVO; Y.C.C. **Vênulas associadas à mineralização de metais base no prospecto Jaca, União do Norte, Província Aurífera de Alta Floresta – MT: assembleia mineralógica e microestruturas**. 2015. 82 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.
- PAES DE BARROS, A.J. **Contribuição à geologia e controle das mineralizações auríferas de Peixoto de Azevedo – MT**. 1994. 145 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- PAES DE BARROS, A.J. **Granitos da região de Peixoto de Azevedo – Novo Mundo e mineralizações relacionadas – Província Aurífera Alta Floresta (MT)**. 2007. 154 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.
- PIMENTEL, M.M. Resultados geocronológicos do Projeto Promin, Alta Floresta. Brasília, UnB. Relatório Interno, 2001.
- PINHO, M.A.S.B.; CHEMALE-JR, F.; VAN SCHMUS, W.R.; PINHO, F.E.C. U-Pb and Sm-Nd evidence for 1.76-1.77 Ga magmatism in the Moriru region, Mato Grosso, Brazil: implications for province boundaries in the SW Amazon Craton. **Precambrian Research**, v. 126, n. 1, p. 1-25, 2003.
- PIRAJNO, F. **Hydrothermal Processes and Mineral Systems**. 2009, 1250 p.
- PORTAL DA MINERAÇÃO. **CPRM promove 4º Seminário das Províncias Metalogenéticas Brasileiras – Província Aurífera Juruena – Teles Pires**, 2018. Disponível em <<https://portaldamineracao.com.br/cprm-promove-4o-seminario-das-provincias-metalogeneticas-brasileiras-provincia-aurifera-juruena-teles-pires/>>. Acesso em: 04 ago. 2018.
- QUISPE, P.C. **Geologia, geoquímica e geocronologia dos granitoides foliados e rochas subvulcânicas da região de Peixoto de Azevedo setor leste da Província Aurífera de Alta Floresta, Mato Grosso**. 2016. 124 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

- RAMBO, M.J. **Controle estrutural e estudo das inclusões fluidas dos garimpos da região de Terra Nova do Norte e Nova Santa Helena, Província Aurífera de Alta Floresta, Cráton Amazônico**. 2008. 146 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal de Mato Grosso, 2008.
- RAMOS, G.S. Características geoquímicas de plútons graníticos auríferos e estéreis da Província Aurífera de Alta Floresta (MT). 2011. 82 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.
- RICHARDS, J.P. Structural Controls on Ore Genesis. **Reviews in Economic Geology**, v. 14, 2001.
- RIO NOVO GOLD INC. **Technical Report and Audit of the Preliminary Resource Estimate on the Guarantã Gold Project, Mato Grosso State – Brazil**, 2010. Resources & Tech Report. Disponível em: <<http://www.rnovogold.com/site/projects/matupa.php>>. Acesso em: 18 jan. 2018.
- RIO TINTO DESENVOLVIMENTOS MINERAIS (RTDM). Prospecto Novo Mundo. Relatório Final. 2001.
- RIZZOTTO G.J., QUADROS, M.L.E.S.; BAHIA, R.B.C.; FERREIRA, A.L.; CORDEIRO, A.V. Folha SC.21-Juruena. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. CPRM, Brasília. 2004.
- RIZZOTTO G.J., ALVES C.L., RIOS F.S., GOLÇALVES G.F., LOPES L.L. Evolução geológica da porção oriental da Província Rondônia-Juruena. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 15., 2017, Goiânia. **Anais...** 2017.
- RODRIGUES, R.M. **Caracterização geológica e metalogenética do depósito X1: Província Aurífera de Alta Floresta, região de Matupá (MT)**. 2012. 70 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.
- ROSE, A.W.; BURT, D. Hydrothermal alteration. In: BARNES, H.L (ed.). Segunda edição. **Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits**, p. 173-235, 1979.
- SANTOS, J.O.S. Geotectônica dos escudos das Guianas e Brasil-Central. In: BIZZI, L.A. et al. (eds.). **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. CPRM: Brasília, p. 169-226, 2003.
- SANTOS, J.O.S.; BARROS, M.A.S.; PAES DE BARROS, A.J.; McNAUGHTON, N. Datação de titanita usando a relação  $^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$ : caso do Gnaisse Gavião, Província Aurífera Alta Floresta. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 14., 2015, Marabá. **Anais...** SBG Núcleo Norte, CD-ROM, 2015.
- SANTOS, J.O.S.; GROVES, D.I.; HARTMANN, A.; MOURA, M.A.; McNAUGHTON, N.J. Gold deposits of the Tapajós and Alta Floresta domains, Tapajós-Parima orogenic belt, Amazon Craton, Brazil. **Mineralium Deposita**, v. 36, p. 278-299, 2001.
- SANTOS, J.O.S.; HARTMANN, L.A.; FARIA, M.D.; RIKER, S.R.; SOUZA, M.D.; ALMEIDA, M.E.; McNAUGHTON, N.J. A compartimentação do Cráton Amazonas em províncias: avanços ocorridos no período 2000-2006. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 9., 2006, Belém. **Anais...** SBG Núcleo Norte, CD-ROM, 2006.
- SANTOS, J.O.S.; HARTMANN, L.A.; GAUDETTE, H.E.; GROVES, D.I.; McNAUGHTON, N.J.; FLETCHER, I.R. A new understanding of the provinces of the Amazon Craton based on integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd geochronology. **Gondwana Research**, v. 3, n. 4, p. 453-488, 2000.
- SEEBREGTS, C. **Química Mineral da Clorita e Muscovita Hidrotermais do Depósito Aurífero X1, Província Aurífera de Alta Floresta (MT), Cráton Amazônico**. 2017. 89 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2017.



- SHAFIEE, S.; TOPAL, E. An overview of global gold market and gold price forecasting. **Resources Policy**, v. 35, p. 178-189, 2010.
- SHEN, P.; HATTORI, K.; PAN, H.; JACKSON, S.; SEITMURATOVA, E. Oxidation condition and metal fertility of granitic magmas: Zircon trace-element data from porphyry Cu deposits in the Central Asian orogenic belt. **Economic Geology**, v. 110, p. 1861-1878.
- SIIVOLA, J.; SCHMID, R. List of mineral abbreviations. **Metamorphic Rocks: A Classification and Glossary of Terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Metamorphic Rocks**, p. 93-110, 2007.
- SILLITOE, R.H. Gold-Rich Porphyry Deposits: Descriptive and Genetic Models and Their Role in Exploration and Discovery. **Economic Geology Reviews**, v. 13, p. 315-345, 2000.
- SILLITOE, R.H. Porphyry Copper Systems. **Economic Geology**, v. 105, p. 3-41, 2010.
- SILVA, F.R. **Geoquímica e geocronologia U-Pb (SHRIMP) de granitos da região de Peixoto de Azevedo – Província Aurífera de Alta Floresta – MT**. 2014. 82 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2014.
- SILVA, G.H.; LEAL, J.W.L.; MONTALVÃO, R.M.G. Projeto Radam Brasil, Folha SC.21 – Juruena. Levantamento de Recursos Naturais, v. 20. RADAM BRASIL, Rio de Janeiro, p. 21-116, 1980.
- SILVA, M.G.; ABRAM, M.B. **Projeto metalogenia da Província Aurífera Juruena-Teles Pires, Mato Grosso**. Goiânia, CPRM, 212 p., 2008.
- SILVA, M.L.T. **Geologia, petrologia e metalogenia do depósito de ouro Santa Helena, Mato Grosso**. 2017. 104 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.
- SOUZA, J.O.; FRASCA, A.A.S.; OLIVEIRA, C.C. **Geologia e recursos minerais da Província Mineral de Alta Floresta**. Brasília, CPRM, Relatório Integrado, 164 p, 2005.
- TAPPERT, M.C.; RIVARD, B.; GILES, D.; TAPPERT, R.; MAUGER, A. The mineral chemistry, near infrared and mid-infrared reflectance spectroscopy of phengite from the Olympic Dam IOCG deposit, South Australia. **Ore Geology Reviews**, v. 53, p. 26-38, 2013.
- TASSINARI, C.C.G.; BETTENCOURT, J.S.; GERALDES, M.C.; MACAMBIRA, M.J.B.; LAFON, J.M. The Amazonian Craton. In: CORDANI, E.J.; MILANI, A.; THOMAZ-FILHO, D.A. (eds.). **Tectonic Evolution of the South America**. Rio de Janeiro, p. 41-95, 2000.
- TASSINARI, C.C.G.; MACAMBIRA, M.J.B. A evolução tectônica do cráton Amazônico. In: MATESONETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO-NEVES, B.B. (eds.). **Geologia do Continente Sul-Americano**. São Paulo, p. 471-485, 2004.
- TASSINARI, C.C.G.; MACAMBIRA, M.J.B. Geochronological Provinces of the Amazonian Craton. **Episodes**, v. 22, n. 3, p. 174-182, 1999.
- TEIXEIRA, R.V. **Rochas hospedeiras e controle estrutural da mineralização aurífera do depósito Peteca, região de Flor da Serra – MT, na Província Aurífera de Alta Floresta (PAAF)**. 2015. 107 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.
- TISCHENDORF, G.; FOSTER, H.J.; GOTTESMANN, B.; RIEDER, M. True and brittle micas: composition and solid solution series. **Mineralogical Magazine**, v. 71, n. 3, p. 285-320, 2007.
- TREVISAN, V.G. **Estudo comparativo entre mineralizações filonares de Au ± Cu e Au + metais de base do setor leste da Província de Alta Floresta (MT), Cráton Amazônico**. 2015. 129 p.

Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

- TREVISAN, V.G. **Metalogênese do ouro no Granito Novo Mundo, setor leste da Província Aurífera de Alta Floresta (MT), Cráton Amazônico**: alteração hidrotermal e petrografia do minério. 2012. 110 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.
- VELDE, B. Phengite micas: synthesis, stability, and natural occurrence. **American Journal of Science**, v. 263, p. 886-913, 1965.
- VITÓRIO, J.A. A suíte granítica Teles Pires da Província Aurífera de Alta Floresta: Características petrográficas, geoquímicas e implicações metalogenéticas. Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas; Relatório PIBIC/CNPq; 20 p.
- WILKINSON, J.J.; CHANG, Z.; COOKE, D.R.; BAKER, M.J.; WILKINSON, C.C.; INGLIS, S.; CHEN, H.; GEMMELL, J.B. The chlorite proximator: A new tool for detecting porphyry ore deposits. **Journal of Geochemical Exploration**, v. 152, p. 10-26, 2015.
- WILLIAMSON, B.J.; HERRINGTON, R.J.; MORRIS, A. Porphyry copper enrichment linked to excess aluminium in plagioclase: **Nature Geosciences**, v. 9, p. 237-242.
- XAVIER, R.R.; ASSIS, R.R.; MIGUEL JR, E.; SANTOS, T.J.S.; PAES DE BARROS, A.J. Gold ± copper and gold – base metal deposits associated with granitic systems in the eastern sector of the Alta Floresta Province (MT). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 12., 2011, Boa Vista. **Anais...** SBG Núcleo Norte, CD-ROM, 2011.
- XIAO, B.; CHEN, H.; WANG, Y.; HAN, J.; XU, C.; YANG, J. Chlorite and epidote chemistry of the Yandong Cu deposit, NW China: Metallogenic and exploration implications for Paleozoic porphyry Cu systems in the Eastern Tianshan. **Ore Geology Reviews**. 2017.
- YAVUZ, F.; KUMRAL, M.; KARAKAYA, N.; KARAKAYA, M.C.; YILDIRIM, D.K. A Windows program for chlorite calculation and classification. **Computers & Geosciences**, v. 81, p. 101-113, 2015.
- ZANE, A.; WEISS, Z. A procedure for classifying rock-forming chlorites based on micropobre data. **Rend. Lincei Sci. Fis. Nat. Ser.** v. 9, p. 51-56, 1998.
- ZANG, W.; FYFE, W.S. Chloritization of the hydrothermally altered bedrock at the Igarapé Bahia gold deposit, Carajás, Brazil. **Mineralium Deposita**, v. 30, n. 1, p. 30-38, fev. 1995.

## APÊNDICE A – Resultados das análises químicas de mica branca (wt%)

Amostra	Tipo Textural	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Soma
MS-FTN-60,80-01	1.7	45,251	0,401	30,869	4,304	n.d.	1,380	0,179	10,741	93,125
MS-FTN-60,80-02	1.7	45,541	0,297	31,842	4,084	n.d.	1,477	0,203	10,663	94,111
MS-FTN-60,80-03	1.7	45,535	0,284	31,592	3,412	n.d.	1,351	0,266	10,831	93,289
MS-FTN-60,80-04	1.7	45,388	0,238	31,239	3,599	n.d.	1,394	0,158	10,674	92,711
MS-FTN-60,80-05	1.7	46,160	0,433	29,110	4,258	0,025	1,650	0,160	11,006	92,802
MS-FTN-60,80-06	1.7	46,396	0,418	29,821	3,997	0,025	1,710	0,206	10,441	93,013
MS-FTN-60,80-07	1.7	47,696	0,023	29,622	3,642	0,042	2,012	0,047	10,692	93,777
MS-FTN-60,80-08	1.7	45,688	0,438	31,194	3,968	0,044	1,326	0,193	10,965	93,816
MS-FTN-60,80-09	1.1	46,238	0,276	29,501	4,108	n.d.	1,688	0,170	10,630	92,629
MS-FTN-60,80-10	1.1	47,059	0,062	30,551	3,396	n.d.	1,655	0,170	10,519	93,433
MS-FTN-60,80-11	1.1	46,550	0,360	30,787	3,759	0,025	1,534	0,176	10,608	93,798
MS-FTN-60,80-12	1.1	46,593	0,231	31,939	3,564	0,025	1,510	0,266	10,528	94,656
MS-FTN-60,80-13	1.1	48,175	0,087	29,430	3,801	0,025	2,222	0,167	10,449	94,356
MS-FTN-60,80-14	1.1	45,702	0,201	31,095	4,338	0,025	1,396	0,169	10,486	93,412
MS-FTN-60,80-15	1.1	45,628	0,219	31,261	4,273	0,031	1,421	0,166	10,668	93,668
MS-FTN03-19,60-01	1.4	46,794	0,361	30,169	3,643	n.d.	1,800	0,177	10,653	93,610
MS-FTN03-19,60-02	1.4	46,499	0,412	30,376	3,987	0,024	1,725	0,202	10,680	93,904
MS-FTN03-19,60-03	1.4	47,017	0,334	29,586	3,932	0,026	1,963	0,175	10,645	93,679
MS-FTN03-19,60-04	1.4	45,623	0,321	30,310	3,783	0,027	1,649	0,257	10,422	92,391
MS-FTN03-19,60-05	1.4	47,069	0,351	30,128	3,835	0,029	1,839	0,169	10,619	94,039
MS-FTN03-19,60-06	1.4	46,240	0,351	30,576	3,850	0,032	1,748	0,191	10,641	93,629
MS-FTN03-19,60-07	1.4	46,907	0,358	30,428	3,682	0,033	1,718	0,223	10,568	93,917
MS-FTN03-19,60-08	1.4	47,048	0,157	30,250	3,886	0,033	1,767	0,286	10,116	93,544
MS-FTN03-19,60-09	1.4	46,630	0,295	30,082	3,933	0,034	1,736	0,237	10,430	93,378
MS-FTN03-19,60-10	1.4	46,752	0,360	29,735	3,848	0,035	1,873	0,223	10,522	93,347
MS-FTN03-19,60-11	1.4	46,731	0,300	29,510	4,034	0,040	2,090	0,214	10,193	93,111
MS-FTN03-19,60-12	1.4	47,397	0,430	29,475	3,937	0,042	2,156	0,127	10,605	94,169
MS-FTN03-19,60-13	1.4	45,821	0,369	29,909	4,616	0,049	2,302	0,240	10,377	93,684
MS-FTN03-19,60-14	1.4	45,897	0,319	30,241	4,280	0,050	1,605	0,228	10,699	93,319
MS-FTN03-19,60-15	1.4	46,628	0,352	30,547	3,866	0,065	1,849	0,186	10,475	93,968
MS-FTN03-19,60-16	1.1	46,805	0,159	30,582	3,861	n.d.	1,712	0,196	10,579	93,912
MS-FTN03-19,60-17	1.1	45,435	0,176	31,277	3,535	0,026	1,385	0,226	10,526	92,585
MS-FTN03-19,60-18	1.1	47,867	0,153	29,798	3,525	0,026	1,969	0,207	10,741	94,286
MS-FTN03-19,60-19	1.1	46,436	0,366	30,326	3,818	0,032	1,726	0,234	10,499	93,438
MS-FTN03-19,60-20	1.1	47,600	0,147	29,443	3,722	0,034	2,136	0,209	10,484	93,775
MS-FTN03-19,60-21	1.1	46,347	0,117	31,038	3,515	0,041	1,608	0,243	10,605	93,513
MS-FTN03-19,60-22	1.1	46,025	0,238	30,562	3,557	0,043	1,623	0,280	10,665	92,992
MS-FTN03-19,60-23	1.1	46,253	0,345	30,218	3,730	0,044	1,790	0,199	10,450	93,029
MS-FTN03-19,60-24	1.1	46,481	0,414	30,313	3,614	0,048	1,688	0,241	10,609	93,407
MS-FTN03-19,60-25	1.1	46,658	0,142	28,357	4,461	0,078	2,709	0,104	10,212	92,721
MS-FTN03-96,50-01	1.5	46,238	0,177	32,436	4,047	n.d.	1,424	0,221	10,589	95,145
MS-FTN03-96,50-02	1.5	45,245	0,057	31,776	3,763	n.d.	1,458	0,379	10,257	92,955
MS-FTN03-96,50-03	1.5	45,428	0,075	31,913	4,367	n.d.	1,403	0,201	10,548	93,956
MS-FTN03-96,50-04	1.5	45,157	0,219	30,725	4,704	0,025	1,612	0,193	10,662	93,296
MS-FTN03-96,50-05	1.5	45,582	0,244	28,775	5,626	0,058	2,558	0,137	9,868	92,847

(continua na próxima página)

## APÊNDICE A (continuação)

Amostra	Tipo Textural	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Soma
MS-FTN03-96,50-06	1.2	45,922	0,458	31,093	4,309	n.d.	1,483	0,198	10,555	94,025
MS-FTN03-96,50-07	1.2	45,626	0,267	31,599	3,940	n.d.	1,348	0,210	10,637	93,642
MS-FTN03-96,50-08	1.2	46,056	0,358	30,706	4,196	n.d.	1,650	0,167	10,505	93,652
MS-FTN03-96,50-09	1.2	45,878	0,445	31,117	3,853	n.d.	1,448	0,216	10,688	93,662
MS-FTN03-96,50-10	1.2	45,549	0,208	31,918	4,262	n.d.	1,315	0,223	10,331	93,826
MS-FTN03-96,50-11	1.2	47,112	0,193	28,743	4,602	0,024	1,972	0,273	10,198	93,118
MS-FTN03-96,50-12	1.2	45,352	0,421	31,671	4,245	0,025	1,422	0,209	10,484	93,829
MS-FTN03-96,50-13	1.2	46,261	0,177	29,773	4,017	0,026	1,627	0,237	10,526	92,645
MS-FTN03-96,50-14	1.2	45,365	0,582	30,652	4,332	0,034	1,464	0,193	10,529	93,150
MS-FTN03-96,50-15	1.2	46,070	0,344	30,610	4,218	0,039	1,461	0,195	10,665	93,601
MS-FTN03-96,50-16	1.2	45,942	0,625	31,210	4,090	0,040	1,458	0,179	10,609	94,153
MS-FTN03-96,50-17	1.2	46,373	0,526	29,707	4,376	0,044	1,810	0,203	10,590	93,631
MS-FTN03-96,50-18	1.2	44,695	0,704	28,401	6,415	0,045	2,927	0,163	10,247	93,596
MS-FTN03-96,50-19	1.2	46,863	0,187	29,967	4,385	0,046	1,809	0,187	10,646	94,089
MS-FTN03-96,50-20	1.2	46,516	0,452	30,033	4,148	0,046	1,685	0,190	10,451	93,521
MS-FTN03-96,50-21	1.3	45,723	0,342	30,906	4,183	n.d.	1,401	0,206	10,474	93,258
MS-FTN03-96,50-22	1.3	46,333	0,282	29,671	4,350	0,028	1,924	0,197	10,451	93,234
MS-FTN03-96,50-23	1.3	46,266	0,292	29,658	4,799	0,033	2,046	0,213	10,499	93,807
MS-FTN03-96,50-24	1.3	46,839	0,214	28,683	4,369	0,046	1,879	0,250	10,470	92,749
MS-FTN03-96,50-25	1.3	46,681	0,258	30,384	4,187	0,046	1,859	0,210	10,460	94,085
MS-FTN03-98,34-01	1.3	46,419	0,378	31,382	2,788	0,032	1,558	0,291	10,336	93,184
MS-FTN03-98,34-02	1.3	46,514	0,419	32,118	3,019	n.d.	1,484	0,213	10,517	94,287
MS-FTN03-98,34-03	1.3	44,800	0,550	35,471	2,058	n.d.	0,691	0,394	10,496	94,459
MS-FTN03-98,34-04	1.3	45,763	0,449	31,873	3,338	0,029	1,369	0,192	10,546	93,558
MS-FTN03-98,34-05	1.3	45,401	0,458	33,413	2,810	n.d.	1,030	0,249	10,447	93,809
MS-FTN03-98,34-06	1.3	47,411	0,457	31,511	2,848	n.d.	1,137	0,234	10,151	93,748
MS-FTN03-98,34-07	1.3	46,122	0,259	31,875	3,322	n.d.	1,236	0,213	10,500	93,547
MS-FTN03-98,34-08	1.2	46,483	0,251	31,694	3,418	0,024	1,408	0,224	10,712	94,214
MS-FTN03-98,34-09	1.2	47,645	0,080	29,381	4,039	n.d.	2,047	0,205	10,613	94,029
MS-FTN03-100,90-01	1.5	46,017	0,384	29,819	3,794	0,035	1,858	0,183	10,578	92,668
MS-FTN03-100,90-02	1.5	46,892	0,440	30,323	3,924	0,053	1,839	0,168	10,496	94,135
MS-FTN03-100,90-03	1.5	46,130	0,319	29,868	3,958	0,056	1,884	0,149	10,573	92,937
MS-FTN03-100,90-04	1.5	46,758	0,380	29,749	4,026	0,063	1,872	0,196	10,519	93,564
MS-FTN03-100,90-05	1.5	46,971	0,348	29,346	3,990	0,071	2,016	0,213	10,410	93,365
MS-FTN03-100,90-06	1.5	46,089	0,403	29,611	4,099	0,074	1,907	0,157	10,475	92,814
MS-FTN03-100,90-07	1.5	46,185	0,379	29,906	3,939	0,075	1,902	0,151	10,605	93,142
MS-FTN03-100,90-08	1.5	46,813	0,372	30,041	4,044	0,080	1,885	0,162	10,398	93,794
MS-FTN03-100,90-09	1.5	46,372	0,437	30,266	3,883	0,084	1,822	0,177	10,467	93,509
MS-FTN03-100,90-10	1.5	47,075	0,332	30,159	3,924	0,088	1,857	0,158	10,385	93,979
MS-FTN03-100,90-11	1.5	45,862	0,328	29,671	4,388	0,090	2,322	0,161	10,370	93,192
MS-FTN03-100,90-12	1.5	46,819	0,321	29,618	4,630	0,095	2,145	0,132	10,562	94,322
MS-FTN03-108,17-01	1.5	48,284	0,027	28,091	6,155	n.d.	1,435	0,119	10,362	94,483
MS-FTN03-108,17-02	1.1	46,599	0,141	31,179	3,725	0,023	1,812	0,182	10,551	94,212
MS-FTN03-108,17-03	1.1	46,225	0,087	29,914	3,544	0,025	1,994	0,203	10,150	92,141
MS-FTN03-108,17-04	1.1	45,654	0,203	29,894	5,101	0,029	1,979	0,168	10,432	93,460
MS-FTN03-108,17-05	1.1	46,344	0,229	31,033	5,013	0,031	2,022	0,111	9,456	94,238
MS-FTN03-108,17-06	1.1	45,782	0,265	32,155	3,490	0,037	1,416	0,186	10,491	93,823
MS-FTN03-108,17-07	1.1	45,279	0,193	31,448	4,301	0,038	1,796	0,168	10,242	93,465
MS-FTN03-108,17-08	1.1	47,035	0,114	29,225	3,823	0,051	2,225	0,238	10,332	93,043
MS-FTN03-113,38-01	1.5	48,500	0,071	31,329	3,391	n.d.	1,306	0,143	10,561	95,306
MS-FTN03-113,38-02	1.5	48,496	0,056	28,497	5,150	0,030	1,760	0,080	10,466	94,535
MS-FTN03-113,38-03	1.5	47,726	0,041	27,801	5,147	0,036	1,785	0,082	10,211	92,830

(continua na próxima página)

APÊNDICE A (continuação)

Amostra	Tipo Textural	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Soma
MS-FTN03-113,38-04	1.1	46,947	0,272	30,955	3,913	0,030	1,609	0,156	10,658	94,538
MS-FTN03-113,38-05	1.1	46,247	0,215	29,574	3,924	0,030	1,751	0,165	10,503	92,408
MS-FTN03-113,38-06	1.1	46,132	0,235	31,709	3,839	0,032	1,439	0,152	10,704	94,241
MS-FTN03-113,38-07	1.1	46,878	0,297	31,388	3,870	0,033	1,530	0,161	10,641	94,798
MS-FTN03-113,38-08	1.1	47,092	0,240	31,599	3,776	0,038	1,536	0,220	10,556	95,056
MS-FTN03-119,20-01	1.7	44,602	0,472	30,675	4,614	n.d.	1,604	0,340	10,472	92,791
MS-FTN03-119,20-02	1.7	44,270	0,637	31,083	4,834	n.d.	1,891	0,263	10,268	93,265
MS-FTN03-119,20-03	1.7	44,786	0,315	31,848	4,179	n.d.	1,489	0,275	10,529	93,440
MS-FTN03-119,20-04	1.7	44,715	0,569	30,675	4,530	0,025	1,869	0,258	10,282	93,023
MS-FTN03-119,20-05	1.7	44,975	0,649	30,958	4,711	0,037	2,010	0,226	10,410	93,975
MS-FTN03-119,20-06	1.7	44,467	0,536	31,119	4,723	0,049	2,144	0,291	10,434	93,762
MS-FTN03-119,20-07	1.7	44,856	0,614	30,966	4,589	0,049	2,217	0,248	10,536	94,075
MS-FTN03-119,20-08	1.7	44,576	0,640	30,782	4,986	0,058	2,000	0,220	10,376	93,636
MS-FTN03-119,20-09	1.6	45,066	1,026	30,867	4,102	n.d.	1,576	0,236	10,385	93,265
MS-FTN03-119,20-10	1.6	46,031	0,277	31,672	3,889	n.d.	1,476	0,270	10,487	94,118
MS-FTN03-119,20-11	1.6	45,594	0,784	31,169	4,067	n.d.	1,332	0,204	10,559	93,727
MS-FTN03-119,20-12	1.6	46,272	0,725	31,713	3,959	n.d.	1,361	0,180	10,626	94,856
MS-FTN03-119,20-13	1.6	45,170	0,578	31,474	4,313	0,023	1,616	0,269	10,276	93,719
MS-FTN03-119,20-14	1.6	44,789	0,511	31,282	4,682	0,026	1,625	0,213	10,621	93,748
MS-FTN03-119,20-15	1.6	44,966	0,352	31,621	4,493	0,029	1,663	0,280	10,617	94,021
MS-FTN03-119,20-16	1.6	45,326	0,791	30,718	4,148	0,036	1,600	0,244	10,472	93,334
MS-FTN03-119,20-17	1.6	44,432	0,481	31,283	4,797	0,036	1,789	0,276	10,282	93,376
MS-FTN03-119,20-18	1.6	45,014	0,391	31,632	4,027	0,041	1,408	0,309	10,413	93,236
MS-FTN03-119,20-19	1.6	44,642	0,660	31,347	4,433	0,045	1,749	0,244	10,472	93,591
MS-FTN03-119,20-20	1.6	45,108	0,657	30,670	4,953	0,047	1,975	0,233	10,519	94,162
MS-FTN03-119,20-21	1.6	45,714	1,102	30,878	4,092	0,054	1,390	0,247	10,665	94,143
MS-FTN03-119,20-22	1.6	45,048	0,896	29,871	5,072	0,065	2,087	0,196	10,207	93,442
MS-FTN04-54,43-01	1.4	45,955	0,355	29,989	4,157	n.d.	1,782	0,166	10,564	92,983
MS-FTN04-54,43-02	1.4	45,829	0,374	30,758	4,065	0,023	1,663	0,183	10,515	93,409
MS-FTN04-54,43-03	1.4	46,382	0,333	30,146	4,147	0,031	1,821	0,192	10,443	93,494
MS-FTN04-54,43-04	1.4	45,930	0,588	29,015	4,503	0,033	2,039	0,175	10,406	92,688
MS-FTN04-54,43-05	1.4	47,828	0,284	28,636	3,680	0,034	2,312	0,138	10,629	93,540
MS-FTN04-54,43-06	1.4	45,415	0,289	31,099	4,187	0,042	1,530	0,172	10,299	93,033
MS-FTN04-54,43-07	1.4	45,771	0,337	30,507	3,899	0,042	1,743	0,178	10,586	93,062
MS-FTN04-54,43-08	1.4	46,141	0,272	30,022	4,291	0,045	1,805	0,197	10,339	93,111
MS-FTN04-54,43-09	1.4	47,113	0,292	29,220	3,886	0,048	2,063	0,161	10,770	93,553
MS-FTN04-54,43-10	1.4	46,008	0,373	30,922	3,751	0,058	1,699	0,148	10,697	93,655
MS-FTN04-54,43-11	1.4	46,750	0,331	30,003	3,874	0,067	1,916	0,165	10,713	93,819

## APÊNDICE B – Resultados das análises químicas de mica branca (apuf)

Amostra	Tipo Textural	Si	Ti	Al	Fe	Mn	Mg	Na	K	Soma
MS-FTN-60,80-01	1.7	3,258	0,023	2,421	0,126	0,0	0,174	0,022	0,991	7,02
MS-FTN-60,80-02	1.7	3,156	0,015	2,601	0,118	0,000	0,153	0,027	0,943	7,01
MS-FTN-60,80-03	1.7	3,189	0,012	2,576	0,102	0,001	0,154	0,035	0,919	6,99
MS-FTN-60,80-04	1.7	3,223	0,019	2,512	0,109	0,001	0,158	0,024	0,937	6,98
MS-FTN-60,80-05	1.7	3,307	0,005	2,381	0,109	0,001	0,227	0,022	0,915	6,97
MS-FTN-60,80-06	1.7	3,255	0,015	2,448	0,121	0,001	0,177	0,023	0,955	7,00
MS-FTN-60,80-07	1.7	3,182	0,012	2,569	0,125	0,002	0,148	0,022	0,949	7,01
MS-FTN-60,80-08	1.7	3,256	0,003	2,491	0,098	0,001	0,171	0,023	0,928	6,97
MS-FTN-60,80-09	1.1	3,193	0,011	2,560	0,127	0,002	0,145	0,023	0,935	7,00
MS-FTN-60,80-10	1.1	3,179	0,021	2,556	0,126	0,000	0,145	0,024	0,963	7,01
MS-FTN-60,80-11	1.1	3,295	0,001	2,412	0,105	0,002	0,207	0,006	0,942	6,97
MS-FTN-60,80-12	1.1	3,171	0,015	2,593	0,099	0,001	0,140	0,036	0,962	7,02
MS-FTN-60,80-13	1.1	3,182	0,013	2,581	0,106	0,001	0,146	0,022	0,955	7,00
MS-FTN-60,80-14	1.1	3,246	0,022	2,459	0,117	0,001	0,178	0,028	0,932	6,98
MS-FTN-60,80-15	1.1	3,180	0,023	2,559	0,115	0,003	0,138	0,026	0,974	7,02
MS-FTN03-19,60-01	1.4	3,185	0,009	2,584	0,104	0,002	0,145	0,031	0,941	7,00
MS-FTN03-19,60-02	1.4	3,285	0,007	2,353	0,131	0,005	0,284	0,014	0,917	7,00
MS-FTN03-19,60-03	1.4	3,237	0,008	2,493	0,112	0,001	0,177	0,026	0,933	6,99
MS-FTN03-19,60-04	1.4	3,288	0,008	2,413	0,101	0,002	0,202	0,028	0,941	6,98
MS-FTN03-19,60-05	1.4	3,214	0,006	2,536	0,102	0,002	0,166	0,033	0,938	7,00
MS-FTN03-19,60-06	1.4	3,230	0,019	2,486	0,111	0,002	0,179	0,032	0,932	6,99
MS-FTN03-19,60-07	1.4	3,290	0,008	2,399	0,108	0,002	0,220	0,028	0,925	6,98
MS-FTN03-19,60-08	1.4	3,231	0,022	2,483	0,105	0,003	0,175	0,032	0,941	6,99
MS-FTN03-19,60-09	1.4	3,215	0,012	2,516	0,104	0,003	0,169	0,038	0,950	7,01
MS-FTN03-19,60-10	1.4	3,229	0,018	2,486	0,109	0,003	0,186	0,027	0,931	6,99
MS-FTN03-19,60-11	1.4	3,246	0,015	2,468	0,114	0,002	0,180	0,032	0,926	6,98
MS-FTN03-19,60-12	1.4	3,225	0,021	2,483	0,116	0,001	0,178	0,027	0,945	7,00
MS-FTN03-19,60-13	1.4	3,265	0,017	2,422	0,114	0,002	0,203	0,024	0,943	6,99
MS-FTN03-19,60-14	1.4	3,204	0,019	2,465	0,135	0,003	0,240	0,033	0,926	7,02
MS-FTN03-19,60-15	1.4	3,244	0,019	2,465	0,106	0,001	0,186	0,024	0,942	6,99
MS-FTN03-19,60-16	1.1	3,214	0,018	2,504	0,112	0,002	0,181	0,026	0,943	7,00
MS-FTN03-19,60-17	1.1	3,216	0,017	2,497	0,125	0,003	0,168	0,031	0,956	7,01
MS-FTN03-19,60-18	1.1	3,255	0,019	2,440	0,112	0,002	0,194	0,030	0,935	6,99
MS-FTN03-19,60-19	1.1	3,211	0,017	2,514	0,111	0,002	0,173	0,035	0,936	7,00
MS-FTN03-19,60-20	1.1	3,240	0,019	2,477	0,106	0,002	0,177	0,030	0,931	6,98
MS-FTN03-19,60-21	1.1	3,252	0,018	2,453	0,111	0,002	0,189	0,023	0,936	6,98
MS-FTN03-19,60-22	1.1	3,224	0,018	2,489	0,112	0,004	0,191	0,025	0,924	6,99
MS-FTN03-19,60-23	1.1	3,272	0,022	2,398	0,114	0,002	0,222	0,017	0,934	6,98
MS-FTN03-19,60-24	1.1	3,261	0,016	2,427	0,118	0,002	0,217	0,029	0,907	6,98
MS-FTN03-19,60-25	1.1	3,258	0,008	2,469	0,113	0,002	0,182	0,038	0,894	6,96
MS-FTN03-96,50-01	1.5	3,158	0,004	2,614	0,127	0,001	0,145	0,027	0,935	7,01
MS-FTN03-96,50-02	1.5	3,161	0,003	2,617	0,110	0,001	0,152	0,051	0,914	7,01
MS-FTN03-96,50-03	1.5	3,162	0,009	2,614	0,116	0,001	0,145	0,029	0,924	7,00
MS-FTN03-96,50-04	1.5	3,177	0,012	2,548	0,138	0,001	0,169	0,026	0,957	7,03
MS-FTN03-96,50-05	1.5	3,234	0,013	2,406	0,167	0,003	0,271	0,019	0,893	7,01

(continua na próxima página)

## APÊNDICE B (continuação)

Amostra	Tipo Textural	Si	Ti	Al	Fe	Mn	Mg	Na	K	Soma
MS-FTN03-96,50-06	1.2	3,297	0,011	2,379	0,129	0,003	0,197	0,034	0,940	6,99
MS-FTN03-96,50-07	1.2	3,232	0,013	2,479	0,121	0,003	0,192	0,028	0,924	6,99
MS-FTN03-96,50-08	1.2	3,234	0,015	2,443	0,140	0,002	0,213	0,029	0,936	7,01
MS-FTN03-96,50-09	1.2	3,197	0,018	2,547	0,122	0,001	0,146	0,028	0,934	6,99
MS-FTN03-96,50-10	1.2	3,244	0,015	2,448	0,127	0,002	0,201	0,027	0,933	7,00
MS-FTN03-96,50-11	1.2	3,206	0,019	2,519	0,122	0,001	0,171	0,022	0,933	6,99
MS-FTN03-96,50-12	1.2	3,252	0,010	2,451	0,127	0,003	0,187	0,025	0,942	7,00
MS-FTN03-96,50-13	1.2	3,237	0,028	2,444	0,128	0,003	0,188	0,028	0,943	7,00
MS-FTN03-96,50-14	1.2	3,240	0,024	2,465	0,121	0,003	0,175	0,026	0,929	6,98
MS-FTN03-96,50-15	1.2	3,189	0,023	2,549	0,112	0,001	0,150	0,029	0,948	7,00
MS-FTN03-96,50-16	1.2	3,188	0,024	2,544	0,125	0,000	0,153	0,027	0,935	7,00
MS-FTN03-96,50-17	1.2	3,183	0,038	2,384	0,191	0,003	0,311	0,022	0,931	7,06
MS-FTN03-96,50-18	1.2	3,184	0,031	2,536	0,127	0,002	0,153	0,026	0,943	7,00
MS-FTN03-96,50-19	1.2	3,213	0,018	2,516	0,123	0,002	0,152	0,026	0,949	7,00
MS-FTN03-96,50-20	1.2	3,181	0,033	2,547	0,118	0,002	0,151	0,024	0,937	6,99
MS-FTN03-96,50-21	1.3	3,301	0,010	2,374	0,135	0,001	0,206	0,037	0,912	6,98
MS-FTN03-96,50-22	1.3	3,252	0,009	2,466	0,118	0,002	0,170	0,032	0,944	6,99
MS-FTN03-96,50-23	1.3	3,155	0,022	2,596	0,123	0,001	0,147	0,028	0,930	7,00
MS-FTN03-96,50-24	1.3	3,163	0,011	2,612	0,124	0,001	0,136	0,030	0,915	6,99
MS-FTN03-96,50-25	1.3	3,173	0,014	2,590	0,115	0,001	0,140	0,028	0,944	7,00
MS-FTN03-98,34-01	1.3	3,206	0,020	2,554	0,081	0,002	0,160	0,039	0,911	6,97
MS-FTN03-98,34-02	1.3	3,181	0,022	2,589	0,086	0,000	0,151	0,028	0,918	6,98
MS-FTN03-98,34-03	1.3	3,040	0,028	2,837	0,058	0,0	0,070	0,052	0,909	6,99
MS-FTN03-98,34-04	1.3	3,168	0,023	2,600	0,097	0,002	0,141	0,026	0,931	6,99
MS-FTN03-98,34-05	1.3	3,118	0,024	2,704	0,081	0,0	0,105	0,033	0,915	6,98
MS-FTN03-98,34-06	1.3	3,243	0,024	2,540	0,081	0,0	0,116	0,031	0,886	6,92
MS-FTN03-98,34-07	1.3	3,188	0,013	2,597	0,096	0,001	0,127	0,029	0,926	6,98
MS-FTN03-98,34-08	1.2	3,196	0,013	2,569	0,098	0,001	0,144	0,030	0,940	6,99
MS-FTN03-98,34-09	1.2	3,295	0,004	2,394	0,117	0,001	0,211	0,027	0,936	6,99
MS-FTN03-100,90-01	1.5	3,272	0,018	2,409	0,116	0,004	0,209	0,029	0,925	6,98
MS-FTN03-100,90-02	1.5	3,217	0,017	2,453	0,129	0,005	0,243	0,022	0,928	7,01
MS-FTN03-100,90-03	1.5	3,225	0,023	2,481	0,113	0,005	0,189	0,024	0,929	6,99
MS-FTN03-100,90-04	1.5	3,246	0,019	2,455	0,117	0,005	0,195	0,022	0,920	6,98
MS-FTN03-100,90-05	1.5	3,253	0,020	2,439	0,117	0,004	0,194	0,026	0,934	6,99
MS-FTN03-100,90-06	1.5	3,232	0,020	2,468	0,111	0,002	0,195	0,025	0,948	7,00
MS-FTN03-100,90-07	1.5	3,238	0,021	2,452	0,120	0,004	0,200	0,021	0,939	7,00
MS-FTN03-100,90-08	1.5	3,237	0,023	2,467	0,113	0,003	0,189	0,023	0,924	6,98
MS-FTN03-100,90-09	1.5	3,252	0,017	2,456	0,113	0,005	0,191	0,021	0,915	6,97
MS-FTN03-100,90-10	1.5	3,230	0,020	2,465	0,115	0,004	0,198	0,021	0,946	7,00
MS-FTN03-100,90-11	1.5	3,248	0,017	2,422	0,134	0,006	0,222	0,018	0,935	7,00
MS-FTN03-100,90-12	1.5	3,233	0,017	2,467	0,116	0,003	0,197	0,020	0,945	7,00
MS-FTN03-108,17-01	1.5	3,209	0,007	2,531	0,107	0,001	0,186	0,024	0,927	6,99
MS-FTN03-108,17-02	1.1	3,159	0,010	2,586	0,126	0,002	0,187	0,023	0,912	7,00
MS-FTN03-108,17-03	1.1	3,162	0,014	2,617	0,101	0,002	0,146	0,025	0,924	6,99
MS-FTN03-108,17-04	1.1	3,211	0,011	2,478	0,150	0,002	0,207	0,023	0,936	7,02
MS-FTN03-108,17-05	1.1	3,203	0,012	2,528	0,145	0,002	0,208	0,015	0,834	6,95
MS-FTN03-108,17-06	1.1	3,247	0,005	2,476	0,104	0,001	0,209	0,028	0,909	6,98
MS-FTN03-108,17-07	1.1	3,281	0,006	2,403	0,112	0,003	0,231	0,032	0,919	6,99
MS-FTN03-108,17-08	1.1	3,368	0,001	2,309	0,180	0,001	0,149	0,016	0,922	6,95
MS-FTN03-113,38-01	1.5	3,355	0,003	2,323	0,149	0,002	0,181	0,011	0,924	6,95
MS-FTN03-113,38-02	1.5	3,363	0,002	2,309	0,152	0,002	0,188	0,011	0,918	6,94
MS-FTN03-113,38-03	1.5	3,278	0,004	2,496	0,096	0,000	0,132	0,019	0,911	6,93

(continua na próxima página)

**APÊNDICE B** (continuação)

Amostra	Tipo Textural	Si	Ti	Al	Fe	Mn	Mg	Na	K	Soma
MS-FTN03-113,38-04	1.1	3,227	0,014	2,508	0,112	0,002	0,165	0,021	0,935	6,98
MS-FTN03-113,38-05	1.1	3,183	0,012	2,579	0,111	0,002	0,148	0,020	0,942	7,00
MS-FTN03-113,38-06	1.1	3,212	0,012	2,540	0,108	0,002	0,156	0,029	0,919	6,98
MS-FTN03-113,38-07	1.1	3,256	0,011	2,454	0,116	0,002	0,184	0,022	0,943	6,99
MS-FTN03-113,38-08	1.1	3,212	0,015	2,534	0,111	0,002	0,156	0,021	0,930	6,98
MS-FTN03-119,20-01	1.7	3,172	0,047	2,479	0,149	0,004	0,219	0,027	0,917	7,01
MS-FTN03-119,20-02	1.7	3,174	0,037	2,564	0,114	0,001	0,139	0,024	0,930	6,98
MS-FTN03-119,20-03	1.7	3,147	0,030	2,584	0,126	0,001	0,168	0,036	0,9133	7,01
MS-FTN03-119,20-04	1.7	3,154	0,054	2,546	0,120	0,000	0,164	0,032	0,927	7,00
MS-FTN03-119,20-05	1.7	3,152	0,035	2,526	0,145	0,003	0,206	0,032	0,938	7,04
MS-FTN03-119,20-06	1.7	3,135	0,018	2,598	0,131	0,002	0,173	0,038	0,944	7,04
MS-FTN03-119,20-07	1.7	3,171	0,042	2,533	0,121	0,002	0,167	0,033	0,935	7,00
MS-FTN03-119,20-08	1.7	3,172	0,041	2,556	0,118	0,001	0,138	0,028	0,937	6,99
MS-FTN03-119,20-09	1.6	3,172	0,058	2,525	0,119	0,003	0,144	0,033	0,944	7,00
MS-FTN03-119,20-10	1.6	3,148	0,021	2,607	0,118	0,002	0,147	0,042	0,929	7,01
MS-FTN03-119,20-11	1.6	3,126	0,035	2,587	0,130	0,003	0,183	0,033	0,935	7,03
MS-FTN03-119,20-12	1.6	3,137	0,027	2,583	0,137	0,002	0,170	0,029	0,949	7,03
MS-FTN03-119,20-13	1.6	3,179	0,014	2,578	0,112	0,001	0,152	0,036	0,924	7,00
MS-FTN03-119,20-14	1.6	3,125	0,025	2,593	0,141	0,002	0,188	0,038	0,922	7,03
MS-FTN03-119,20-15	1.6	3,152	0,030	2,549	0,134	0,001	0,196	0,035	0,925	7,02
MS-FTN03-119,20-16	1.6	3,141	0,034	2,548	0,138	0,002	0,209	0,031	0,927	7,03
MS-FTN03-119,20-17	1.6	3,132	0,017	2,625	0,122	0,001	0,155	0,037	0,939	7,03
MS-FTN03-119,20-18	1.6	3,119	0,034	2,581	0,142	0,001	0,199	0,036	0,923	7,04
MS-FTN03-119,20-19	1.6	3,155	0,025	2,558	0,137	0,001	0,169	0,047	0,945	7,04
MS-FTN03-119,20-20	1.6	3,131	0,032	2,547	0,134	0,003	0,231	0,034	0,938	7,05
MS-FTN03-119,20-21	1.6	3,117	0,028	2,571	0,138	0,003	0,224	0,040	0,933	7,06
MS-FTN03-119,20-22	1.6	3,134	0,034	2,550	0,147	0,003	0,210	0,030	0,930	7,04
MS-FTN04-54,43-01	1.4	3,181	0,015	2,567	0,123	0,002	0,160	0,023	0,920	6,99
MS-FTN04-54,43-02	1.4	3,243	0,031	2,414	0,133	0,002	0,215	0,024	0,937	7,00
MS-FTN04-54,43-03	1.4	3,225	0,019	2,480	0,122	0,001	0,186	0,023	0,946	7,00
MS-FTN04-54,43-04	1.4	3,197	0,020	2,529	0,119	0,001	0,173	0,025	0,936	7,00
MS-FTN04-54,43-05	1.4	3,278	0,015	2,396	0,113	0,003	0,214	0,022	0,956	7,00
MS-FTN04-54,43-06	1.4	3,316	0,015	2,340	0,107	0,002	0,239	0,019	0,940	6,98
MS-FTN04-54,43-07	1.4	3,231	0,014	2,478	0,126	0,003	0,188	0,027	0,924	6,99
MS-FTN04-54,43-08	1.4	3,196	0,019	2,531	0,109	0,003	0,176	0,020	0,948	7,00
MS-FTN04-54,43-09	1.4	3,232	0,017	2,475	0,121	0,002	0,189	0,026	0,928	6,99
MS-FTN04-54,43-10	1.4	3,203	0,018	2,516	0,114	0,002	0,182	0,024	0,945	7,01
MS-FTN04-54,43-11	1.4	3,243	0,017	2,453	0,112	0,004	0,198	0,022	0,948	7,00



## APÊNDICE C – Resultados das análises químicas de clorita (wt%)

Amostra	Tipo Textural	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	NiO
CHL-FTN03-19,60-01	2.4	25,66	0,001	18,13	0,003	25,26	0,652	0,021
CHL-FTN03-19,60-02	2.4	25,46	0,007	18,78	0,016	25,87	0,743	0,0
CHL-FTN03-19,60-03	2.4	25,40	0,002	18,79	0,0	24,69	0,642	0,002
CHL-FTN03-19,60-04	2.4	26,58	0,0	19,45	0,007	25,94	0,708	0,0
CHL-FTN03-19,60-05	2.4	26,38	0,014	20,14	0,0	22,67	0,806	0,040
CHL-FTN03-19,60-06	2.4	26,72	0,0	18,35	0,0	24,07	0,638	0,012
CHL-FTN03-19,60-07	2.4	26,10	0,007	19,31	0,005	23,16	0,675	0,014
CHL-FTN03-19,60-08	2.4	26,42	0,017	19,76	0,005	21,50	0,783	0,021
CHL-FTN03-19,60-09	2.4	26,26	0,0	18,57	0,003	25,04	0,690	0,008
CHL-FTN03-19,60-10	2.4	27,29	0,007	18,08	0,012	23,50	0,606	0,0
CHL-FTN03-19,60-11	2.1	26,24	0,0	20,69	0,013	17,98	0,752	0,0
CHL-FTN03-19,60-12	2.1	26,22	0,011	20,77	0,002	17,76	0,743	0,001
CHL-FTN03-19,60-13	2.1	25,78	0,011	20,31	0,0	19,10	0,682	0,036
CHL-FTN03-19,60-14	2.1	25,64	0,016	18,96	0,002	23,84	0,591	0,013
CHL-FTN03-19,60-15	2.1	27,26	0,004	18,86	0,001	17,41	0,692	0,019
CHL-FTN03-19,60-16	2.1	27,07	0,025	19,12	0,007	18,59	0,705	0,017
CHL-FTN03-19,60-17	2.2	25,97	0,032	19,01	0,102	24,53	0,649	0,014
CHL-FTN03-19,60-18	2.2	28,08	0,117	18,65	0,002	21,96	0,554	0,007
CHL-FTN03-19,60-19	2.2	27,18	0,020	18,40	0,004	23,28	0,604	0,006
CHL-FTN03-19,60-20	2.2	27,86	0,194	18,48	0,010	22,21	0,544	0,016
CHL-FTN03-19,60-21	2.2	27,59	0,142	18,91	0,022	23,06	0,592	0,027
CHL-FTN03-19,60-22	2.2	26,98	0,037	18,02	0,012	23,43	0,551	0,0
CHL-FTN03-89,57-01	2.7	26,31	0,011	20,06	0,024	20,50	0,490	0,008
CHL-FTN03-89,57-02	2.7	26,60	0,015	19,62	0,005	20,15	0,496	0,013
CHL-FTN03-89,57-03	2.7	27,70	0,016	19,42	0,0	18,71	0,490	0,013
CHL-FTN03-89,57-04	2.7	26,81	0,018	19,64	0,010	20,06	0,491	0,002
CHL-FTN03-89,57-05	2.7	25,81	0,015	19,82	0,010	19,84	0,534	0,047
CHL-FTN03-89,57-06	2.7	26,27	0,027	19,44	0,008	20,55	0,511	0,0
CHL-FTN03-89,57-07	2.7	26,45	0,036	19,94	0,002	19,69	0,489	0,0
CHL-FTN03-89,57-08	2.7	26,35	0,023	19,79	0,0	20,35	0,518	0,016
CHL-FTN03-89,57-09	2.7	25,18	0,046	19,73	0,002	19,30	0,509	0,039
CHL-FTN03-89,57-10	2.7	26,37	0,017	20,09	0,005	20,09	0,503	0,051
CHL-FTN03-89,57-11	2.7	25,95	0,023	19,74	0,005	20,13	0,484	0,018
CHL-FTN03-89,57-12	2.7	26,12	0,030	20,01	0,002	19,81	0,471	0,003
CHL-FTN03-89,57-13	2.7	26,85	0,045	19,31	0,0	19,18	0,482	0,022
CHL-FTN03-89,57-14	2.7	27,26	0,053	18,61	0,0	20,00	0,514	0,019
CHL-FTN03-89,57-15	2.7	26,54	0,017	19,88	0,001	19,93	0,493	0,017
CHL-FTN03-89,57-16	2.7	26,63	0,012	19,73	0,0	19,66	0,502	0,046
CHL-FTN03-89,57-17	2.7	25,21	0,035	18,51	0,003	18,80	0,491	0,008
CHL-FTN03-89,57-18	2.7	26,37	0,030	19,21	0,006	20,49	0,492	0,035

(continua na próxima página)

APÊNDICE C (continuação)

Amostra	Tipo Textural	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	NiO
CHL-FTN03-89,57-19	2.6	25,99	0,0	20,14	0,004	19,92	0,509	0,033
CHL-FTN03-89,57-20	2.6	26,48	0,023	20,24	0,012	19,74	0,494	0,044
CHL-FTN03-89,57-21	2.6	26,13	0,028	19,81	0,0	20,27	0,521	0,004
CHL-FTN03-89,57-22	2.6	26,55	0,030	20,05	0,003	19,50	0,474	0,001
CHL-FTN03-89,57-23	2.6	26,65	0,008	20,17	0,0	20,24	0,520	0,018
CHL-FTN03-89,57-24	2.6	26,30	0,016	20,07	0,019	20,84	0,522	0,036
CHL-FTN03-89,57-25	2.6	26,03	0,007	20,05	0,0	20,13	0,518	0,0
CHL-FTN03-89,57-26	2.6	26,40	0,019	19,69	0,034	19,52	0,518	0,029
CHL-FTN03-89,57-27	2.6	26,13	0,009	20,11	0,036	20,01	0,529	0,011
CHL-FTN03-89,57-28	2.6	26,58	0,014	20,37	0,053	20,63	0,510	0,011
CHL-FTN03-89,57-29	2.6	26,19	0,016	20,11	0,035	19,78	0,523	0,0
CHL-FTN03-89,57-30	2.6	25,52	0,0	19,83	0,048	19,59	0,518	0,0
CHL-FTN03-89,57-31	2.6	25,99	0,006	20,14	0,011	20,61	0,493	0,018
CHL-FTN03-89,57-32	2.6	26,22	0,020	20,23	0,006	20,46	0,518	0,001
CHL-FTN03-89,57-33	2.6	26,00	0,001	20,34	0,003	20,22	0,524	0,035
CHL-FTN03-89,57-34	2.6	26,05	0,018	19,74	0,0	20,41	0,483	0,018
CHL-FTN03-89,57-35	2.6	26,48	0,006	19,56	0,0	20,19	0,518	0,010
CHL-FTN03-89,57-36	2.6	26,38	0,027	20,02	0,028	20,19	0,500	0,008
CHL-FTN03-89,57-37	2.6	25,94	0,018	19,82	0,028	19,85	0,519	0,026
CHL-FTN03-89,57-38	2.6	25,87	0,021	20,03	0,017	20,15	0,484	0,040
CHL-FTN03-89,57-39	2.6	25,57	0,008	20,50	0,029	20,18	0,534	0,013
CHL-FTN03-89,57-40	2.6	26,22	0,012	19,68	0,027	20,38	0,509	0,023
CHL-FTN03-76,95-01	2.3	28,08	0,053	20,69	0,488	16,18	0,371	0,036
CHL-FTN03-76,95-02	2.3	26,06	0,029	20,92	0,263	16,96	0,417	0,028
CHL-FTN03-76,95-03	2.3	25,84	0,033	20,35	1,153	16,69	0,401	0,035
CHL-FTN03-76,95-04	2.3	26,57	0,048	19,79	0,147	16,45	0,361	0,055
CHL-FTN03-76,95-05	2.3	26,57	0,032	19,89	0,079	16,86	0,382	0,074
CHL-FTN03-76,95-06	2.3	26,82	0,034	20,06	0,211	16,20	0,412	0,017
CHL-FTN03-76,95-07	2.3	27,84	0,127	20,34	0,115	16,55	0,365	0,059
CHL-FTN03-76,95-08	2.3	26,83	0,031	20,48	0,238	16,89	0,440	0,031
CHL-FTN03-76,95-09	2.3	26,98	0,044	20,21	0,420	16,98	0,414	0,021
CHL-FTN03-76,95-10	2.3	26,82	0,034	20,47	0,348	17,18	0,409	0,011
CHL-FTN03-76,95-11	2.3	26,81	0,056	20,95	0,101	16,92	0,368	0,010
CHL-FTN03-76,95-12	2.3	27,01	0,127	20,00	0,003	16,65	0,389	0,013
CHL-FTN03-76,95-13	2.3	26,78	0,013	20,42	0,010	16,57	0,409	0,030
CHL-FTN03-76,95-14	2.3	30,35	0,001	20,39	0,0	15,39	0,391	0,045

(continua na próxima página)

APÊNDICE C (continuação)

Amostra	Tipo Textural	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	NiO
CHL-FTN03-96,50-01	2.4	25,49	0,003	20,07	0,0	21,81	0,701	0,015
CHL-FTN03-96,50-02	2.4	26,92	0,012	18,45	0,001	21,59	0,347	0,036
CHL-FTN03-96,50-03	2.4	26,64	0,045	18,96	0,022	21,98	0,453	0,043
CHL-FTN03-96,50-04	2.4	26,49	0,049	19,14	0,004	22,02	0,523	0,041
CHL-FTN03-96,50-05	2.4	27,67	0,013	18,37	0,007	20,36	0,354	0,020
CHL-FTN03-96,50-06	2.4	26,21	0,064	18,76	0,004	22,59	0,516	0,038
CHL-FTN03-98,34-01	2.4	25,96	0,012	19,12	0,008	24,62	0,443	0,027
CHL-FTN03-98,34-02	2.4	25,19	0,022	19,56	0,0	25,23	0,486	0,053
CHL-FTN03-98,34-03	2.4	25,87	0,018	19,12	0,010	24,83	0,481	0,049
CHL-FTN03-98,34-04	2.4	24,56	0,004	20,03	0,008	25,17	0,477	0,039
CHL-FTN03-100,90-01	2.8	24,82	0,0	19,93	0,0	23,21	1,470	0,025
CHL-FTN03-100,90-02	2.8	24,80	0,0	20,81	0,008	23,38	1,404	0,051
CHL-FTN03-100,90-03	2.8	25,11	0,0	20,74	0,022	23,64	1,495	0,039
CHL-FTN03-100,90-04	2.8	28,30	0,087	18,06	0,005	23,14	1,037	0,027
CHL-FTN03-100,90-05	2.8	24,88	0,0	20,36	0,011	23,43	1,507	0,043
CHL-FTN03-100,90-06	2.8	26,64	0,017	17,09	0,0	25,31	1,088	0,0
CHL-FTN03-108,17-01	2.3	26,38	0,003	18,11	0,016	24,66	0,581	0,039
CHL-FTN03-108,17-02	2.3	26,40	0,017	18,21	0,007	24,61	0,529	0,047
CHL-FTN03-108,17-03	2.3	26,68	0,013	17,83	0,007	24,87	0,571	0,021
CHL-FTN03-108,17-04	2.3	27,45	0,054	18,82	0,033	24,05	0,542	0,010
CHL-FTN03-108,17-05	2.3	26,16	0,082	18,13	0,023	24,65	0,593	0,029
CHL-FTN03-108,17-06	2.3	26,79	0,022	17,82	0,033	24,17	0,539	0,008
CHL-FTN03-108,17-07	2.3	26,59	0,040	18,15	0,007	24,21	0,570	0,033
CHL-FTN03-108,17-08	2.3	26,91	0,054	17,93	0,021	23,73	0,578	0,033
CHL-FTN03-113,38-01	2.4	24,37	0,019	19,79	0,009	28,21	0,814	0,0
CHL-FTN03-113,38-02	2.4	24,82	0,0	19,68	0,003	29,28	0,863	0,008
CHL-FTN03-113,38-03	2.4	24,74	0,002	19,69	0,003	27,85	0,818	0,028
CHL-FTN03-113,38-04	2.4	24,51	0,001	19,62	0,0	30,00	0,934	0,0
CHL-FTN03-113,38-05	2.4	25,02	0,016	19,80	0,0	29,38	0,942	0,0
CHL-FTN03-113,38-06	2.4	25,16	0,0	20,03	0,003	28,53	0,995	0,018
CHL-FTN03-113,38-07	2.4	24,78	0,006	19,33	0,0	28,00	0,980	0,0
CHL-FTN03-113,38-08	2.4	24,88	0,0	19,27	0,004	27,89	1,394	0,0

(continua na próxima página)

APÊNDICE C (continuação)

Amostra	Tipo Textural	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	NiO
CHL-FTN03-119,20-01	2.5	25,43	0,034	20,40	0,004	22,83	0,668	0,010
CHL-FTN03-119,20-02	2.5	27,45	0,026	17,45	0,013	23,39	0,660	0,002
CHL-FTN03-119,20-03	2.5	26,84	0,009	18,47	0,0	23,90	0,710	0,036
CHL-FTN03-119,20-04	2.5	27,60	0,0	16,80	0,002	22,71	0,646	0,0
CHL-FTN03-119,20-05	2.5	27,12	0,006	17,34	0,0	23,81	0,652	0,0
CHL-FTN03-119,20-06	2.5	27,34	0,013	17,66	0,004	23,54	0,687	0,001
CHL-FTN03-119,20-07	2.5	27,08	0,021	17,56	0,005	23,61	0,672	0,032
CHL-FTN03-119,20-08	2.5	27,54	0,017	17,04	0,0	23,40	0,665	0,015
CHL-FTN03-119,20-09	2.5	25,28	0,038	21,02	0,001	23,58	0,694	0,0
CHL-FTN03-119,20-10	2.5	27,20	0,0	17,61	0,0	23,66	0,653	0,0
CHL-FTN03-119,20-11	2.5	27,06	0,0	17,84	0,0	23,60	0,662	0,0
CHL-FTN03-119,20-12	2.5	27,49	0,044	17,36	0,0	22,68	0,610	0,0
CHL-FTN03-119,20-13	2.5	26,39	0,041	19,31	0,002	24,11	0,698	0,0
CHL-FTN03-119,20-14	2.5	29,20	0,015	17,41	0,010	22,01	0,622	0,021
CHL-FTN03-119,20-15	2.5	26,88	0,041	17,58	0,0	23,15	0,647	0,0
CHL-FTN03-119,20-16	2.1	25,29	0,031	20,51	0,010	23,90	0,661	0,005
CHL-FTN03-119,20-17	2.1	25,18	0,044	20,33	0,008	23,12	0,622	0,004
CHL-FTN03-119,20-18	2.1	25,46	0,017	20,35	0,002	23,69	0,679	0,023
CHL-FTN03-119,20-19	2.1	24,93	0,023	20,49	0,0	23,94	0,608	0,024
CHL-FTN03-119,20-20	2.1	25,22	0,022	20,43	0,010	23,87	0,631	0,0
CHL-FTN03-119,20-21	2.1	25,37	0,046	20,44	0,0	23,82	0,641	0,005
CHL-FTN03-119,20-22	2.1	26,00	0,013	18,54	0,006	24,95	0,665	0,0
CHL-FTN03-119,20-23	2.1	24,99	0,025	20,45	0,0	23,55	0,640	0,0
CHL-FTN03-119,20-24	2.1	25,24	0,036	20,43	0,0	23,29	0,658	0,009
CHL-FTN03-119,20-25	2.1	24,81	0,053	20,79	0,004	23,15	0,618	0,0
CHL-FTN03-119,20-26	2.1	25,37	0,029	20,68	0,0	22,94	0,567	0,017
CHL-FTN03-119,20-27	2.1	25,14	0,024	20,70	0,0	22,85	0,545	0,0
CHL-FTN04-54,43-01	2.1	25,71	0,016	18,94	0,049	23,27	0,630	0,0
CHL-FTN04-54,43-02	2.1	25,81	0,007	20,05	0,003	24,92	0,584	0,013
CHL-FTN04-54,43-03	2.1	26,14	0,059	18,40	0,010	22,70	0,614	0,012
CHL-FTN04-54,43-04	2.1	26,50	0,077	18,52	0,0	22,62	0,606	0,041
CHL-FTN04-54,43-05	2.1	26,83	0,030	18,42	0,016	23,44	0,603	0,026
CHL-FTN04-54,43-06	2.1	26,85	0,016	18,08	0,0	23,70	0,603	0,047
CHL-FTN04-54,43-07	2.1	26,83	0,019	17,87	0,002	22,85	0,606	0,004
CHL-FTN04-54,43-08	2.1	26,85	0,036	18,00	0,003	22,75	0,581	0,035

(continua na próxima página)

APÊNDICE C (continuação)

Amostra	Tipo Textural	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Cl	Soma	H <sub>2</sub> O [c]
CHL-FTN03-19,60-01	2.4	14,621	n.d.	0,051	0,059	n.d.	84,483	10,876
CHL-FTN03-19,60-02	2.4	14,475	0,266	0,054	0,065	0,014	85,746	10,993
CHL-FTN03-19,60-03	2.4	14,628	0,063	n.d.	0,054	0,018	84,308	10,887
CHL-FTN03-19,60-04	2.4	15,111	n.d.	n.d.	0,055	n.d.	87,949	11,349
CHL-FTN03-19,60-05	2.4	16,686	n.d.	0,067	0,040	n.d.	86,856	11,396
CHL-FTN03-19,60-06	2.4	16,100	n.d.	n.d.	n.d.	0,015	85,942	11,184
CHL-FTN03-19,60-07	2.4	16,329	n.d.	n.d.	0,030	n.d.	85,679	11,197
CHL-FTN03-19,60-08	2.4	17,283	0,105	n.d.	n.d.	n.d.	85,931	11,337
CHL-FTN03-19,60-09	2.4	15,130	n.d.	n.d.	0,034	n.d.	85,777	11,092
CHL-FTN03-19,60-10	2.4	16,583	n.d.	n.d.	0,047	0,020	86,179	11,263
CHL-FTN03-19,60-11	2.1	19,518	0,074	n.d.	n.d.	n.d.	85,275	11,473
CHL-FTN03-19,60-12	2.1	19,367	n.d.	0,056	0,040	0,020	84,998	11,442
CHL-FTN03-19,60-13	2.1	17,895	0,890	n.d.	0,038	n.d.	84,765	11,283
CHL-FTN03-19,60-14	2.1	16,050	0,109	n.d.	0,024	0,021	85,288	11,076
CHL-FTN03-19,60-15	2.1	20,439	n.d.	n.d.	0,048	0,017	84,770	11,437
CHL-FTN03-19,60-16	2.1	19,503	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,089	11,416
CHL-FTN03-19,60-17	2.2	14,288	n.d.	0,063	0,130	n.d.	84,803	10,986
CHL-FTN03-19,60-18	2.2	16,081	n.d.	0,082	0,652	0,013	86,201	11,358
CHL-FTN03-19,60-19	2.2	16,035	0,057	n.d.	0,114	n.d.	85,709	11,218
CHL-FTN03-19,60-20	2.2	16,592	n.d.	n.d.	0,254	n.d.	86,219	11,366
CHL-FTN03-19,60-21	2.2	16,377	n.d.	n.d.	0,160	n.d.	86,970	11,413
CHL-FTN03-19,60-22	2.2	16,473	0,064	n.d.	0,060	n.d.	85,651	11,189
CHL-FTN03-89,57-01	2.7	18,360	n.d.	n.d.	0,055	0,019	85,895	11,402
CHL-FTN03-89,57-02	2.7	18,722	n.d.	n.d.	0,022	0,020	85,682	11,401
CHL-FTN03-89,57-03	2.7	18,867	0,055	0,200	n.d.	n.d.	85,484	11,494
CHL-FTN03-89,57-04	2.7	18,132	n.d.	0,117	0,029	n.d.	85,329	11,371
CHL-FTN03-89,57-05	2.7	18,150	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	84,288	11,213
CHL-FTN03-89,57-06	2.7	18,446	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,291	11,316
CHL-FTN03-89,57-07	2.7	18,817	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,482	11,411
CHL-FTN03-89,57-08	2.7	18,634	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,710	11,390
CHL-FTN03-89,57-09	2.7	17,918	1,703	n.d.	n.d.	0,020	84,487	11,174
CHL-FTN03-89,57-10	2.7	18,906	0,051	n.d.	n.d.	n.d.	86,116	11,460
CHL-FTN03-89,57-11	2.7	18,444	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	84,851	11,274
CHL-FTN03-89,57-12	2.7	18,576	0,072	n.d.	0,025	n.d.	85,137	11,344
CHL-FTN03-89,57-13	2.7	19,249	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,183	11,401
CHL-FTN03-89,57-14	2.7	18,881	0,248	n.d.	0,028	0,020	85,637	11,398
CHL-FTN03-89,57-15	2.7	18,642	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,557	11,408
CHL-FTN03-89,57-16	2.7	19,144	n.d.	n.d.	0,023	n.d.	85,791	11,450
CHL-FTN03-89,57-17	2.7	17,985	3,249	n.d.	n.d.	n.d.	84,324	11,105
CHL-FTN03-89,57-18	2.7	18,126	0,240	n.d.	n.d.	n.d.	85,052	11,276

(continua na próxima página)

APÊNDICE C (continuação)

Amostra	Tipo Textural	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Cl	Soma	H <sub>2</sub> O [c]
CHL-FTN03-89,57-19	2.6	18,658	n.d.	n.d.	0,022	0,023	85,347	11,353
CHL-FTN03-89,57-20	2.6	18,784	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,848	11,457
CHL-FTN03-89,57-21	2.6	18,454	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,256	11,327
CHL-FTN03-89,57-22	2.6	19,022	n.d.	n.d.	n.d.	0,016	85,728	11,454
CHL-FTN03-89,57-23	2.6	18,693	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	86,297	11,497
CHL-FTN03-89,57-24	2.6	18,445	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	86,292	11,443
CHL-FTN03-89,57-25	2.6	18,743	n.d.	n.d.	0,026	0,013	85,570	11,376
CHL-FTN03-89,57-26	2.6	19,047	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,256	11,380
CHL-FTN03-89,57-27	2.6	18,447	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,311	11,358
CHL-FTN03-89,57-28	2.6	18,417	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	86,642	11,515
CHL-FTN03-89,57-29	2.6	18,640	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,316	11,374
CHL-FTN03-89,57-30	2.6	18,207	n.d.	n.d.	n.d.	0,026	83,791	11,145
CHL-FTN03-89,57-31	2.6	17,911	n.d.	n.d.	0,029	n.d.	85,223	11,307
CHL-FTN03-89,57-32	2.6	18,343	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,812	11,406
CHL-FTN03-89,57-33	2.6	18,498	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,646	11,389
CHL-FTN03-89,57-34	2.6	18,221	n.d.	n.d.	n.d.	0,014	84,992	11,280
CHL-FTN03-89,57-35	2.6	18,514	n.d.	n.d.	0,038	0,014	85,343	11,349
CHL-FTN03-89,57-36	2.6	18,831	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	86,021	11,449
CHL-FTN03-89,57-37	2.6	18,511	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	84,730	11,279
CHL-FTN03-89,57-38	2.6	18,056	n.d.	n.d.	0,039	n.d.	84,745	11,261
CHL-FTN03-89,57-39	2.6	18,444	n.d.	n.d.	0,046	0,018	85,381	11,339
CHL-FTN03-89,57-40	2.6	18,330	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,204	11,318
CHL-FTN03-76,95-01	2.3	19,409	0,087	0,234	0,460	0,019	86,109	11,717
CHL-FTN03-76,95-02	2.3	20,243	n.d.	n.d.	0,079	0,016	85,056	11,500
CHL-FTN03-76,95-03	2.3	19,908	n.d.	n.d.	0,074	n.d.	84,545	11,410
CHL-FTN03-76,95-04	2.3	20,564	n.d.	n.d.	0,101	n.d.	84,131	11,415
CHL-FTN03-76,95-05	2.3	20,278	n.d.	n.d.	0,082	n.d.	84,321	11,415
CHL-FTN03-76,95-06	2.3	20,585	n.d.	n.d.	0,054	n.d.	84,452	11,485
CHL-FTN03-76,95-07	2.3	20,376	n.d.	n.d.	0,777	n.d.	86,574	11,738
CHL-FTN03-76,95-08	2.3	20,039	n.d.	0,152	0,029	n.d.	85,172	11,543
CHL-FTN03-76,95-09	2.3	20,333	n.d.	n.d.	0,123	n.d.	85,583	11,588
CHL-FTN03-76,95-10	2.3	20,020	n.d.	n.d.	0,123	n.d.	85,489	11,563
CHL-FTN03-76,95-11	2.3	20,507	n.d.	n.d.	0,192	n.d.	85,946	11,653
CHL-FTN03-76,95-12	2.3	20,612	n.d.	n.d.	0,201	n.d.	85,078	11,541
CHL-FTN03-76,95-13	2.3	20,385	0,092	0,061	0,042	0,014	84,812	11,517
CHL-FTN03-76,95-14	2.3	18,291	n.d.	0,516	0,769	n.d.	86,198	11,845

(continua na próxima página)

APÊNDICE C (continuação)

Amostra	Tipo Textural	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Cl	Soma	H <sub>2</sub> O [c]
CHL-FTN03-96,50-01	2.4	16,050	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	84,187	11,074
CHL-FTN03-96,50-02	2.4	17,489	n.d.	n.d.	0,037	0,017	84,927	11,217
CHL-FTN03-96,50-03	2.4	16,563	n.d.	n.d.	0,028	n.d.	84,809	11,177
CHL-FTN03-96,50-04	2.4	17,189	n.d.	n.d.	0,073	n.d.	85,559	11,261
CHL-FTN03-96,50-05	2.4	17,946	n.d.	n.d.	0,034	n.d.	84,814	11,308
CHL-FTN03-96,50-06	2.4	16,702	n.d.	n.d.	n.d.	0,016	84,895	11,127
CHL-FTN03-98,34-01	2.4	15,406	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,596	11,110
CHL-FTN03-98,34-02	2.4	15,013	n.d.	0,052	0,034	n.d.	85,656	11,056
CHL-FTN03-98,34-03	2.4	15,283	n.d.	n.d.	n.d.	0,021	85,751	11,101
CHL-FTN03-98,34-04	2.4	14,508	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	84,856	10,947
CHL-FTN03-100,90-01	2.8	14,738	0,153	n.d.	n.d.	n.d.	84,365	10,936
CHL-FTN03-100,90-02	2.8	14,292	n.d.	n.d.	0,402	0,029	85,193	11,023
CHL-FTN03-100,90-03	2.8	14,683	n.d.	n.d.	0,187	n.d.	85,982	11,139
CHL-FTN03-100,90-04	2.8	15,131	n.d.	0,062	0,893	0,020	86,755	11,311
CHL-FTN03-100,90-05	2.8	14,930	n.d.	n.d.	0,040	n.d.	85,223	11,050
CHL-FTN03-100,90-06	2.8	14,467	0,063	n.d.	0,143	0,014	84,848	10,906
CHL-FTN03-108,17-01	2.3	15,410	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,253	11,046
CHL-FTN03-108,17-02	2.3	15,550	n.d.	n.d.	0,045	n.d.	85,447	11,079
CHL-FTN03-108,17-03	2.3	15,724	n.d.	n.d.	0,047	n.d.	85,830	11,114
CHL-FTN03-108,17-04	2.3	14,799	n.d.	n.d.	0,393	n.d.	86,196	11,241
CHL-FTN03-108,17-05	2.3	15,320	n.d.	n.d.	0,028	n.d.	85,095	11,017
CHL-FTN03-108,17-06	2.3	15,840	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,261	11,091
CHL-FTN03-108,17-07	2.3	15,806	n.d.	n.d.	0,098	0,015	85,566	11,113
CHL-FTN03-108,17-08	2.3	16,103	n.d.	n.d.	0,083	n.d.	85,490	11,143
CHL-FTN03-113,38-01	2.4	11,783	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,055	10,763
CHL-FTN03-113,38-02	2.4	11,447	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	86,124	10,855
CHL-FTN03-113,38-03	2.4	12,394	0,122	n.d.	n.d.	0,025	85,676	10,866
CHL-FTN03-113,38-04	2.4	10,482	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,566	10,725
CHL-FTN03-113,38-05	2.4	11,253	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	86,418	10,896
CHL-FTN03-113,38-06	2.4	12,375	n.d.	n.d.	0,022	n.d.	87,171	11,043
CHL-FTN03-113,38-07	2.4	12,506	0,071	n.d.	0,045	0,023	85,785	10,855
CHL-FTN03-113,38-08	2.4	11,890	0,355	n.d.	n.d.	0,025	85,715	10,826
CHL-FTN03-119,20-01	2.5	15,919	n.d.	n.d.	0,022	n.d.	85,350	11,173
CHL-FTN03-119,20-02	2.5	16,642	n.d.	n.d.	0,054	n.d.	85,744	11,207
CHL-FTN03-119,20-03	2.5	15,841	n.d.	n.d.	0,057	n.d.	85,938	11,192
CHL-FTN03-119,20-04	2.5	16,993	n.d.	0,069	0,049	0,024	84,908	11,121
CHL-FTN03-119,20-05	2.5	16,244	n.d.	n.d.	0,023	n.d.	85,241	11,105

(continua na próxima página)

**APÊNDICE C** (continuação)

Amostra	Tipo Textural	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Cl	Soma	H <sub>2</sub> O [c]
CHL-FTN03-119,20-15	2.5	15,661	n.d.	n.d.	0,179	0,015	84,235	10,992
CHL-FTN03-119,20-16	2.1	15,614	n.d.	0,077	0,037	0,014	86,170	11,206
CHL-FTN03-119,20-17	2.1	15,798	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,159	11,123
CHL-FTN03-119,20-18	2.1	15,578	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,882	11,188
CHL-FTN03-119,20-19	2.1	15,118	n.d.	n.d.	n.d.	0,013	85,206	11,070
CHL-FTN03-119,20-20	2.1	15,521	n.d.	n.d.	0,026	n.d.	85,802	11,162
CHL-FTN03-119,20-21	2.1	14,763	n.d.	n.d.	0,199	n.d.	85,324	11,101
CHL-FTN03-119,20-22	2.1	14,837	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,082	11,001
CHL-FTN03-119,20-23	2.1	15,276	n.d.	n.d.	0,051	0,022	85,095	11,072
CHL-FTN03-119,20-24	2.1	15,353	n.d.	0,056	0,051	n.d.	85,169	11,110
CHL-FTN03-119,20-25	2.1	15,539	n.d.	0,079	0,021	n.d.	85,113	11,105
CHL-FTN03-119,20-26	2.1	15,967	n.d.	n.d.	n.d.	0,018	85,645	11,209
CHL-FTN03-119,20-27	2.1	15,405	n.d.	n.d.	0,196	n.d.	84,886	11,100
CHL-FTN04-54,43-01	2.1	15,871	0,051	n.d.	0,023	0,015	84,564	11,021
CHL-FTN04-54,43-02	2.1	13,038	n.d.	n.d.	0,462	n.d.	84,951	10,982
CHL-FTN04-54,43-03	2.1	16,003	n.d.	n.d.	0,073	0,014	84,051	10,993
CHL-FTN04-54,43-04	2.1	16,182	n.d.	n.d.	0,042	0,022	84,648	11,090
CHL-FTN04-54,43-05	2.1	16,673	n.d.	0,063	0,081	n.d.	86,231	11,257
CHL-FTN04-54,43-06	2.1	16,011	0,054	n.d.	0,026	n.d.	85,409	11,138
CHL-FTN04-54,43-07	2.1	16,835	n.d.	n.d.	0,087	n.d.	85,513	11,207
CHL-FTN04-54,43-08	2.1	16,412	n.d.	n.d.	0,066	n.d.	84,865	11,125
CHL-FTN03-108,17-06	2.3	15,840	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	85,261	11,091



## APÊNDICE D – Resultados das análises químicas de clorita (apuf)

Amostra	Tipo Textural	Si	Ti	Al	Cr	Fe	Mn	Ni
CHL-FTN03-19,60-01	2.4	2,830	0,0	2,356	0,0	2,329	0,061	0,0019
CHL-FTN03-19,60-02	2.4	2,776	0,0005	2,414	0,001	2,360	0,069	0,0
CHL-FTN03-19,60-03	2.4	2,797	0,0	2,438	0,0	2,274	0,060	0,0
CHL-FTN03-19,60-04	2.4	2,809	0,0	2,422	0,001	2,292	0,063	0,0
CHL-FTN03-19,60-05	2.4	2,776	0,0011	2,498	0,0	1,995	0,072	0,0034
CHL-FTN03-19,60-06	2.4	2,864	0,0	2,319	0,0	2,158	0,058	0,001
CHL-FTN03-19,60-07	2.4	2,795	0,0006	2,438	0,0	2,075	0,061	0,001
CHL-FTN03-19,60-08	2.4	2,795	0,0013	2,463	0,0	1,902	0,070	0,0018
CHL-FTN03-19,60-09	2.4	2,839	0,0	2,366	0,0	2,264	0,063	0,001
CHL-FTN03-19,60-10	2.4	2,905	0,0005	2,268	0,001	2,092	0,055	0,0
CHL-FTN03-19,60-11	2.1	2,743	0,0	2,549	0,001	1,571	0,067	0,0
CHL-FTN03-19,60-12	2.1	2,747	0,0008	2,565	0,0	1,556	0,066	0,0
CHL-FTN03-19,60-13	2.1	2,740	0,0009	2,544	0,0	1,697	0,061	0,0031
CHL-FTN03-19,60-14	2.1	2,775	0,0013	2,418	0,0	2,158	0,054	0,001
CHL-FTN03-19,60-15	2.1	2,858	0,0	2,330	0,0	1,526	0,061	0,0016
CHL-FTN03-19,60-16	2.1	2,844	0,0020	2,367	0,001	1,633	0,063	0,0015
CHL-FTN03-19,60-17	2.2	2,835	0,0027	2,446	0,009	2,239	0,060	0,001
CHL-FTN03-19,60-18	2.2	2,964	0,0093	2,320	0,0	1,938	0,050	0,001
CHL-FTN03-19,60-19	2.2	2,906	0,0016	2,318	0,0	2,082	0,055	0,001
CHL-FTN03-19,60-20	2.2	2,940	0,0154	2,297	0,001	1,960	0,049	0,001
CHL-FTN03-19,60-21	2.2	2,899	0,0112	2,341	0,002	2,026	0,053	0,0023
CHL-FTN03-19,60-22	2.2	2,891	0,0030	2,276	0,001	2,100	0,050	0,0
CHL-FTN03-89,57-01	2.7	2,766	0,0009	2,485	0,002	1,803	0,044	0,001
CHL-FTN03-89,57-02	2.7	2,797	0,0012	2,431	0,0	1,772	0,044	0,001
CHL-FTN03-89,57-03	2.7	2,889	0,0013	2,388	0,0	1,632	0,043	0,001
CHL-FTN03-89,57-04	2.7	2,827	0,0014	2,441	0,001	1,770	0,044	0,0
CHL-FTN03-89,57-05	2.7	2,761	0,0012	2,499	0,001	1,775	0,048	0,0041
CHL-FTN03-89,57-06	2.7	2,784	0,0022	2,428	0,001	1,821	0,046	0,0
CHL-FTN03-89,57-07	2.7	2,780	0,0028	2,470	0,0	1,731	0,044	0,0
CHL-FTN03-89,57-08	2.7	2,774	0,0018	2,455	0,0	1,791	0,046	0,001
CHL-FTN03-89,57-09	2.7	2,702	0,0037	2,495	0,0	1,731	0,046	0,0033
CHL-FTN03-89,57-10	2.7	2,759	0,0013	2,477	0,0	1,757	0,045	0,0043
CHL-FTN03-89,57-11	2.7	2,760	0,0018	2,475	0,0	1,790	0,044	0,0016
CHL-FTN03-89,57-12	2.7	2,762	0,0024	2,493	0,0	1,751	0,042	0,0
CHL-FTN03-89,57-13	2.7	2,824	0,0035	2,394	0,0	1,687	0,043	0,0019
CHL-FTN03-89,57-14	2.7	2,867	0,0042	2,306	0,0	1,760	0,046	0,0016
CHL-FTN03-89,57-15	2.7	2,790	0,0014	2,462	0,0	1,752	0,044	0,0015
CHL-FTN03-89,57-16	2.7	2,789	0,0010	2,436	0,0	1,722	0,045	0,0039
CHL-FTN03-89,57-17	2.7	2,722	0,0028	2,355	0,0	1,697	0,045	0,001
CHL-FTN03-89,57-18	2.7	2,804	0,0024	2,408	0,001	1,823	0,044	0,0030

(continua na próxima página)

**APÊNDICE D** (continuação)

Amostra	Tipo Textural	Si	Ti	Al	Cr	Fe	Mn	Ni
CHL-FTN03-89,57-19	2.6	2,744	0,0	2,507	0,0	1,759	0,046	0,0028
CHL-FTN03-89,57-20	2.6	2,771	0,0018	2,496	0,001	1,728	0,044	0,0037
CHL-FTN03-89,57-21	2.6	2,766	0,0022	2,472	0,0	1,794	0,047	0,0
CHL-FTN03-89,57-22	2.6	2,780	0,0023	2,474	0,0	1,707	0,042	0,0
CHL-FTN03-89,57-23	2.6	2,780	0,0006	2,479	0,0	1,766	0,046	0,0015
CHL-FTN03-89,57-24	2.6	2,757	0,0013	2,480	0,002	1,826	0,046	0,0030
CHL-FTN03-89,57-25	2.6	2,743	0,0005	2,491	0,0	1,768	0,046	0,0
CHL-FTN03-89,57-26	2.6	2,782	0,0015	2,445	0,003	1,720	0,046	0,0024
CHL-FTN03-89,57-27	2.6	2,759	0,0007	2,503	0,003	1,767	0,047	0,001
CHL-FTN03-89,57-28	2.6	2,768	0,0011	2,500	0,004	1,797	0,045	0,001
CHL-FTN03-89,57-29	2.6	2,762	0,0012	2,499	0,003	1,744	0,047	0,0
CHL-FTN03-89,57-30	2.6	2,745	0,0	2,514	0,004	1,762	0,047	0,0
CHL-FTN03-89,57-31	2.6	2,756	0,0005	2,518	0,001	1,828	0,044	0,0016
CHL-FTN03-89,57-32	2.6	2,757	0,0016	2,506	0,001	1,800	0,046	0,0
CHL-FTN03-89,57-33	2.6	2,738	0,0	2,525	0,0	1,781	0,047	0,0030
CHL-FTN03-89,57-34	2.6	2,769	0,0014	2,473	0,0	1,814	0,044	0,0015
CHL-FTN03-89,57-35	2.6	2,797	0,0	2,436	0,0	1,784	0,046	0,001
CHL-FTN03-89,57-36	2.6	2,763	0,0021	2,472	0,002	1,769	0,044	0,001
CHL-FTN03-89,57-37	2.6	2,759	0,0015	2,484	0,002	1,765	0,047	0,0022
CHL-FTN03-89,57-38	2.6	2,755	0,0017	2,514	0,001	1,795	0,044	0,0034
CHL-FTN03-89,57-39	2.6	2,703	0,0006	2,554	0,003	1,763	0,048	0,001
CHL-FTN03-89,57-40	2.6	2,779	0,0009	2,458	0,002	1,806	0,046	0,0019
CHL-FTN03-76,95-01	2.3	2,874	0,0041	2,495	0,040	1,384	0,032	0,0030
CHL-FTN03-76,95-02	2.3	2,717	0,0023	2,570	0,022	1,479	0,037	0,0023
CHL-FTN03-76,95-03	2.3	2,716	0,0026	2,522	0,096	1,467	0,036	0,0029
CHL-FTN03-76,95-04	2.3	2,792	0,0038	2,450	0,012	1,446	0,032	0,0047
CHL-FTN03-76,95-05	2.3	2,791	0,0025	2,463	0,007	1,481	0,034	0,0063
CHL-FTN03-76,95-06	2.3	2,800	0,0027	2,468	0,017	1,415	0,037	0,001
CHL-FTN03-76,95-07	2.3	2,844	0,0097	2,449	0,009	1,414	0,032	0,0048
CHL-FTN03-76,95-08	2.3	2,787	0,0024	2,508	0,020	1,468	0,039	0,0026
CHL-FTN03-76,95-09	2.3	2,792	0,0034	2,465	0,034	1,470	0,036	0,0018
CHL-FTN03-76,95-10	2.3	2,781	0,0026	2,502	0,029	1,490	0,036	0,001
CHL-FTN03-76,95-11	2.3	2,759	0,0044	2,541	0,008	1,456	0,032	0,001
CHL-FTN03-76,95-12	2.3	2,807	0,0099	2,448	0,0	1,447	0,034	0,001
CHL-FTN03-76,95-13	2.3	2,788	0,0010	2,505	0,001	1,442	0,036	0,0025
CHL-FTN03-76,95-14	2.3	3,072	0,0	2,433	0,0	1,303	0,034	0,0037
CHL-FTN03-96,50-01	2.4	2,760	0,0	2,562	0,0	1,975	0,064	0,001
CHL-FTN03-96,50-02	2.4	2,878	0,0009	2,325	0,0	1,930	0,031	0,0031
CHL-FTN03-96,50-03	2.4	2,859	0,0036	2,397	0,002	1,972	0,041	0,0037
CHL-FTN03-96,50-04	2.4	2,821	0,0039	2,401	0,0	1,961	0,047	0,0035
CHL-FTN03-96,50-05	2.4	2,935	0,0010	2,297	0,001	1,806	0,032	0,0017
CHL-FTN03-96,50-06	2.4	2,824	0,0052	2,382	0,0	2,036	0,047	0,0033
CHL-FTN03-98,34-01	2.4	2,802	0,0009	2,432	0,001	2,223	0,041	0,0023
CHL-FTN03-98,34-02	2.4	2,732	0,0018	2,500	0,0	2,266	0,045	0,0047
CHL-FTN03-98,34-03	2.4	2,794	0,0014	2,433	0,001	2,242	0,044	0,0043
CHL-FTN03-98,34-04	2.4	2,690	0,0	2,585	0,001	2,279	0,044	0,0035

(continua na próxima página)

**APÊNDICE D** (continuação)

Amostra	Tipo Textural	Si	Ti	Al	Cr	Fe	Mn	Ni
CHL-FTN03-100,90-01	2.8	2,721	0,0	2,576	0,0	2,128	0,137	0,0022
CHL-FTN03-100,90-02	2.8	2,696	0,0	2,666	0,001	2,126	0,129	0,0044
CHL-FTN03-100,90-03	2.8	2,703	0,0	2,631	0,002	2,129	0,136	0,0034
CHL-FTN03-100,90-04	2.8	3,000	0,0069	2,255	0,0	2,051	0,093	0,0023
CHL-FTN03-100,90-05	2.8	2,701	0,0	2,605	0,001	2,127	0,139	0,0037
CHL-FTN03-100,90-06	2.8	2,929	0,0014	2,214	0,0	2,327	0,101	0,0
CHL-FTN03-108,17-01	2.3	2,864	0,0	2,317	0,001	2,239	0,053	0,0034
CHL-FTN03-108,17-02	2.3	2,858	0,0014	2,323	0,001	2,228	0,049	0,0041
CHL-FTN03-108,17-03	2.3	2,879	0,0011	2,268	0,001	2,244	0,052	0,0019
CHL-FTN03-108,17-04	2.3	2,929	0,0043	2,366	0,003	2,145	0,049	0,001
CHL-FTN03-108,17-05	2.3	2,848	0,0067	2,326	0,002	2,244	0,055	0,0025
CHL-FTN03-108,17-06	2.3	2,897	0,0017	2,271	0,003	2,185	0,049	0,001
CHL-FTN03-108,17-07	2.3	2,869	0,0033	2,308	0,001	2,184	0,052	0,0029
CHL-FTN03-108,17-08	2.3	2,896	0,0043	2,275	0,002	2,135	0,053	0,0028
CHL-FTN03-113,38-01	2.4	2,715	0,0016	2,598	0,001	2,629	0,077	0,0
CHL-FTN03-113,38-02	2.4	2,742	0,0	2,563	0,0	2,705	0,081	0,001
CHL-FTN03-113,38-03	2.4	2,729	0,0	2,560	0,0	2,569	0,076	0,0024
CHL-FTN03-113,38-04	2.4	2,740	0,0	2,586	0,0	2,805	0,089	0,0
CHL-FTN03-113,38-05	2.4	2,753	0,0013	2,568	0,0	2,704	0,088	0,0
CHL-FTN03-113,38-06	2.4	2,732	0,0	2,563	0,0	2,591	0,092	0,0016
CHL-FTN03-113,38-07	2.4	2,737	0,0005	2,515	0,0	2,586	0,092	0,0
CHL-FTN03-113,38-08	2.4	2,755	0,0	2,514	0,0	2,582	0,131	0,0
CHL-FTN03-119,20-01	2.5	2,730	0,0027	2,580	0,0	2,049	0,061	0,001
CHL-FTN03-119,20-02	2.5	2,937	0,0021	2,201	0,001	2,093	0,060	0,0
CHL-FTN03-119,20-03	2.5	2,875	0,0007	2,332	0,0	2,141	0,064	0,0031
CHL-FTN03-119,20-04	2.5	2,975	0,0	2,134	0,0	2,047	0,059	0,0
CHL-FTN03-119,20-05	2.5	2,929	0,0005	2,207	0,0	2,150	0,060	0,0
CHL-FTN03-119,20-06	2.5	2,933	0,0010	2,233	0,0	2,113	0,063	0,0
CHL-FTN03-119,20-07	2.5	2,907	0,0017	2,222	0,0	2,121	0,061	0,0028
CHL-FTN03-119,20-08	2.5	2,959	0,0013	2,157	0,0	2,102	0,061	0,001
CHL-FTN03-119,20-09	2.5	2,699	0,0031	2,644	0,0	2,105	0,063	0,0
CHL-FTN03-119,20-10	2.5	2,926	0,0	2,233	0,0	2,128	0,060	0,0
CHL-FTN03-119,20-11	2.5	2,914	0,0	2,264	0,0	2,125	0,060	0,0
CHL-FTN03-119,20-12	2.5	2,946	0,0036	2,193	0,0	2,033	0,055	0,0
CHL-FTN03-119,20-13	2.5	2,812	0,0033	2,426	0,0	2,148	0,063	0,0
CHL-FTN03-119,20-14	2.5	3,098	0,0012	2,177	0,001	1,953	0,056	0,0018
CHL-FTN03-119,20-15	2.5	2,932	0,0034	2,260	0,0	2,112	0,060	0,0

(continua na próxima página)

**APÊNDICE D** (continuação)

Amostra	Tipo Textural	Si	Ti	Al	Cr	Fe	Mn	Ni
CHL-FTN03-119,20-16	2.1	2,706	0,0	2,586	0,0	2,139	0,060	0,0005
CHL-FTN03-119,20-17	2.1	2,715	0,0	2,583	0,001	2,085	0,057	0,0003
CHL-FTN03-119,20-18	2.1	2,729	0,0	2,571	0,000	2,123	0,062	0,0020
CHL-FTN03-119,20-19	2.1	2,700	0,0018	2,615	0,0	2,168	0,056	0,0021
CHL-FTN03-119,20-20	2.1	2,709	0,0	2,586	0,001	2,145	0,057	0,0
CHL-FTN03-119,20-21	2.1	2,741	0,0037	2,603	0,0	2,153	0,059	0,0
CHL-FTN03-119,20-22	2.1	2,834	0,0	2,382	0,001	2,274	0,061	0,0
CHL-FTN03-119,20-23	2.1	2,706	0,0021	2,609	0,000	2,133	0,059	0,0
CHL-FTN03-119,20-24	2.1	2,725	0,0030	2,598	0,000	2,102	0,060	0,0008
CHL-FTN03-119,20-25	2.1	2,679	0,0043	2,646	0,000	2,091	0,057	0,0
CHL-FTN03-119,20-26	2.1	2,714	0,0024	2,608	0,000	2,052	0,051	0,0015
CHL-FTN03-119,20-27	2.1	2,716	0,0019	2,636	0,000	2,064	0,050	0,0
CHL-FTN04-54,43-01	2.1	2,797	0,0013	2,428	0,004	2,117	0,058	0,0
CHL-FTN04-54,43-02	2.1	2,818	0,0006	2,581	0,000	2,276	0,054	0,0011
CHL-FTN04-54,43-03	2.1	2,851	0,0048	2,366	0,001	2,071	0,057	0,0
CHL-FTN04-54,43-04	2.1	2,865	0,0	2,360	0,0	2,045	0,056	0,004
CHL-FTN04-54,43-05	2.1	2,858	0,0	2,312	0,0	2,088	0,054	0,0022
CHL-FTN04-54,43-06	2.1	2,891	0,0	2,294	0,0	2,135	0,055	0,0
CHL-FTN04-54,43-07	2.1	2,913	0,0015	2,253	0,0	2,045	0,055	0,0
CHL-FTN04-54,43-08	2.1	2,905	0,0	2,287	0,0	2,051	0,053	0,0031
CHL-FTN03-108,17-06	2.3	2,897	0,0017	2,271	0,0	2,185	0,049	0,0
CHL-FTN03-108,17-07	2.3	2,869	0,0	2,308	0,0	2,184	0,052	0,0
CHL-FTN03-108,17-08	2.3	2,896	0,0043	2,275	0,0	2,135	0,053	0,003
CHL-FTN03-113,38-01	2.4	2,715	0,0016	2,598	0,001	2,629	0,077	0,0
CHL-FTN03-113,38-02	2.4	2,742	0,0	2,563	0,0	2,705	0,081	0,0007
CHL-FTN03-113,38-03	2.4	2,729	0,0	2,560	0,0	2,569	0,076	0,0
CHL-FTN03-113,38-04	2.4	2,740	0,0001	2,586	0,0	2,805	0,089	0,0
CHL-FTN03-113,38-05	2.4	2,753	0,0013	2,568	0,0	2,704	0,088	0,0
CHL-FTN03-113,38-06	2.4	2,732	0,0	2,563	0,0	2,591	0,092	0,0016
CHL-FTN03-113,38-07	2.4	2,737	0,0005	2,515	0,0	2,586	0,092	0,0
CHL-FTN03-113,38-08	2.4	2,755	0,0	2,514	0,0	2,582	0,131	0,0
CHL-FTN03-119,20-01	2.5	2,730	0,0	2,580	0,0	2,049	0,061	0,0
CHL-FTN03-119,20-02	2.5	2,937	0,0	2,201	0,0	2,093	0,060	0,0
CHL-FTN03-119,20-03	2.5	2,875	0,0007	2,332	0,0	2,141	0,064	0,0
CHL-FTN03-119,20-04	2.5	2,975	0,0	2,134	0,0	2,047	0,059	0,0
CHL-FTN03-119,20-05	2.5	2,929	0,0005	2,207	0,000	2,150	0,060	0,0
CHL-FTN03-119,20-06	2.5	2,933	0,0010	2,233	0,0	2,113	0,063	0,0
CHL-FTN03-119,20-07	2.5	2,907	0,0017	2,222	0,000	2,121	0,061	0,003
CHL-FTN03-119,20-08	2.5	2,959	0,0013	2,157	0,000	2,102	0,061	0,0
CHL-FTN03-119,20-09	2.5	2,699	0,0031	2,644	0,0	2,105	0,063	0,0
CHL-FTN03-119,20-10	2.5	2,926	0,0	2,233	0,0	2,128	0,060	0,0
CHL-FTN03-119,20-11	2.5	2,914	0,0	2,264	0,000	2,125	0,060	0,0
CHL-FTN03-119,20-12	2.5	2,946	0,0036	2,193	0,0	2,033	0,055	0,0
CHL-FTN03-119,20-13	2.5	2,812	0,0033	2,426	0,000	2,148	0,063	0,0
CHL-FTN03-119,20-14	2.5	3,098	0,0012	2,177	0,0	1,953	0,056	0,0
CHL-FTN03-119,20-15	2.5	2,932	0,0034	2,260	0,0	2,112	0,060	0,0

(continua na próxima página)

**APÊNDICE D** (continuação)

Amostra	Tipo Textural	Si	Ti	Al	Cr	Fe	Mn	Ni
CHL-FTN03-119,20-16	2.1	2,706	0,0025	2,586	0,0	2,139	0,060	0,0
CHL-FTN03-119,20-17	2.1	2,715	0,0036	2,583	0,0	2,085	0,057	0,0003
CHL-FTN03-119,20-18	2.1	2,729	0,0013	2,571	0,0	2,123	0,062	0,0
CHL-FTN03-119,20-19	2.1	2,700	0,0018	2,615	0,000	2,168	0,056	0,0
CHL-FTN03-119,20-20	2.1	2,709	0,0018	2,586	0,0	2,145	0,057	0,0
CHL-FTN03-119,20-21	2.1	2,741	0,0037	2,603	0,000	2,153	0,059	0,0
CHL-FTN03-119,20-22	2.1	2,834	0,0011	2,382	0,0	2,274	0,061	0,0
CHL-FTN03-119,20-23	2.1	2,706	0,0021	2,609	0,000	2,133	0,059	0,0
CHL-FTN03-119,20-24	2.1	2,725	0,0030	2,598	0,0	2,102	0,060	0,0008
CHL-FTN03-119,20-25	2.1	2,679	0,0043	2,646	0,0	2,091	0,057	0,0
CHL-FTN03-119,20-26	2.1	2,714	0,0024	2,608	0,0	2,052	0,051	0,0015
CHL-FTN03-119,20-27	2.1	2,716	0,0019	2,636	0,000	2,064	0,050	0,0
CHL-FTN04-54,43-01	2.1	2,797	0,0013	2,428	0,004	2,117	0,058	0,0
CHL-FTN04-54,43-02	2.1	2,818	0,0006	2,581	0,000	2,276	0,054	0,0011
CHL-FTN04-54,43-03	2.1	2,851	0,0048	2,366	0,001	2,071	0,057	0,0
CHL-FTN04-54,43-04	2.1	2,865	0,0	2,360	0,0	2,045	0,056	0,004
CHL-FTN04-54,43-05	2.1	2,858	0,0	2,312	0,0	2,088	0,054	0,0022
CHL-FTN04-54,43-06	2.1	2,891	0,0	2,294	0,0	2,135	0,055	0,0
CHL-FTN04-54,43-07	2.1	2,913	0,0015	2,253	0,0	2,045	0,055	0,0
CHL-FTN04-54,43-08	2.1	2,905	0,0	2,287	0,0	2,051	0,053	0,0031

(continua na próxima página)

**APÊNDICE D** (continuação)

Amostra	Tipo Textural	Mg	Ca	Na	K	Cl	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	H <sub>2</sub> O [c]
CHL-FTN03-19,60-01	2.4	2,403	0,0024	0,011	0,008	0,002	1,369	1,369	10,876
CHL-FTN03-19,60-02	2.4	2,354	0,0310	0,012	0,009	0,003	1,287	1,287	10,993
CHL-FTN03-19,60-03	2.4	2,401	0,0075	0,005	0,008	0,003	1,238	1,238	10,887
CHL-FTN03-19,60-04	2.4	2,380	0,0052	0,009	0,008	0,001	1,242	1,242	11,349
CHL-FTN03-19,60-05	2.4	2,618	0,0012	0,014	0,005	0,0	1,254	1,254	11,396
CHL-FTN03-19,60-06	2.4	2,573	0,0037	0,003	0,0	0,003	1,269	1,269	11,184
CHL-FTN03-19,60-07	2.4	2,607	0,0013	0,007	0,004	0,001	1,292	1,292	11,197
CHL-FTN03-19,60-08	2.4	2,725	0,0119	0,003	0,003	0,002	1,295	1,295	11,337
CHL-FTN03-19,60-09	2.4	2,439	0,0024	0,004	0,005	0,001	1,258	1,258	11,092
CHL-FTN03-19,60-10	2.4	2,631	0,0027	0,003	0,006	0,004	1,283	1,283	11,263
CHL-FTN03-19,60-11	2.1	3,042	0,0082	0,000	0,001	0,0	1,300	1,300	11,473
CHL-FTN03-19,60-12	2.1	3,025	0,0013	0,012	0,005	0,004	1,255	1,255	11,442
CHL-FTN03-19,60-13	2.1	2,835	0,1013	0,003	0,005	0,002	1,293	1,293	11,283
CHL-FTN03-19,60-14	2.1	2,590	0,0126	0,006	0,003	0,004	1,505	1,505	11,076
CHL-FTN03-19,60-15	2.1	3,194	0,0010	0,001	0,006	0,003	1,322	1,322	11,437
CHL-FTN03-19,60-16	2.1	3,055	0,0035	0,002	0,002	0,0	1,202	1,202	11,416
CHL-FTN03-19,60-17	2.2	2,325	0,0017	0,013	0,018	0,0	1,256	1,256	10,986
CHL-FTN03-19,60-18	2.2	2,531	0,0012	0,017	0,088	0,002	1,222	1,222	11,358
CHL-FTN03-19,60-19	2.2	2,556	0,0065	0,002	0,016	0,0	1,231	1,231	11,218
CHL-FTN03-19,60-20	2.2	2,610	0,0026	0,006	0,034	0,001	1,206	1,206	11,366
CHL-FTN03-19,60-21	2.2	2,565	0,0036	0,010	0,021	0,002	1,234	1,234	11,413
CHL-FTN03-19,60-22	2.2	2,632	0,0074	0,004	0,008	0,001	1,232	1,232	11,189
CHL-FTN03-89,57-01	2.7	2,878	0,0037	0,008	0,007	0,003	1,259	1,259	11,402
CHL-FTN03-89,57-02	2.7	2,935	0,0012	0,002	0,003	0,004	1,236	1,236	11,401
CHL-FTN03-89,57-03	2.7	2,934	0,0062	0,040	0,001	0,002	1,234	1,234	11,494
CHL-FTN03-89,57-04	2.7	2,851	0,0019	0,024	0,004	0,001	1,227	1,227	11,371
CHL-FTN03-89,57-05	2.7	2,894	0,0020	0,004	0,003	0,0	1,262	1,262	11,213
CHL-FTN03-89,57-06	2.7	2,914	0,0009	0,002	0,003	0,0	1,268	1,268	11,316
CHL-FTN03-89,57-07	2.7	2,948	0,0046	0,000	0,002	0,0	1,261	1,261	11,411
CHL-FTN03-89,57-08	2.7	2,924	0,0017	0,001	0,001	0,002	1,259	1,259	11,390
CHL-FTN03-89,57-09	2.7	2,866	0,1957	0,009	0,0	0,004	1,274	1,274	11,174
CHL-FTN03-89,57-10	2.7	2,949	0,0057	0,002	0,003	0,002	1,264	1,264	11,460
CHL-FTN03-89,57-11	2.7	2,924	0,0022	0,003	0,003	0,002	1,263	1,263	11,274
CHL-FTN03-89,57-12	2.7	2,927	0,0081	0,002	0,003	0,001	1,242	1,242	11,344
CHL-FTN03-89,57-13	2.7	3,018	0,0024	0,004	0,001	0,001	1,233	1,233	11,401
CHL-FTN03-89,57-14	2.7	2,960	0,0279	0,002	0,004	0,004	1,235	1,235	11,398
CHL-FTN03-89,57-15	2.7	2,922	0,0036	0,000	0,001	0,0	1,243	1,243	11,408
CHL-FTN03-89,57-16	2.7	2,989	0,0023	0,006	0,003	0,0	1,269	1,269	11,450
CHL-FTN03-89,57-17	2.7	2,895	0,3759	0,005	0,0	0,002	1,257	1,257	11,105
CHL-FTN03-89,57-18	2.7	2,874	0,0274	0,006	0,002	0,001	1,236	1,236	11,276

(continua na próxima página)

**APÊNDICE D** (continuação)

Amostra	Tipo Textural	Mg	Ca	Na	K	Cl	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	H <sub>2</sub> O [c]
CHL-FTN03-89,57-19	2.6	2,937	0,0015	0,008	0,003	0,004	1,146	1,146	11,353
CHL-FTN03-89,57-20	2.6	2,931	0,0020	0,000	0,001	0,002	1,295	1,295	11,457
CHL-FTN03-89,57-21	2.6	2,912	0,0010	0,001	0,002	0,002	1,174	1,174	11,327
CHL-FTN03-89,57-22	2.6	2,968	0,0042	0,008	0,001	0,003	1,167	1,167	11,454
CHL-FTN03-89,57-23	2.6	2,907	0,0005	0,000	0,0	0,0	1,176	1,176	11,497
CHL-FTN03-89,57-24	2.6	2,882	0,0034	0,003	0,0	0,0	1,171	1,171	11,443
CHL-FTN03-89,57-25	2.6	2,945	0,0006	0,010	0,004	0,002	1,197	1,197	11,376
CHL-FTN03-89,57-26	2.6	2,992	0,0	0,002	0,0	0,001	1,236	1,236	11,380
CHL-FTN03-89,57-27	2.6	2,904	0,0027	0,000	0,001	0,0	1,234	1,234	11,358
CHL-FTN03-89,57-28	2.6	2,859	0,0022	0,003	0,002	0,002	1,255	1,255	11,515
CHL-FTN03-89,57-29	2.6	2,930	0,0	0,003	0,0	0,001	1,218	1,218	11,374
CHL-FTN03-89,57-30	2.6	2,919	0,0005	0,006	0,002	0,005	1,173	1,173	11,145
CHL-FTN03-89,57-31	2.6	2,832	0,0009	0,001	0,004	0,001	1,253	1,253	11,307
CHL-FTN03-89,57-32	2.6	2,875	0,0012	0,000	0,0	0,0	1,225	1,225	11,406
CHL-FTN03-89,57-33	2.6	2,904	0,0006	0,001	0,001	0,0	1,078	1,078	11,389
CHL-FTN03-89,57-34	2.6	2,887	0,0014	0,004	0,001	0,002	1,212	1,212	11,280
CHL-FTN03-89,57-35	2.6	2,916	0,0	0,003	0,005	0,003	1,251	1,251	11,349
CHL-FTN03-89,57-36	2.6	2,941	0,0029	0,001	0,001	0,0	1,267	1,267	11,449
CHL-FTN03-89,57-37	2.6	2,934	0,0017	0,000	0,0	0,0	1,238	1,238	11,279
CHL-FTN03-89,57-38	2.6	2,866	0,0	0,007	0,005	0,001	1,253	1,253	11,261
CHL-FTN03-89,57-39	2.6	2,907	0,0032	0,005	0,006	0,003	1,313	1,313	11,339
CHL-FTN03-89,57-40	2.6	2,896	0,0015	0,000	0,002	0,0	1,305	1,305	11,318
CHL-FTN03-76,95-01	2.3	2,960	0,0096	0,046	0,060	0,003	1,289	1,289	11,717
CHL-FTN03-76,95-02	2.3	3,146	0,0028	0,005	0,011	0,003	1,325	1,325	11,500
CHL-FTN03-76,95-03	2.3	3,120	0,0026	0,007	0,010	0,0	1,321	1,321	11,410
CHL-FTN03-76,95-04	2.3	3,221	0,0025	0,004	0,014	0,0	1,295	1,295	11,415
CHL-FTN03-76,95-05	2.3	3,176	0,0036	0,007	0,011	0,002	1,252	1,252	11,415
CHL-FTN03-76,95-06	2.3	3,204	0,0025	0,006	0,007	0,001	1,269	1,269	11,485
CHL-FTN03-76,95-07	2.3	3,103	0,0	0,005	0,101	0,002	1,292	1,292	11,738
CHL-FTN03-76,95-08	2.3	3,103	0,0006	0,031	0,004	0,001	1,312	1,312	11,543
CHL-FTN03-76,95-09	2.3	3,137	0,0021	0,007	0,016	0,0	1,284	1,284	11,588
CHL-FTN03-76,95-10	2.3	3,095	0,0039	0,007	0,016	0,001	1,193	1,193	11,563
CHL-FTN03-76,95-11	2.3	3,146	0,0	0,005	0,025	0,001	1,188	1,188	11,653
CHL-FTN03-76,95-12	2.3	3,192	0,0028	0,008	0,027	0,002	1,211	1,211	11,541
CHL-FTN03-76,95-13	2.3	3,164	0,0103	0,012	0,006	0,003	1,281	1,281	11,517
CHL-FTN03-76,95-14	2.3	2,760	0,0052	0,101	0,099	0,002	1,284	1,284	11,845
CHL-FTN03-96,50-01	2.4	2,591	0,0027	0,004	0,001	0,001	1,224	1,224	11,074
CHL-FTN03-96,50-02	2.4	2,787	0,0006	0,004	0,005	0,003	1,237	1,237	11,217
CHL-FTN03-96,50-03	2.4	2,649	0,0047	0,008	0,004	0,001	1,240	1,240	11,177
CHL-FTN03-96,50-04	2.4	2,729	0,0012	0,003	0,010	0,001	1,168	1,168	11,261
CHL-FTN03-96,50-05	2.4	2,837	0,0034	0,001	0,005	0,001	1,323	1,323	11,308
CHL-FTN03-96,50-06	2.4	2,683	0,0	0,000	0,0	0,003	1,325	1,325	11,127
CHL-FTN03-98,34-01	2.4	2,479	0,0	0,000	0,0	0,001	1,321	1,321	11,110
CHL-FTN03-98,34-02	2.4	2,427	0,0012	0,011	0,005	0,001	1,352	1,352	11,056
CHL-FTN03-98,34-03	2.4	2,460	0,0030	0,008	0,001	0,004	1,225	1,225	11,101
CHL-FTN03-98,34-04	2.4	2,369	0,0026	0,005	0,002	0,001	1,399	1,399	10,947

(continua na próxima página)

**APÊNDICE D** (continuação)

Amostra	Tipo Textural	Mg	Ca	Na	K	Cl	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	H <sub>2</sub> O [c]
CHL-FTN03-100,90-01	2.8	2,409	0,0180	0,002	0,000	0,002	1,217	1,217	10,936
CHL-FTN03-100,90-02	2.8	2,316	0,0000	0,005	0,056	0,005	1,225	1,225	11,023
CHL-FTN03-100,90-03	2.8	2,356	0,0036	0,005	0,026	0,002	1,170	1,170	11,139
CHL-FTN03-100,90-04	2.8	2,391	0,0000	0,013	0,121	0,004	1,186	1,186	11,311
CHL-FTN03-100,90-05	2.8	2,416	0,0013	0,000	0,0	0,0	1,166	1,166	11,050
CHL-FTN03-100,90-06	2.8	2,371	0,0074	0,002	0,0	0,0	1,192	1,192	10,906
CHL-FTN03-108,17-01	2.3	2,494	0,0013	0,004	0,002	0,001	1,251	1,251	11,046
CHL-FTN03-108,17-02	2.3	2,509	0,0	0,005	0,0	0,000	1,228	1,228	11,079
CHL-FTN03-108,17-03	2.3	2,529	0,0042	0,006	0,006	0,0	1,277	1,277	11,114
CHL-FTN03-108,17-04	2.3	2,354	0,0022	0,004	0,054	0,001	1,268	1,268	11,241
CHL-FTN03-108,17-05	2.3	2,486	0,0	0,008	0,0	0,000	1,260	1,260	11,017
CHL-FTN03-108,17-06	2.3	2,553	0,0017	0,004	0,002	0,000	1,212	1,212	11,091
CHL-FTN03-108,17-07	2.3	2,542	0,0029	0,006	0,014	0,003	1,250	1,250	11,113
CHL-FTN03-108,17-08	2.3	2,583	0,0040	0,001	0,0	0,0	1,229	1,229	11,143
CHL-FTN03-113,38-01	2.4	1,957	0,0023	0,005	0,003	0,0	1,185	1,185	10,763
CHL-FTN03-113,38-02	2.4	1,885	0,0004	0,000	0,000	0,002	1,190	1,190	10,855
CHL-FTN03-113,38-03	2.4	2,038	0,0	0,001	0,001	0,005	1,235	1,235	10,866
CHL-FTN03-113,38-04	2.4	1,747	0,0003	0,001	0,000	0,0	1,231	1,231	10,725
CHL-FTN03-113,38-05	2.4	1,846	0,0011	0,000	0,0	0,0	1,274	1,274	10,896
CHL-FTN03-113,38-06	2.4	2,003	0,0	0,005	0,003	0,002	1,183	1,183	11,043
CHL-FTN03-113,38-07	2.4	2,059	0,0084	0,011	0,006	0,004	1,233	1,233	10,855
CHL-FTN03-113,38-08	2.4	1,962	0,0421	0,002	0,001	0,0	1,257	1,257	10,826
CHL-FTN03-119,20-01	2.5	2,548	0,0032	0,002	0,003	0,000	1,205	1,205	11,173
CHL-FTN03-119,20-02	2.5	2,655	0,0029	0,007	0,007	0,001	1,173	1,173	11,207
CHL-FTN03-119,20-03	2.5	2,530	0,0025	0,011	0,008	0,0	1,227	1,227	11,192
CHL-FTN03-119,20-04	2.5	2,730	0,0027	0,014	0,007	0,0	1,275	1,275	11,121
CHL-FTN03-119,20-05	2.5	2,615	0,0017	0,005	0,003	0,001	1,297	1,297	11,105
CHL-FTN03-119,20-06	2.5	2,594	0,0032	0,010	0,009	0,003	1,363	1,363	11,175
CHL-FTN03-119,20-07	2.5	2,647	0,0	0,009	0,011	0,003	1,335	1,335	11,165
CHL-FTN03-119,20-08	2.5	2,672	0,0041	0,004	0,003	0,003	1,255	1,255	11,161
CHL-FTN03-119,20-09	2.5	2,449	0,0029	0,015	0,009	0,0	1,306	1,306	11,235
CHL-FTN03-119,20-10	2.5	2,602	0,0032	0,005	0,009	0,002	1,143	1,143	11,146
CHL-FTN03-119,20-11	2.5	2,583	0,0	0,005	0,005	0,001	1,181	1,181	11,138
CHL-FTN03-119,20-12	2.5	2,711	0,0066	0,007	0,008	0,002	1,180	1,180	11,189
CHL-FTN03-119,20-13	2.5	2,508	0,0044	0,003	0,011	0,002	1,310	1,310	11,252
CHL-FTN03-119,20-14	2.5	2,460	0,0000	0,016	0,113	0,002	1,139	1,139	11,302
CHL-FTN03-119,20-15	2.5	2,547	0,0050	0,008	0,025	0,003	1,207	1,207	10,992

(continua na próxima página)



Amostra	Tipo Textural	Mg	Ca	Na	K	Cl	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	H <sub>2</sub> O [c]
CHL-FTN03-119,20-16	2.1	2,490	0,0025	0,016	0,005	0,003	1,108	1,108	11,206
CHL-FTN03-119,20-17	2.1	2,539	0,0027	0,005	0,001	0,0	1,136	1,136	11,123
CHL-FTN03-119,20-18	2.1	2,489	0,0017	0,007	0,003	0,002	1,166	1,166	11,188
CHL-FTN03-119,20-19	2.1	2,441	0,0023	0,008	0,002	0,002	1,130	1,130	11,070
CHL-FTN03-119,20-20	2.1	2,486	0,0026	0,010	0,004	0,001	1,116	1,116	11,162
CHL-FTN03-119,20-21	2.1	2,378	0,0020	0,002	0,028	0,001	1,342	1,342	11,101
CHL-FTN03-119,20-22	2.1	2,411	0,0047	0,003	0,002	0,0	1,158	1,158	11,001
CHL-FTN03-119,20-23	2.1	2,466	0,0052	0,009	0,007	0,004	1,178	1,178	11,072
CHL-FTN03-119,20-24	2.1	2,470	0,0043	0,012	0,007	0,002	1,138	1,138	11,110
CHL-FTN03-119,20-25	2.1	2,502	0,0048	0,016	0,003	0,001	1,238	1,238	11,105
CHL-FTN03-119,20-26	2.1	2,546	0,0031	0,004	0,001	0,003	1,275	1,275	11,209
CHL-FTN03-119,20-27	2.1	2,481	0,0	0,004	0,027	0,002	1,192	1,192	11,100
CHL-FTN04-54,43-01	2.1	2,574	0,0060	0,000	0,003	0,003	1,292	1,292	11,021
CHL-FTN04-54,43-02	2.1	2,122	0,0026	0,008	0,064	0,002	1,298	1,298	10,982
CHL-FTN04-54,43-03	2.1	2,602	0,0010	0,004	0,010	0,003	1,300	1,300	10,993
CHL-FTN04-54,43-04	2.1	2,608	0,0008	0,006	0,006	0,004	1,315	1,315	11,090
CHL-FTN04-54,43-05	2.1	2,648	0,0050	0,013	0,011	0,002	1,296	1,296	11,257
CHL-FTN04-54,43-06	2.1	2,570	0,0062	0,003	0,004	0,0	1,344	1,344	11,138
CHL-FTN04-54,43-07	2.1	2,685	0,0	0,001	0,012	0,002	1,217	1,217	11,207
CHL-FTN04-54,43-08	2.1	2,638	0,0027	0,004	0,009	0,0	1,315	1,315	11,125

H<sub>2</sub>O [c]: H<sub>2</sub>O calculada

**APÊNDICE E – Temperaturas obtidas a partir do geotermômetro da  
clorita (°C)**

Amostra	Tipo Textural	TC&N85	TK&ML87	TC88	TZ&F95
CHL-FTN03-19,60-01	2.4	252	280	301	259
CHL-FTN03-19,60-02	2.4	286	314	351	292
CHL-FTN03-19,60-03	2.4	286	314	351	292
CHL-FTN03-19,60-04	2.4	270	297	327	277
CHL-FTN03-19,60-05	2.4	270	298	327	276
CHL-FTN03-19,60-06	2.4	268	295	324	275
CHL-FTN03-19,60-07	2.4	259	286	310	266
CHL-FTN03-19,60-08	2.4	271	299	329	277
CHL-FTN03-19,60-09	2.4	270	298	327	276
CHL-FTN03-19,60-10	2.4	272	301	331	278
CHL-FTN03-19,60-11	2.1	277	305	338	283
CHL-FTN03-19,60-12	2.1	267	294	322	274
CHL-FTN03-19,60-13	2.1	271	298	328	277
CHL-FTN03-19,60-14	2.1	210	238	237	216
CHL-FTN03-19,60-15	2.1	277	313	337	272
CHL-FTN03-19,60-16	2.1	252	286	299	249
CHL-FTN03-19,60-17	2.2	256	292	305	252
CHL-FTN03-19,60-18	2.2	264	299	318	261
CHL-FTN03-19,60-19	2.2	239	273	281	239
CHL-FTN03-19,60-20	2.2	263	299	317	259
CHL-FTN03-19,60-21	2.2	268	307	324	260
CHL-FTN03-19,60-22	2.2	283	323	346	273
CHL-FTN03-89,57-01	2.7	272	305	331	273
CHL-FTN03-89,57-02	2.7	277	310	338	277
CHL-FTN03-89,57-03	2.7	280	312	343	281
CHL-FTN03-89,57-04	2.7	272	303	330	274
CHL-FTN03-89,57-05	2.7	277	309	338	277
CHL-FTN03-89,57-06	2.7	275	308	335	275
CHL-FTN03-89,57-07	2.7	276	308	337	277
CHL-FTN03-89,57-08	2.7	280	312	342	281
CHL-FTN03-89,57-09	2.7	277	311	339	277
CHL-FTN03-89,57-10	2.7	277	310	338	277
CHL-FTN03-89,57-11	2.7	281	314	344	282
CHL-FTN03-89,57-12	2.7	275	308	334	275
CHL-FTN03-89,57-13	2.7	269	301	325	269
CHL-FTN03-89,57-14	2.7	276	308	336	277
CHL-FTN03-89,57-15	2.7	277	309	338	278
CHL-FTN03-89,57-16	2.7	278	311	339	278
CHL-FTN03-89,57-17	2.7	289	321	356	289
CHL-FTN03-89,57-18	2.7	273	305	331	273

(continua na próxima página)

**APÊNDICE E** (continuação)

Amostra	Tipo Textural	TC&N85	TK&ML87	TC88	TZ&F95
CHL-FTN03-89,57-19	2.6	251	291	299	243
CHL-FTN03-89,57-20	2.6	241	280	283	232
CHL-FTN03-89,57-21	2.6	258	297	309	250
CHL-FTN03-89,57-22	2.6	248	286	293	241
CHL-FTN03-89,57-23	2.6	253	292	302	246
CHL-FTN03-89,57-24	2.6	248	286	293	241
CHL-FTN03-89,57-25	2.6	289	321	356	290
CHL-FTN03-89,57-26	2.6	277	309	338	278
CHL-FTN03-89,57-27	2.6	277	309	337	277
CHL-FTN03-89,57-28	2.6	276	308	337	277
CHL-FTN03-89,57-29	2.6	263	294	317	266
CHL-FTN03-89,57-30	2.6	254	286	303	255
CHL-FTN03-89,57-31	2.6	270	302	328	271
CHL-FTN03-89,57-32	2.6	270	302	328	272
CHL-FTN03-89,57-33	2.6	285	316	349	286
CHL-FTN03-89,57-34	2.6	267	300	323	267
CHL-FTN03-89,57-35	2.6	280	312	342	281
CHL-FTN03-89,57-36	2.6	274	306	334	276
CHL-FTN03-89,57-37	2.6	275	308	335	276
CHL-FTN03-89,57-38	2.6	272	304	331	274
CHL-FTN03-89,57-39	2.6	286	333	352	269
CHL-FTN03-89,57-40	2.6	280	328	343	261
CHL-FTN03-76,95-01	2.3	283	329	347	267
CHL-FTN03-76,95-02	2.3	281	331	344	259
CHL-FTN03-76,95-03	2.3	278	326	339	259
CHL-FTN03-76,95-04	2.3	283	329	346	266
CHL-FTN03-76,95-05	2.3	282	327	345	266
CHL-FTN03-76,95-06	2.3	278	324	339	261
CHL-FTN03-76,95-07	2.3	280	310	343	284
CHL-FTN03-76,95-08	2.3	279	309	341	284
CHL-FTN03-76,95-09	2.3	281	313	344	282
CHL-FTN03-76,95-10	2.3	273	311	333	267
CHL-FTN03-76,95-11	2.3	256	284	306	262
CHL-FTN03-76,95-12	2.3	259	289	310	262
CHL-FTN03-76,95-13	2.3	261	301	313	251
CHL-FTN03-76,95-14	2.3	233	270	272	229

(continua na próxima página)

**APÊNDICE E** (continuação)

Amostra	Tipo Textural	TC&N85	TK&ML87	TC88	TZ&F95
CHL-FTN03-96,50-01	2.4	246	283	290	240
CHL-FTN03-96,50-02	2.4	238	275	279	234
CHL-FTN03-96,50-03	2.4	247	284	293	242
CHL-FTN03-96,50-04	2.4	249	286	295	243
CHL-FTN03-96,50-05	2.4	284	322	349	277
CHL-FTN03-96,50-06	2.4	294	332	363	287
CHL-FTN03-98,34-01	2.4	286	324	352	281
CHL-FTN03-98,34-02	2.4	286	324	351	280
CHL-FTN03-98,34-03	2.4	269	307	326	263
CHL-FTN03-98,34-04	2.4	264	307	319	252
CHL-FTN03-100,90-01	2.8	257	294	308	252
CHL-FTN03-100,90-02	2.8	254	291	304	249
CHL-FTN03-100,90-03	2.8	256	293	306	251
CHL-FTN03-100,90-04	2.8	249	287	295	242
CHL-FTN03-100,90-05	2.8	244	281	288	240
CHL-FTN03-100,90-06	2.8	246	283	291	241
CHL-FTN03-108,17-01	2.3	275	308	335	275
CHL-FTN03-108,17-02	2.3	269	301	325	270
CHL-FTN03-108,17-03	2.3	249	280	296	252
CHL-FTN03-108,17-04	2.3	262	295	316	263
CHL-FTN03-108,17-05	2.3	276	309	337	277
CHL-FTN03-108,17-06	2.3	271	304	330	272
CHL-FTN03-108,17-07	2.3	272	304	331	274
CHL-FTN03-108,17-08	2.3	274	306	333	274
CHL-FTN03-113,38-01	2.4	262	303	315	252
CHL-FTN03-113,38-02	2.4	273	315	332	262
CHL-FTN03-113,38-03	2.4	269	309	325	259
CHL-FTN03-113,38-04	2.4	266	307	322	256
CHL-FTN03-113,38-05	2.4	273	310	332	269
CHL-FTN03-113,38-06	2.4	255	293	304	248
CHL-FTN03-113,38-07	2.4	269	306	326	264
CHL-FTN03-113,38-08	2.4	269	304	326	267

(continua na próxima página)

**APÊNDICE E** (continuação)

Amostra	Tipo Textural	TC&N85	TK&ML87	TC88	TZ&F95
CHL-FTN03-119,20-01	2.5	260	300	312	251
CHL-FTN03-119,20-02	2.5	246	283	291	240
CHL-FTN03-119,20-03	2.5	269	309	326	261
CHL-FTN03-119,20-04	2.5	291	332	360	281
CHL-FTN03-119,20-05	2.5	285	324	350	277
CHL-FTN03-119,20-06	2.5	290	330	358	281
CHL-FTN03-119,20-07	2.5	289	328	356	280
CHL-FTN03-119,20-08	2.5	226	264	260	219
CHL-FTN03-119,20-09	2.5	289	328	356	281
CHL-FTN03-119,20-10	2.5	241	282	283	230
CHL-FTN03-119,20-11	2.5	254	294	304	246
CHL-FTN03-119,20-12	2.5	256	295	306	248
CHL-FTN03-119,20-13	2.5	283	320	347	277
CHL-FTN03-119,20-14	2.5	239	276	280	234
CHL-FTN03-119,20-15	2.5	252	290	300	245
CHL-FTN03-119,20-16	2.1	231	267	268	227
CHL-FTN03-119,20-17	2.1	241	279	283	235
CHL-FTN03-119,20-18	2.1	240	277	281	234
CHL-FTN03-119,20-19	2.1	245	283	290	240
CHL-FTN03-119,20-20	2.1	234	271	273	229
CHL-FTN03-119,20-21	2.1	290	328	357	282
CHL-FTN03-119,20-22	2.1	241	279	284	235
CHL-FTN03-119,20-23	2.1	244	282	288	238
CHL-FTN03-119,20-24	2.1	237	273	278	233
CHL-FTN03-119,20-25	2.1	266	304	321	259
CHL-FTN03-119,20-26	2.1	205	242	228	200
CHL-FTN03-119,20-27	2.1	240	278	282	234
CHL-FTN04-54,43-01	2.1	288	327	355	281
CHL-FTN04-54,43-02	2.1	286	324	352	280
CHL-FTN04-54,43-03	2.1	283	322	347	276
CHL-FTN04-54,43-04	2.1	289	329	357	281
CHL-FTN04-54,43-05	2.1	287	326	354	280
CHL-FTN04-54,43-06	2.1	281	320	343	272
CHL-FTN04-54,43-07	2.1	261	301	313	251
CHL-FTN04-54,43-08	2.1	288	327	355	281

## APÊNDICE F – Medidas de tendência central da temperatura

Medida de tendência central	TC&N85	TK&ML87	TC88	TZ&F95
Moda	277,0	309,0	338,0	277,0
Mediana	270,0	304,0	328,0	267,0
Média	266,4	302,1	321,8	262,9

TC&N85: Cathelineau & Nieva (1958); TK&ML87: Kranidiotis & MacLean (1987); Cathelineau (1988); TZ&F95: Zang & Fyfe (1995).

## APÊNDICE G – Pressões obtidas a partir do geobarômetro da mica branca

Amostra	Pressão (kbar)	Amostra	Pressão (kbar)
MS-FTN-60,80-01	2,16	MS-FTN03-19,60-22	2,12
MS-FTN-60,80-02	1,50	MS-FTN03-19,60-23	2,68
MS-FTN-60,80-03	1,46	MS-FTN03-19,60-24	2,66
MS-FTN-60,80-04	1,70	MS-FTN03-19,60-25	2,20
MS-FTN-60,80-05	2,86	MS-FTN03-96,50-01	1,56
MS-FTN-60,80-06	2,18	MS-FTN03-96,50-02	1,45
MS-FTN-60,80-07	1,62	MS-FTN03-96,50-03	1,43
MS-FTN-60,80-08	1,88	MS-FTN03-96,50-04	2,01
MS-FTN-60,80-09	1,67	MS-FTN03-96,50-05	3,77
MS-FTN-60,80-10	1,57	MS-FTN03-96,50-06	2,66
MS-FTN-60,80-11	2,54	MS-FTN03-96,50-07	2,28
MS-FTN-60,80-12	1,17	MS-FTN03-96,50-08	2,75
MS-FTN-60,80-13	1,37	MS-FTN03-96,50-09	1,62
MS-FTN-60,80-14	2,10	MS-FTN03-96,50-10	2,50
MS-FTN-60,80-15	1,34	MS-FTN03-96,50-11	1,95
MS-FTN03-19,60-01	1,36	MS-FTN03-96,50-12	2,37
MS-FTN03-19,60-02	3,70	MS-FTN03-96,50-13	2,30
MS-FTN03-19,60-03	2,02	MS-FTN03-96,50-14	2,09
MS-FTN03-19,60-04	2,38	MS-FTN03-96,50-15	1,50
MS-FTN03-19,60-05	1,70	MS-FTN03-96,50-16	1,70
MS-FTN03-19,60-06	1,99	MS-FTN03-96,50-17	4,26
MS-FTN03-19,60-07	2,68	MS-FTN03-96,50-18	1,68
MS-FTN03-19,60-08	1,86	MS-FTN03-96,50-19	1,75
MS-FTN03-19,60-09	1,74	MS-FTN03-96,50-20	1,54
MS-FTN03-19,60-10	2,05	MS-FTN03-96,50-21	2,88
MS-FTN03-19,60-11	2,11	MS-FTN03-96,50-22	2,07
MS-FTN03-19,60-12	2,01	MS-FTN03-96,50-23	1,49
MS-FTN03-19,60-13	2,44	MS-FTN03-96,50-24	1,42
MS-FTN03-19,60-14	2,89	MS-FTN03-96,50-25	1,37
MS-FTN03-19,60-15	2,06	MS-FTN03-98,34-01	1,33
MS-FTN03-19,60-16	1,96	MS-FTN03-98,34-02	1,21
MS-FTN03-19,60-17	1,96	MS-FTN03-98,34-03	1,50
MS-FTN03-19,60-18	2,28	MS-FTN03-98,34-04	1,15
MS-FTN03-19,60-19	1,86	MS-FTN03-98,34-05	0,37
MS-FTN03-19,60-20	1,95	MS-FTN03-98,34-06	0,97
MS-FTN03-19,60-21	2,19	MS-FTN03-98,34-07	1,08

(continua na próxima página)

## APÊNDICE G (continuação)

Amostra	Pressão (kbar)	Amostra	Pressão (kbar)
MS-FTN03-98,34-08	1,32	MS-FTN03-119,20-03	1,71
MS-FTN03-98,34-09	2,70	MS-FTN03-119,20-04	1,57
MS-FTN03-100,90-01	2,56	MS-FTN03-119,20-05	2,37
MS-FTN03-100,90-02	2,91	MS-FTN03-119,20-06	1,80
MS-FTN03-100,90-03	2,11	MS-FTN03-119,20-07	1,70
MS-FTN03-100,90-04	2,32	MS-FTN03-119,20-08	1,34
MS-FTN03-100,90-05	2,32	MS-FTN03-119,20-09	1,36
MS-FTN03-100,90-06	2,17	MS-FTN03-119,20-10	1,38
MS-FTN03-100,90-07	2,36	MS-FTN03-119,20-11	1,83
MS-FTN03-100,90-08	2,16	MS-FTN03-119,20-12	1,82
MS-FTN03-100,90-09	2,26	MS-FTN03-119,20-13	1,52
MS-FTN03-100,90-10	2,26	MS-FTN03-119,20-14	2,05
MS-FTN03-100,90-11	2,84	MS-FTN03-119,20-15	2,15
MS-FTN03-100,90-12	2,27	MS-FTN03-119,20-16	2,30
MS-FTN03-108,17-01	1,99	MS-FTN03-119,20-17	1,48
MS-FTN03-108,17-02	2,03	MS-FTN03-119,20-18	2,15
MS-FTN03-108,17-03	1,25	MS-FTN03-119,20-19	1,87
MS-FTN03-108,17-04	2,74	MS-FTN03-119,20-20	2,47
MS-FTN03-108,17-05	2,72	MS-FTN03-119,20-21	2,40
MS-FTN03-108,17-06	2,37	MS-FTN03-119,20-22	2,38
MS-FTN03-108,17-07	2,83	MS-FTN04-54,43-01	1,74
MS-FTN03-113,38-01	3,00	MS-FTN04-54,43-02	2,68
MS-FTN03-113,38-02	2,97	MS-FTN04-54,43-03	2,18
MS-FTN03-113,38-03	3,11	MS-FTN04-54,43-04	1,89
MS-FTN03-113,38-04	1,49	MS-FTN04-54,43-05	2,60
MS-FTN03-113,38-05	1,85	MS-FTN04-54,43-06	2,97
MS-FTN03-113,38-06	1,47	MS-FTN04-54,43-07	2,30
MS-FTN03-113,38-07	1,64	MS-FTN04-54,43-08	1,80
MS-FTN03-113,38-08	2,21	MS-FTN04-54,43-09	2,24
MS-FTN03-113,38-09	1,67	MS-FTN04-54,43-10	1,96
MS-FTN03-119,20-01	2,64	MS-FTN04-54,43-11	2,28
MS-FTN03-119,20-02	1,31		



## APÊNDICE H – Medidas de tendência central da pressão

Medida de tendência central	Pressão (kbar)
Moda	1,70
Mediana	2,03
Média	2,05

## APÊNDICE I – Dados de pressão de depósitos auríferos da PAAF

Autor	Ano	Depósito	Pressão (kbar)	Método
Assis	2006	Edu	1,10-2,30	Microtermometria de inclusões fluidas
Seebregts	2017	X1	0,98-3,28	Geobarometria da mica branca <sup>(1)</sup>
Assis	2015	Francisco	≤ 0,742	Microtermometria de inclusões fluidas
Trevisan	2015	Paraíba	6,5-9,5	Geobarometria da mica branca <sup>(1)</sup>
Siqueira	2018	Edu	1,67-2,30	Geobarometria da mica branca <sup>(2)</sup>
Assis	2015	X1	1,02-3,46	Microtermometria de inclusões fluidas
Trevisan	2015	Luiz	10,0-12,3	Geobarometria da mica branca <sup>(1)</sup>
Trevisan	2015	Pezão	5,9-9,1	Geobarometria da mica branca <sup>(1)</sup>
Paes de Barros	2007	Edu	1,1-2,3	Microtermometria de inclusões fluidas
Assis	2015	Luizão	0,9-1,2	Microtermometria de inclusões fluidas
Assumpção	2013	X1	1,2-2,9	Geobarometria da mica branca <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Anderson (1996); <sup>(2)</sup> Kamzolkin et al. (2016)

## APÊNDICE J – Dados de temperatura de depósitos auríferos da PAAF

Autor	Ano	Depósito	T (°C)	Método
Seebregts	2017	X1	238-308	Geotermometria da clorita <sup>(1) (2) (4) (5)</sup>
Trevisan	2015	Paraíba	314-322	Geotermometria da clorita <sup>(1)</sup>
Lucio	2018	Basílio	240-337	Geotermometria da clorita <sup>(1) (2) (4) (5)</sup>
Siqueira	2018	Edu	263-322	Geotermometria da clorita <sup>(1) (2) (3) (4) (5)</sup>
Rambo	2008	Edu	265-308	Microbarometria de inclusões fluidas
Trevisan	2015	Luiz	233-300	Geotermometria da clorita <sup>(1)</sup>
Trevisan	2015	Pezão	249-315	Geotermometria da clorita <sup>(1)</sup>
Paes de Barros	2007	Edu	263-368	Microbarometria de inclusões fluidas

<sup>(1)</sup> Cathelineau & Nieva (1985); <sup>(2)</sup> Kranidiotis & MacLean (1987); <sup>(3)</sup> Cathelineau (1988);  
<sup>(4)</sup> Jowett (1991); <sup>(5)</sup> Zang & Fyfe (1995).