



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

## **Trabalho de Conclusão de Curso**

**Caracterização litológica e química mineral das micas do Alvo  
Buriti, depósito Cu-Au de Chapada, Alto Horizonte (GO)**

Filipe Silva Machado

Orientadora: Profa. Dra. Maria Emília Schutesky

**BRASÍLIA – DF**

**2022**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

Instituto de Geociências – IGD

Campus Darcy Ribeiro

**Autor:**

Filipe Silva Machado

**Coordenadora:**

Profa. Dra. Maria Emília Schutesky

**Banca examinadora:**

Prof. Dr. Claudinei Gouveia de Oliveira

Profa. Dra. Maria Emilia Schutesky

Prof. Dr. Valmir da Silva Souza

**BRASÍLIA, MAIO DE 2022.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço e dedico esse trabalho aos meus pais, Maria Célia e Lourenço, e aos meus irmãos, Thiago e Luciana, por todo o apoio e carinho que me foi dado em todas as etapas da minha vida. O caminho até aqui teria sido muito mais difícil sem a ajuda de vocês!!

À Universidade de Brasília (UnB), ao Instituto de Geociências (IGD), e todos os professores que tiveram participação importantíssimos na minha formação profissional.

À minha orientadora, Maria Emilia, por topar a me orientar nesse projeto, por toda a ajuda e preocupação que teve. Obrigado por todas as dúvidas tiradas, ensinamentos, todas as reuniões e trocas de mensagens feitas para que esse trabalho finalizasse com sucesso.

Aos meus amigos da geologia e da vida, Ricardo Avelino, Pedro Maragno e Arthur Reis (Grupo do Eschwege), Guilherme Trigilio, Lívio Reily e Manoel Lázaro (Grupo de mapeamento 1), Eduardo Santos e Ana Clara (agora futura eng. de produção), Ítalo Meirelles, Luiz Gustavo, por toda a parceria e amizade durante todos esses anos de graduação, e todos os momentos fora da universidade, que era um momento de alívio em momentos mais difíceis.

À toda equipe de exploração de Chapada – Lundin Mining, pela oportunidade que deram, pelo acolhimento desde o meu primeiro dia na empresa, por todo o conhecimento que me passaram durante todos esses meses de estágio, e pelo suporte dado para esse trabalho. Aos geólogos Gustavo Marques, Igor Araújo, Juliana Monteiro, Íris Soares, Taís Pian, Letícia Kwong e Pedro Amaral, o meu muito obrigado.

A todos os meus amigos do Forte Apache, Beatriz Dantas e Glória Maciel, obrigado pela parceria e recepção desde a minha chegada no Goiás e início do meu estágio. Obrigado ao Caíque, Lucas, Deyllon Eduardo, Ana Flávia, Bruna e Polly pela ajuda e amizade durante o tempo em que estivemos juntos. Desejo a todos vocês muito sucesso na vida.

Para finalizar, agradeço de verdade a todos os que estiveram comigo durante a minha trajetória na graduação e na vida.

## RESUMO

O alvo Buriti é um corpo mineralizado cupro-aurífero de formato tabular e achatado, com orientação preferencial ENE-WSW, e está localizado a sudeste da mina de Chapada, porção norte do estado de Goiás. Está inserido no contexto geológico da Sequência Metavulcanossedimentar Mara Rosa, pertencente ao Arco Magmático de Mara Rosa. Não há outro trabalho referente ao alvo, portanto, o presente trabalho teve como objetivo a caracterização das unidades litológicas do alvo Buriti, como as hospedeiras da mineralização e encaixantes, e por meio da química mineral, classificar as micas potássicas (biotita e muscovita) e clorita, a fim de melhor compreender a gênese e eventos posteriores que se desenvolverem no depósito, e as diferentes texturas desses minerais citados, até por estarem associados com os minerais de minério (e.g. calcopirita, pirita). As rochas hospedeiras são rochas metavulcânicas classificadas como muscovita-biotita-quartzo xisto, epidoto-muscovita-quartzo xisto e muscovita-quartzo-biotita xisto, e todas elas, assim como o próprio alvo Buriti, são bastante deformadas e obtiveram texturas miloníticas. A mineralização ocorre no estilo disseminada, e os principais minerais são pirita e calcopirita. Os dados de microsonda eletrônica permitiram a interpretação de que as hospedeiras da mineralização do alvo Buriti, tendendo à uma composição mais sericítica, referente à uma porção mais distal do pórfiro, não são correlacionadas com o depósito de Chapada, apesar de terem sido gerados a partir de um mesmo sistema. Os dados de química mineral e petrografia também permitem correlacionar a cloritização a um evento pós deformacional, posterior ao evento  $D_{n+2}$ , responsável por uma nova remobilização dos sulfetos. Dessa forma, o alvo Buriti apresenta atributos de um sistema magmático-hidrotermal similar ao do tipo Cu-Au pórfiro, que posteriormente teve a sua mineralização remobilizada, assim como foi estruturado e configurado para a forma atual que se conhece no presente, devido à deformação regional, durante a fase  $D_{n+1}$  imposta pela zona de cisalhamento chamada de Falha Rio dos Bois.

**Palavras-chave:** Arco Magmático de Goiás; alvo Buriti; depósito de Chapada; mineralização cupro-aurífera; microsonda eletrônica; sistema magmático hidrotermal.

## ABSTRACT

The Buriti target is a flattened, tabular-shaped cupro-auriferous mineralized body, with preferential ENE-WSW orientation, and is located southeast of the Chapada mine, in the northern portion of the state of Goiás. It is inserted in the geological context of the Mara Rosa Metavolcano-sedimentary Sequence, belonging to Mara Rosa Magmatic Arc. There is no other undergraduate thesis or papers related to the survey of this target, therefore, the present examination addresses to characterize the lithological units of the Buriti target, as the hosts of mineralization and wall rocks, and through mineral chemistry, classify the potassium micas (biotite and muscovite) and chlorite, in order to better understand the genesis and later events that develop in the deposit, and the different textures of these mentioned minerals, even because they are associated with the ore minerals (e.g. chalcopyrite, pyrite). The host rocks are metavolcanic rocks classified as muscovite-biotite-quartz schist, epidote-muscovite-quartz schist and muscovite-quartz-biotite schist, and all of them, as well as the Buriti target itself, are highly deformed and obtained mylonitic textures. Mineralization occurs in the disseminated style, and the main minerals are pyrite and chalcopyrite. The electron microprobe datas allowed the interpretation that the mineralization hosts of the Buriti target, tending to a more sericitic composition, referring to a more distal portion of the porphyry, are not correlated with the Chapada deposit, despite having been generated from of the same system. The mineral chemistry and petrography data also allow the correlation of chloritization to a post deformation event, subsequent to the  $D_{n+2}$  event (Oliveira et al., 2015), responsible for a new remobilization of sulfides. Thus, the Buriti Target presents attributes of a magmatic-hydrothermal system similar to the Cu-Au porphyry type, which later had its mineralization remobilized, as well as it was structured and configured to the current form that is known at present, due to the deformation regional, during the  $D_{n+1}$  event (Oliveira et al., 2015) imposed by the shear zone called Rio dos Bois Fault.

**Keywords:** Goiás Magmatic Arc; Buriti target; Chapada deposit; cupro-auriferous mineralization; electronic microprobe; hydrothermal magmatic system.

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| <b>Figura 3.1-</b> Mapa geológico da porção centro-leste da Província Tocantins, com a localização aproximada do depósito de Cu-Au, Mina de Chapada. (adaptado de Pimentel et al., 2004).....  | 23                                   |
| <b>Figura 3.2</b> - Mapa geológico do Arco Magmático de Mara Rosa, mostrando a relação entre as litologias pertencentes às Sequências Santa Terezinha e Mara Rosa, destacando também as principais ocorrências minerais presentes ao arco (Modificado de Oliveira et al., 2015)..... | 27                                   |
| <b>Figura 3.3</b> - Mapa geológico do depósito Cu-Au de Chapada, destacando as unidades litoestratigráficas, corpos mineralizados, principais estruturas. A estrela representa a região onde está localizado o alvo Buriti. (Modificado de Oliveira et al., 2015).....               | 29                                   |
| <b>Figura 4.1</b> - Seção geológica característica do alvo Buriti, a qual apresenta os seus principais litotipos, a zona mineralizada, e a região de onde foi amostrado o testemunho de sondagem. ....   | 37                                   |
| <b>Figura 4.2</b> - Seção geológica característica do alvo Buriti, a qual apresenta os seus principais litotipos, a zona mineralizada, e a região de onde foi amostrado o testemunho de sondagem. ....   | 38                                   |
| <b>Figura 4.3</b> - Mapa Geológico do alvo Buriti. ....  | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| <b>Figura 4.4</b> - Registro fotográfico da geomorfologia e vegetação da região do Buriti, capturado na Serra do Hidrotermalito, com vista para a Mina de Chapada. Apresenta uma vegetação de cerrado ralo, com porções mais densas, em relevo geralmente aplainado.....             | 39                                   |
| <b>Figura 4.5</b> - Mapa de pontos dos afloramentos vistos em campo. P1: MTS; P2: SQS; P3: ANF; P4: SQKS/KQZT. ....  | 40                                   |
| <b>Figura 4.6</b> – Afloramento de granada-plagioclásio-anfibólio gnaisse. Nota-se porfiroblastos de granada dispersos. A camada possui <i>dip direction</i> no valor de 250/10. ....  | 41                                   |
| <b>Figura 4.7</b> – Rocha fortemente xistosa e alterada, devido aos efeitos do intemperismo. É visualizada a calcopirita oxidada e não alterada disseminada   Legenda: Cpy: calcopirita. ....  | 42                                   |
| <b>Figura 4. 8</b> – Bloco solto de anfibolito epidotizado. ....   | 43                                   |

**Figura 4.9** – Rocha composta principalmente por cianita. Afloramento encontrado na Serra do Hidrotermalito. Está cortada por um veio de quartzo. .... 43

**Figura 5.1** - a) (67a) Muscovita-granada-cianita-biotita xisto feldspático, com um discreto bandamento composicional, marcado por níveis com quantidades variadas de cianita. A seta amarela indica o topo do furo de sondagem. | b; c) Fotomicrografias evidenciando as texturas granolepidoblástica (feldspatos e biotita/muscovita) e porfiroblástica (granada). | b) polarizadores paralelos; c) polarizadores cruzados. | Legenda: Grt: granada; Bt: biotita; Chl: Clorita; Ky: cianita; Felds: feldspato; Ms: muscovita; Pl: plagioclásio; Py: pirita; Mag: magnetita..... 46

**Figura 5.2** - a) Sericita-muscovita-cianita-quartzo xisto (105b) com cristais de cianita orientados, em textura nematoblástica, marcando a foliação. A seta amarela indica o topo do furo de sondagem. | b; c) Sulfetos estirados e concordantes com o plano da foliação. | b) polarizadores paralelos; c): polarizadores cruzados. | Legenda: Ms: muscovita; Ky: cianita; Py: pirita; Qtz: quartzo. .... 48

**Figura 5.3** - a) Sericita Muscovita Biotita Quartzo Xisto (107a) com uma matriz de granulometria muito fina de coloração escura, com bandas claras formadas por quartzo e feldspato. A seta amarela indica o topo do furo de sondagem. | b) Diferença composicional e textural marcada por vênulas de quartzo e feldspato potássico, contrastando com uma matriz muito fina. | c) Fotomicrografia de cristais de biotita “fish”, muscovita, cianita, calcopirita orientados. | d) vênulas de quartzo e feldspato com intenso dobramento. | b; c; d) polarizadores paralelos. | e; f) polarizadores cruzados | Legenda: Bt: biotita; Ms: muscovita; Ky: cianita; Cb: carbonato; Kf: dspato potássico; Ser: sericita; Clz: clinozoisita; Cpy: calcopirita; Py: pirita; Qtz: quartzo. ....**Erro!**  
**Indicador não definido.**

**Figura 5.4** - a) (30b) Clorita Epidoto Muscovita Quartzo Xisto, com uma forte xistosidade, marcada pela muscovita, e há bandas mais quartzosas e outras com mais muscovita. A seta amarela indica o topo do furo de sondagem. | b; c; d) polarizadores paralelos, e forte associação da clorita diablástica com os sulfetos (Cpy e Py) | e; f) polarizadores cruzados. | e; f) Fotomicrografias evidenciando a textura granolepidoblástica. Legenda: Qtz: Quartzo; Bt: biotita; Chl: Clorita; Ms: muscovita; Ep: epidoto; Felds: feldspato; Cpy: calcopirita; Py: pirita; Mag: magnetita. .... 56

**Figura 5.5 - a)** (105a) Epidoto-muscovita-quartzo-biotita xisto de granulação muito fina. A seta amarela indica o topo do furo de sondagem. | b; c) polarizadores paralelos, e forte associação da clorita diablástica com os sulfetos (Cpy e Py) | d; e; f) polarizadores cruzados. | b; c; d) cristais de muscovita e epidoto em textura lepidoblástica e nematoblástica, respectivamente, dispersos em uma matriz de granulação muito fina, juntos com os sulfetos. | e; f) dobras assimétricas, possivelmente relacionadas ao  $S_{n+1}$ . | Legenda: Qtz: Quartzo; Bt: biotita; Ser: sericita; Ms: muscovita; Grt: granada; Ep: epidoto; Cpy: calcopirita; Py: pirita; Mag: magnetita. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 5.6 - a)** (105d) Cianita-muscovita-sericita-quartzo xisto de granulação muito fina, com cristais de cianita dispersos e orientados seguindo a foliação. A seta amarela indica o topo do furo de sondagem. | b: polarizadores paralelos. | c) polarizadores cruzados, e cristais de cianita em textura nematoblástica, dispersos em uma matriz de granulação muito fina composta por quartzo e sericita, juntos com a pirita. | Legenda: Qtz: quartzo; Ser: sericita; Ky: cianita; Ms: muscovita; Py: pirita..... 61

**Figura 5.7 -** Discriminação das muscovitas com ( $TiO_2$  baixo), ( $TiO_2$  moderado), ( $TiO_2$  alto) (Tischendorf et al., 2007). ..... 63

**Figura 5.8 –** Diagrama  $Fe/(Fe+Mg)$  x Al, em que estão representados os principais membros extremos de micas trioctaédricas (biotitas) (Deer et al., 1992). ..... 64

**Figura 5.9 –** Diagrama Fe x Mg para a discriminação de biotitas dos quatro grupos analisados. Destaque para o *trend* formado pelos três tipos de BSS, e pela proximidade entre os valores de Fe do MVI e o magnetita-biotita gnaiss (Oliveira, 2009). ..... 65

**Figura 5.10 –** Diagrama Ti x Al para a discriminação de biotitas dos quatro grupos analisados. .... 65

**Figura 5.11 -** Diagrama  $Fe^2+Fe^3$  x Si para a classificação de clorita (Hey, 1954). Análises do clorita-epidoto-muscovita-quartzo xisto (BRT\_67b) caíram no campo da pseudoturingita. A análise do cianita-muscovita-quartzo-biotita xisto (BTN\_12a) caiu no campo da corindofilita. .... 67

**Figura 5.12 –** Fotomicrografias em luz transmitida (figuras a; c) (polarizadores paralelos e cruzados, respectivamente) e luz refletida (figuras b; d). As figuras (c; d) mostram a associação dos sulfetos (calcopirita e pirita) e óxido (magnetita) associados e sobrepostos à matriz de granulação muito fina e aos cristais granulares e quartzo (BRT\_105a). As figuras (a; b) mostram os sulfetos muito finos (calcopirita e pirita) e óxido (magnetita) dispersos na matriz de granulação muito fina (BRT\_115b). Evidente paragênese formada por calcopirita + pirita ± magnetita (figura d). ..... 80

**Figura 5.13** - Fotomicrografias em luz transmitida (figuras a; c; e) (polarizadores paralelos (a e c) e cruzados (e)) e luz refletida (figuras b; d; f). As figuras (a; b) (BRT\_67b) e (c; d) (BRT\_30a) mostram uma forte relação da clorita diablástica com os sulfetos (calcopirita e pirita) e óxido (magnetita). Evidente paragênese formada por calcopirita + pirita ± magnetita (figura d). As figuras (e; f) ilustra a associação também da pirita e calcopirita relacionada com carbonato. .... 81

**Figura 5.14** - Fotomicrografias em luz transmitida (figuras a; c) (polarizadores paralelos e cruzados, respectivamente) e luz refletida (figuras b; d). As figuras (c; d) mostram a associação dos sulfetos (calcopirita e pirita) e óxido (magnetita) associados e sobrepostos à matriz de granulação muito fina e aos cristais granulares e quartzo. As figuras (a; b) mostram os sulfetos muito finos (calcopirita e pirita) e óxido (magnetita) dispersos na matriz de granulação muito fina. Evidente paragênese formada por calcopirita + pirita ± magnetita (figura d). .... 82

**Figura 6.1** - Fotomicrografias em luz transmitida com polarizadores paralelos (Figuras 6.1a; c) e polarizadores cruzados (Figura 6.1b). | Sericitização alterando minerais primários (possivelmente feldspato) (Figura 6.1a), e compondo a matriz de granulação muito fina (Figura 6.1b). .... 84

**Figura 6.2** – Fotomicrografias em luz transmitida e com polarizadores paralelos. | Clorita e biotita em textura diablástica (Figura 6.2a). Por outro lado, na Figura 6.2b, a biotita tem um hábito lamelar e está deformada. .... 85

**Figura 6.3** - Modelo esquemático do zoneamento da alteração hidrotermal em um sistema pórfiro. A estrela amarela indica a posição relativa da mineralização do alvo Buriti, nos níveis mais rasos do sistema e distais em relação à rocha intrusiva porfirítica. (Modificado de Sillitoe, 2010)..... 86

## Índice de Quadros

**Quadro 2.1** - Cronograma das atividades ..... 19

|  |    |
|--|----|
| <b>Quadro 4.1</b> - Quadro com informações das amostras, abrangendo o código do furo e das próprias amostras, profundidade, litotipo e teores de Cu (%) e Au (ppm). A definição qualitativa de baixo, médio e alto teor tem como base, respectivamente, os intervalos dos teores: baixo teor (< 0.1% Cu e <0.1 ppm Au); médio teor (0.1 < %Cu < 0.3 e 0.1 < ppm Au < 0.3); alto teor (> 0.3% Cu e > 0.3 ppm Au). ..... | 33 |
| <b>Quadro 6.1</b> – Características e estruturas formadas pelos eventos deformacionais $D_n + 1$ , $D_n + 2$ e o evento pós deformacional.....   | 88 |

## Índice de Tabelas

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 5.1</b> - Análises por microsonda eletrônica da composição química das muscovitas da amostra BRT_115b. ....             | 69 |
| <b>Tabela 5.2</b> – Análises por microsonda eletrônica da composição química das muscovitas da amostra BRT_107b. ....             | 70 |
| <b>Tabela 5.3</b> – Análises por microsonda eletrônica da composição química das muscovitas das amostras BRT_105b e BTN_12a. .... | 71 |
| <b>Tabela 5.4</b> – Análises por microsonda eletrônica da composição química das muscovitas da amostra BRT_67b. ....              | 72 |
| <b>Tabela 5.5</b> - Análises por microsonda eletrônica da composição química das biotitas das amostras BRT_107a e BRT_107b. ....  | 73 |
| <b>Tabela 5.6</b> – Análises por microsonda eletrônica da composição química das biotitas da amostra BTN_12a. ....                | 74 |
| <b>Tabela 5.7</b> - Análises por microsonda eletrônica da composição química das biotitas da amostra BRT_67b. ....                | 75 |
| <b>Tabela 5.8</b> - Análises por microsonda eletrônica da composição química das cloritas das amostras BRT_67b e BTN_12a. ....    | 76 |
| <b>Tabela 5.9</b> - Análises por microsonda eletrônica da composição química das granadas das amostras BRT_107b. ....             | 77 |
| <b>Tabela 5.10</b> - Análises por microsonda eletrônica da composição química das granadas da amostra BRT_115b. ....              | 78 |

## **Apêndices**

### **Apêndice I – Descrições Petrográficas**

# Sumário

|   |           |
|---|-----------|
| <b>RESUMO</b> .....                               | <b>4</b>  |
| <b>ABSTRACT</b> .....                             | <b>5</b>  |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....                        | <b>14</b> |
| 1.1 Problemática e Justificativa .....            | 15        |
| 1.2 Objetivos .....                               | 17        |
| 1.3 Localização e Vias de Acesso.....             | 17        |
| <b>2. METODOLOGIA</b> .....                       | <b>19</b> |
| 2.1 Pré-Trabalho de Campo .....                   | 19        |
| 2.1.1 Revisão Bibliográfica.....                  | 19        |
| 2.2 Trabalho de Campo.....                        | 19        |
| 2.2.1 Amostragem .....                            | 19        |
| 2.2.2 Descrição dos Testemunhos de Sondagem ..... | 20        |
| 2.3 Pós-Trabalho de Campo.....                    | 20        |
| 2.3.1 Descrição Petrográfica .....                | 20        |
| 2.3.2 Microsonda Eletrônica.....                  | 20        |
| <b>3. GEOLOGIA REGIONAL</b> .....                 | <b>22</b> |
| 3.1 Província Tocantins .....                     | 22        |
| 3.2 Faixa Brasília .....                          | 23        |
| 3.3 Arco Magmático de Goiás .....                 | 24        |
| 3.4 Arco Magmático de Mara Rosa .....             | 25        |
| 27  |           |
| 3.5 Geologia do Depósito da Mina de Chapada ..... | 27        |
| 3.5.1 Fases Deformacionais .....                  | 29        |
| 3.5.2 Modelo Genético.....                        | 30        |
| <b>4. GEOLOGIA DO ALVO BURITI</b> .....           | <b>32</b> |
| 4.1 Trabalho de Campo.....                        | 39        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>5. RESULTADOS .....</b>                         | <b>44</b> |
| 5.1 Caracterização Petrográfica .....              | 44        |
| 5.1.1 Rochas Encaixantes.....                      | 44        |
| 5.1.2 Rochas Hospedeiras .....                     | 48        |
| 5.2 Química Mineral por Microsonda Eletrônica..... | 61        |
| 5.2.1 Muscovita.....                               | 62        |
| 5.2.2 Biotita.....                                 | 63        |
| 5.2.3 Clorita.....                                 | 66        |
| 5.2.4 Granada .....                                | 68        |
| 5.3 Mineralização.....                             | 79        |
| <b>6. DISCUSSÃO .....</b>                          | <b>83</b> |
| <b>7. CONCLUSÃO.....</b>                           | <b>89</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>             | <b>90</b> |
| <b>APÊNDICE I – DESCRIÇÕES PETROGRÁFICAS .....</b> | <b>94</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

Depósitos característicos de sistemas Cu Pórfiro são as principais fontes de Cu e Mo do mundo, caracterizando cerca de 75% da produção mundial de cobre e mais de 50% da produção mundial de Mo, além de ser uma das maiores fontes de Au, Ag e Sn, incluindo outros metais (e.g. Pd, Te, Se, Bi, Zn e Pb) (Sinclair, 2007; Sillitoe, 2010). São depósitos conhecidos por contar com uma alta tonelagem de minério, tratando-se de centenas de milhões de toneladas, concentrados em um território de grande extensão e volume, com cerca de 10 – 100 km<sup>3</sup>. Geralmente há depósitos associados, como: *skarns*, depósitos polimetálicos (Ag-Pb-Zn), *sediment-hosted* – SEDEX, e epitermais de média a alta sulfetação. Em contrapartida, os teores de Cu e Au variam entre 0,2% a valores um pouco acima de 1%, e 0,004 a 0,35 g/t, respectivamente, e valores de Mo entre 0,005 e 0,03% (Sillitoe, 2010; Sinclair, 2007).

Esse tipo de sistema de depósito é formado em regiões próximas à superfície, com profundidades de 1 a 6 km (Seedorff et al., 2005). Por esse motivo, os depósitos pórfiros, principalmente aqueles gerado em regimes tectônicos contracionais, onde há uma elevação da superfície e espessamento crustal, estão sujeitos aos processos intempéricos e erosivos de forma mais acentuada (Rios, 2019). Dito isso, os horizontes mineralizados são mais facilmente exumados com o tempo, de modo que os depósitos Cu pórfiros preservados mais comuns são de idade Cenozoica (Rios, 2019; Sillitoe, 2010; Sillitoe and Hedenquist 2020), em razão da maior preservação do ambiente em relação aos eventos metamórficos e deformacionais, os quais ocultam as texturas primárias e outras características da rocha (Fraser, 1993; Sillitoe, 2010). E alguns dos principais depósitos do tipo Cu pórfiro mundiais são: Chuquicamata, Escondida e El Salvador – Chile; Toquepala – Peru; Bingham – EUA; Malanjkhand – Índia.

Entretanto, depósitos do tipo Cu Pórfiros também são encontrados em terrenos tectonometamórficos de idade Pré-Cambriana, como é o caso do último depósito citado acima, e do próprio depósito Cu-Au de Chapada. São encontrados em países como Austrália, Brasil, Canada, China, Finlândia, Índia, Namíbia, Rússia, Suécia e Zâmbia (Cherukupalli, 1997)

Os primeiros trabalhos de exploração na região de Chapada se iniciaram em 1973 com a Mineração Serras do Sul (Minerasul), subsidiária da *International Nickel Company Limited* (INCO). Em 2003 a Mineração Maracá Indústria e Comércio S/A, do Grupo Yamana Gold, adquiriu o direito de exploração do depósito, e retomou as pesquisas, além de iniciar a construção da planta de beneficiamento. O início da produção comercial se deu em fevereiro de 2007, e em julho de 2019 o Grupo Lundin Mining adquiriu a mina, visando a produção de cobre e ouro.

O alvo Buriti foi descoberto no ano de 2013 pela equipe de exploração do projeto Chapada. Mas a partir do ano de 2017, com a primeira sondagem realizada, deram início aos trabalhos de pesquisa mineral e de sondagem de forma sistemática. É considerado como parte de um sistema pórfiro, devido à mineralização ser do tipo disseminada, baixos teores e alta tonelagem de material, da caracterização dos halos hidrotermais presentes, e da proximidade com o depósito de Chapada, propriamente dito. Consiste em um corpo mineral contínuo, com formato tabular e achatado, com orientação aproximadamente ENE-WSW, sub-horizontal, controlado por dobramentos aberto e falhas de empurrão e possui um baixo ângulo de mergulho. É considerado raso, variando de 80 – 100 metros de profundidade, com porções aflorantes, com cerca de 2,0 km de comprimento e 1,0 km de largura, e está situado adjacente ao limite leste e sudoeste da mina de Chapada. Este alvo possui baixos a moderados teores de cobre e ouro ( $> 0,1\% \text{ Cu}$ ;  $0,1 \text{ g/t Au}$ ), com núcleos restritos de alto teor ( $> 0,5\% \text{ Cu}$ ;  $0,3\text{g/t Au}$ ). Devido à sua proximidade com a mina, o alvo Buriti influencia diretamente o planejamento dela, no que se refere ao aumento das reservas minerais, assim como nos impactos de infraestrutura.

## **1.1 Problemática e Justificativa**

Os depósitos de um sistema pórfiro são definitivamente uma das tipologias de depósitos minerais com maior potencial econômico. Dessa forma, trabalhos sistemáticos de exploração é de extrema importância para o descobrimento de novas jazidas minerais e desenvolvimento dos diferentes alvos exploratórios já conhecidos. Trabalhos esses que envolvem o mapeamento geológico regional e de detalhe, geofísica, descrição de testemunhos de sondagens, análises geoquímicas e petrografia.

O Alvo Buriti é compreendido como uma mineralização do tipo pórfiro, porém formado mais distante do corpo intrusivo, propriamente falando, em uma profundidade

mais rasa. Essa ideia é adquirida a partir das descrições dos furos de sondagem, das quais podem ser caracterizadas rochas que são hospedeiras da mineralização de cobre e ouro, como biotita-sericita xisto (BSS), biotita-feldspato xisto e uma de origem vulcanoclástica, denominada até então de metatufo. Essa última unidade tem um fator importante para o trabalho, visto que se trata de uma rocha com uma granulação muito fina,

O alvo Buriti está localizado na porção sudeste da mina de Chapada, e devido à sua proximidade com a mesma, tem grande influência no que diz respeito ao planejamento dela, por conta do aumento das reservas minerais. Além do mais, existe a ideia de que o alvo consiste na extensão do próprio depósito de Chapada, controlado estruturalmente pela Falha Rios dos Bois, devido a semelhança da litoestratigrafia encontrada em ambos os depósitos. Em virtude dessa linha de raciocínio, é dada a importância na caracterização das unidades litológicas, das alterações hidrotermais associadas, e a relação que a mineralização de cobre e ouro tem com elas.

Cabe destacar que não há trabalhos anteriores referentes ao alvo Buriti. Desse modo, os resultados inéditos deste estudo permitirão uma melhor compreensão da geologia local, além do entendimento da compartimentação genética do corpo mineralizado, informações que são importantes para a equipe de exploração da empresa.

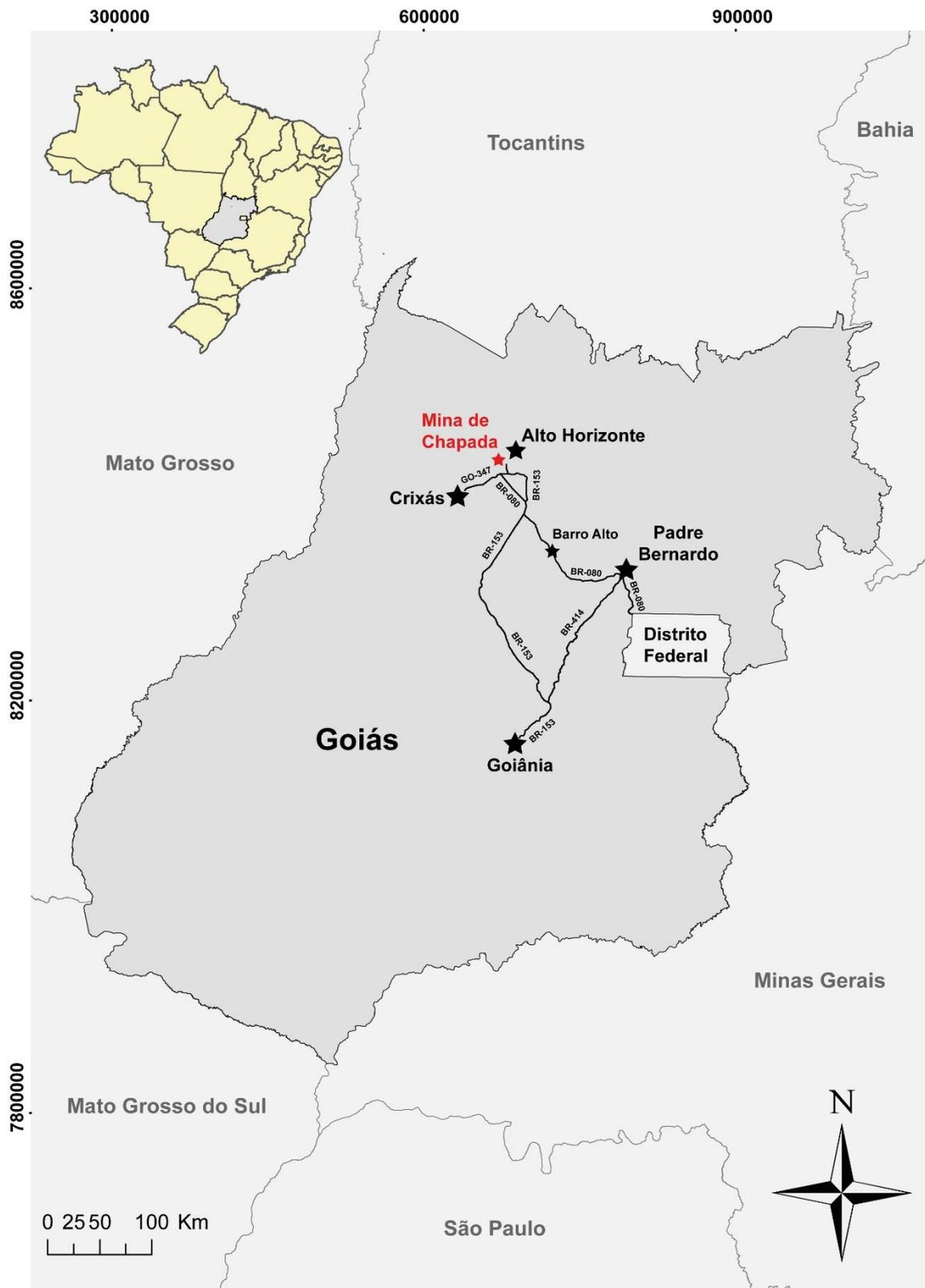
## **1.2 Objetivos**

O presente trabalho tem como objetivo:

- a) Caracterizar as rochas encaixantes, hospedeiras.
- b) Definir o estilo da mineralização e a relação com os litotipos, e se possível com as alterações hidrotermais;
- c) Classificar quimicamente as micas (muscovita, biotita e clorita), e compará-las, utilizando diagramas binários, com os dados das micas (muscovita e biotita) já utilizadas em trabalhos anteriores na Mina de Chapada.

## **1.3 Localização e Vias de Acesso**

A Mina de Chapada está inserida na Folha Campinorte (SD.22-Z-B-I, escala 1:100.000, UNB/FINATEC/CPRM-2007), a noroeste do estado de Goiás, a aproximadamente 8 Km do município de Alto Horizonte. O acesso à área por Brasília (DF), que fica a 313 Km, se dá pela rodovia BR-080. Já o acesso por Goiânia, que se localiza a 334 Km, é realizado principalmente através da rodovia BR-153 (Figura 1.1).



**Figura 1.1** - Localização do alvo Buriti no contexto da Mina de Chapada, situada no município de Alto Horizonte, porção norte do estado de Goiás.

## 2. METODOLOGIA

O trabalho se desenvolveu entre os meses de julho de 2021 e maio de 2022, e suas atividades podem ser agrupadas em três etapas principais: (i) pré-trabalho de campo; (ii) campo; (iii) pós trabalho de campo (Quadro 1.1).

**Quadro 2.1** - Cronograma das atividades

| Etapas                | Atividades                            | Jul/21 | Ago/21 | Set/21 | Out/21 | Nov/21 | Dez/21 | Jan/22 | Fev/22 | Mar/22 | Abr/22 | Mai/22 |
|-----------------------|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Pré Trabalho de Campo | Revisão Bibliográfica                 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                       | Amostragem                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Trabalho de Campo     | Descrição dos Testemunhos de Sondagem |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                       | Descrição Petrográfica                |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Pós Trabalho de Campo | Microssonda Eletrônica                |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                       | Confecção do Relatório                |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                       | Apresentação e Defesa                 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

### 2.1 Pré-Trabalho de Campo

Consistiu na realização das atividades como: revisão bibliográfica, e início da elaboração do capítulo de geologia regional. Essa etapa foi iniciada no mês de julho de 2021, e com exceção da revisão bibliográfica, foram realizadas até o final de agosto.

#### 2.1.1 Revisão Bibliográfica

Resultou no levantamento bibliográfico de trabalhos sobre depósitos minerais relacionados aos sistemas pórfiros, para uma melhor compreensão da sua gênese e caracterização. Além disso, foram referenciados os que eram relacionados aos conceitos geodinâmicos, estruturais, litoestratigráficos, metalogenéticos da região de estudo.

### 2.2 Trabalho de Campo

Consistiu em três etapas, como a amostragem dos testemunhos de sondagem utilizados para estudo e produção deste trabalho, e a descrição macroscópica das mesmas. E por último foi realizado um trabalho em campo na região do alvo Buriti. Essa etapa teve como objetivo o reconhecimento das rochas em campo na região do Buriti, e relacionar com as litologias vistas nos testemunhos de sondagem, e foi realizada no mês de setembro de 2021. Foi feito em parte a pé, mas contou-se também com o auxílio de um veículo da empresa, e com a companhia da geóloga de exploração, Taís Pian, e das estagiárias de exploração, Bruna Viana e Ana Flávia.

#### 2.2.1 Amostragem

Foram selecionados 7 testemunhos de sondagem retirados do alvo Buriti, que fossem litoestratificamente representativos do alvo. Posteriormente, efetuou-se a coleta

das amostras, variando a litologia e os teores de Cu e Au, para que houvesse um resultado a partir de dados variados.

### **2.2.2 Descrição dos Testemunhos de Sondagem**

Nessa fase do trabalho foi feita a descrição macroscópica das 15 amostras de testemunho de sondagem (Apêndice 1), a fim de obter as características texturais e mineralógicas, para que pudesse auxiliar na confecção das seções geológicas (Figuras 4.2 e 4.3), e na etapa de descrição microscópica.

## **2.3 Pós-Trabalho de Campo**

Nessa etapa, foi realizada a descrição petrográfica, realizada no mês de outubro de 2021, e as análises mineralógicas utilizando a microsonda eletrônica, feitas no mês de março de 2022, além da continuidade da elaboração do relatório, e a apresentação e defesa do trabalho final no mês de maio de 2022.

### **2.3.1 Descrição Petrográfica**

A descrição petrográfica teve como objetivo a caracterização dos diferentes litotipos e halos hidrotermais que compõem o alvo Buriti, bem como suas relações com a mineralização, a definição da paragênese mineral, principalmente das unidades mineralizadas, e a relação dos sulfetos com o restante das fases minerais. Para isso, foram confeccionadas 15 lâminas delgadas e polidas a partir de amostras representativas de testemunhos de sondagem de 7 furos diferentes realizados no alvo Buriti.

As lâminas foram confeccionadas por uma empresa particular contratada pela Lundin Mining. As descrições petrográfica realizadas em luz transmitida e refletida foi realizado no Laboratório de Microscopia (M2) do Instituto de Geociências, da Universidade de Brasília – Campus Darcy Ribeiro. Para isso foi utilizado o microscópio binocular petrográfico, com luz transmitida e refletida, Nikon Eclipse 50i Pol. Para a obtenção das fotos, utilizou-se um aparelho celular acoplado.

### **2.3.2 Microsonda Eletrônica**

As análises minerais foram realizadas em 6 seções delgadas polidas utilizando uma Microsonda Eletrônica do modelo JEOL JXA-8230 automatizada no laboratório da Universidade Federal de Goiás, coordenado pelo Dr. Prof. José Affonso Brod. As amostras selecionadas foram:

- **107a – Clorita Sericita Muscovita Biotita Quartzo Xisto (BSS);**
- **12a – Cianita Muscovita Quartzo Biotita Xisto (BSS);**
- **67b – Clorita Epidoto Muscovita Quartzo Xisto (MVI);**
- **107b – Epidoto Muscovita Quartzo Biotita Xisto (BSS);**
- **115b – Epidoto Muscovita Quartzo Biotita Xisto (MTF);**
- **105b – Muscovita Cianita Quartzo Xisto (SQKS).**

## 3. GEOLOGIA REGIONAL

### 3.1 Província Tocantins

Localizada na parte central do Brasil, a Província Tocantins (Figura 3.1), compreendida primeiramente por Almeida et al (1977) como um orógeno neoproterozoico desenvolvido a partir da colisão dos crátons Amazônico, São Francisco e Paranapanema/Rio de La Plata, durante o início da formação do supercontinente Gondwana Oeste (930 – 800Ma), dando origem a três cinturões orogênicos (Figura 3.1): Faixa Araguaia e Paraguai à oeste da província, bordejando a porção leste do Cráton Amazônico, e a Faixa Brasília na parte leste, ao longo da borda oeste do Cráton São Francisco (Almeida et al., 1977; De Brito Neves; Campos Neto; Fuck, 1999; Frasca, 2015).

A origem e evolução da Província Tocantins está ligada ao ciclo geodinâmico Brasileiro, que se inicia com a geração de sistemas riftes continentais, durante a Tafrogênese Toniana, entre aproximadamente 825 e 740 Ma (Frasca, 2015), levando a fragmentação do supercontinente Rodinia, seguindo por eventos de magmatismo referentes à arcos de ilha e continental com idade entre 790 – 585 Ma, e por fim a colisão principal (Orogênese Brasileira) em 520 Ma, responsável pela aglutinação de massas continentais, formando o supercontinente Gondwana (Valeriano et al., 2004). Como consequência dessa orogênese acrescionária (Pimentel; Fuck, 1992) houve o fechamento do Oceano Goiás-Pharusiano (Kröner; Cordani, 2003; Cordani et al., 2013), e a formação do Arco Magmático de Goiás (Pimentel, 2016)

Adicionalmente às compartimentações inicialmente propostas (Fuck, 1994) sugerem outras subdivisões da Província Tocantins além das já existentes. Sendo que a proposta mais recente considera: a Zona Cratônica, Zona Externa, e Zona Interna da Faixa Brasília, Arco Magmático de Goiás e Maciço de Goiás. A área de estudo se insere na Faixa de Dobramentos Brasília, portanto as discussões em seguida tratarão a respeito das especificidades deste compartimento.



de Tocantins, Goiás e Minas Gerais, com aproximadamente 1200 km de comprimento e 300 km de largura (Uhlein et al., 2012)

A Faixa Brasília pode ser definida como um agrupamento de terrenos e escamas crustais de empurrão convergentes na borda ocidental do Cráton São Francisco, com vergência tectônica para leste, e deformação (aliada ao metamorfismo) crescente de leste a oeste (Uhlein et al., 2012).

A compartimentação tectônica do cinturão constitui-se de um setor setentrional (de direção NNE-SSW) separado de um meridional (de direção WNW-ESE) pela Megaflexura dos Pirineus (Oswaldo Araújo Filho, 2000); Fuck et al., 1994), e um setor secundário (de direção E-W) no extremo sul do Cráton São Francisco. Assim, a Faixa Brasília apresenta uma geometria com a concavidade voltada para leste, seguindo os contornos do paleocontinente São Francisco-Congo.

Estruturas compressivas (dobras, falhas de empurrão, cavalgamentos etc.) vergentes na direção do Cráton São Francisco evidenciam a atuação de oeste para leste do esforço principal, corroborando com o fato de que as porções mais a leste (Zona Externa) sejam menos deformadas e em menor grau metamórfico (até anquimetamorfismo) em relação às porções mais a oeste (Zona Interna) da faixa (Fuck et al., 1994; Dardenne, 2000).

É constituída principalmente por rochas sedimentares e metassedimentares deformadas ao longo da borda oeste do Cráton São Francisco-Congo, Maciço de Goiás, complexo granulítico Anápolis-Itauçu, e por último, associações de rochas metavulcânicas e metaplutônicas neoproterozoicas, compondo o chamado Arco Magmático de Goiás (Pimentel et al., 2011) onde está localizado a área de estudo desse trabalho.

### **3.3 Arco Magmático de Goiás**

O Arco Magmático de Goiás é constituído por sequências metavulcanossedimentares anastomosadas e estreitas, com orientação principal NNE, intercaladas por ortognaisses tonalíticos a dioríticos, e por intrusões tardi a pós orogênicas (Pimentel et al., 1997). As principais estruturas encontradas neste domínio compõem um sistema regional de extensas zonas de cisalhamento reversas oblíquas, com um *trend* de direção NNE e/ou de empurrão com alto ângulo e direção

dominantemente NE (De Oliveira et al., 2004; Ramos Filho et al., 2003) . Um importante exemplo da última estrutura citada é a Falha Rio dos Bois, de idade Brasileira, que separam rochas arqueanas e neoproterozoicas na região sul, e rochas metassedimentares mesoproterozoicas à leste (Oliveira et al., 2004). O Arco Magmático de Goiás é dividido em dois compartimentos crustais diferentes, divididos pelo Maciço de Goiás, são eles: Arco Magmático de Arenópolis, na porção Sul, e o Arco Magmático de Mara Rosa, na porção Norte.

O Arco Magmático de Arenópolis é formado predominantemente por rochas vulcânicas félsicas, em conjunto com rochas metassedimentares, metamorfizadas regionalmente em fácies xisto verde. Contam com uma foliação de alto ângulo, relacionadas com a geração das falhas *strike-slip* na porção oeste do arco, e com estruturas de baixo ângulo relacionadas com as dobras isoclinais à leste. Além disso, é formado por intrusões de composição bimodal, de natureza metaluminosa.

O Arco Magmático de Mara Rosa, apesar de ter sido formado em conjunto com a porção à Sul, possui algumas diferenças. Constituída principalmente por rochas metassedimentares, metamorfizadas em fácies anfíbolito, com uma foliação de baixo ângulo, relacionada com as dobras isoclinais e falhas reversas e de cavalgamento. Já a natureza da intrusão possui uma característica peraluminosa.

### **3.4 Arco Magmático de Mara Rosa**

O Arco Magmático de Mara Rosa é representado por estreitas sequências metavulcanossedimentares com direção NNE, separadas entre si por ortognaisses de composição tonalítica a diorítica, e rochas intrusivas tardi a pós-orogênicas (Viana et al., 1995). Desenvolvido em dois estágios diferentes, formando duas unidades principais (Oliveira et al., 2015): (i) Sequência Metavulcanossedimentar Mara Rosa, desenvolvida entre 900 – 800 Ma, em um ambiente de arco de ilha intra-oceânico; (ii) Sequência Santa Terezinha, gerada em um contexto de arco continental, entre 670 – 600 Ma (Figura 3.3). Durante esse estágio colisional que aglutinou essas duas sequências, foi formada um importante sistema transcorrente intracontinental, chamado de Transbrasiliano (Schobbenhaus, 1975) (Figura 3.3).

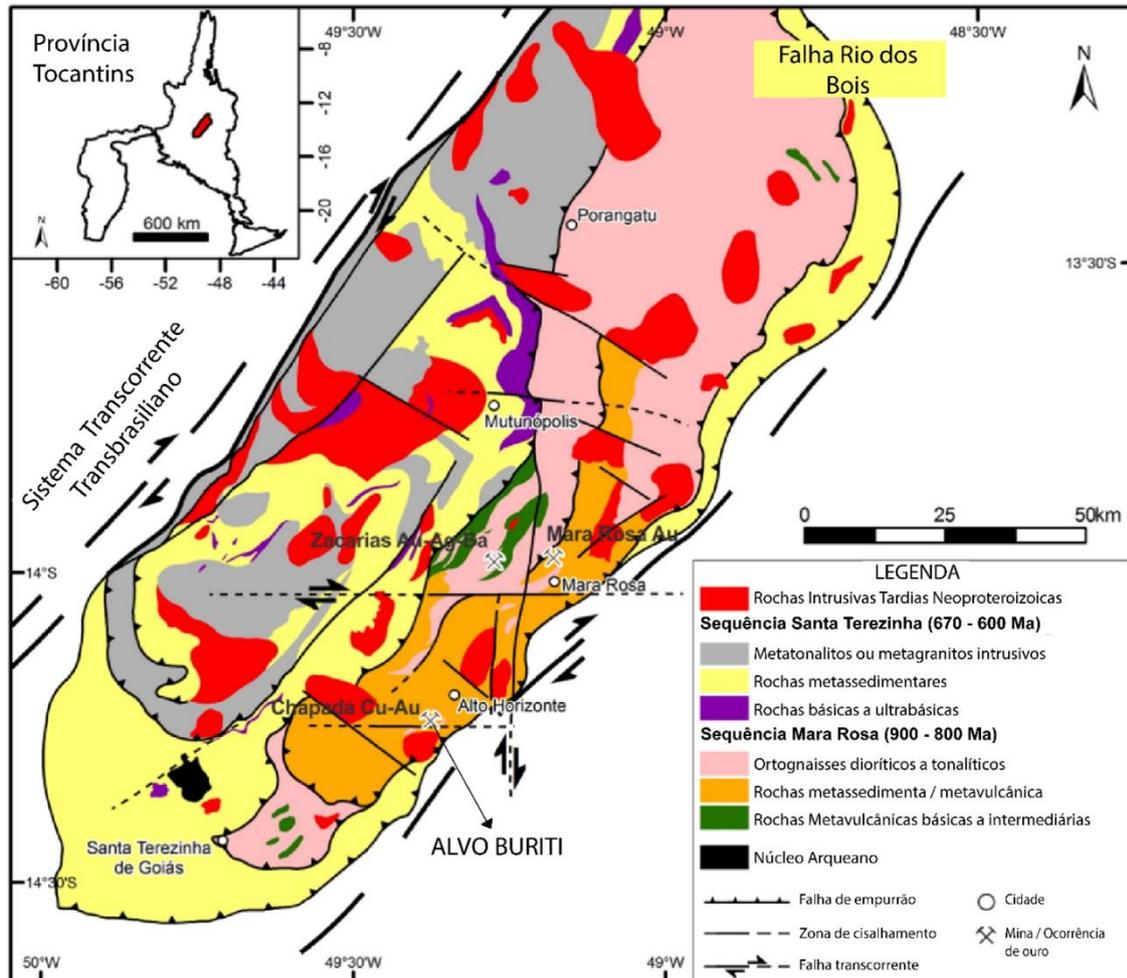
A SMR, onde localiza-se a Mina de Chapada, é composta por rochas metavulcanossedimentares, são elas: metabasaltos, metatufos intermediários a félsicos, metaultramáficas, metagrauvas, metacherts, formações ferríferas bandadas, gonditos e

rochas pelíticas e hidrotermalizadas (Oliveira et al., 2015). Essas rochas formam faixas com extensão de 2 a 7 km de largura, que se intercalam com outros corpos metavulcânicos e os ortognaisses da sequência (Arantes et al., 1991; Oliveira et al., 2015). As rochas metavulcânicas intermediárias a félsicas são constituídas por metatufos, metadacitos e metariolitos (Oliveira et al., 2015), e eventualmente estão relacionadas com clorita-muscovita xistos, anfibólio xistos, cianita-quartzo-muscovita xistos, quartzo xisto e quartzitos (Oliveira et al., 2015). Há também as rochas metassedimentares de granulação fina a média, ricas em feldspato (Junges, 1998), rochas geradas em ambiente de fundo oceânico (formações ferríferas bandadas e cherts) (Arantes et al., 1991). Além dessas, ocorre as metassedimentares detríticas, que no geral são xistos ricos em granada, biotita, muscovita, cianita, e outros minerais como a estauroлита, hornblenda (Junges, 1998), e camadas de metagrauvas intercaladas com rochas metavulcânicas (Arantes et al., 1991). Em relação aos ortognaisses dioríticos a tonalíticos, e por vezes granodioríticos, eles apresentam um bandamento gnáissico pouco desenvolvido, com bandas milimétricas a centimétricas, e são metaluminosas e cálcio-alcalinas (Viana et al., 1995).

Compreende, além do depósito de Chapada (Cu – Au) e do objeto de estudo deste trabalho, o alvo Buriti, outras importantes mineralizações, como: Depósito Zacarias (Au – Ag – Ba), onde Poll (1994) expôs como sendo do tipo vulcanogênico disseminado, Depósito Posse (Au Only), descrito como epigenético (Palermo et al., 2000) e por último a ocorrência Mundinho (Au – Cu – Bi), veios hospedados por corpos graníticos (Oliveira et al., 2004).

Estruturalmente falando, é semelhante à Faixa Brasília, a qual é caracterizada por extensas falhas reversas e de empurrão, com vergência para sudeste, em direção ao Cráton São Francisco (Oswaldo Araújo Filho, 2000; Strieder; Suita, 1999). Essas estruturas são representadas pelas duas principais falhas na região: Falha Rio dos Bois e o Lineamento Transbrasiliano (falha transcorrente) (Figura 3.2). A primeira trata-se de uma estrutura representada por uma falha de empurrão, com direção NE e mergulho para oeste, responsável por reunir as unidades da Sequência Metavulcanossedimentar Mara Rosa com os terrenos arqueanos na porção sul no arco (granito TTG e greenstone belt da região de Crixás-Hidrolina), sequência vulcano-sedimentar Campinorte paleoproterozoica, e metassedimentos neoproterozoicos do Grupo Serra da Mesa. Já a segunda estrutura citada, possui uma direção preferencial NNE, gerada por zonas de

cisalhamento com movimento dextral. Ambas as estruturas são cortadas por falhas transcorrentes com direção EW, NS e NW, as quais foram determinantes no controle das intrusões graníticas tardias (Figura 3.2) (Oliveira et al., 2015).



**Figura 3.2** - Mapa geológico do Arco Magmático de Mara Rosa. Mostra a relação entre as litologias pertencentes às Sequências Santa Terezinha e Mara Rosa, destacando também as principais ocorrências minerais presentes ao arco (Modificado de Oliveira et al., 2015).

### 3.5 Geologia do Depósito da Mina de Chapada

Segundo Oliveira et al., (2015), as rochas encaixantes do depósito são representadas principalmente por metadiorito e anfibolito. O metadiorito possui coloração cinza, granulação fina a média, textura granoblástica e é composto por plagioclásio, microclínio, quartzo, biotita e magnetita. O anfibolito exibe cor verde escura, textura nematoblástica e é constituído por anfibólio, plagioclásio, epidoto e pequenas quantidades de quartzo, magnetita e hematita. Essas unidades, juntamente com as rochas hospedeiras, são cortadas por intrusões tardias de composição diorítica e por diques de pegmatito (Oliveira et al., 2015).

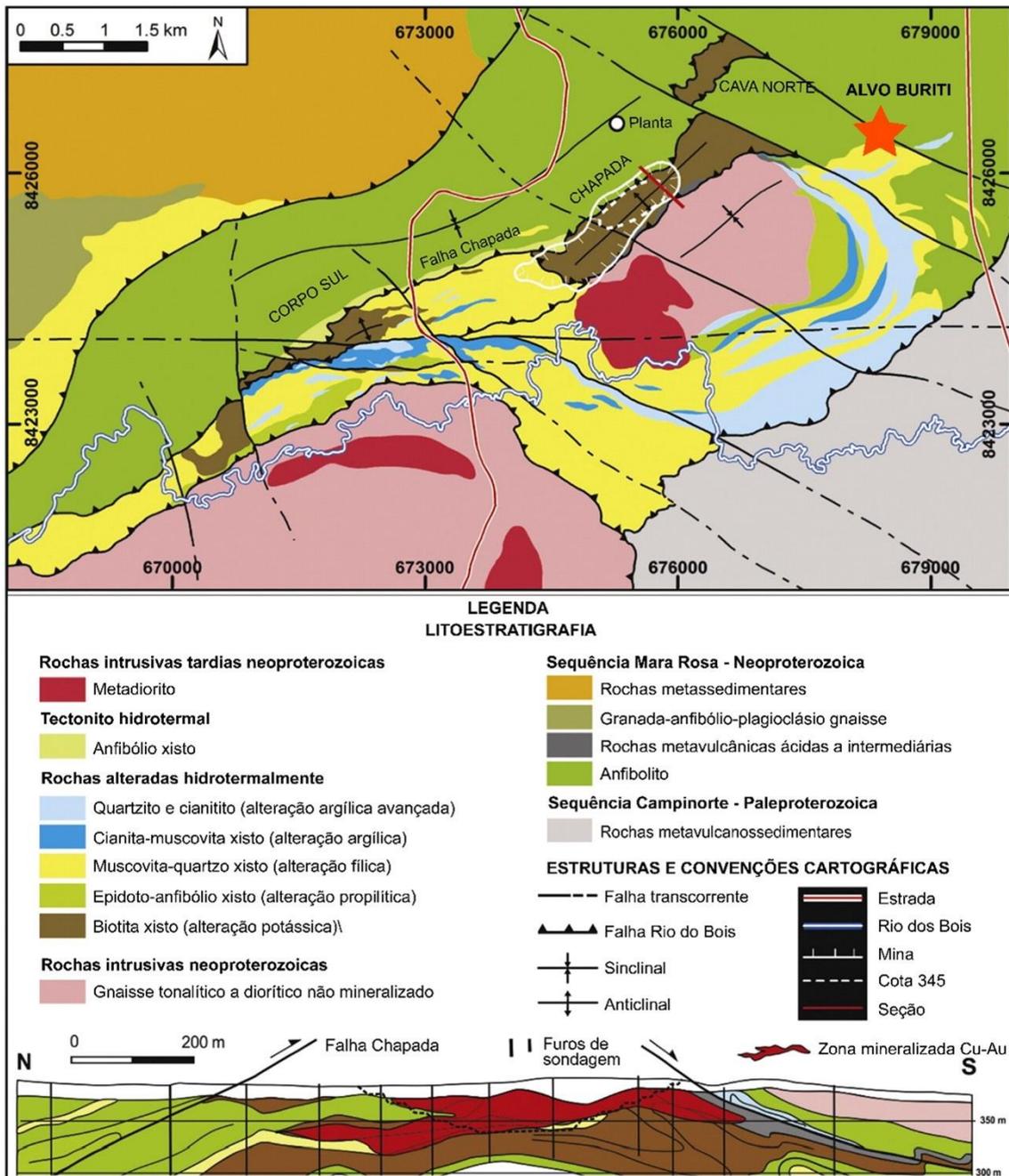
O depósito de Cu-Au de Chapada é formado pelos corpos mineralizados: Cava Sul, Cava Central e Cava Norte. A mineralização que ocorre em Chapada é do tipo disseminada, geralmente hospedada por: (i) biotita xisto e gnaisse; (ii) epidoto - anfibólio xistos; (iii) muscovita – quartzo xistos; (iv) cianita – muscovita xistos; (v) quartzitos e cianititos (Figura 3.4) (Oliveira et al., 2015).

O biotita xisto constitui a hospedeira mais importante do minério e compreende: biotita xisto, muscovita-biotita xisto e anfibólio-biotita xisto. O biotita gnaisse também se enquadra neste grupo, porém, ocorre em menor volume no depósito. Estas rochas são caracterizadas por granulação fina a média, coloração cinza clara a escura e intercalação entre domínios lepidoblásticos (biotita e muscovita) e granoblásticos (quartzo-feldspáticos). Os cristais de calcopirita, pirita e magnetita estão preferencialmente associados aos domínios de biotita (Oliveira et al., 2015).

O epidoto-anfibólio xisto apresenta coloração acinzentada a esverdeada, granulação fina com foliação fraca, a qual é definida normalmente por biotita e cristais de anfibólio grossos e alongados. A matriz é composta em sua maioria por anfibólio, epidoto, biotita, quartzo e plagioclásio. Por vezes, possuem quantidades relevantes de pirita e calcopirita (Oliveira et al., 2015).

O muscovita-quartzo xisto é caracterizado por coloração cinza clara, xistosidade e mineralogia representada pela muscovita, quartzo e epidoto, além de clorita e biotita, em menor quantidade. A pirita consiste no sulfeto principal, seguindo pela calcopirita em menor proporção (Oliveira et al., 2015).

O cianita-muscovita xisto, cianitito e quartzito ocorrem em altos topográficos na região sul e sudeste do depósito. O cianita-muscovita xisto possui xistosidade marcante, enquanto o cianitito e quartzito são maciços. Essas unidades possuem uma pequena quantidade de calcopirita, em contrapartida, ricas em pirita, e possivelmente em ouro (Oliveira et al., 2015).



**Figura 3.3** - Mapa geológico do depósito Cu-Au de Chapada, destacando as unidades litoestratigráficas, corpos mineralizados, principais estruturas. A estrela representa a região onde está localizado o alvo Buriti. (Modificado de Oliveira et al., 2015).

### 3.5.1 Fases Deformacionais

O depósito Cu-Au de Chapada é estruturalmente representado por uma dobra anticlinal aberta constituída por rochas metavulcanossedimentares nos flancos e por um núcleo de metadiorito equigranular a porfírico (Oliveira et al., 2015). Segundo Oliveira (2009) são reconhecidas três fases de deformação no depósito (Dn, Dn+1 e Dn+2), as quais estão relacionadas à evolução tectônica do Arco Magmático de Mara Rosa.

A fase inicial (Dn) é caracterizada por dobramento isoclinal recumbente seguido por redobramento assimétrico apertado coaxial, com vergência para E/SE, em associação com o pico metamórfico regional em fácies anfibolito ( $T = 650^{\circ}\text{C}$  e  $P = 9\text{kbar}$ ) (760-730 Ma) (DE OLIVEIRA et al., 2004; JUNGES; PIMENTEL; DE MORAES, 2002; RICHARDSON et al., 1986). Este evento acarretou a deformação e recristalização de sulfetos, além da geração de minerais como cianita, estauroilita, microclínio, plagioclásio, anfibólio, muscovita e biotita.

O evento Dn+1 é marcado pela geração de falhas reversas dúcteis a dúcteis-rúpteis, as quais são representadas principalmente pela Falha Rio dos Bois. Também houve o desenvolvimento de dobras assimétricas apertadas, de arrasto e parasíticas. Associa-se com um retrometamorfismo em fácies xisto verde (604-610 Ma) ( $T = 450^{\circ}\text{C}$  e  $P = 5\text{kbar}$ ) (Kuyumjian, 1989; Junges et al., 2002; Oliveira et al., 2004), o qual ocasionou considerável remobilização de sulfetos.

A fase Dn+2 é representada por dobras anticlinais e sinclinais simétricas abertas, com eixos ortogonais (EW e NS), responsáveis pela formação de um padrão de interferência do tipo “domo e bacia”, que controla a geometria do depósito. Neste evento também houve a geração e reativação de falhas normais e fraturas, as quais permitiram remobilização de sulfetos (Oliveira et al., 2015).

### **3.5.2 Modelo Genético**

Durante todo o tempo, a partir da descoberta do depósito Cu-Au de Chapada, houve dúvidas em relação à gênese e origem da mineralização. Ele já foi inicialmente proposto por Richardson et al. (1986) como sendo do tipo Cu-Au pórfiro, em virtude das semelhanças descritas dos depósitos Cu-Au pórfiros formados em ambiente de arco de ilha intra-oceânico. Entretanto, um modelo de depósito do tipo VMS (*Volcanogenic Massive Sulfide*) foi sugerido pelo Silva e Sá (1986) e Kuyumjian (1989). A ideia do Richardson et al., (1986) foi mais tarde reformulada pelo Kuyumjian (1995, 2000), o qual propôs a ideia de que o depósito Cu-Au de Chapada poderia ter sido formado através de um processo magmático-hidrotermal epitermal, seguido de uma remobilização metamórfica. Atualmente, o modelo genético mais aceito para o referido depósito é o de Oliveira et al. (2015), que dita inicialmente mineralização do tipo Cu-Au pórfiro com uma posterior mineralização por processos metamórficos e deformacionais,

relacionados a um sistema do tipo ouro orogênico ou *intrusion-related*, possivelmente associados ao evento Dn+1.

#### **4. GEOLOGIA DO ALVO BURITI**

Os dados e informações que serão discutidos abaixo foram adquiridos a partir dos trabalhos prévios realizados pela equipe de exploração da Lundin Mining.

O alvo Buriti foi descoberto no ano de 2013 pela equipe de exploração do projeto Chapada. Mas a partir do ano de 2017, com o primeiro furo realizado, deram início aos trabalhos de pesquisa mineral e de sondagem de forma sistemática. Consiste em um corpo mineral contínuo, com formato tabular e “achatado” com orientação aproximadamente ENE-WSW, sub-horizontal, controlado por dobramentos aberto e falhas de empurrão e possui um baixo ângulo de mergulho.

É um corpo considerado raso, variando de 80 – 100 metros de profundidade, com porções aflorantes, com cerca de 2,0 km de comprimento e 1,0 km de largura, e está situado adjacente ao limite leste e sudoeste da mina de Chapada. Este alvo possui baixos a moderados teores de cobre e ouro ( $>0,1\%$  Cu; 0,1 g/t Au), com núcleos restritos de alto teor ( $> 0,5\%$  Cu; 0,3g/t Au). Devido à sua proximidade com a mina, o alvo Buriti influencia diretamente no planejamento dela, no que se refere ao aumento das reservas minerais, assim como os impactos na sua infraestrutura. As siglas das litologias que serão discutidas abaixo estão descritas no Quadro 4.1.

**Quadro 4.1** - Quadro com informações das amostras, abrangendo o código do furo e das próprias amostras, profundidade, litotipo e teores de Cu (%) e Au (ppm). A definição qualitativa de baixo, médio e alto teor tem como base, respectivamente, os intervalos dos teores: baixo teor (< 0.1% Cu e <0.1 ppm Au); médio teor (0.1 < %Cu < 0.3 e 0.1 < ppm Au < 0.3); alto teor (> 0.3% Cu e > 0.3 ppm Au).

| Furo    | Amostra | Profundidade    | Código (Exploração) | Descrição                                | Cu (%)     | Au (ppm)   |
|---------|---------|-----------------|---------------------|--|------------|------------|
| BRT 115 | 115a    | 98.22 – 98.35   | BSS                 | Clorita Quartzo Sericita Biotita Xisto   | Baixo Teor | Baixo Teor |
|         | 115b    | 93.57 – 93.77   | MTF                 | Epidoto Muscovita Quartzo Biotita Xisto  | Médio Teor | Médio Teor |
| BRT 107 | 107a    | 36.03 – 36.90   | BSS                 | Clorita Sericita Muscovita Quartzo Xisto | Alto Teor  | Alto Teor  |
|         | 107b    | 40.72 – 40.87   | BSS                 | Epidoto Muscovita Quartzo Biotita Xisto  | Alto Teor  | Médio Teor |
| BRT_105 | 105a    | 76.17 – 76.26   | MTF                 | Epidoto Muscovita Quartzo Biotita Xisto  | Alto Teor  | Alto Teor  |
|         | 105b    | 85.85 – 86.05   | SQKS                | Muscovita Cianita Quartzo Xisto          | Baixo Teor | Baixo Teor |
|         | 105c    | 71.13 – 71.20   | BSS                 | Muscovita Quartzo Biotita Sericita Xisto | Baixo Teor | Baixo Teor |
|         | 105d    | 92.57 – 92.74   | MTF                 | Cianita Muscovita Sericita Quartzo Xisto | Baixo Teor | Médio Teor |
| BRT 67  | 67a     | 35.38 – 35.56   | MTS                 | Muscovita Granada Cianita Biotita Xisto  | Baixo Teor | Baixo Teor |
|         | 67b     | 51.04 – 51.17   | MVI                 | Clorita Epidoto Muscovita Quartzo Xisto  | Alto Teor  | Médio Teor |
| BRT 30  | 30a     | 132.63 – 132.82 | MVI                 | Biotita Muscovita Clorita Sericita Xisto | Médio Teor | Baixo Teor |
|         | 30b     | 143.42 – 144.41 | MVI                 | Clorita Epidoto Muscovita Quartzo Xisto  | Alto Teor  | Alto Teor  |
| BRT_27  | 27      | 87.86 – 88.00   | BSS                 | Cianita Muscovita Quartzo Biotita Xisto  | Médio Teor | Médio Teor |
| BTN 12  | 12a     | 18.60 – 18.74   | BSS                 | Cianita Muscovita Quartzo Biotita Xisto  | Alto Teor  | Médio Teor |
|         | 12b     | 25.06 – 25.21   | BSS                 | Cianita Muscovita Quartzo Biotita Xisto  | Alto Teor  | Médio Teor |

As unidades encaixantes do depósito são representadas por magnetita-anfibolito (ANF) e por um conjunto de xistos com uma composição mineralógica e textural diferente, subdivididos em: (i) granada-cianita-biotita xisto feldspático (MTS); (ii) cianita-muscovita-biotita xisto (BKS); (iii) muscovita (sericita) quarto xisto (SQS); (iv) muscovita-cianita-quartzo xisto (SQKS) ou cianita quartzito (KQZT).

O domínio de cianita-muscovita-biotita xisto ocorre como lentes, e geralmente ocorrem intercaladas entre as unidades hospedeiras da mineralização de Cu e Au do depósito.

O muscovita-quartzo xisto representa uma camada contínua, geralmente no limite inferior da zona mineralizada em cobre e ouro. Está desenvolvida nela uma alteração de muscovitização, análoga à alteração hidrotermal sericítica, compreendendo a paragênese muscovita, sericita, quartzo, pirita.

Os xistos hospedeiros e rochas encaixantes da mineralização são relacionados com a sequência metassedimentar e metavulcânica da Sequência Mara Rosa do Arco Magmático de Goiás. A relação espacial das unidades apresentadas acima, pode ser visualizada a partir das seções geológicas (Figuras 4.1, 4.2 e 4.3) confeccionadas a partir dos furos de sondagens a seguir.

As unidades encaixantes do depósito são representadas por magnetita-anfibolito (ANF) e por um conjunto de xistos com uma composição mineralógica e textural diferente, subdivididos em: (i) granada-cianita-biotita xisto feldspático (MTS); (ii) cianita-muscovita-biotita xisto (BKS); (iii) muscovita (sericita) quarto xisto (SQS); (iv) muscovita-cianita-quartzo xisto (SQKS) ou cianita quartzito (KQZT).

O domínio de cianita-muscovita-biotita xisto ocorre como lentes, e geralmente ocorrem intercaladas entre as unidades hospedeiras da mineralização de Cu e Au do depósito.

O muscovita-quartzo xisto representa uma camada contínua, geralmente no limite inferior da zona mineralizada em cobre e ouro. Está desenvolvida nela uma alteração de muscovitização, análoga à alteração hidrotermal sericítica, compreendendo a paragênese muscovita, sericita, quartzo, pirita.

A unidade muscovita-cianita-quartzo xisto representa provavelmente um produto de alteração hidrotermal argílica avançada, e posteriormente um processo de

sericitização foi imposto nos cristais de cianita, sugerindo que a rocha passou por condições metamórficas de fácies anfibolito e xisto verde. Compreende uma paragênese mineral composta por cianita, sericita, quartzo e pirita, e sugere que essa litologia está associada com a litocapa do sistema pórfiro (Sillitoe, 2010; Oliveira et., 2015).

A unidade granada-cianita-biotita xisto feldspático, por vezes intercala-se com níveis do magnetita anfibolito anteriormente discutido. Está presente tanto no *hanging wall* e *footwall* do Buriti, apresentando uma fraca sulfetação. Porém, no segundo a quantidade de cianita é maior.

O magnetita-anfibolito configura uma camada contínua e com uma grande extensão territorial (Figuras 4.1, 4.2 e 4.3), a qual se encontra logo abaixo da camada de solo e saprólito, e frequentemente apresenta intercalações de níveis com granada (granada anfibolito). É uma rocha formada por anfibólio, plagioclásio, epidoto, magnetita, e quartzo em menor proporção. Essa unidade é interpretada como um basalto metamorfizado na fácies anfibolito (Oliveira et al., 2015), e é relacionada às rochas metavulcânicas básicas a intermediárias da Sequência Mara Rosa. É um litotipo que possui uma fraca sulfetação, e está desenvolvida nela uma alteração propilítica (epidoto + clorita ± pirita).

O minério ocorre hospedado em três litologias principais, que entre eles próprios possuem diferenças entre as proporções dos minerais primários e traços (Quadro 4.1). São elas: (i) BSS, e é geralmente feldspático, (ii) MVI; (iii) MTF. Essa última unidade possui duas ideias para a formação dela: (a) seria de fato um metatufo gerado a partir das cinzas vulcânicas expelidas durante a erupção vulcânica. (b) Uma rocha do próprio alvo Buriti, que passou por um processo mais intenso de deformação, atingindo uma textura e granulação de um ultramilonito (Sibson, 1977).

Essas unidades ocorrem como camadas contínuas estiradas sub-horizontais, e por vezes ocorrem de forma lenticular (Figuras 4.1 e 4.2).

A relação espacial das unidades apresentadas acima pode ser visualizada a partir do mapa geológico (Figura 4.1), e das seções geológicas (Figuras 4.2 e 4.3) confeccionadas a partir dos furos de sondagens a seguir.

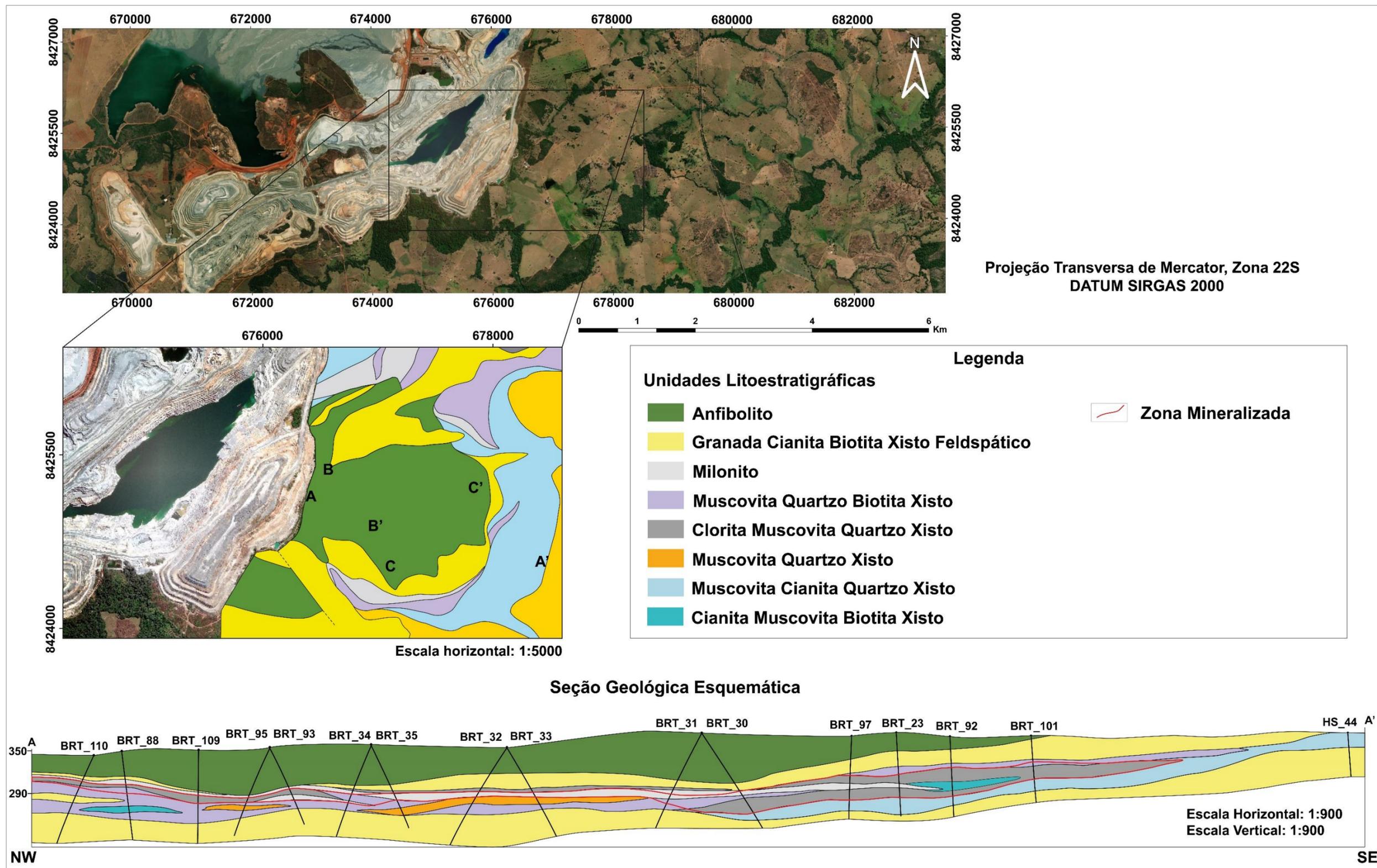
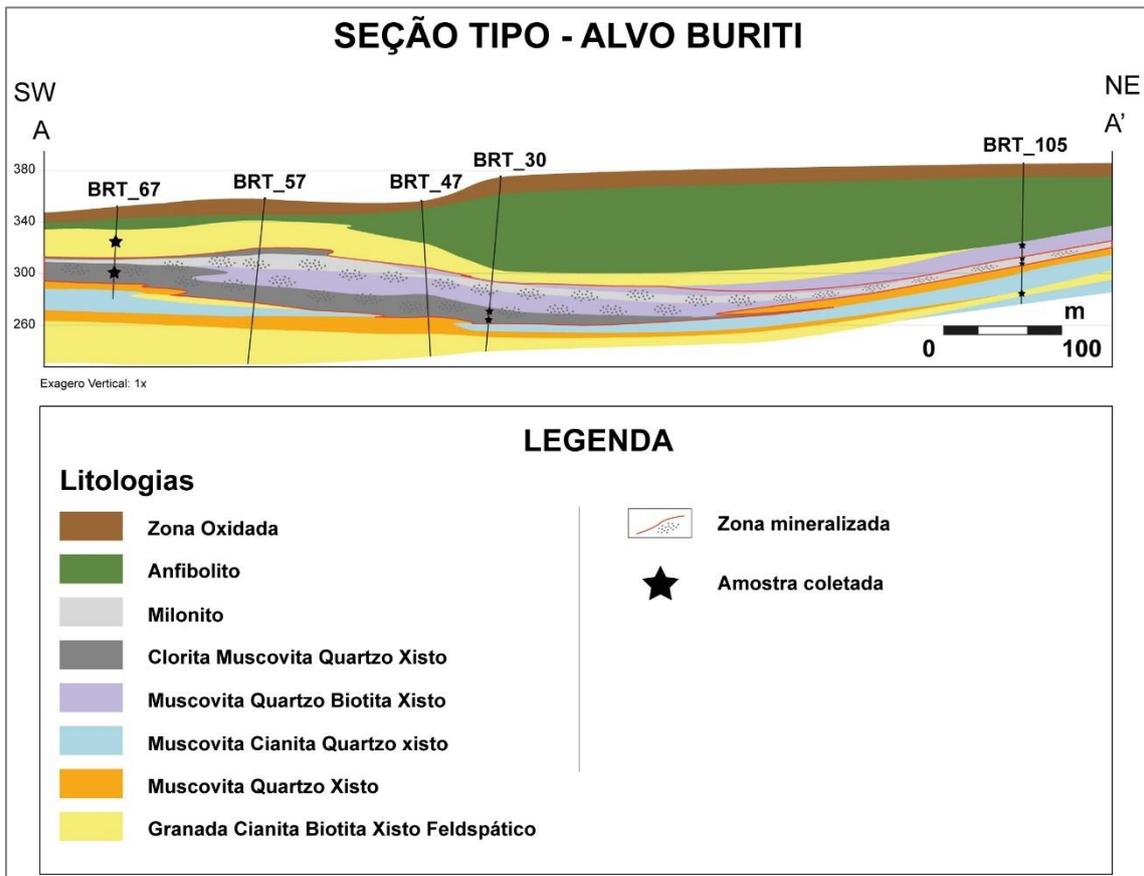
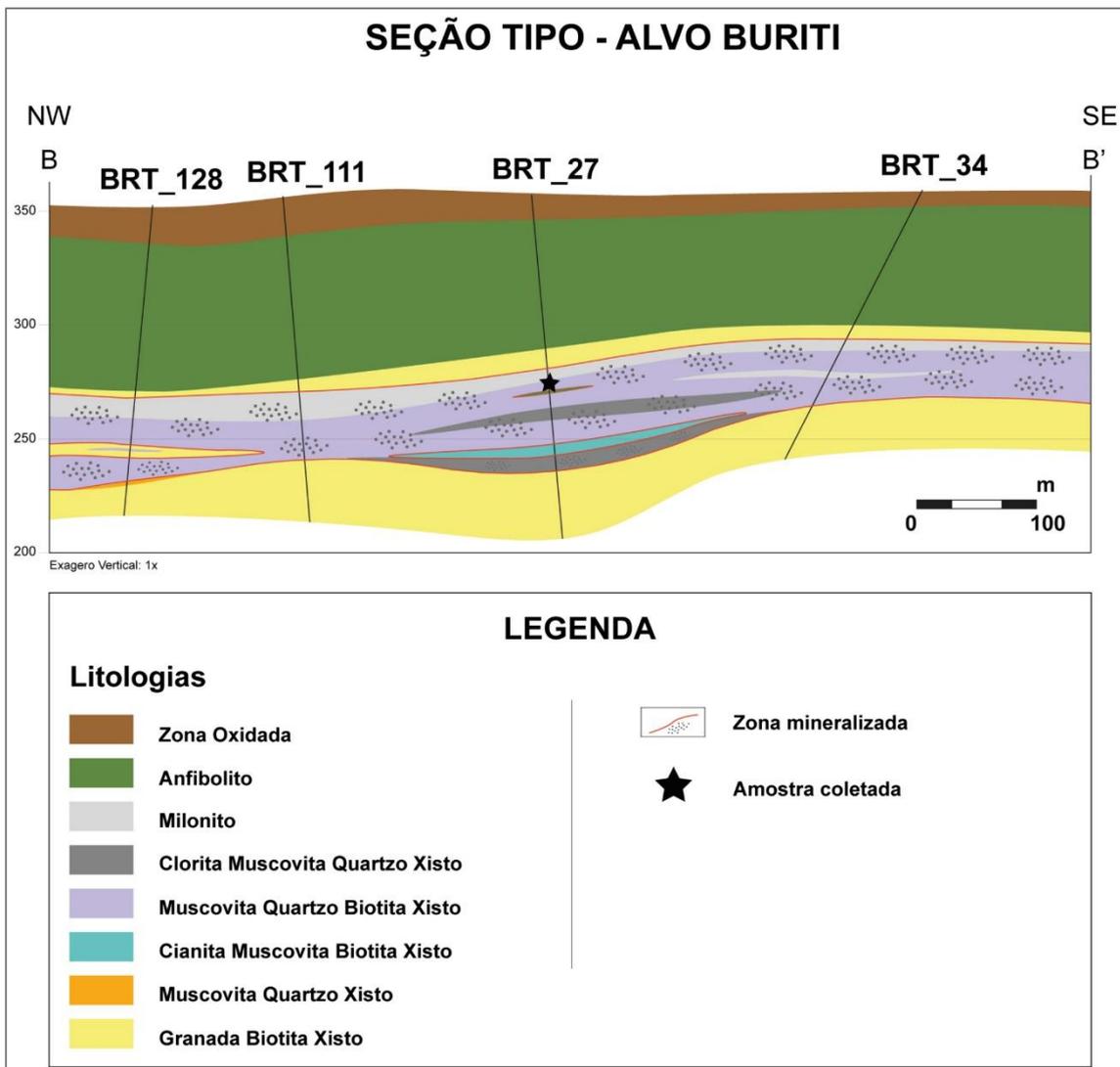


Figura 4.1 – Mapa geológico do Alvo Buriti.



**Figura 4.2** - Seção geológica característica do alvo Buriti, a qual apresenta os seus principais litotipos, a zona mineralizada, e a região de onde foi amostrado o testemunho de sondagem.



**Figura 4.3** - Seção geológica característica do alvo Buriti, a qual apresenta os seus principais litotipos, a zona mineralizada, e a região de onde foi amostrado o testemunho de sondagem.

## 4.1 Trabalho de Campo

Devido a área ser recoberta em grande por uma extensa cobertura laterítica, e as litologias do alvo Buriti serem sub-horizontais, resultando em um relevo aplainado (Figura 4.4), dificulta-se na obtenção de bons afloramentos. Porém, a partir do caminhar realizado, foram possíveis a obtenção de 4 pontos (Figura 4.5).

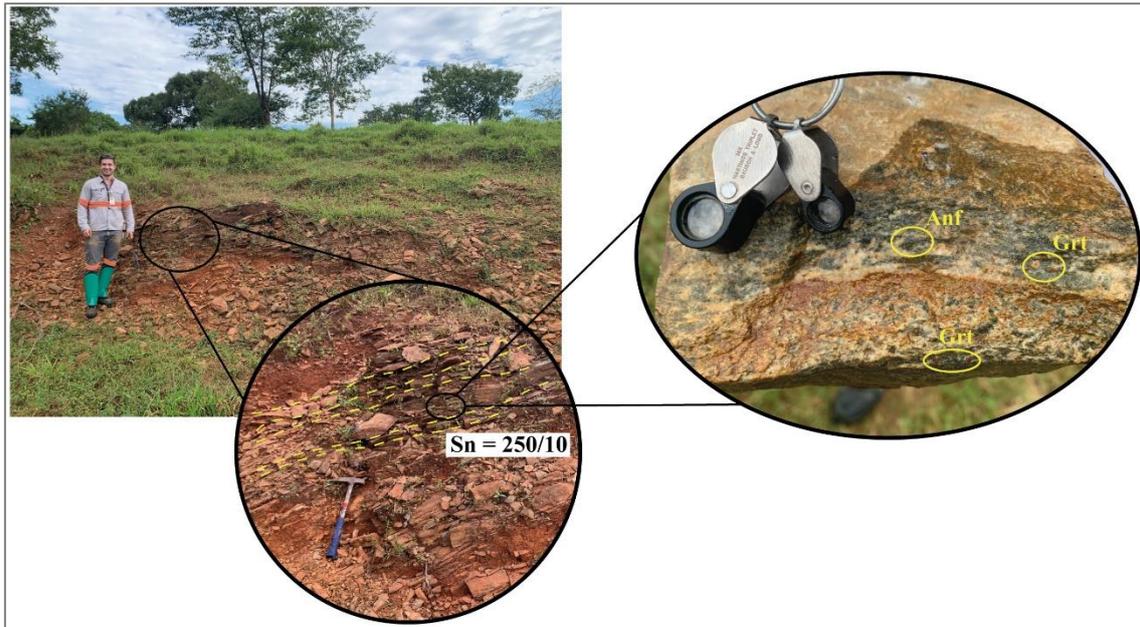


**Figura 4.4** - Registro fotográfico da geomorfologia e vegetação da região do Buriti, capturado na Serra do Hidrotermalito, com vista para a Mina de Chapada. Apresenta uma vegetação de cerrado ralo, com porções mais densas, em relevo geralmente aplainado.



**Figura 4.5** - Mapa de pontos dos afloramentos vistos em campo. P1: MTS; P2: SQS; P3: ANF; P4: SQKS/KQZT.

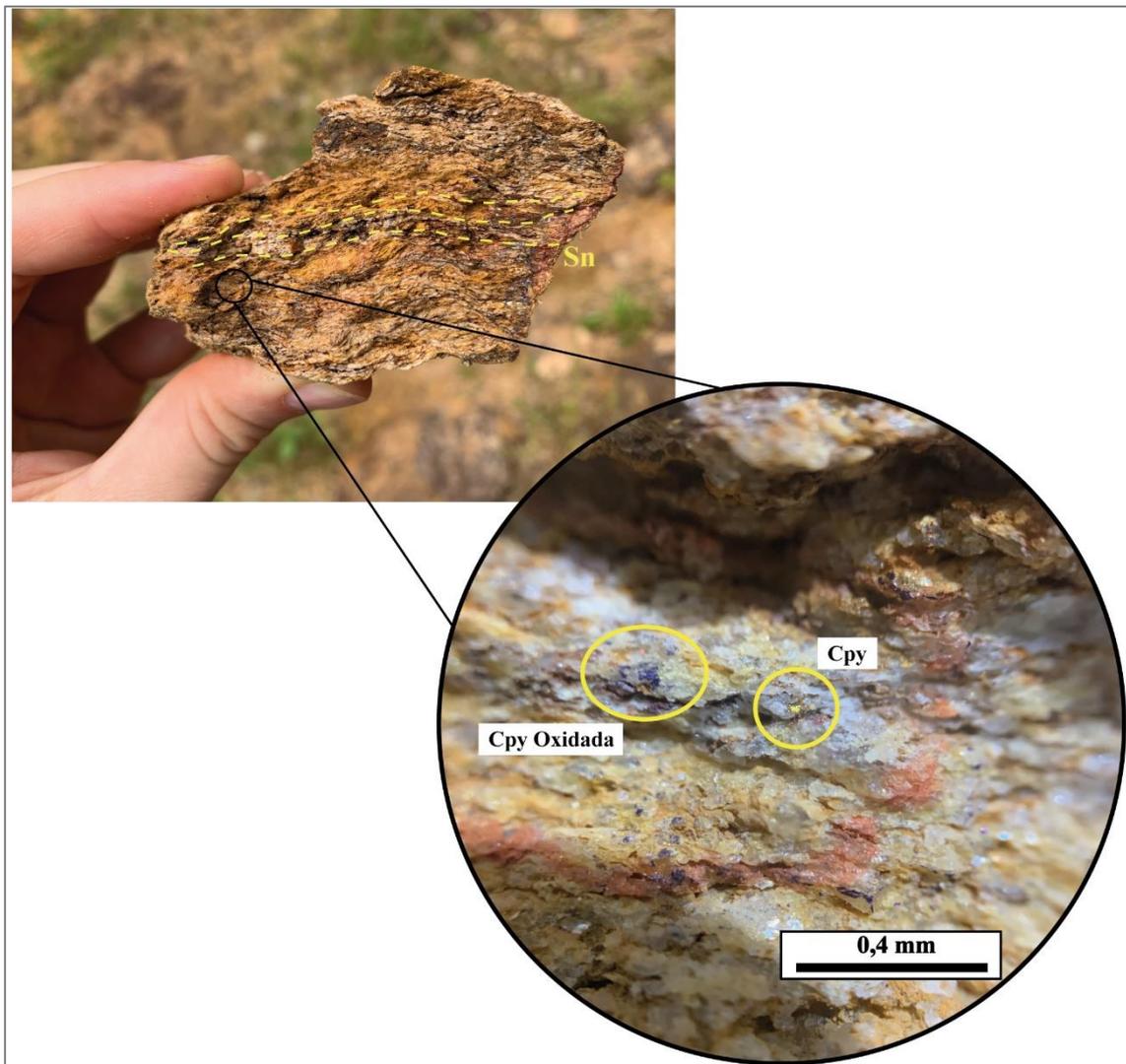
No ponto 1, trata-se de um afloramento de granada-plagioclásio-anfibólio gnaisse (Figura 4.6), que é correlacionado com o muscovita-granada-cianita-biotita xisto feldspático (MTS). A rocha está levemente alterada, devido ao intemperismo, mas sendo ainda possível a visualização das feições originais da rocha. A camada possui um *dip direction* no valor de 250/10, com uma direção NW/SE, semelhante com o que é visto nas seções geológicas (Figuras 4.1 e 4.2).



**Figura 4.6** – Afloramento de granada-plagioclásio-anfibólio gnaiss. Nota-se porfiroblastos de granada dispersos. A camada possui *dip direction* no valor de 250/10.

No ponto 2, trata-se de um muscovita-quartzo xisto, com uma forte xistosidade, alterada devido ao intemperismo imposta nela. É correlacionada com o sericita-quartzo xisto nos testemunhos de sondagem, essa que não foi amostrada para esse trabalho. Foi ainda possível a visualização de pontos muito finos de calcopirita disseminada. (Figura 4.7).

No ponto 3, foram encontrados apenas blocos soltos de anfibolito, com uma epidotização presente, podendo caracterizar uma possível alteração propilítica (Figura 4.8). Essa rocha é correlacionada com o granada anfibolito/anfibolito, encaixante da mineralização, vistos nos testemunhos de sondagem, que também não foi amostrado.



**Figura 4.7** – Rocha fortemente xistosa e alterada, devido aos efeitos do intemperismo. É visualizada a calcopirita oxidada e não alterada disseminada | Legenda: Cpy: calcopirita.

E por último o ponto 4, localizado na Serra do Hidrotermalito, onde encontra-se rochas representantes do halo argílico do depósito, caracterizadas por cianititos intercalados com cianita quartzitos (Figura 4.9). Essa rocha é correlacionada com o sericita-muscovita-cianita-quartzo xisto (SQKS) e cianita quartzito (KQZT) nos testemunhos de sondagem.



**Figura 4.8** – Bloco solto de anfibolito epidotizado.



**Figura 4.9** – Rocha composta principalmente por cianita. Afloramento encontrado na Serra do Hidrotermalito. Está cortada por um veio de quartzo.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Caracterização Petrográfica

Foram analisadas 15 amostras do alvo Buriti, permitindo o reconhecimento de 3 litotipos hospedeiros principais da mineralização: (i) MVI (Metavulcânica Intermediária); (ii) BSS (Biotita Sericita Xisto); (iii) MTF (Metatufo). Vale ressaltar que esses dois últimos também são encontrados como unidades estéreis. Além desses, 2 litotipos encaixantes foram identificados, sendo eles: (i) MTS (Metassedimentar); (ii) KQZT (Cianita Quartzito). Essas siglas fazem parte da nomenclatura usada pela equipe de exploração da Lundin Mining, e estão presentes no Quadro 1, e as descrições petrográficas encontram-se no Apêndice.

#### 5.1.1 Rochas Encaixantes

Para este trabalho, foram amostradas 02 (duas) amostras de encaixantes entre as que constituem o Buriti, são elas: metassedimentar (MTS), e o cianita quartzito (KQZT).

##### 5.1.1.1 *Metassedimentar (MTS)*

A unidade metassedimentar (MTS) é uma rocha muito aluminosa, recebendo essa classificação pela equipe de exploração do projeto Chapada, por conta da presença de porfiroblastos de granada.

É uma rocha com uma coloração escura, devido a grande presença da biotita, com cristais de granada imersos na matriz de granulação fina (Figura 5.1a).

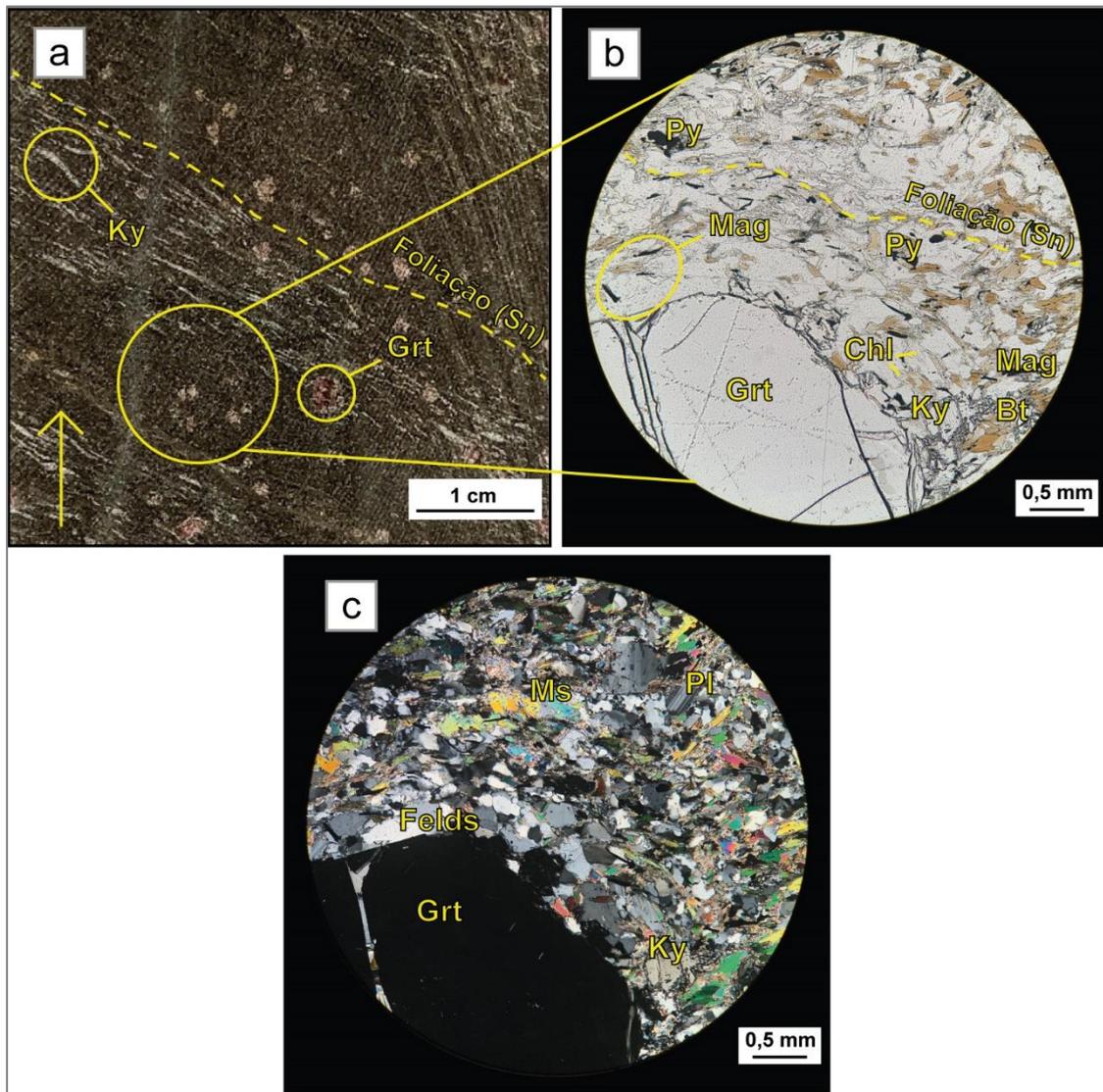
É composta por biotita (20 – 25%), plagioclásio (20 – 25%), cianita (10 - 15%), granada (10 – 15%), clorita (5 – 10%), muscovita (4 – 9%), feldspato (3 – 9%), magnetita (3 - 5%), pirita (2 – 4), calcopirita (< 1%), zircão (<1 %).

Em escala microscópica, a biotita é lamelar, subidiomórfica, em textura lepidoblástica, com forte pleocroísmo que varia entre amarelo pálido e marrom escuro. O tamanho médio é de 0,22 mm. Ocorrem cristais parcialmente cloritizados nas bordas, e geralmente encontra-se com o halo pleocróico, devido ao zircão incluso nela. O plagioclásio é xenomórfico a subidiomórfico, com tamanho médio de 0,22 mm, e em grande parte encontra-se em contato serrilhado com a biotita. O plagioclásio possui comumente geminação polissintética, e a sua composição varia de albita (An<sub>5</sub>) a

oligoclásio ( $An_{14}$ ), definindo duas populações de plagioclásio. A cianita é xenomórfica a subidiomórfica, estirada, e encontra-se em textura nematoblástica. Possui tamanho médio de 2,4 mm, e geralmente está em contato com a biotita. A granada é subidiomórfica, ainda apresentando algumas faces preservadas. O tamanho médio é de 2,42 mm. A muscovita é subidiomórfica a idiomórfica, incolor, hábito lamelar, com uma média de tamanho de aproximadamente 0,17 mm. Faz contato ondulado com os cristais de feldspato e biotita.

Como minerais acessórios, a clorita é xenomórfica, resultado do retrometamorfismo da biotita. Possui um fraco pleocroísmo, variando entre verde pálido e amarelo pálido. O feldspato é tido como sendo da fase primária. É subidiomórfico, incolor, com cor de interferência. Por vezes ocorre em contato com cristais de plagioclásio. Localmente há a manifestação de cristais com a geminação de Carlsbad. O zircão ocorre como cristais idiomórfico a subidiomórfico, e ocorrem no interior da biotita.

A pirita é xenomórfica, inequigranular, localmente subidiomórfica, com o tamanho médio de 1,24 mm. Eventualmente ocorre estirada, seguindo o plano da foliação, e por vezes faz contato planar com a biotita. A magnetita é xenomórfica à subidiomórfica, de coloração cinza, com uma média de tamanho de até 0,15 mm, mas atinge até 1 mm, e ocorre de forma disseminada.



**Figura 5.1** - a) (67a) Muscovita-granada-cianita-biotita xisto feldspático, com um discreto bandamento composicional, marcado por níveis com quantidades variadas de cianita. A seta amarela indica o topo do furo de sondagem. | b; c) Fotomicrografias evidenciando as texturas granolepidoblástica (feldspatos e biotita/muscovita) e porfiroblástica (granada). | b) polarizadores paralelos; c) polarizadores cruzados. | Legenda: Grt: granada; Bt: biotita; Chl: Clorita; Ky: cianita; Felds: feldspato; Ms: muscovita; Pl: plagioclásio; Py: pirita; Mag: magnetita.

### 5.1.1.2 *Muscovita Cianita Quartzo Xisto (SQKS)*

O muscovita-cianita-quartzo xisto é depletado nas concentrações de cobre, mas com teores consideráveis de ouro.

É uma rocha de coloração acinzentada, de granulação fina a média, e forte silicificação. Texturalmente granoblástica e nematoblástica, marcada pelos cristais de quartzo e cianita, respectivamente (Figura 4.6a).

É composta por quartzo (45 – 50%), cianita (20 – 25%), muscovita (5 - 10%), pirita (8 – 11%), sericita (2 – 5%), magnetita (1 – 3%), rutilo (< 1%), calcopirita (traço). Em escala microscópica, o quartzo é inequigranular subidiomórfico à idiomórfico, com granulação média de aproximadamente 0,06 mm, extinção ondulante em alguns cristais. Os contatos entre eles são ondulados e planares (Figura 5.2c).

A cianita é subidiomórfica, possui um fraco pleocroísmo, variando de incolor a amarelo pálido. Tamanho médio de aproximadamente 1,6 mm, geralmente faz contato planar com os cristais de quartzo.

A muscovita é xenomórfica a subidiomórfica, com textura diablástica, e parece alterar os cristais de cianita (Figura 5.2c).

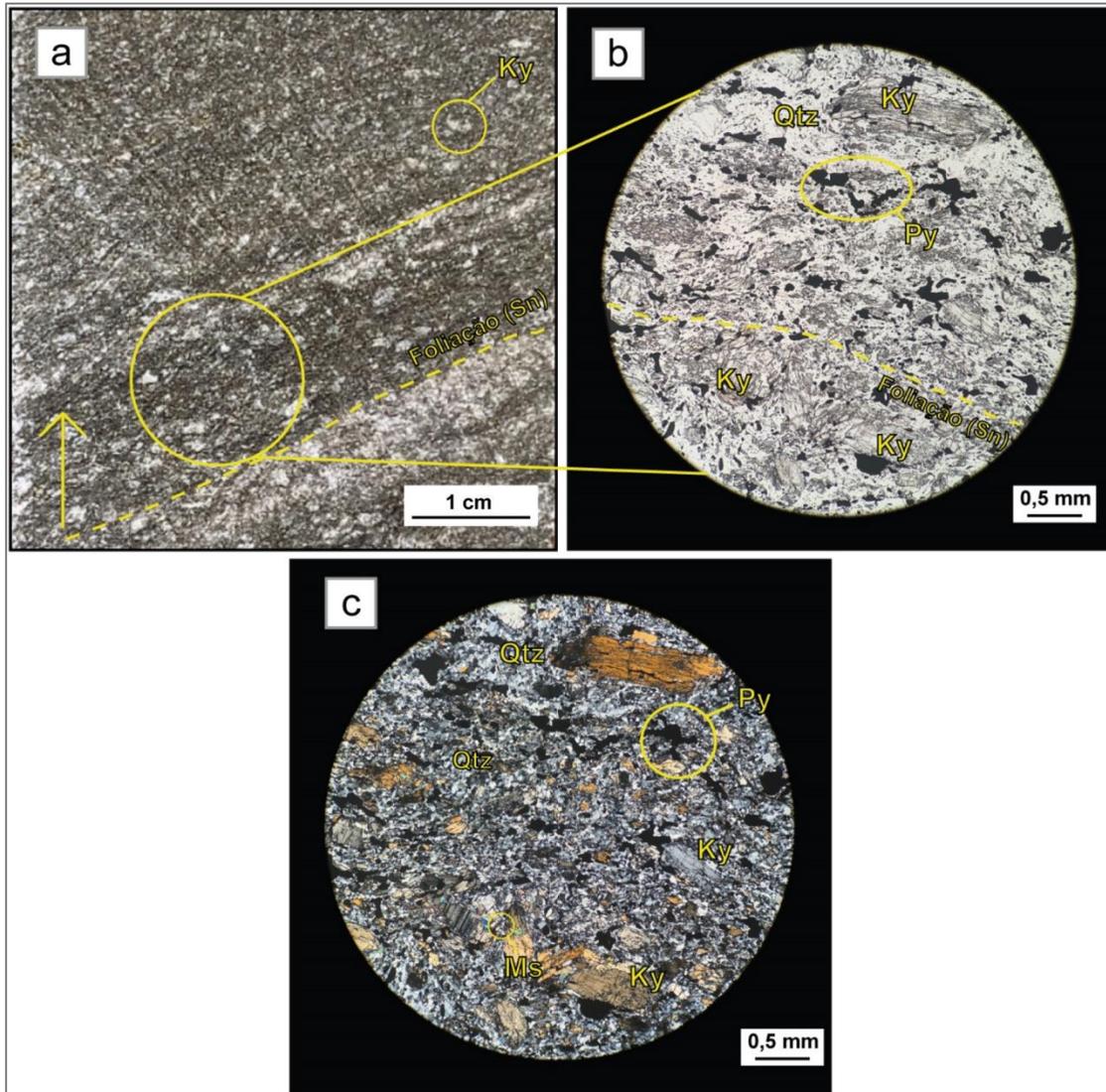
A sericita ocorre como cristais muito finos, incolores, fraco pleocroísmo, e possui uma alta birrefringência. Compõe a matriz juntamente com o quartzo.

A pirita é inequigranular, principalmente xenomórfica, variando para subidiomórfica. Possui um tamanho médio de 0,68 mm, mas pode atingir até 2,5 mm. Ocorre de forma disseminada na matriz quartzosa. (Figura 5.2c).

A magnetita é xenoblástica, com tamanho médio de 0,26 mm. Ocorre de forma disseminada, e por vezes está associada com a pirita nas bordas.

O rutilo é idiomórfico e equigranular, com tamanho médio de 0,2 mm. Apresenta uma coloração marrom escuro.

A calcopirita é inequigranular muito fina e xenomórfica, de cor amarela. Encontra-se disseminada na matriz quartzosa, e ocorre associada com a pirita nas bordas. Tamanho médio de 0,11 mm, e localmente encontra-se cristal com 0,42 mm.



**Figura 5.2** - a) Sericita-muscovita-cianita-quartzo xisto (105b) com cristais de cianita orientados, em textura nematoblástica, marcando a foliação. A seta amarela indica o topo do furo de sondagem. | b; c) Sulfetos estirados e concordantes com o plano da foliação. | b) polarizadores paralelos; c): polarizadores cruzados. | Legenda: Ms: muscovita; Ky: cianita; Py: pirita; Qtz: quartzo.

### 5.1.2 Rochas Hospedeiras

Foram amostradas 03 (três) unidades hospedeiras que constituem o Buriti, são elas: biotita sericita xisto (BSS), metavulcânica intermediária (MVI), e o metatufos (MTF).

### 5.1.2.1 *Biotita Sericita Xisto (BSS)*

O biotita sericita xisto possui pequenas variações composicionais, mas no geral é descrito como muscovita-quartzo-biotita xisto.

É uma rocha de granulação fina à média, com cristais inequigranulares e textura granolepidoblástica. Apresenta um bandamento composicional, caracterizado por bandas de coloração cinza claro, devido à predominância de muscovita e quartzo, e por bandas mais escuras, dominadas pela dominância da biotita. Possui características de uma rocha que passou por um processo de deformação intenso, com feições miloníticas e com uma forte xistosidade (Figura 5.3a; b; c; d), com os minerais estirados e concordantes com o plano da foliação principal, definida principalmente pela muscovita e biotita.

É constituído por biotita (20 - 30%), quartzo (15 - 25%), muscovita (10 - 20%), cianita (7 - 12%), feldspato (6 - 9 %), epidoto (2 - 9%), clorita (2 - 7%), pirita (4 - 7%), calcopirita (2 - 7%), magnetita (1 - 2%), zircão (< 1%).

Levando em conta a composição mineralógica e a possível alteração hidrotermal associada ao sulfeto, é possível diferenciar outros dois biotita sericita xisto (BSS): (i) BRT\_107A, composto por quartzo (20 - 25%), biotita (15 - 20%), muscovita (10 - 15%), sericita (10 - 15%), clorita (7 - 12%), epidoto (2 - 9%), carbonato (3 - 7%), pirita (5 - 7%), calcopirita (5 - 7%), magnetita (2 - 3%), zircão (< 1%); (ii) BRT\_115A, rocha estéril, composta por biotita (19 - 21%), sericita (17 - 19%), quartzo (13 - 15%), cianita (10 - 12%), clorita (9 - 11%), muscovita (7 - 9%), carbonato (7 - 10%), epidoto (4 - 6%), clinozoisita (4 - 6%), pirita (3 - 5%), magnetita (2 - 3%), calcopirita (1 - 2%), zircão (< 1%).

Os cristais de biotita são xenomórficos a subidiomórficos, possuem um forte pleocroísmo que varia entre amarelo pálido e marrom escuro. Ocorrem duas fases da biotita: (i) hábito lamelar de grão médio, de aproximadamente 2,2 mm, geralmente está estirada, marcando o plano da foliação. Por vezes, apresenta-se na forma de biotita *fish* (Figura 5.3c), e faz contato ondulado com os agregados de cristais de quartzo e feldspato, e por vezes com os sulfetos; (ii) ocorre também com uma granulação muito fina na matriz, em conjunto com a sericita e quartzo (Figura 5.3c; d; f).

Os cristais de quartzo são xenomórficos a subidiomórficos, inequigranulares, e geralmente formam agregados poligonais. Exibe contatos serrilhados e ondulados entre si, planares com os cristais de muscovita.

A muscovita é subidiomórfica a idiomórfica, faz contato planar com os agregados de cristais de quartzo e feldspato, ondulado a planar com a cianita, e irregular a dentado com os sulfetos (Figura 5.3f). Muitos cristais ocorrem com extinção ondulante.

O carbonato é xenomórfico e inequigranular, incolor à rosado. Tamanho máximo de aproximadamente 0,36 mm. Está geralmente associado com os agregados de quartzo e feldspato, e faz contato planar entre eles e os sulfetos (Figura 5.3f).

A cianita é xenomórfica, por vezes encontra-se cristais subidiomórficos, e eventualmente está em contato planar e ondulado com a muscovita, e por vezes irregular com a biotita (Figura 5.3e; f).

O epidoto é xenomórfico à subidiomórfico, inequigranular. Possui um hábito granular a prismático, de relevo alto, orientado e concordante com o plano da foliação, formando uma textura nematoblástica.

O feldspato é inequigranular e subidiomórfico. Ocorre em contato planar com os cristais de quartzo, formando agregados poligonais. Importante deixar claro que se trata de um mineral primário, e não metamórfico.

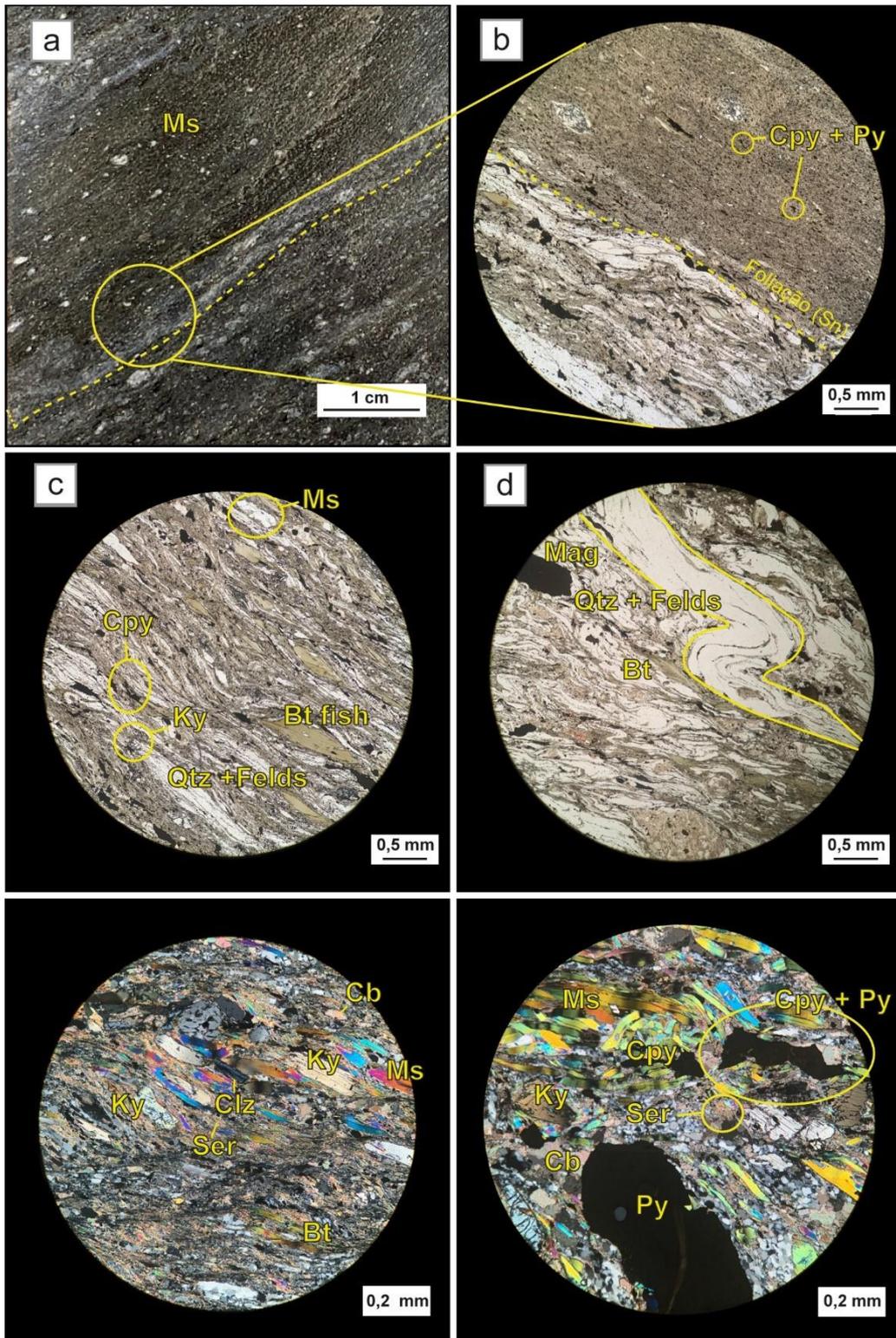
A clorita ocorre como cristais xenomórficos e geralmente equigranulares, com um baixo relevo, fraco pleocroísmo, variando entre verde e amarelo pálido. Manifesta-se de duas formas: (i) hábito acicular, em textura diablástica. Possui um tamanho médio de 0,05 mm; (ii) hábito lamelar, produto do retrometamorfismo da biotita. Possui um tamanho médio de 0,12 mm.

A pirita é inequigranular, xenomórfica a subidiomórfica, de coloração amarelo pálido, estirada e geralmente orientada concordante com o plano da foliação. Possui um tamanho máximo de 1,4 mm, e está associada principalmente à matriz de granulometria muito fina. Faz contato planar com o epidoto, e eventualmente está em contato ondulado com a muscovita. Por vezes, encontra-se calcopirita associada nas bordas.

A calcopirita é inequigranular, xenomórfica a subidiomórfica, encontra-se disseminada na matriz com uma granulação muito fina, e também associada com a pirita

e magnetita nas bordas. Também se encontram estiradas e concordantes com o plano da foliação. O tamanho varia de aproximadamente 0,005 mm a 1,5 mm.

A magnetita é xenomórfica, de coloração cinza, e com tamanho que varia de 0,04 mm, aproximadamente, até 1,7 mm. Está geralmente associada com a calcopirita e pirita. O zircão é incolor, possui relevo e cor de interferência alta, e encontra-se no interior dos cristais de biotita, formando o halo pleocróico.



**Figura 5.3** - a) Sericita Muscovita Biotita Quartzo Xisto (107a) com uma matriz de granulometria muito fina, com bandas claras formadas por quartzo e feldspato. A seta amarela indica o topo do furo de sondagem. | b) Diferença composicional e textural marcada por vênulas de quartzo e feldspato potássico, contrastando com uma matriz muito fina. | c) Fotomicrografia de cristais de biotita “fish”, muscovita, cianita, calcopirita orientados. | d) vênulas de quartzo e feldspato com intenso dobramento. | b; c; d) polarizadores paralelos. | e; f) polarizadores cruzados. | Legenda: Bt: biotita; Ms: muscovita; Ky: cianita; Cb: carbonato; Kf: dspato potássico; Ser: sericita; Clz: clinozoisita; Cpy: calcopirita; Py: pirita; Qtz: quartzo.

### 5.1.2.2 *Metavulcânica Intermediária (MVI)*

A rocha metavulcânica intermediária possui, assim como o biotita sericita xisto (BSS) (Quadro 1), variações composicionais em relação à mineralogia, mas no geral é descrita como clorita-epidoto-muscovita-quartzo xisto feldspático.

É uma rocha de cor acinzentada a esverdeada. Dispõe de uma granulação fina a média, com intensa xistosidade e textura granolepidoblástica, caracterizada pela muscovita, sericita, clorita, e cristais de quartzo e feldspato (Figura 5.4a). Há uma diferença composicional, em virtude da proporção da clorita.

Em suma, é constituído por quartzo (25 – 30%), muscovita (10 – 15%), feldspato (10 – 15 %), epidoto (7 – 12%), biotita (5 – 10%), clorita (5 – 10%), carbonato (2 – 7%), pirita (4 – 7%), calcopirita (3 – 5%), magnetita (1 – 3%). Também é válido ressaltar que há entre as amostras analisadas, diferenças composicionais e mineralógicas, como por exemplo: (i) sericita varia entre 22 – 24% na amostra 30a (BRT-67), 10 – 12% na amostra 30b (BRT-30), e apenas 1% na amostra 67b (BRT-67). (ii) clorita varia entre 18 – 20% na amostra 30a (BRT-30), 10 – 12% na amostra 30b (BRT-30), e 7 – 9% na amostra 67b (BRT-67). Por fim, na amostra 67b (BRT-67), há 3 – 5% de clinozoisita na composição.

O feldspato é inequigranular, subidiomórfico, faz contato planar com os cristais de quartzo, formando agregados poligonais. Ocorre tanto na matriz, quanto nas vênulas tardias com os cristais de quartzo. O tamanho médio é de aproximadamente 0,56 mm. Assim como no BSS, não ocorre como um mineral metamórfico.

Os cristais de quartzo são inequigranulares subidiomórficos a idiomórficos, e por vezes xenomórficos. Possui granulação média de 0,4 mm, com grãos locais que chegam até 2,64 mm. Devido ao grau de deformação imposta na rocha, alguns cristais apresentam extinção ondulante. A grande maioria do quartzo presente na rocha forma agregados poligonais juntamente com o feldspato, fazendo contato planar, serrilhado, e eventualmente ondulado, assim como faz também com os cristais de biotita (Figura 5.4e; f). Também faz contato serrilhado a planar com os cristais de calcopirita e pirita (Figura 5.4c; e)

A muscovita é subidiomórfica à idiomórfica. É inequigranular, de hábito lamelar, havendo cristais com o tamanho de 0,88 mm, podendo alcançar até 4,4 mm.

Ocorre de forma orientada, seguindo o plano da foliação. Ocasionalmente faz contato ondulado a planar com os sulfetos (Figura 5.4f).

O epidoto é subidiomórfico, apresentando também cristais xenomórficos e idiomórficos, de hábito granular e prismático, relevo alto, incolor, e geralmente caracterizando uma textura nematoblástica. Faz contato planar a ondulado com o quartzo, e lobular com a biotita e muscovita (Figura 5.4c; e).

A biotita é xenomórfica a subidiomórfica, de hábito lamelar, orientados seguindo uma direção preferencial. Faz contato planar e ondulado com a muscovita, clorita, agregados de quartzo e feldspato potássico, e os sulfetos (Figura 5.4c; e). O tamanho máximo é cerca de 0,72 mm.

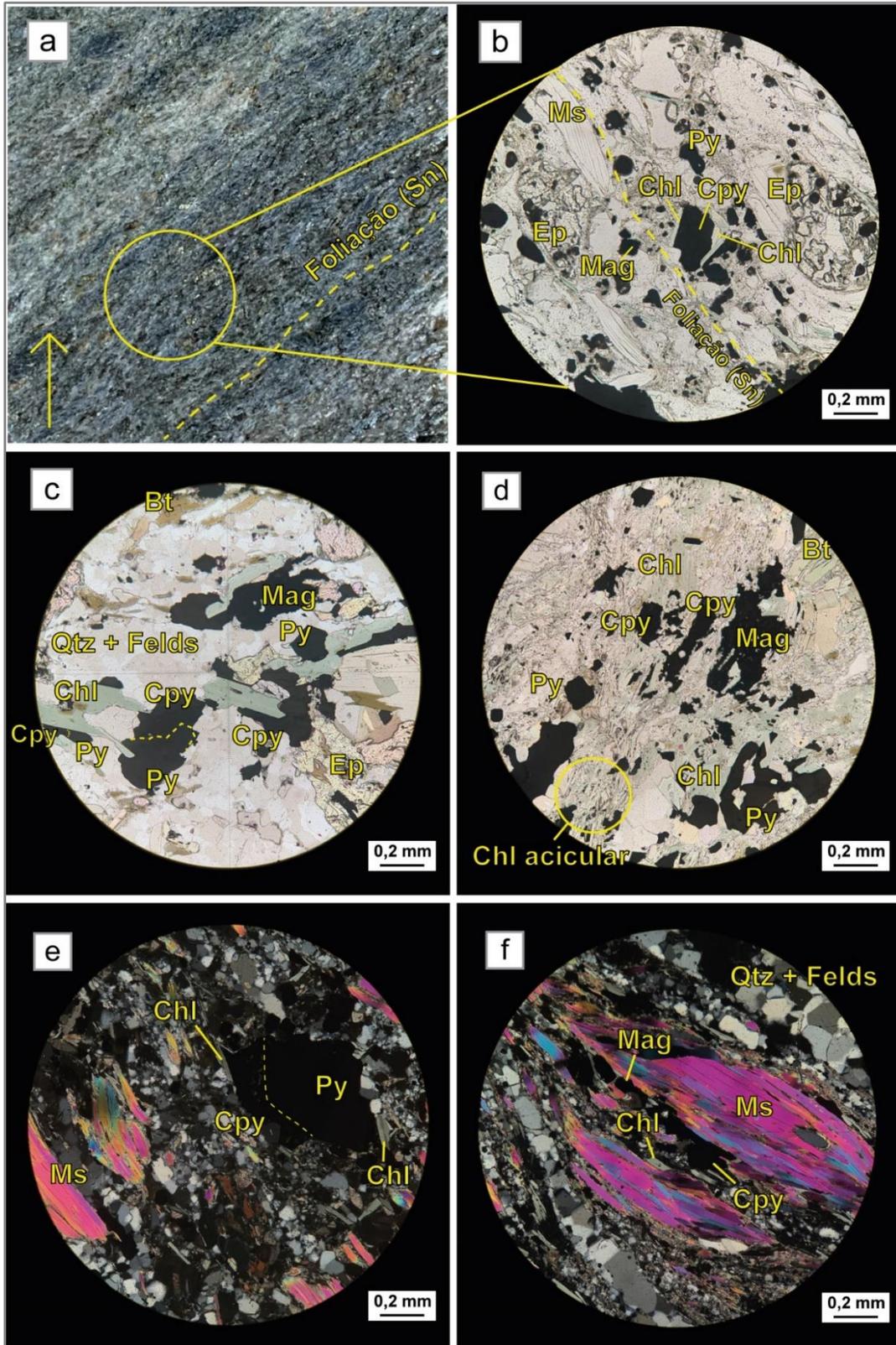
A clorita é subidiomórfica a idiomórfica, e inequigranular. Está geralmente associada com os sulfetos, em contato planar e lobulados entre eles (Figura 5.4b; c; d), assim como a biotita, muscovita e os agregados poligonais de quartzo e feldspato, e por vezes faz contato ondulado com a muscovita (Figura 5.4f). O tamanho máximo dos cristais pode chegar até 0,72, aproximadamente. Ela ocorre de duas formas principais: (i) cristais muito bem definidos, de hábito lamelar, associada com os sulfetos (Figura 5.4c), e eventualmente está em contato planar com a biotita, possivelmente indicando um retrometamorfismo imposto, em textura lepidoblástica (Figura 5.4c; d); (ii) cristais lamelares muito finos, em textura diablástica. (Figura 5.4d).

O carbonato é xenomórfico a subidiomórfico inequigranular, incolor a uma fraca tonalidade rosada. Tamanho máximo de aproximadamente 0,73 mm, e está geralmente associado com os agregados poligonais quartzo feldspáticos, geralmente em contato lobulado.

A pirita varia de xenomórfica a subidiomórfica, inequigranular, de coloração amarelo pálido. Há cristais que estão estirados e deformados, os quais estão concordantes com o plano da foliação, e há aqueles que estão sem orientação preferencial. Faz contato lobulado com o carbonato, e com os agregados poligonais quartzo feldspáticos e a clorita em contato serrilhado e planar. O tamanho máximo pode alcançar até 2,12 mm.

A calcopirita é xenomórfica e inequigranular, com um tamanho máximo de até 0,92 mm. Faz contato planar a ondulado com os cristais de clorita e muscovita, e também está associada com a pirita em contato ondulado.

A magnetita é xenoblástica, de cor cinza, geralmente está associada com a pirita e calcopirita nas bordas.



**Figura 5.4** - a) (30b) Clorita Epidoto Muscovita Quartzito, com uma forte xistividade, marcada pela muscovita, e há bandas mais quartzosas e outras com mais muscovita. A seta amarela indica o topo do furo de sondagem. | b; c; d) polarizadores paralelos, e forte associação da clorita diablástica com os sulfetos (Cpy e Py) | e; f) polarizadores cruzados. | e; f) Fotomicrografias evidenciando a textura granolepidoblástica. Legenda: Qtz: Quartzo; Bt: biotita; Chl: Clorita; Ms: muscovita; Ep: epidoto; Felds: feldspato; Cpy: calcopirita; Py: pirita; Mag: magnetita.

### 5.1.2.3 “Metatufo” (MTF)

O metatufo (MTF) é uma unidade controversa. Há duas ideias principais: (i) trata-se de fato de uma rocha piroclástica, que subsequentemente foi submetida a eventos de deformação e estiramento, os quais promoveram texturas miloníticas, assim como ocorreu em todas as outras unidades do Buriti; (ii) como dito anteriormente, o alvo Buriti é considerado um corpo milonítico. Porém, a litologia metatufo (MTF) seria um produto das outras litologias que compõem o Buriti, as quais passaram por um processo ainda mais intenso de deformação.

É uma rocha de granulação muito fina, no geral possui uma cor acinzentada, devido ao quartzo e sericita compondo a matriz, mas também com algumas variações, notando-se bandas mais escuras, devido a biotita. Assim como nas outras unidades hospedeiras, a mineralização ocorre disseminada e com uma granulação muito fina.

Foram amostrados três conjuntos diferentes dessa unidade, de composições mineralógicas diferentes: (i) constituído por biotita (20 – 25%), quartzo (20 – 25%), muscovita (10 – 15%), epidoto (5 – 15%), cianita (2 - 7%), pirita (5 - 7%), calcopirita (5 – 7%), magnetita (5 – 7%), titanita (< 1%), zircão (< 1%); (ii) constituído por biotita (22 – 24%), quartzo (16 – 18%), muscovita (13 – 15%), epidoto (8 – 10%), granada (8 – 10%), clinozoisita (6 – 8%), pirita (5 – 7%), calcopirita (2 – 3%), magnetita (4 – 5%); (iii) constituído por quartzo (30 – 40%), sericita (15 – 25%), cianita (15 – 20%), muscovita (5– 10%), pirita (5 – 10%), magnetita (2 – 3%), calcopirita (< 1%), rutilo (< 1%). Dentre as três amostras acima apresentadas, a última possui uma composição bem diferente em relação as outras, e similar em relação à mineralogia com a litologia muscovita-cianita-quartzo xisto (Figura 5.6).

Em escala microscópica, a biotita está limitada em relação a sua visualização, mesmo utilizando a ocular com o aumento de 50x, provavelmente devido à intensidade da deformação imposta na rocha. Apesar disso, é possível visualizar o pleocroísmo característico do mineral, e que ele compõe consideravelmente a matriz, caracterizando também a foliação presente. É evidente a associação da biotita com os sulfetos e a magnetita, além de minerais como a muscovita, e os agregados de quartzo.

O quartzo é xenomórfico a subidiomórfico, formando agregados poligonais na forma de vênulas, geralmente, fazem contato entre si de forma planar e dentada e por

vezes possuem extinção ondulante. Essa forma de cristais agregados pode indicar uma possível recristalização, ou uma silicificação tardia. O tamanho deles pode chegar até 0,065 mm, aproximadamente. Ocasionalmente há a associação de pirita e calcopirita com os agregados de quartzo.

A muscovita é subidiomórfica a idiomórfica, hábito lamelar, com tamanho médio de 0,38 mm. Ocorre de forma estirada, concordante com o plano da foliação, eventualmente com diferentes formas de mica fish (Figura 5.5b; c). Geralmente faz contato ondulado com os sulfetos.

O epidoto é xenomórfico a subidiomórfico, com cristais granulares a prismáticos, com um tamanho médio de 0,56 mm, e normalmente está estirada devido a deformação e orientados em textura nematoblástica.

A sericita ocorre como cristais muito finos, incolores, fraco pleocroísmo, e possui uma alta birrefringência. Compõe a matriz juntamente com o quartzo.

A cianita é xenomórfica, e eventualmente subidiomórfica, comumente encontra-se bastante deformados. O tamanho máximo é de 0,68 mm.

A granada é idiomórfica, geralmente equigranular. Não apresenta as fraturas características do mineral, e eventualmente os sulfetos estão associados nas bordas. Tamanho médio é de 0,2 mm.

A clinozoisita é xenomórfica à idiomórfica, fraco pleocroísmo, variando de incolor à um rosa muito pálido, relevo moderado e baixa birrefringência. Tamanho máximo é de 1,2 mm.

A pirita é inequigranular, xenomórfica a subidiomórfica, de coloração amarelo pálido, estirados e geralmente orientados concordantes com o plano da foliação. Possui um tamanho médio com um valor de 0,075 mm na amostra 115b, porém na amostra 105d o tamanho médio é de 0,68 mm. Está associada geralmente com a biotita de textura vítrea, e ocorre também em contato com os agregados de quartzo, e eventualmente está em contato ondulado com a muscovita. Por vezes, está associada com a calcopirita nas bordas. Na amostra 105d está associada com a matriz quartzo sericítica.

A calcopirita é inequigranular e xenomórfica, de cor amarela. Encontra-se disseminada muito fina na matriz e associada com a pirita nas bordas, e assim como a

pirita, por vezes é vista associada com os agregados de quartzo e nas bordas da muscovita em contato ondulado. Também se mostram estiradas e no interior dos planos da foliação, assim como a pirita. Tamanho máximo de 0,43 mm. Relacionada principalmente com a biotita muito, e com a magnetita.

A magnetita é xenomórfica de coloração cinza, e com tamanho máximo aproximado de 0,18 mm. Está geralmente associada com a calcopirita e pirita, e também ocorre de forma disseminada.

O rutilo é idiomórfico e equigranular, com tamanho médio de 0,2 mm. Apresenta uma coloração marrom escuro.

O zircão é incolor, relevo muito alto, prismático, e com até 0,04 mm, cor de interferência alta e zonação. Ocorrência associada a biotita formando halos pleocróicos.

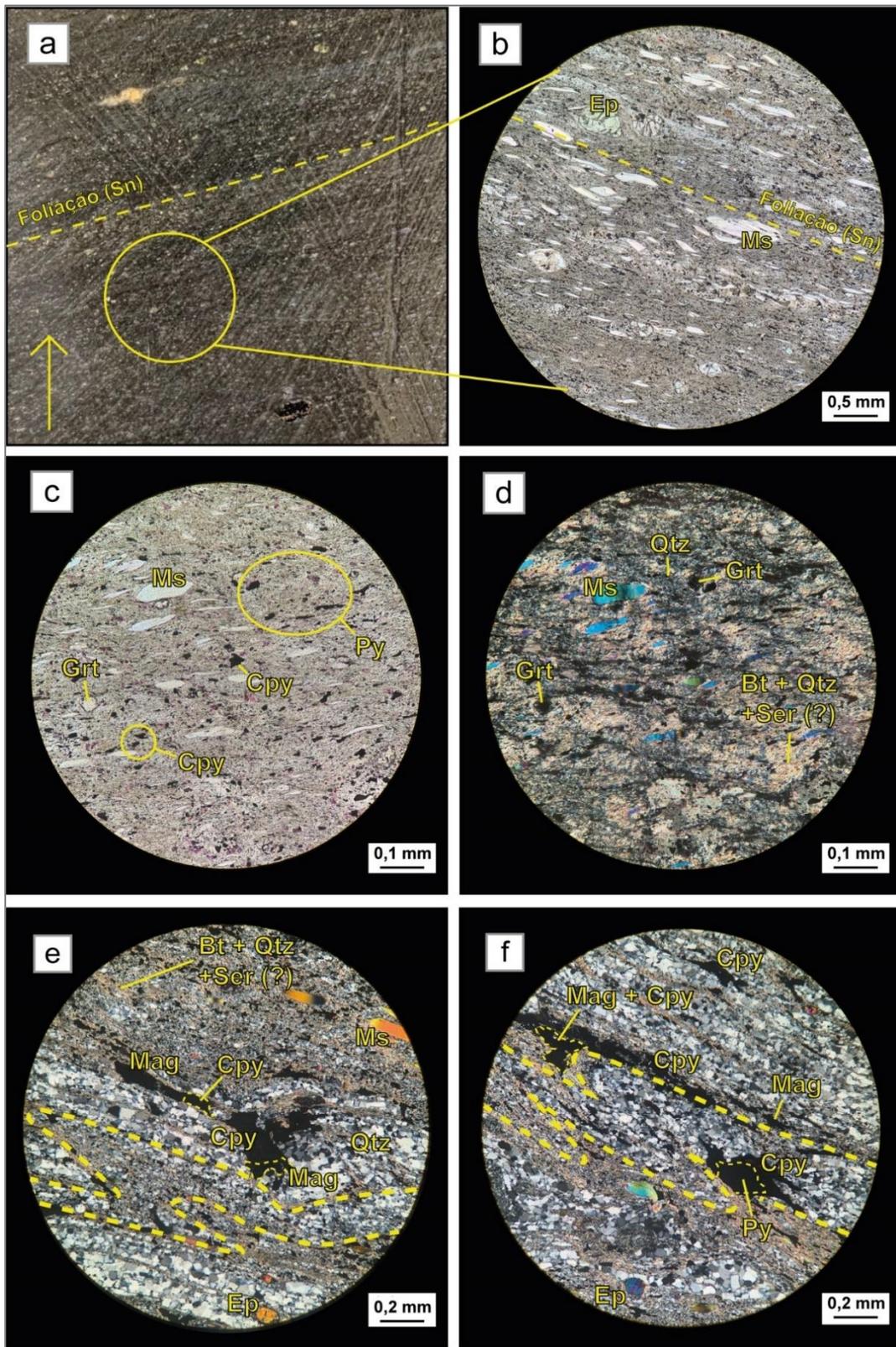
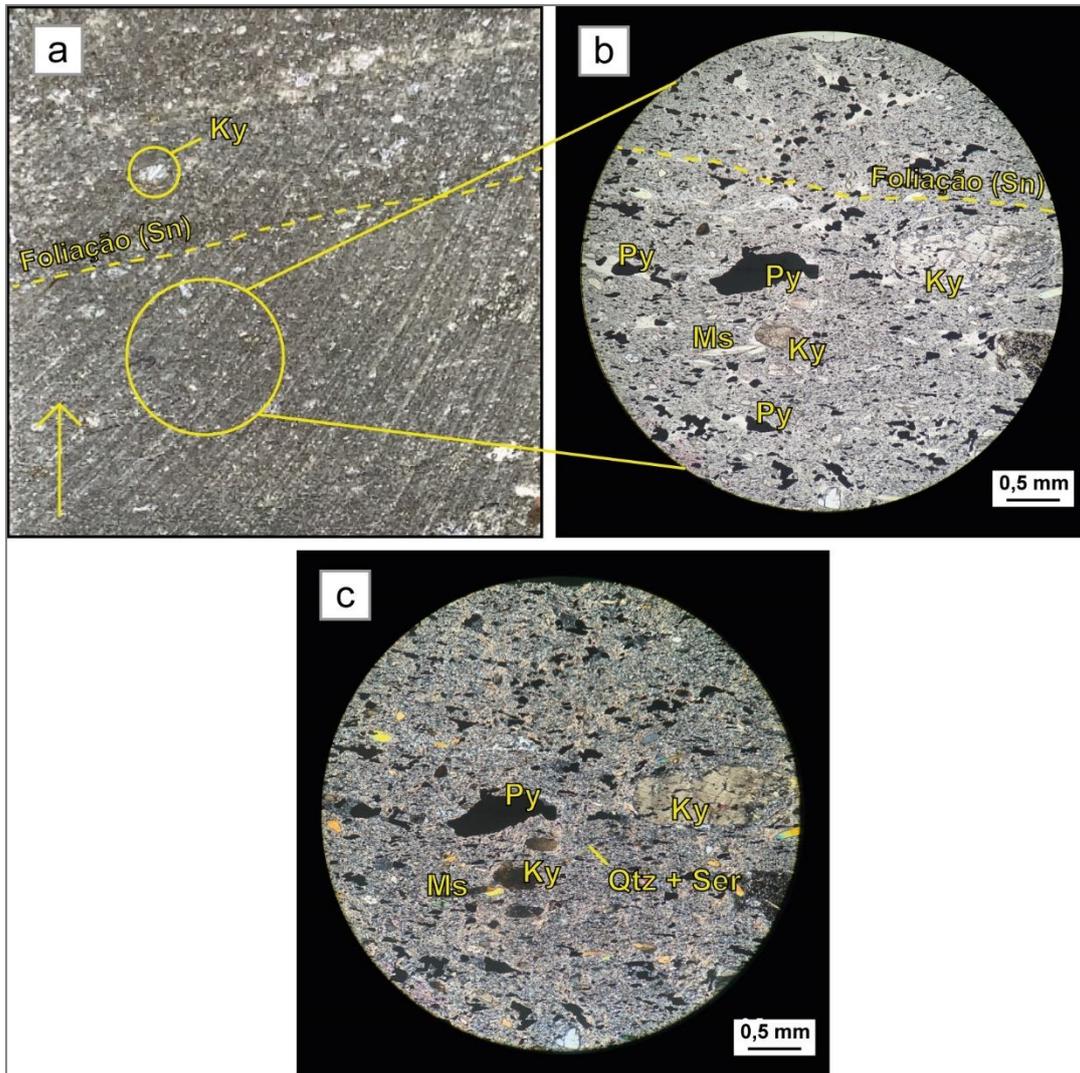


Figura 5. - - a) (105a) Epidoto-muscovita-quartzo-biotita xisto de granulação muito fina. A seta amarela indica o topo do furo de sondagem. | b; c) polarizadores paralelos, e forte associação da clorita diablástica com os sulfetos | d; e; f) polarizadores cruzados. | b; c; d) cristais de muscovita e epidoto em textura lepidoblástica e nematoblástica, respectivamente, dispersos em uma matriz de granulação muito fina, juntos com os sulfetos. | e; f) dobras assimétricas, possivelmente relacionadas ao  $S_{n+1}$ . | Legenda: Qtz: Quartzo; Bt: biotita; Ser: sericita; Ms: muscovita; Grt: granada; Ep: epidoto; Cpy: calcopirita; Py: pirita; Mag: magnetita.



**Figura 5.6** - a) (105d) Cianita-muscovita-sericita-quartzo xisto de granulação muito fina, com cristais de cianita dispersos e orientados seguindo a foliação. A seta amarela indica o topo do furo de sondagem. | b) polarizadores paralelos. | c) polarizadores cruzados, e cristais de cianita em textura nematoblástica, dispersos em uma matriz de granulação muito fina composta por quartzo e sericita, juntos com a pirita. | Legenda: Qtz: quartzo; Ser: sericita; Ky: cianita; Ms: muscovita; Py: pirita.

## 5.2 Química Mineral por Microsonda Eletrônica

Foram analisados os seguintes minerais: muscovita, biotita, clorita e granada. Para cada um desses citados, obtiveram-se 35 análises de muscovita, 22 análises de biotita, 6 análises de clorita, e 17 análises de granada, das amostras de epidoto-muscovita-quartzo biotita xisto milonitizado (MTF), muscovita-quartzo-sericita-biotita xisto feldspático (BSS), cianita-muscovita-quartzo-biotita xisto feldspático (BSS), muscovita-cianita-quartzo xisto (SQKS) e clorita-epidoto-muscovita-quartzo xisto

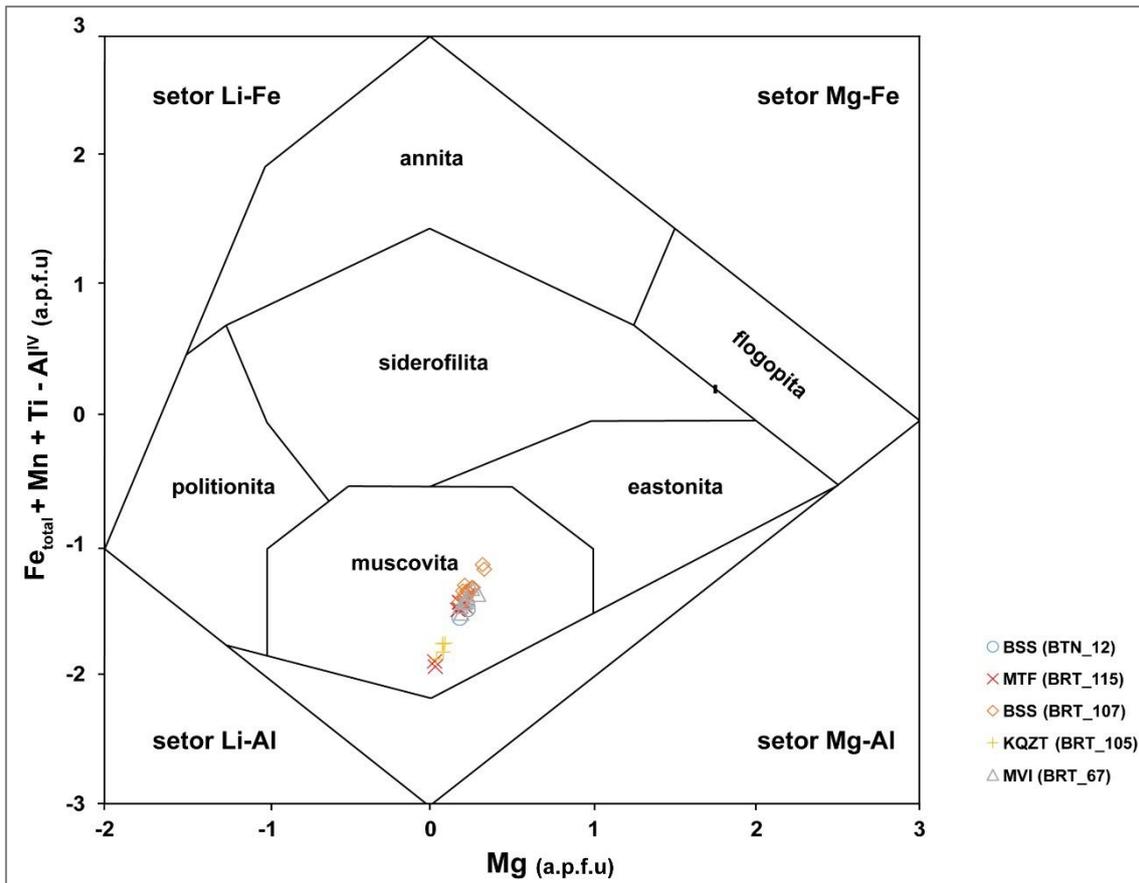
feldspático (MVI) (tabelas 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5). Importante ressaltar que a fórmula estrutural foi calculada com base em 22 átomos de oxigênio, para todas as fases minerais.

Os silicatos foram analisados para 14 elementos (F, Na, Mg, Al, Si, Sr, P, K, Mn, Ti, Ba, Ca, Fe e Cl). A química dessas micas foi determinada por microsonda eletrônica de modelo JEOL-JXA-8230, com cinco detectores WDS com os cristais LDE1, LDE2, TAP, PET/L-H e LIF-L/H. Para controle, foi utilizado um espectrômetro por dispersão de energia (EDS) JEOL acoplado ao microscópico. As análises pontuais foram executadas sob tensão de aceleração de elétrons de 15 kV, 20 nA de corrente de 2 µm de abertura de feixe e 10 µm para micas e apatitas. O tempo de análise variou de 20 a 60 segundos por elemento de acordo com a abundância esperada em cada mineral.

### **5.2.1 Muscovita**

As análises das muscovitas foram realizadas em epidoto-muscovita-quartzo biotita xisto (MTF), muscovita-quartzo-sericita-biotita xisto (BSS), cianita-muscovita-quartzo-biotita xisto (BSS), muscovita-cianita-quartzo xisto e clorita-epidoto-muscovita-quartzo-xisto (MVI).

A classificação da muscovita (Tischendorf et al., 2007) é indicada na Figura 5.7, e as composições representativas das micas estão apresentadas na Tabela 1. Todas as análises feitas nas 5 amostras diferentes das micas brancas potássicas caíram no campo da muscovita, como já era esperado.



**Figura 5.7** - Discriminação das muscovitas com (TiO<sub>2</sub> baixo), (TiO<sub>2</sub> moderado), (TiO<sub>2</sub> alto) (Tischendorf et al., 2007).

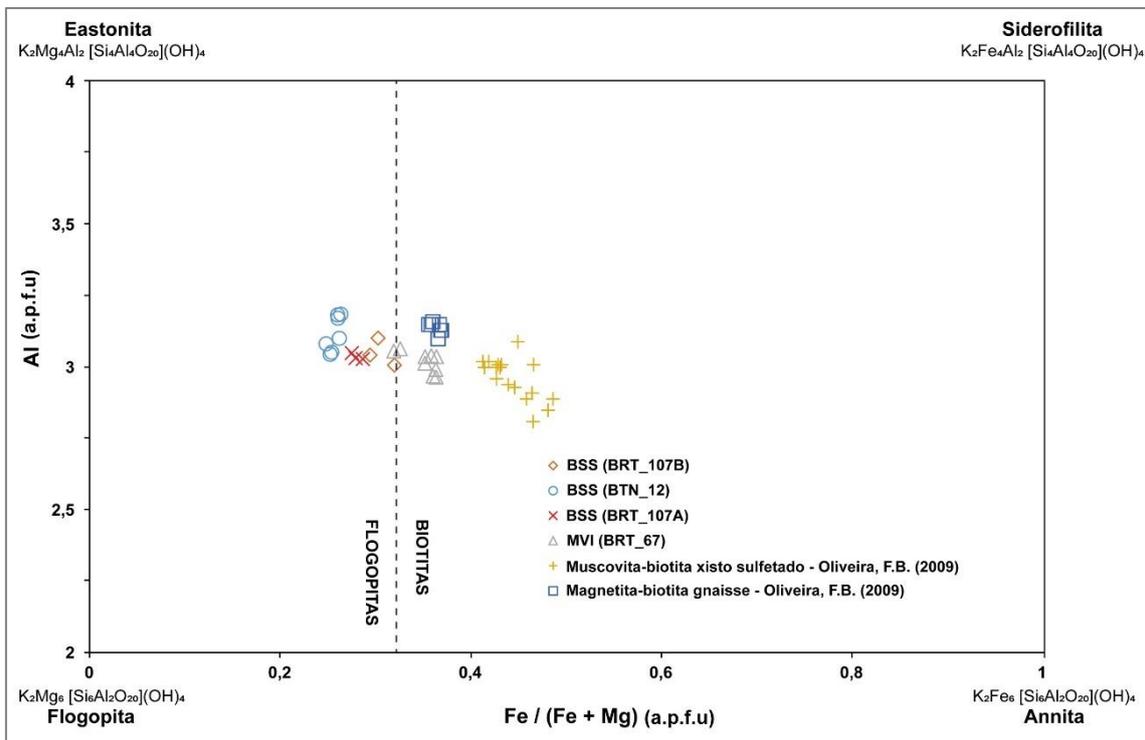
### 5.2.2 Biotita

As análises de biotita foram realizadas em sericita-muscovita-biotita-quartzo xisto (BSS), muscovita-quartzo-sericita-biotita xisto (BSS), cianita-muscovita-quartzo-biotita xisto (BSS), e clorita-epidoto-muscovita-quartzo-xisto (MVI).

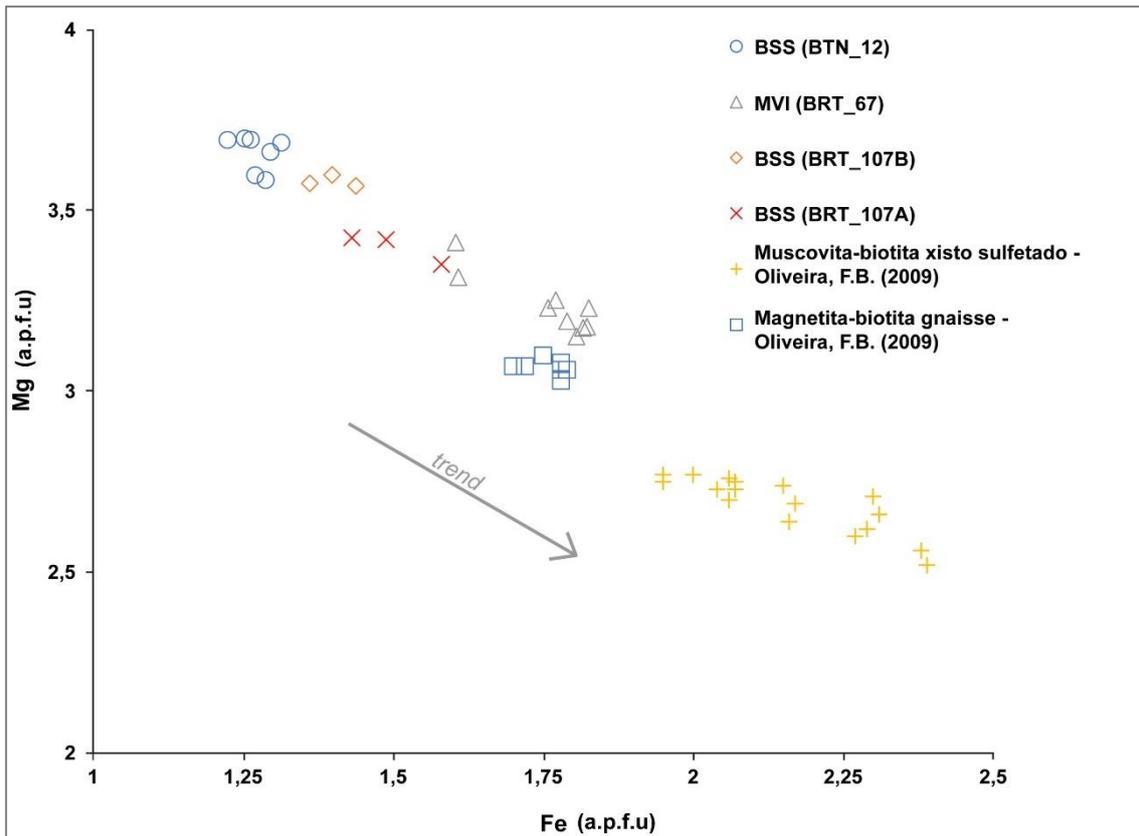
No diagrama Fe/(Fe+Mg) x Al (Figura 5.8), de Deer et al., (1992), as biotitas em cianita-muscovita-quartzo-biotita xisto (BSS – BTN\_12), muscovita-quartzo-sericita-biotita xisto (BSS – BRT\_107b) e sericita-muscovita-biotita-quartzo xisto (BSS – BRT\_107a), mais ricas em Mg, são plotadas no campo da flogopita, ligeiramente mais próximas ao polo da eastonita, com Al > 3,02. Ainda no mesmo diagrama, as biotitas do clorita-epidoto-muscovita-quartzo-xisto (MVI – BRT\_67b) possuem uma maior razão Fe/(Fe+Mg), são plotadas no campo das biotitas, assim como os dados do magnetita-biotita gnaisse e muscovita-biotita xisto sulfetado (Oliveira, 2009) do depósito de Chapada foram plotados. Elas são mais ricas em Fe, mas ainda estão na porção intermediária, entre os polos da eastonita e flogopita, com valores de Al entre 2,96 – 3,06.

No diagrama binário Mg – Fe (Figura 5.9), é possível visualizar um *trend* bem estabelecido com as análises plotadas. A biotita do clorita-epidoto-muscovita-quartzo-xisto (MVI – BRT\_67b) é mais rica em Fe, e mais empobrecida em Mg do que as das outras amostras analisadas. Ela possui valores de Fe semelhantes às biotitas do magnetita-biotita gnaiss (Oliveira, 2009), o qual foi transformado para o muscovita-biotita xisto durante o evento deformacional  $D_{n+1}$  (Oliveira et al., 2015), com valores ainda maiores de Fe, e com um menor valor de Mg.

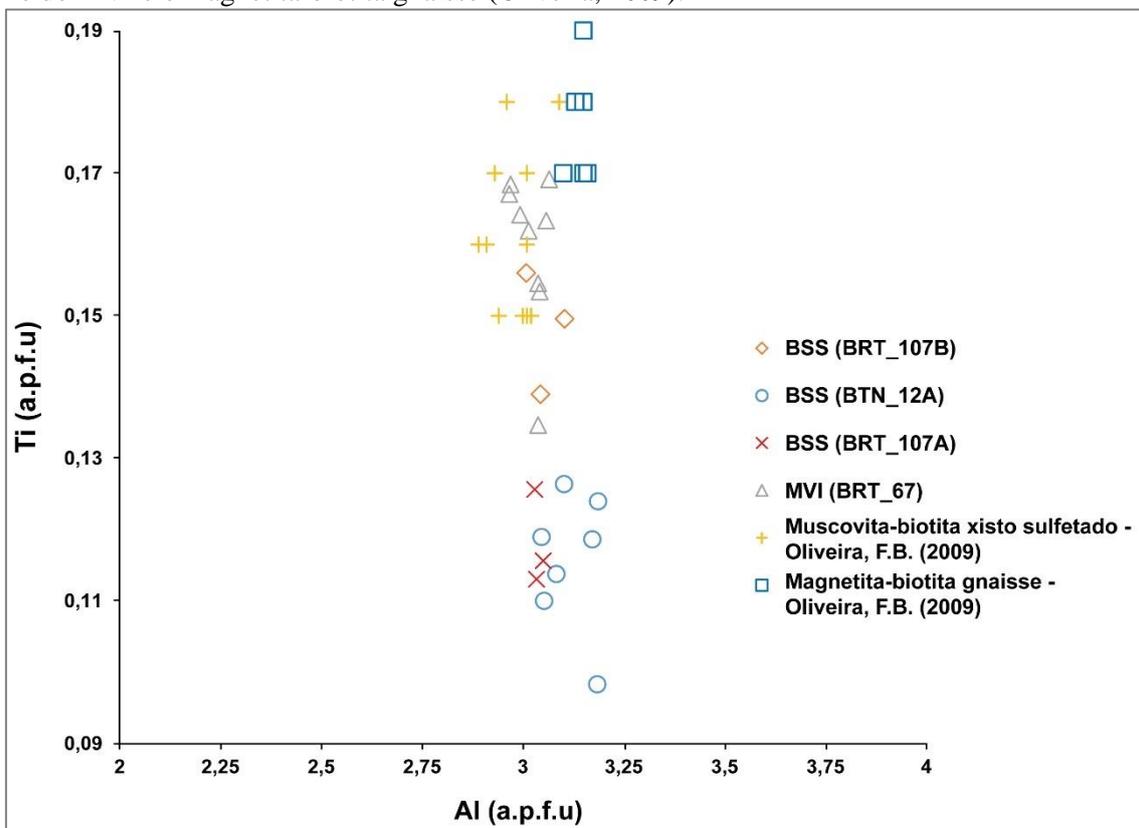
No diagrama binário Al – Ti (Figura 5.10), as biotitas do cianita-muscovita-quartzo-biotita xisto (BSS – BTN\_12), e as biotitas do sericita-muscovita-biotita-quartzo xisto (BSS - BRT\_107a) são mais empobrecidas em Ti, com valores entre 0,09 e 0,12 e 0,11 e 0,12, respectivamente. Por outro lado, as biotitas do muscovita-quartzo-sericita-biotita xisto (BSS – BRT\_107b), clorita-epidoto-muscovita-quartzo-xisto (MVI – BRT\_67), apresentando valores entre 0,14 – 0,15 e 0,15 – 0,17, respectivamente. As duas unidades plotam próximas às litologias muscovita-biotita xisto sulfetado, e magnetita-biotita gnaiss



**Figura 5.8** – Diagrama Fe/(Fe+Mg) x Al, em que estão representados os principais membros extremos de micas trioctaédricas (biotitas) (Deer et al., 1992).



**Figura 5.9** – Diagrama Fe x Mg para a discriminação de biotitas dos quatro grupos analisados. Destaque para o *trend* formado pelos três tipos de BSS, e pela proximidade entre os valores de Fe do MVI e o magnetita-biotita gnaisse (Oliveira, 2009).

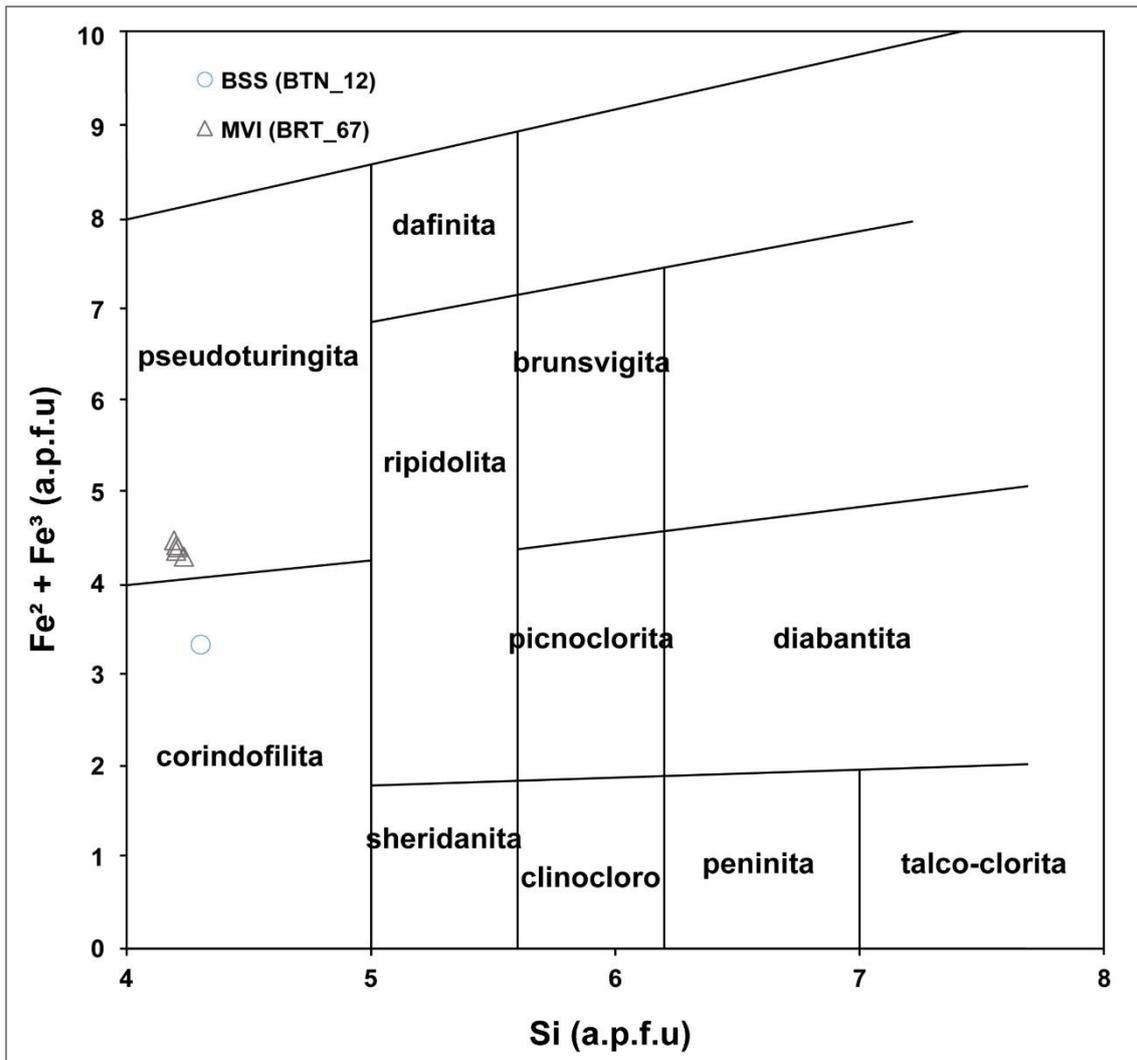


**Figura 5.10** – Diagrama Ti x Al para a discriminação de biotitas dos quatro grupos analisados.

### 5.2.3 Clorita

As análises de clorita foram realizadas em cianita-muscovita-quartzo-biotita xisto (BSS – BTN\_12), clorita-epidoto-muscovita-quartzo-xisto (MVI – BRT\_67b). A primeira trata-se uma clorita formada a partir do retrometamorfismo da biotita em fácies xisto verde, de textura lepidoblástica. Por outro lado, a segunda clorita possui textura diablástica, são cristais maiores e mais bem formados, e estão associadas com a sulfetação.

No diagrama  $Fe^{2+}+Fe^3 \times Si$  (Figura 5.11), a clorita do cianita-muscovita-quartzo-biotita xisto (BSS – BTN\_12) é plotada no campo da corindofilita. Já as cloritas do clorita-epidoto-muscovita-quartzo-xisto (MVI – BRT\_67b) são plotadas no campo da pseudoturingita, possuindo valores de  $FeO_{total}$  maiores.



**Figura 5.11** - Diagrama  $Fe^{2+}Fe^{3} \times Si$  para a classificação de clorita (Hey, 1954). Análises do clorita-epidoto-muscovita-quartzo xisto (BRT\_67b) caíram no campo da pseudoturingita. A análise do cianita-muscovita-quartzo-biotita xisto (BTN\_12a) caiu no campo da corindofilita.

### 5.2.3.1 Geotermometria das Cloritas

A diferença textural que há entre dois tipos de clorita analisadas, e a associação que uma delas possui com outras fases minerais importantes (e.g. calcopirita), aumenta a importância na obtenção da temperatura de formação do mineral. A fórmula estrutural das cloritas do clorita-epidoto-muscovita-quartzo xisto (BRT\_67B) e do cianita-muscovita-quartzo-biotita xisto (BRT\_12A), foram normalizadas para 14 oxigênios, e os dados geoquímicos foram inseridos nas equações de Cathelineau (1988), Jowett (1991), e Xie et al (1997).

As temperaturas estimadas de Cathelineau (1988) e Xie et al., 1997 são muito semelhantes, com valores entre  $358 < T (^{\circ}C) < 366$  (BRT\_67B),  $368 < T (^{\circ}C) < 376$  (BRT\_67B), e  $344^{\circ}C$  (BTN\_12A), respectivamente. Os valores mais altos foram

adquiridos com a equação do Jowett (1991), entre  $418 < T (^{\circ}\text{C}) < 429$  (BRT\_67B) e  $387$   $^{\circ}\text{C}$  (BTN\_12A).

#### 5.2.4 Granada

As análises de granada foram realizadas em epidoto-muscovita-quartzo biotita xisto (MTF – BRT\_115b) e muscovita-quartzo-sericita-biotita xisto (BSS – BRT\_107b). As duas unidades citadas acima são hospedeiras da mineralização de Cu e Au do alvo Buriti.

As granadas do epidoto-muscovita-quartzo biotita xisto, possuem composição rica em almandina  $[\text{Fe}^{2+}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3]$ , com valores das moléculas de almandina (75.47 – 79.37 %), grossulária (15.59 – 16.97 %) e espessartita (4.68 – 8.09 %).

As granadas do muscovita-quartzo-sericita-biotita xisto também são ricas na molécula de almandina  $[\text{Fe}^{2+}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3]$ . Entretanto, são mais ricas em espessartita  $[\text{Mn}^{2+}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3]$ , e algumas são mais pobres em grossulária  $[\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3]$ , em relação as granadas da unidade citada anteriormente, com valores das moléculas de almandina (63.26 – 68.35%), grossulária: (4.04 – 18.79%) e espessartita (15.12 – 28.49%).

**Tabela 5.1** - Análises por microsonda eletrônica da composição química das muscovitas da amostra BRT\_115b.

| <b>Amostra</b>                     | <b>Epidoto Muscovita Quartzo Biotita Xisto (BRT_115b)</b> |              |              |              |              |              |              |              |              |               |               |
|------------------------------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| <b>Mineral</b>                     | <b>Muscovita</b>  |              |              |              |              |              |              |              |              |               |               |
| <b>Análises (wt%)</b>              | <b>MTF_1</b>  | <b>MTF_2</b> | <b>MTF_3</b> | <b>MTF_4</b> | <b>MTF_5</b> | <b>MTF_6</b> | <b>MTF_7</b> | <b>MTF_8</b> | <b>MTF_9</b> | <b>MTF_10</b> | <b>MTF_11</b> |
| <b>SiO<sub>2</sub></b>             | 45.8347   | 45.933       | 45.34        | 46.828       | 46.134       | 46.0061      | 46.055       | 45.954       | 45.7578      | 45.6773       | 46.304        |
| <b>TiO<sub>2</sub></b>             | 0.5642  | 0.2564       | 0.0959       | 0.3592       | 0.8538       | 0.9672       | 0.5612       | 0.6356       | 1.3302       | 0.1508        | 0.8171        |
| <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | 34.2147   | 33.9785      | 38.928       | 33.381       | 33.918       | 33.6327      | 34.217       | 33.6718      | 33.4754      | 38.7614       | 34.039        |
| <b>FeO (total)</b>                 | 2.2125  | 2.2844       | 0.7592       | 2.5755       | 2.113        | 2.2246       | 2.2453       | 2.3802       | 2.0024       | 0.9531        | 2.2856        |
| <b>MnO</b>                         | 0   | 0.0072       | 0.0041       | 0.0079       | 0            | 0.0249       | 0            | 0            | 0            | 0             | 0.0205        |
| <b>MgO</b>                         | 0.829   | 0.8748       | 0.1457       | 1.1461       | 1.0604       | 1.02         | 0.8701       | 0.8895       | 0.9682       | 0.1247        | 0.8933        |
| <b>CaO</b>                         | 0.0034  | 0.0072       | 0.7045       | 0.0093       | 0            | 0            | 0.0053       | 0            | 0.0124       | 0.6981        | 0             |
| <b>Na<sub>2</sub>O</b>             | 1.8327  | 1.5312       | 5.554        | 1.3789       | 1.4008       | 1.3457       | 1.7078       | 1.6301       | 1.3297       | 4.9857        | 1.3474        |
| <b>K<sub>2</sub>O</b>              | 7.9798  | 8.657        | 0.9309       | 8.7314       | 8.6579       | 8.9198       | 8.2914       | 8.3588       | 9.0846       | 2.3436        | 8.3873        |
| <b>BaO</b>                         | 0   | 0            | 0            | 0.0338       | 0            | 0.0069       | 0.0309       | 0.0651       | 0.0187       | 0             | 0.0605        |
| <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>  | 0.3147  | 0.0921       | 0.0498       | 0.1914       | 0.3936       | 0.4057       | 0.2934       | 0.1747       | 0.4318       | 0.066         | 0.3577        |
| <b>SrO</b>                         | 0   | 0            | 0            | 0.0377       | 0.0029       | 0.017        | 0            | 0            | 0.0771       | 0             | 0             |
| <b>Cl</b>                          | 0.4167  | 0.4388       | 0.5441       | 0.4704       | 0.3869       | 0.433        | 0.4525       | 0.4355       | 0.4263       | 0.4985        | 0.4153        |
| <b>F</b>                           | 0   | 0            | 0.0035       | 0            | 0.0031       | 0.0056       | 0.0005       | 0.0033       | 0            | 0             | 0.0003        |
| <b>Total</b>                       | 94.2025   | 94.0607      | 93.059       | 95.136       | 94.1024      | 95.0051      | 94.817       | 94.1706      | 94.10068     | 94.1592       | 94.1003       |

**Tabela 5.2** – Análises por microsonda eletrônica da composição química das muscovitas da amostra BRT\_107b.

| <b>Amostra</b>                     | <b>Muscovita-Quartzo-Sericita-Biotita Xisto (BRT_107b)</b> |              |              |              |              |              |              |              |              |               |               |
|------------------------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| <b>Mineral</b>                     | <b>Muscovita</b>   |              |              |              |              |              |              |              |              |               |               |
| <b>Análises (wt%)</b>              | <b>BSS_1</b>   | <b>BSS_2</b> | <b>BSS_3</b> | <b>BSS_4</b> | <b>BSS_5</b> | <b>BSS_6</b> | <b>BSS_7</b> | <b>BSS_8</b> | <b>BSS_9</b> | <b>BSS_10</b> | <b>BSS_11</b> |
| <b>SiO<sub>2</sub></b>             | 45,523   | 45,65        | 45,738       | 46,7         | 45,254       | 45,7148      | 46,9447      | 44,82        | 44,985       | 45,794        | 46,2111       |
| <b>TiO<sub>2</sub></b>             | 0,2946   | 0,2993       | 0,2848       | 0,4032       | 0,2928       | 0,2928       | 0,401        | 0,1699       | 0,1406       | 0,1757        | 0,1983        |
| <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | 32,838   | 32,342       | 32,305       | 31,101       | 31,968       | 32,7711      | 31,2936      | 32,509       | 33,666       | 33,413        | 33,6441       |
| <b>FeO (total)</b>                 | 3,3574   | 3,3431       | 3,2789       | 3,4448       | 3,2849       | 3,305        | 3,4961       | 3,5017       | 3,373        | 3,0052        | 3,0177        |
| <b>MnO</b>                         | 0,0052   | 0,003        | 0,0017       | 0,0264       | 0,0008       | 0,0025       | 0,023        | 0            | 0,0104       | 0,0109        | 0,0249        |
| <b>MgO</b>                         | 0,974  | 1,2336       | 1,277        | 1,6215       | 1,0169       | 1,1071       | 1,5748       | 1,1311       | 0,8524       | 1,0046        | 1,0477        |
| <b>CaO</b>                         | 0,0004   | 0,0221       | 0,0201       | 0            | 0,048        | 0            | 0,0233       | 0,0163       | 0,0041       | 0,0284        | 0,0026        |
| <b>Na<sub>2</sub>O</b>             | 0,9919   | 0,9079       | 0,9483       | 0,8495       | 0,9759       | 0,9051       | 0,6046       | 0,8574       | 1,1222       | 1,2806        | 0,9909        |
| <b>K<sub>2</sub>O</b>              | 9,5351   | 9,5916       | 9,5229       | 9,5879       | 9,3136       | 9,6959       | 8,7534       | 9,6088       | 9,3824       | 8,9638        | 8,4722        |
| <b>BaO</b>                         | 0,0156   | 0,0805       | 0,0855       | 0,161        | 0,0476       | 0            | 0,0701       | 0            | 0            | 0,1337        | 0,0503        |
| <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>  | 0,2533   | 0,3219       | 0,3222       | 0,285        | 0,283        | 0,3708       | 0,2602       | 0,3724       | 0,3888       | 0,302         | 0,3138        |
| <b>SrO</b>                         | 0,0033   | 0            | 0            | 0,0097       | 0            | 0            | 0            | 0,0153       | 0            | 0             | 0,0156        |
| <b>Cl</b>                          | 0,3926   | 0,3913       | 0,3768       | 0,4917       | 0,347        | 0,3459       | 0,3475       | 0,3294       | 0,3664       | 0,4207        | 0,4311        |
| <b>F</b>                           | 0,0012   | 0,0023       | 0,0018       | 0,0078       | 0,0015       | 0,0033       | 0,0057       | 0            | 0            | 0,0038        | 0,0145        |
| <b>Total</b>                       | 94,178   | 94,155       | 94,126       | 94,62        | 92,813       | 94,5137      | 93,7673      | 93,331       | 94,291       | 94,479        | 94,4104       |

**Tabela 5.3** – Análises por microsonda eletrônica da composição química das muscovitas das amostras BRT\_105b e BTN\_12a.

| <b>Amostra</b>                     | <b>Sericita-Muscovita-Cianita-Quartzo Xisto (BRT_105b)</b> |               |               |               | <b>Cianita-Muscovita-Quartzo-Biotita Xisto (BTN_12a)</b> |              |
|------------------------------------|--|---------------|---------------|---------------|--|--------------|
| <b>Mineral</b>                     | <b>Muscovita</b>   |               |               |               |  |              |
| <b>Análises (wt%)</b>              | <b>SQKS_1</b>  | <b>SQKS_2</b> | <b>SQKS_3</b> | <b>SQKS_4</b> | <b>BSS_5</b>   | <b>BSS_6</b> |
| <b>SiO<sub>2</sub></b>             | 45,2157  | 45,6191       | 46,3259       | 45,6162       | 45,9588  | 45,5958      |
| <b>TiO<sub>2</sub></b>             | 0,9147   | 0,5449        | 0,0051        | 0,0024        | 0,528  | 0,5547       |
| <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | 36,1021  | 36,1327       | 37,3642       | 37,9096       | 33,8309  | 34,4339      |
| <b>FeO (total)</b>                 | 0,5494   | 0,4707        | 0,4225        | 0,3168        | 2,1814   | 1,9334       |
| <b>MnO</b>                         | 0,0067   | 0,0152        | 0,0018        | 0             | 0,0346   | 0,0101       |
| <b>MgO</b>                         | 0,3643   | 0,4385        | 0,3985        | 0,1891        | 1,1242   | 0,8891       |
| <b>CaO</b>                         | 0  | 0             | 0,011         | 0,0441        | 0  | 0,0031       |
| <b>Na<sub>2</sub>O</b>             | 1,9589   | 1,9548        | 3,2377        | 4,1506        | 0,9029   | 1,1364       |
| <b>K<sub>2</sub>O</b>              | 7,9382   | 7,6705        | 5,685         | 3,3516        | 9,8628   | 9,351        |
| <b>BaO</b>                         | 0,5189   | 0,5816        | 0,1833        | 0,0973        | 0,2451   | 0,2088       |
| <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>  | 0,0671   | 0,0188        | 0,0352        | 0             | 0,0515   | 0,0384       |
| <b>SrO</b>                         | 0,433  | 0,4666        | 0,5146        | 0,4961        | 0,3802   | 0,3619       |
| <b>Cl</b>                          | 0,0004   | 0,0062        | 0,0172        | 0,0217        | 0,0067   | 0,0047       |
| <b>F</b>                           | 0,0522   | 0,1933        | 0,2857        | 0,1747        | 0,0048   | 0,1095       |
| <b>Total</b>                       | 94,0996  | 94,0302       | 94,3635       | 92,2918       | 95,1084  | 94,5837      |

**Tabela 5.4** – Análises por microsonda eletrônica da composição química das muscovitas da amostra BRT\_67b.

| <b>Amostra</b>                     | <b>Clorita-Epidoto-Muscovita-Quartzo Xisto (BRT_67b)</b> |              |              |              |              |              |              |
|------------------------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Mineral</b>                     | <b>Muscovita</b>   |              |              |              |              |              |              |
| <b>Análises (wt%)</b>              | <b>MVI_1</b>   | <b>MVI_2</b> | <b>MVI_3</b> | <b>MVI_4</b> | <b>MVI_5</b> | <b>MVI_6</b> | <b>MVI_7</b> |
| <b>SiO<sub>2</sub></b>             | 45,4563  | 45,5804      | 45,4895      | 45,8441      | 45,7401      | 44,1283      | 46,3265      |
| <b>TiO<sub>2</sub></b>             | 0,3574   | 0,3493       | 0,3397       | 0,3272       | 0,1453       | 0,3076       | 0,4248       |
| <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | 33,8211  | 33,4642      | 33,373       | 34,2365      | 33,0136      | 31,288       | 32,5459      |
| <b>FeO (total)</b>                 | 2,6955   | 2,731        | 2,8188       | 2,2341       | 2,7812       | 2,8189       | 2,992        |
| <b>MnO</b>                         | 0,0065   | 0,0118       | 0,0059       | 0            | 0,0101       | 0,0287       | 0,0081       |
| <b>MgO</b>                         | 0,9088   | 1,0086       | 1,0575       | 0,9385       | 1,1183       | 1,383        | 1,2573       |
| <b>CaO</b>                         | 0  | 0,0164       | 0            | 0            | 0,0085       | 0,0283       | 0,0006       |
| <b>Na<sub>2</sub>O</b>             | 1,0857   | 1,0963       | 1,0291       | 1,1399       | 1,0438       | 0,3139       | 0,2887       |
| <b>K<sub>2</sub>O</b>              | 9,2856   | 9,236        | 9,3276       | 9,3494       | 9,3955       | 10,4193      | 10,7704      |
| <b>BaO</b>                         | 0,3626   | 0,2969       | 0,3274       | 0,311        | 0,2065       | 0,1865       | 0,2045       |
| <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>  | 0,055  | 0            | 0            | 0,0423       | 0            | 0            | 0,009        |
| <b>SrO</b>                         | 0,4096   | 0,3876       | 0,4332       | 0,437        | 0,3786       | 0,3412       | 0,3398       |
| <b>Cl</b>                          | 0,0021   | 0,0107       | 0,004        | 0            | 0,0025       | 0,0147       | 0,0179       |
| <b>F</b>                           | 0,0922   | 0            | 0,0339       | 0            | 0,0812       | 0,0669       | 0,0763       |
| <b>Total</b>                       | 94,4992  | 94,1869      | 94,2244      | 94,86        | 93,8904      | 91,2939      | 95,2258      |

**Tabela 5.5** - Análises por microsonda eletrônica da composição química das biotitas das amostras BRT\_107a e BRT\_107b.

| <b>Amostra</b>                     | <b>Sericita-Muscovita-Biotita-Quartzo Xisto (BRT_107a)</b> |              |              | <b>Muscovita-Quartzo-Sericita-Biotita Xisto (BRT_107b)</b> |              |              |
|------------------------------------|--|--------------|--------------|--|--------------|--------------|
| <b>Mineral</b>                     | <b>Biotita</b>   |              |              |  |              |              |
| <b>Análises (wt%)</b>              | <b>BSS_1</b>   | <b>BSS_2</b> | <b>BSS_3</b> | <b>BSS_4</b>   | <b>BSS_5</b> | <b>BSS_6</b> |
| <b>SiO<sub>2</sub></b>             | 37,712   | 38,643       | 38,3264      | 38,7093  | 38,2032      | 37,9835      |
| <b>TiO<sub>2</sub></b>             | 1,3375   | 1,4177       | 1,2433       | 1,0499   | 1,0186       | 1,1269       |
| <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | 17,713   | 17,4495      | 17,3745      | 17,678   | 17,4443      | 17,343       |
| <b>FeO (total)</b>                 | 11,9723  | 12,9213      | 11,517       | 11,1168  | 11,3328      | 11,6017      |
| <b>MnO</b>                         | 0,1358   | 0,1404       | 0,1247       | 0,0827   | 0,0827       | 0,0599       |
| <b>MgO</b>                         | 15,4338  | 15,3706      | 15,4586      | 16,3859  | 16,3643      | 16,1535      |
| <b>CaO</b>                         | 0,0575   | 0,0116       | 0,1641       | 0,0083   | 0,0135       | 0,0056       |
| <b>Na<sub>2</sub>O</b>             | 0,1119   | 0,168        | 0,1097       | 0,1728   | 0,1893       | 0,1678       |
| <b>K<sub>2</sub>O</b>              | 9,3192   | 9,6033       | 8,9699       | 9,4808   | 9,7097       | 9,5905       |
| <b>BaO</b>                         | 0,0885   | 0,1167       | 0,065        | 0,0776   | 0,0992       | 0,1206       |
| <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>  | 0,0133   | 0,0082       | 0            | 0  | 0            | 0            |
| <b>SrO</b>                         | 0,285  | 0,295        | 0,2778       | 0,3321   | 0,2794       | 0,3146       |
| <b>Cl</b>                          | 0,0714   | 0,0826       | 0,0794       | 0,0331   | 0,035        | 0,0381       |
| <b>F</b>                           | 0,4882   | 0,4184       | 0,4489       | 0,7459   | 0,6156       | 0,572        |
| <b>Total</b>                       | 94,5178  | 96,4516      | 93,9525      | 95,5517  | 95,1206      | 94,8284      |

**Tabela 5.6** – Análises por microsonda eletrônica da composição química das biotitas da amostra BTN\_12a.

| <b>Amostra</b>                     | <b>Cianita-Muscovita-Quartzo-Biotita Xisto (BTN_12a)</b> |              |              |              |              |              |              |
|------------------------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Mineral</b>                     | <b>Biotita</b>   |              |              |              |              |              |              |
| <b>Análises (wt%)</b>              | <b>BSS_1</b>   | <b>BSS_2</b> | <b>BSS_3</b> | <b>BSS_4</b> | <b>BSS_5</b> | <b>BSS_6</b> | <b>BSS_7</b> |
| <b>SiO<sub>2</sub></b>             | 38,8475  | 38,5944      | 38,7481      | 38,4371      | 37,6906      | 39,0917      | 38,7398      |
| <b>TiO<sub>2</sub></b>             | 1,0009   | 1,16         | 0,8996       | 1,0729       | 1,0687       | 1,0437       | 1,1415       |
| <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | 17,7286  | 18,1727      | 18,6005      | 17,5345      | 18,2412      | 18,05        | 18,7283      |
| <b>FeO (total)</b>                 | 10,3351  | 10,8483      | 10,4571      | 10,1623      | 10,5004      | 10,1031      | 10,668       |
| <b>MnO</b>                         | 0,075  | 0,0972       | 0,0746       | 0,0941       | 0,0751       | 0,0532       | 0,0578       |
| <b>MgO</b>                         | 16,9715  | 17,0822      | 16,6179      | 16,8381      | 16,6513      | 17,1084      | 16,6588      |
| <b>CaO</b>                         | 0,0021   | 0            | 0,0102       | 0,0199       | 0,0005       | 0,005        | 0,0042       |
| <b>Na<sub>2</sub>O</b>             | 0,2494   | 0,2935       | 0,2667       | 0,2469       | 0,2646       | 0,2607       | 0,3115       |
| <b>K<sub>2</sub>O</b>              | 9,0672   | 9,3071       | 9,2176       | 9,1329       | 9,3013       | 9,2359       | 9,3928       |
| <b>BaO</b>                         | 0,1129   | 0,0866       | 0,1088       | 0,1332       | 0,1569       | 0,0674       | 0,102        |
| <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>  | 0  | 0,0228       | 0,0099       | 0            | 0            | 0,0167       | 0            |
| <b>SrO</b>                         | 0,3223   | 0,3475       | 0,3026       | 0,3877       | 0,367        | 0,3079       | 0,3858       |
| <b>Cl</b>                          | 0,0355   | 0,017        | 0,0101       | 0,039        | 0,0174       | 0,0187       | 0,0086       |
| <b>F</b>                           | 0,7644   | 0,6018       | 0,8125       | 0,7349       | 0,7548       | 0,7394       | 0,6837       |
| <b>Total</b>                       | 95,1825  | 96,3739      | 95,7919      | 94,5154      | 94,7682      | 95,7864      | 96,5931      |

**Tabela 5.7** - Análises por microsonda eletrônica da composição química das biotitas da amostra BRT\_67b.

| <b>Amostra</b>                     | <b>Clorita-Epidoto-Muscovita-Quartzo Xisto (BRT_67b)</b> |              |              |              |              |              |              |              |              |
|------------------------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Mineral</b>                     | <b>Biotita</b>   |              |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>Análises (wt%)</b>              | <b>MVI_1</b>   | <b>MVI_2</b> | <b>MVI_3</b> | <b>MVI_4</b> | <b>MVI_5</b> | <b>MVI_6</b> | <b>MVI_7</b> | <b>MVI_8</b> | <b>MVI_9</b> |
| <b>SiO<sub>2</sub></b>             | 37,5762  | 37,7039      | 37,6002      | 37,3298      | 37,4002      | 37,4966      | 37,4028      | 37,4218      | 37,5763      |
| <b>TiO<sub>2</sub></b>             | 1,5028   | 1,4711       | 1,4804       | 1,4354       | 1,5024       | 1,1977       | 1,3793       | 1,3653       | 1,4575       |
| <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | 16,9119  | 17,5784      | 16,7756      | 17,0544      | 17,378       | 17,2396      | 17,3044      | 17,277       | 16,9625      |
| <b>FeO (total)</b>                 | 14,6564  | 12,9989      | 14,3938      | 14,0218      | 12,8557      | 14,5836      | 14,2199      | 14,3314      | 14,509       |
| <b>MnO</b>                         | 0,1607   | 0,1556       | 0,1731       | 0,1434       | 0,1563       | 0,175        | 0,1659       | 0,1555       | 0,1698       |
| <b>MgO</b>                         | 14,5462  | 15,5115      | 14,0963      | 14,4547      | 14,8665      | 14,2656      | 14,6504      | 14,3494      | 14,2291      |
| <b>CaO</b>                         | 0,0003   | 0,0017       | 0            | 0            | 0            | 0,011        | 0            | 0,0035       | 0,0142       |
| <b>Na<sub>2</sub>O</b>             | 0,1084   | 0,106        | 0,1039       | 0,1265       | 0,0948       | 0,1242       | 0,1441       | 0,0948       | 0,0842       |
| <b>K<sub>2</sub>O</b>              | 9,6705   | 9,6275       | 9,8325       | 9,747        | 9,5494       | 9,6333       | 9,7585       | 9,807        | 9,4419       |
| <b>BaO</b>                         | 0,1041   | 0,1316       | 0,042        | 0,0945       | 0,1083       | 0,0762       | 0,0725       | 0,0904       | 0,0343       |
| <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>  | 0  | 0            | 0,006        | 0,0256       | 0            | 0            | 0,0096       | 0,0074       | 0            |
| <b>SrO</b>                         | 0,3157   | 0,3037       | 0,3629       | 0,2626       | 0,2925       | 0,299        | 0,3312       | 0,2524       | 0,3495       |
| <b>Cl</b>                          | 0,4611   | 0,0815       | 0,4668       | 0,2548       | 0,198        | 0,4254       | 0,2776       | 0,3786       | 0,4613       |
| <b>F</b>                           | 0,425  | 0,7077       | 0,5569       | 0,392        | 0,593        | 0,6157       | 0,5962       | 0,5883       | 0,5168       |
| <b>Total</b>                       | 96,1563  | 96,0628      | 95,5506      | 95,1199      | 94,7008      | 95,7878      | 95,9989      | 95,7898      | 95,4848      |

**Tabela 5.8** - Análises por microsonda eletrônica da composição química das cloritas das amostras BRT\_67b e BTN\_12a.

| <b>Amostra</b>                     | <b>Clorita-Epidoto-Muscovita-Quartzo Xisto (BRT_67b)</b> |              |              |              |              | <b>Cianita-Muscovita-Quartzo-Biotita Xisto (BTN_12a)</b> |
|------------------------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--|
| <b>Mineral</b>                     | <b>Clorita</b>   |              |              |              |              |  |
| <b>Análises (wt%)</b>              | <b>MVI_1</b>   | <b>MVI_2</b> | <b>MVI_3</b> | <b>MVI_4</b> | <b>MVI_5</b> | <b>BSS_6</b>   |
| <b>SiO<sub>2</sub></b>             | 38,8475  | 38,5944      | 38,7481      | 38,4371      | 37,6906      | 39,0917  |
| <b>TiO<sub>2</sub></b>             | 1,0009   | 1,16         | 0,8996       | 1,0729       | 1,0687       | 1,0437   |
| <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | 17,7286  | 18,1727      | 18,6005      | 17,5345      | 18,2412      | 18,05  |
| <b>FeO (total)</b>                 | 10,3351  | 10,8483      | 10,4571      | 10,1623      | 10,5004      | 10,1031  |
| <b>MnO</b>                         | 0,075  | 0,0972       | 0,0746       | 0,0941       | 0,0751       | 0,0532   |
| <b>MgO</b>                         | 16,9715  | 17,0822      | 16,6179      | 16,8381      | 16,6513      | 17,1084  |
| <b>CaO</b>                         | 0,0021   | 0            | 0,0102       | 0,0199       | 0,0005       | 0,005  |
| <b>Na<sub>2</sub>O</b>             | 0,2494   | 0,2935       | 0,2667       | 0,2469       | 0,2646       | 0,2607   |
| <b>K<sub>2</sub>O</b>              | 9,0672   | 9,3071       | 9,2176       | 9,1329       | 9,3013       | 9,2359   |
| <b>BaO</b>                         | 0,1129   | 0,0866       | 0,1088       | 0,1332       | 0,1569       | 0,0674   |
| <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>  | 0  | 0,0228       | 0,0099       | 0            | 0            | 0,0167   |
| <b>SrO</b>                         | 0,3223   | 0,3475       | 0,3026       | 0,3877       | 0,367        | 0,3079   |
| <b>Cl</b>                          | 0,0355   | 0,017        | 0,0101       | 0,039        | 0,0174       | 0,0187   |
| <b>F</b>                           | 0,7644   | 0,6018       | 0,8125       | 0,7349       | 0,7548       | 0,7394   |
| <b>Total</b>                       | 95,1825  | 96,3739      | 95,7919      | 94,5154      | 94,7682      | 95,7864  |

**Tabela 5.9** - Análises por microsonda eletrônica da composição química das granadas das amostras BRT\_107b.

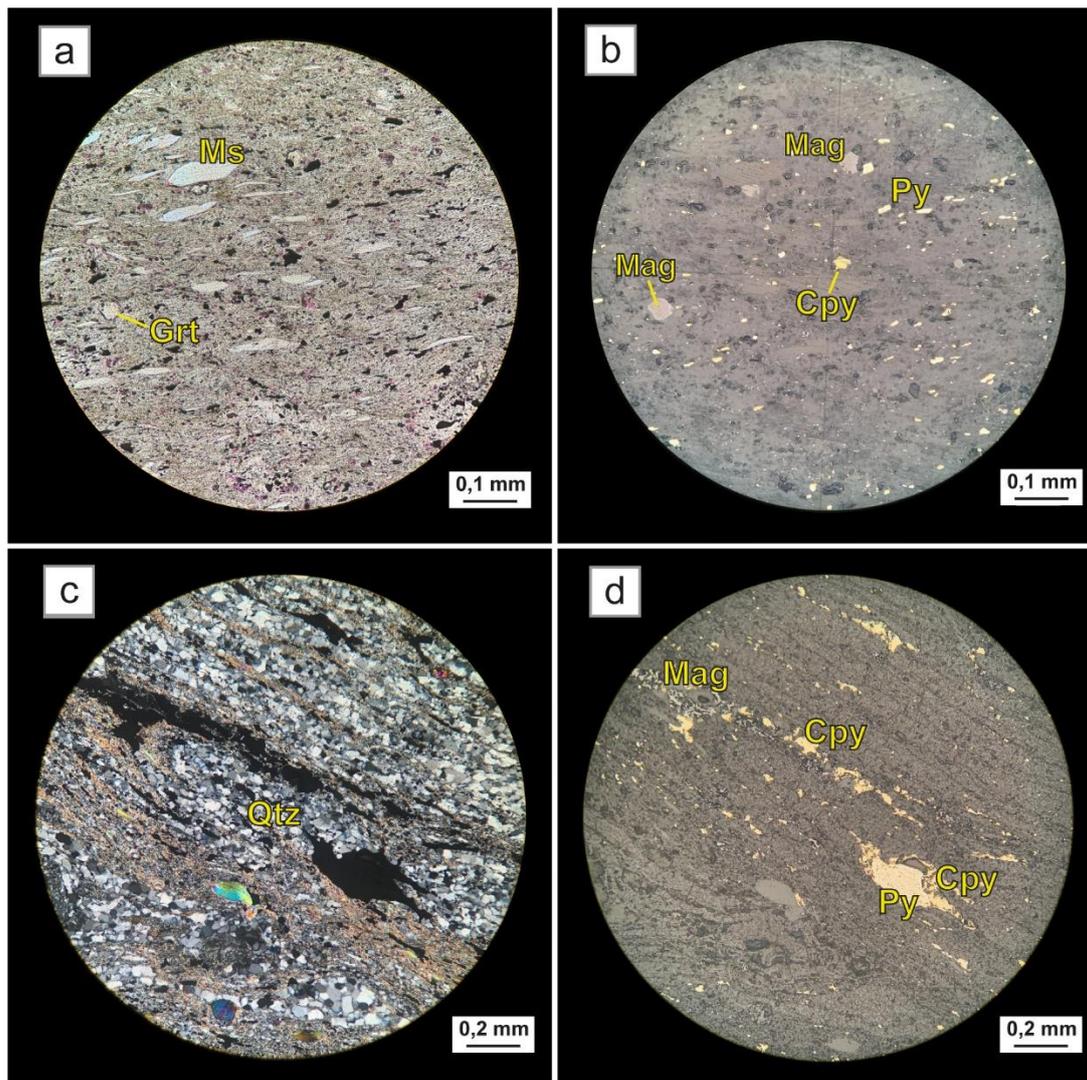
| <b>Amostra</b>                     | <b>Muscovita-Quartzo-Sericita-Biotita Xisto (BRT_107b)</b> |              |              |              |              |              |              |              |              |               |               |
|------------------------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| <b>Mineral</b>                     | <b>Granada</b>   |              |              |              |              |              |              |              |              |               |               |
| <b>Análises (wt%)</b>              | <b>BSS_1</b>   | <b>BSS_2</b> | <b>BSS_3</b> | <b>BSS_4</b> | <b>BSS_5</b> | <b>BSS_6</b> | <b>BSS_7</b> | <b>BSS_8</b> | <b>BSS_9</b> | <b>BSS_10</b> | <b>BSS_11</b> |
| <b>SiO<sub>2</sub></b>             | 37,158   | 37,1152      | 37,111       | 37,2126      | 37,127       | 37,1121      | 37,0445      | 36,7683      | 37,054       | 37,1195       | 37,1884       |
| <b>TiO<sub>2</sub></b>             | 0,068  | 0,0208       | 0,0953       | 0,0209       | 0,0404       | 0,0826       | 0,0522       | 0,0118       | 0,0066       | 0,0048        | 0,075         |
| <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | 20,6458  | 20,5433      | 20,3423      | 20,7671      | 20,343       | 20,4884      | 20,4284      | 20,776       | 20,6062      | 20,7395       | 20,4622       |
| <b>FeO (total)</b>                 | 25,4399  | 27,5876      | 24,6933      | 26,0786      | 25,3829      | 26,0178      | 26,8755      | 26,1007      | 26,1826      | 26,0436       | 25,8526       |
| <b>MnO</b>                         | 8,9798   | 6,2546       | 10,9816      | 10,6253      | 10,3443      | 7,1876       | 6,0768       | 10,3523      | 10,3901      | 8,6064        | 8,8875        |
| <b>CaO</b>                         | 4,2682   | 5,6535       | 2,5123       | 1,216        | 2,6752       | 5,1533       | 5,9878       | 1,2565       | 1,2468       | 3,7692        | 4,0326        |
| <b>K<sub>2</sub>O</b>              | 0  | 0,0061       | 0,0024       | 0            | 0,0123       | 0,0015       | 0            | 0,0027       | 0,0067       | 0,0021        | 0             |
| <b>BaO</b>                         | 0  | 0,0483       | 0,0145       | 0,0636       | 0,0218       | 0,0191       | 0,0143       | 0,0395       | 0,0202       | 0             | 0,0072        |
| <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>  | 0  | 0,0607       | 0            | 0            | 0            | 0            | 0,0106       | 0            | 0            | 0             | 0             |
| <b>SrO</b>                         | 0,3634   | 0,3053       | 0,3269       | 0,3687       | 0,364        | 0,3278       | 0,4536       | 0,347        | 0,3409       | 0,3749        | 0,3603        |
| <b>Cl</b>                          | 0,0115   | 0,0009       | 0            | 0,0036       | 0            | 0            | 0,0055       | 0,0042       | 0            | 0,004         | 0,0023        |
| <b>Total</b>                       | 99,5603  | 100,0225     | 99,3689      | 99,7425      | 99,1208      | 98,8255      | 99,1973      | 99,1501      | 99,3052      | 99,413        | 99,4971       |

**Tabela 5.10** - Análises por microsonda eletrônica da composição química das granadas da amostra BRT\_115b.

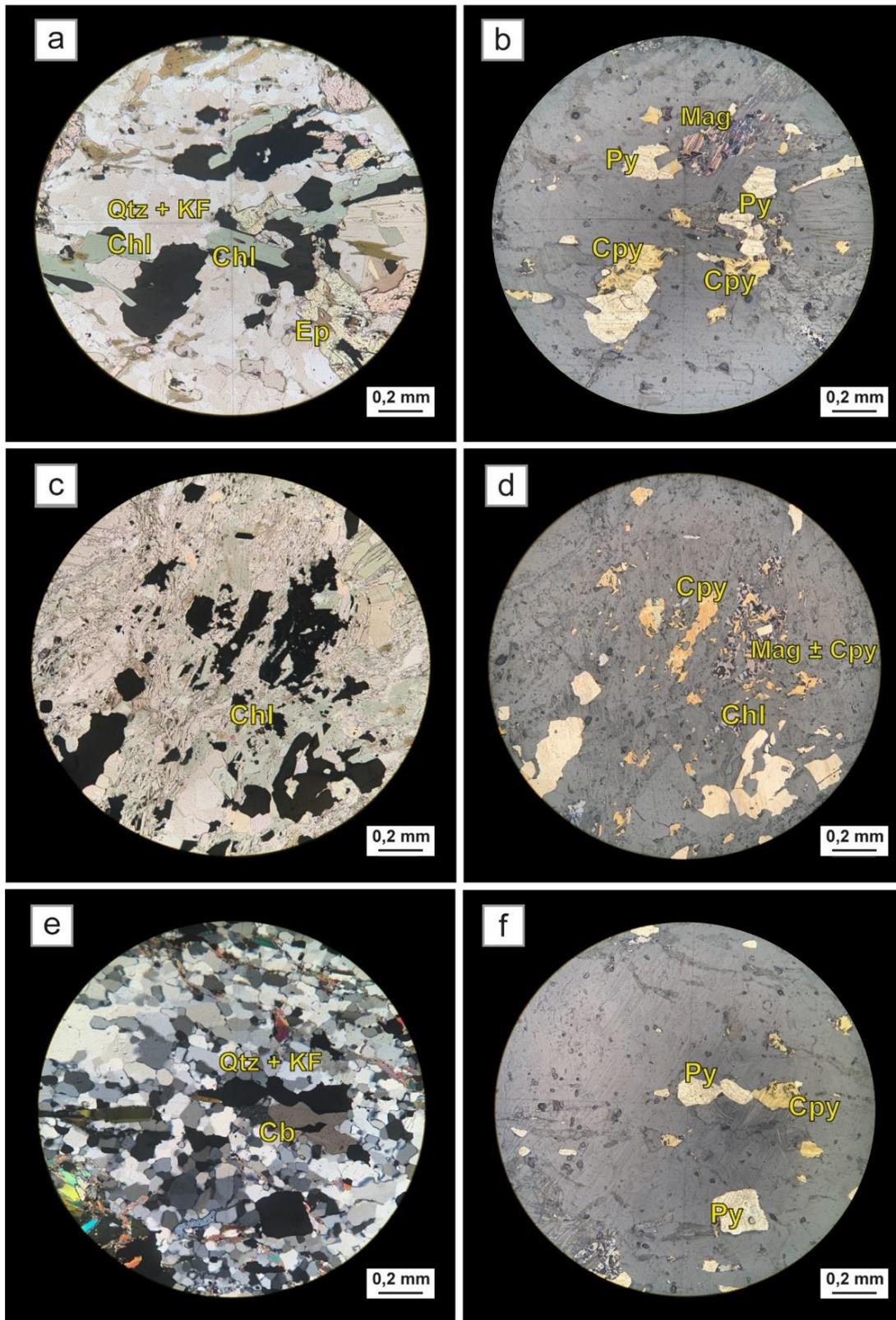
| <b>Amostra</b>                     | <b>Epidoto Muscovita Quartzo Biotita Xisto (BRT_115b)</b> |              |              |              |              |              |
|------------------------------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Mineral</b>                     | <b>Granada</b>  |              |              |              |              |              |
| <b>Análises (wt%)</b>              | <b>MTF_1</b>  | <b>MTF_2</b> | <b>MTF_3</b> | <b>MTF_4</b> | <b>MTF_5</b> | <b>MTF_6</b> |
| <b>SiO<sub>2</sub></b>             | 37,6902   | 37,9781      | 37,9073      | 37,5521      | 37,3587      | 37,7778      |
| <b>TiO<sub>2</sub></b>             | 0,0287  | 0,0583       | 0,0581       | 0,0676       | 0,0434       | 0,0922       |
| <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | 20,9977   | 21,0171      | 21,0354      | 20,8004      | 20,8446      | 20,8865      |
| <b>FeO (total)</b>                 | 30,0746   | 30,4203      | 29,2075      | 30,425       | 29,5197      | 30,6893      |
| <b>MnO</b>                         | 2,8671  | 1,7566       | 3,0932       | 2,1251       | 3,1069       | 1,9037       |
| <b>CaO</b>                         | 4,7635  | 5,157        | 4,9638       | 5,0084       | 4,9485       | 4,7184       |
| <b>K<sub>2</sub>O</b>              | 0,0309  | 0,0248       | 0,0106       | 0,0099       | 0,0149       | 0,0216       |
| <b>BaO</b>                         | 0   | 0,0371       | 0            | 0,0137       | 0,0424       | 0,0152       |
| <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>  | 0   | 0            | 0            | 0,058        | 0,056        | 0            |
| <b>SrO</b>                         | 0,3598  | 0,367        | 0,3459       | 0,3295       | 0,4218       | 0,409        |
| <b>Cl</b>                          | 0,0021  | 0,0014       | 0,0003       | 0,0022       | 0,0006       | 0,0016       |
| <b>Total</b>                       | 100,4127  | 100,3719     | 100,3833     | 99,974       | 99,4529      | 99,9631      |

### 5.3 Mineralização

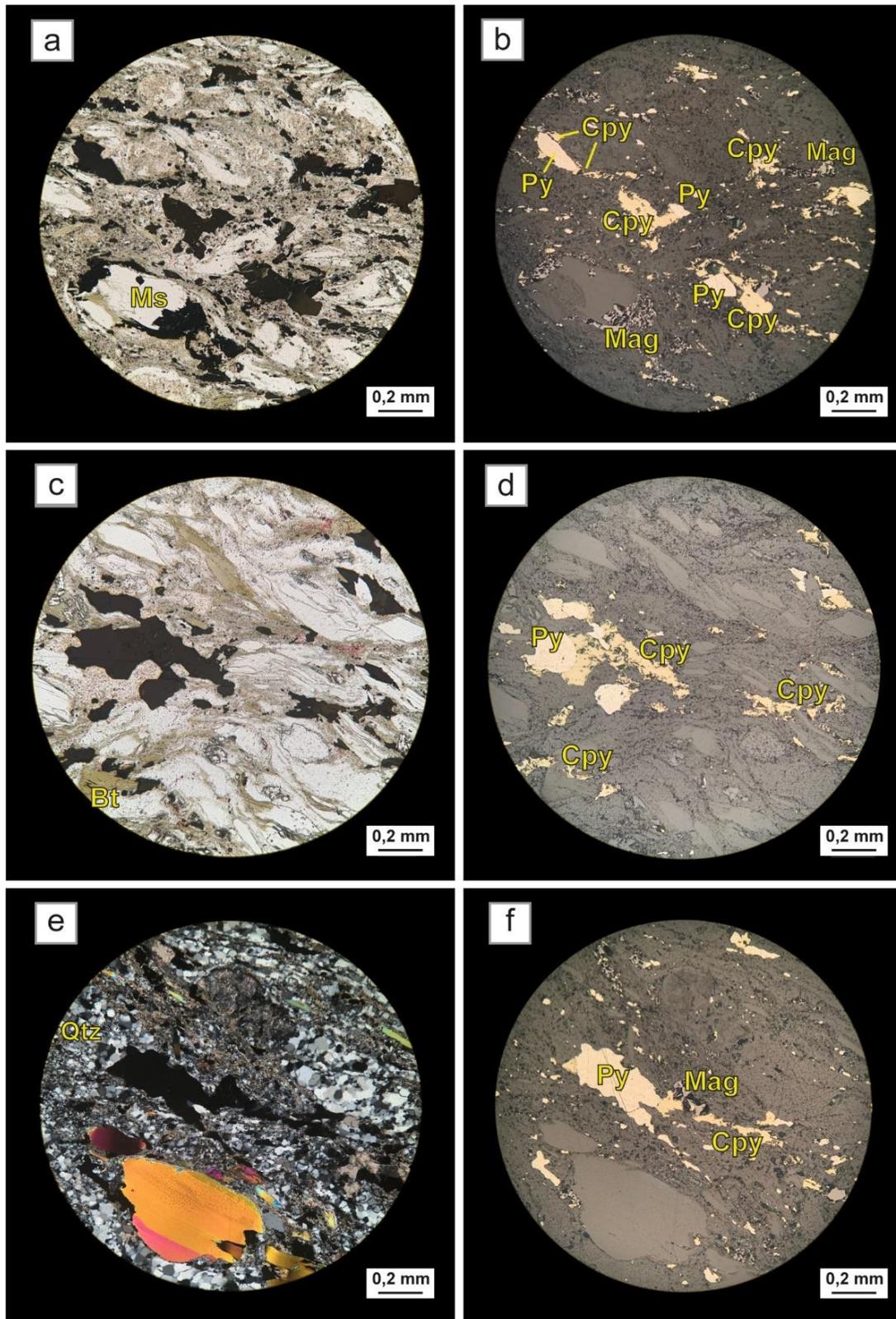
A mineralização cupro-aurífera do alvo Buriti é do tipo disseminada, e o principal mineral de minério é a calcopirita, exibindo uma paragênese mineral composta por calcopirita + pirita + magnetita, tanto em zonas de baixo ( $< 0.1\% \text{ Cu}$  e  $< 0.1 \text{ ppm Au}$ ), médio ( $0.1 < \% \text{ Cu} < 0.3 / 0.1 < \text{ppm Au} < 0.3$ ) a alto teor ( $> 0.3\% \text{ Cu}$  e  $> 0.3 \text{ ppm Au}$ ). A cloritização é a alteração mais evidente que corresponde à uma das litologias associadas ao minério de médio e alto teor (Figura 5.14a; c), embora a mineralização esteja também fortemente associada à uma matriz de granulometria muito fina (Figuras 5.13c e 5.15a; c), esta que não foi possível ser caracterizada utilizando a microsonda eletrônica. Eventualmente ocorre sobreposta nos agregados de quartzo + feldspato, e em contato com a biotita, carbonato e muscovita (Figuras 5.13c; 5.14e; 5.15c; e). Independente de qual seja a hospedeira da mineralização, MTF (Figura 5.13), MVI (Figura 5.14) e BSS (Figura 5.15), a calcopirita ocorre também em contato não definido com os cristais de magnetita



**Figura 5.12** – Fotomicrografias em luz transmitida (figuras a; c) (polarizadores paralelos e cruzados, respectivamente) e luz refletida (figuras b; d) | As figuras (c; d) mostram a associação dos sulfetos (calcopirita e pirita) e óxido (magnetita) associados e sobrepostos à matriz de granulação muito fina e aos cristais granulares e quartzo (BRT\_105a) | As figuras (a; b) mostram os sulfetos muito finos (calcopirita e pirita) e óxido (magnetita) dispersos na matriz de granulação muito fina (BRT\_115b) | Evidente paragênese formada por calcopirita + pirita ± magnetita (figura d).



**Figura 5.13** - Fotomicrografias em luz transmitida (figuras a; c; e) (polarizadores paralelos (a e c) e cruzados (e)) e luz refletida (figuras b; d; f). As figuras (a; b) (BRT\_67b) e (c; d) (BRT\_30a) mostram uma forte relação da clorita diablástica com os sulfetos (calcopirita e pirita) e óxido (magnetita). Evidente paragênese formada por calcopirita + pirita ± magnetita (figura d). As figuras (e; f) ilustra a associação também da pirita e calcopirita relacionada com carbonato.



**Figura 5.14** - Fotomicrografias em luz transmitida (Figuras a; c) (polarizadores paralelos e cruzados, respectivamente) e luz refletida (Figuras b; d). As figuras (c; d) mostram a associação dos sulfetos (calcopirita e pirita) e óxido (magnetita) associados e sobrepostos à matriz de granulação muito fina e aos cristais granulares e quartzo. As figuras (a; b) mostram os sulfetos muito finos (calcopirita e pirita) e óxido (magnetita) dispersos na matriz de granulação muito fina. Evidente paragênese formada por calcopirita + pirita ± magnetita (Figura d).

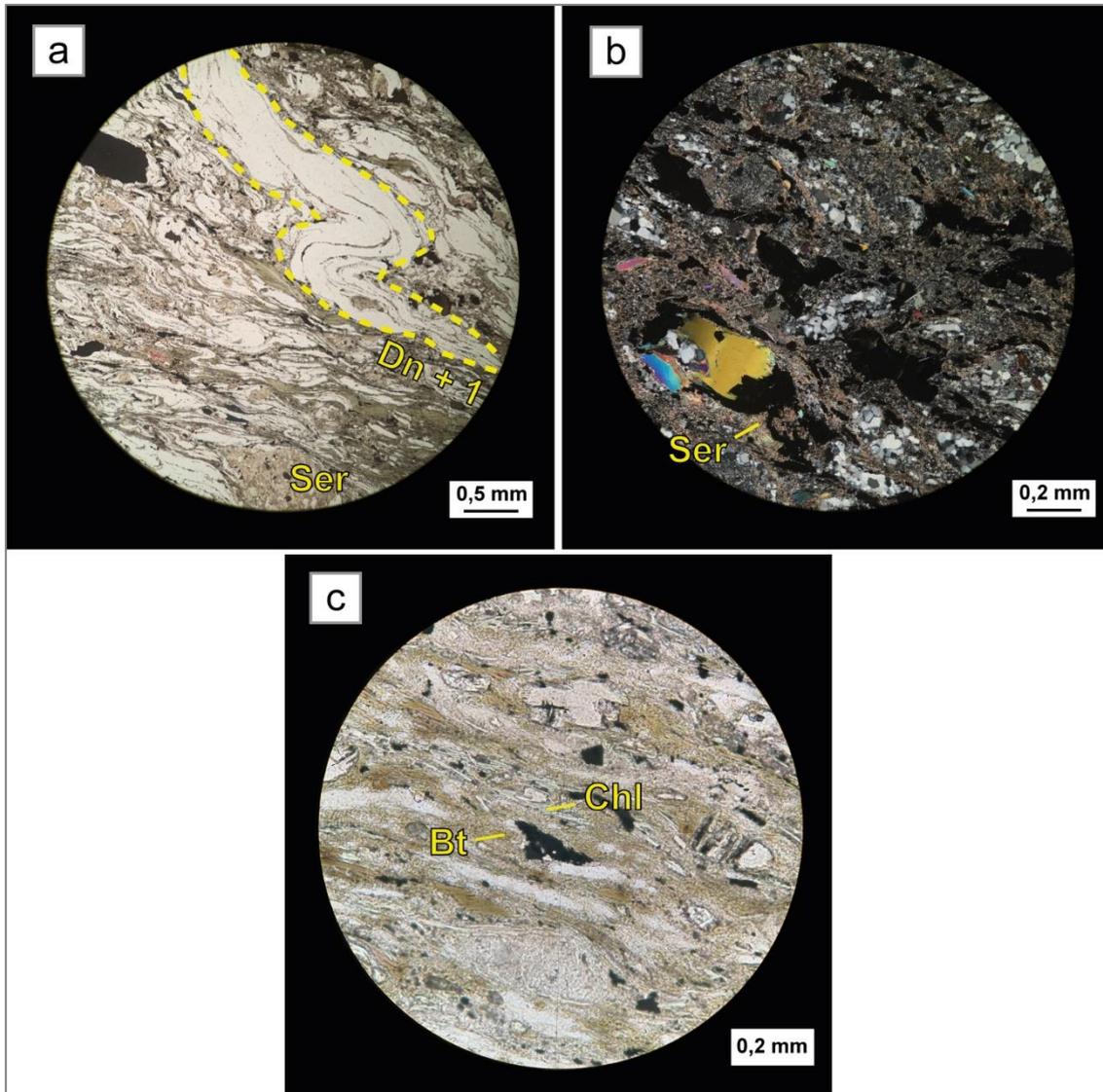
## 6. DISCUSSÃO

O alvo Buriti é formado por 7 litologias principais: (i) muscovita-biotita-quartzo xisto (BSS); (ii) epidoto-muscovita-quartzo xisto (MVI); (iii) muscovita-quartzo-biotita xisto (MTF); (iv) granada-cianita-biotita xisto (MTS); (v) muscovita-cianita-quartzo xisto (SQKS); (vi) muscovita-quartzo xisto (SQS); (vii) anfibolito (ANF). Ressaltando que as duas últimas não foram amostradas e estudadas nesse trabalho, porém tem forte presença ao longo do depósito, principalmente o anfibolito. Correlacioná-las com um protólito exato é uma tarefa difícil, visto os intensos processos hidrotermais e deformacionais desenvolvidas, obliterando quaisquer texturas primárias que poderiam haver. Porém, a composição mineralógica auxilia na associação com dois grupos da geologia do Arco Magmático de Mara Rosa proposta por Arantes et al., (1991), são elas: (i) sequência metavulcânica básica a intermediárias; (ii) sequência metassedimentar.

A sequência metavulcânica é representada pelo muscovita-biotita-quartzo xisto, epidoto-muscovita-quartzo xisto e muscovita-quartzo-biotita xisto, todas elas hospedeiras da mineralização em cobre e ouro de médio a alto teor do depósito. O muscovita-quartzo-biotita xisto é a rocha mais fina encontrada, algo que se assemelha a um metatupo, questão que não será discutida nesse trabalho. No caso do granada-cianita-biotita xisto, a presença de granada e cianita na assembleia mineralógica, sugerindo um protólito de origem aluminoso, relacionado à sequência metassedimentar.

As biotitas do muscovita-quartzo-biotita xisto (BRT\_107B), sericita-muscovita-biotita-quartzo xisto (BTN\_12) e muscovita-quartzo-sericita-biotita xisto feldspático (BRT\_107A), possuem valores menores de Ti (Figura 5.11), e tendem a serem mais magnesianos (Figura 5.9), indicando uma possível cloritização dessas biotitas, em condições de pressão ( $P > 4-6$  kbar) (Rezaei and Zarasvandi, 2020), representativa de retrometamorfismo para fácies xisto-verde, além da formação de sericita na rocha (Figura 6.1). Essa conjunção está relacionada com o desenvolvimento de uma zona de cisalhamento denominada de Falha Rio dos Bois, durante o evento deformacional  $D_{n+1}$  (610 – 600 Ma) (Junges et al., 2002), responsável pela re-mineralização de cobre e ouro (630 – 580 Ma) (Oliveira et al., 2015) e pela possível estruturação e milonitização do Buriti conjuntamente. Essa deformação gerou, assim como o Oliveira et al. 2015 discute, uma zona de minério com geometria tabular de baixo ângulo, semelhante ao que é visto nas seções geológicas abordadas no trabalho (Figuras 4.1, 4.2 e 4.3). Além

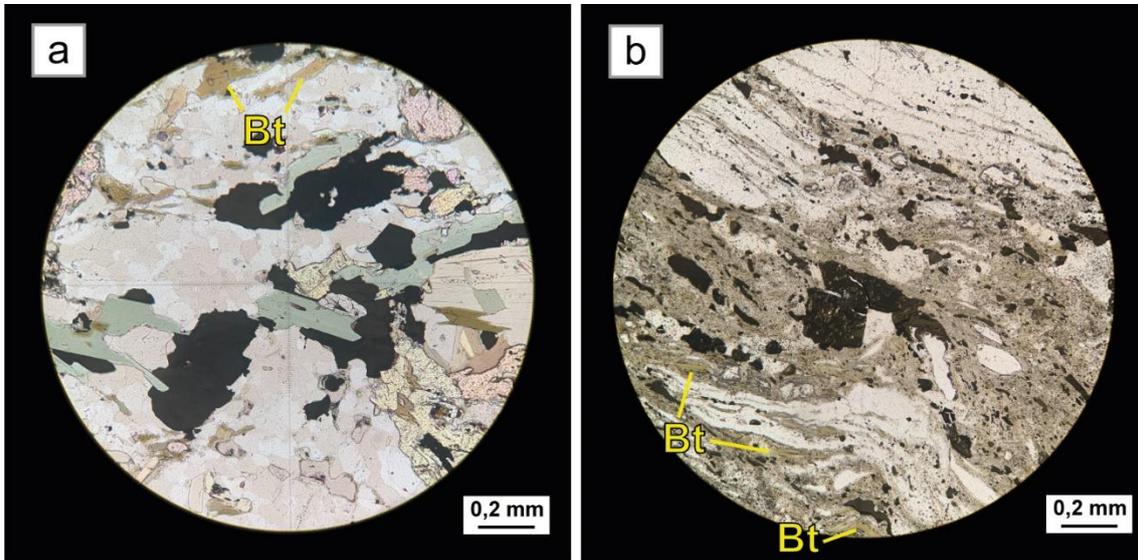
disso, as dobras assimétricas apertadas são vistas também em lâmina delgada (Figura 6.1a).



**Figura 6.1** - Fotomicrografias em luz transmitida com polarizadores paralelos (Figuras 6.1a; c) e polarizadores cruzados (Figura 6.1b). | Sericitização alterando minerais primários (possivelmente feldspato) (Figura 6.1a), e compondo a matriz de granulação muito fina (Figura 6.1b).

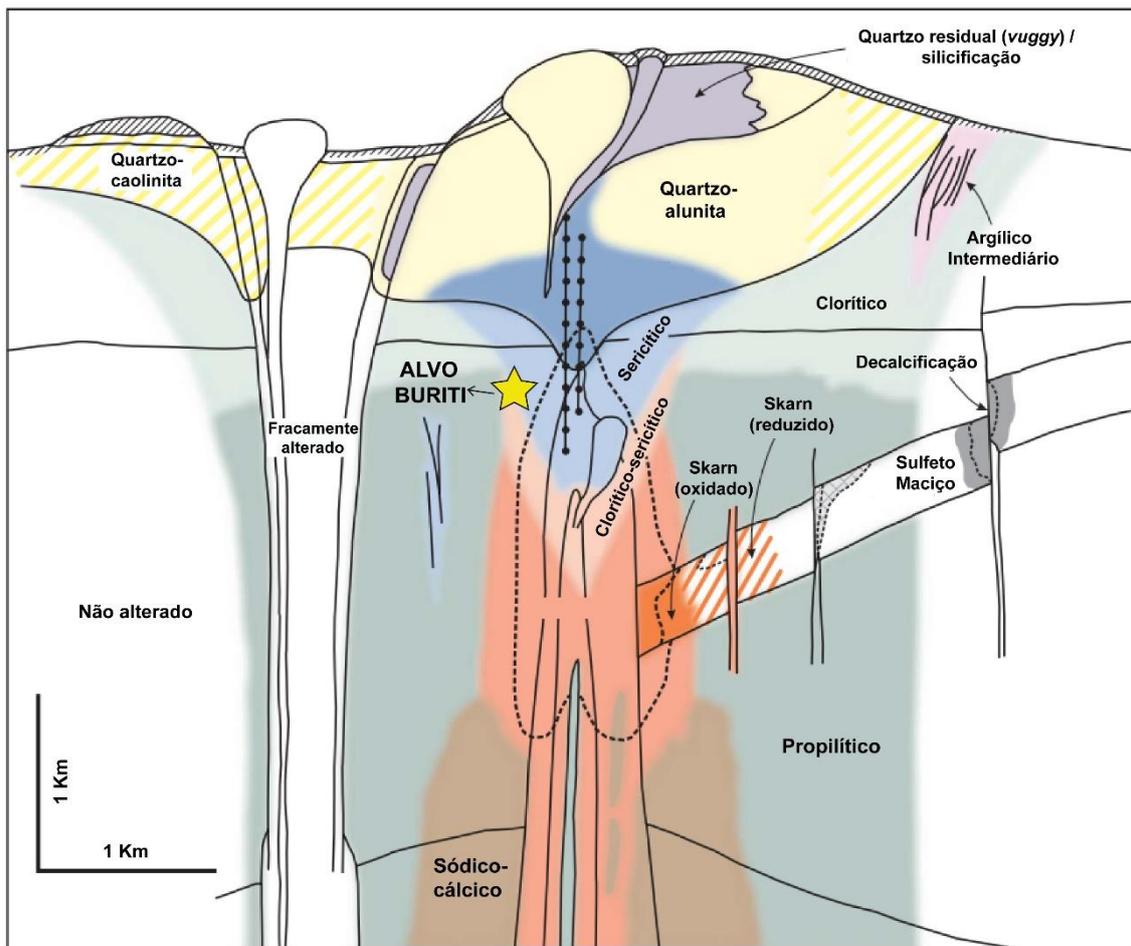
Ao analisar os diagramas (Figuras 5.9 e 5.10) e correlacionar a biotita dos xistos discutidos acima, com a que compõe o clorita-epidoto-muscovita-quartzo xisto (BRT\_67), foram diferenciadas tanto na química, quanto no âmbito textural. A primeira possui valores de  $Mg^{2+}$  mais altos, mais deformadas e de textura lepidoblástica (Figuras 6.1c; 6.2b). Por outro lado, a segunda apresenta uma quantidade maior de  $Fe^{2+}$ , textura diablástica, e baixa deformação, assim como a clorita (Figura 6.2a). Portanto, é indicado

que o desenvolvimento dessas aconteceu /em um evento pós-deformacional (Quadro 6.1), relacionado também com uma outra remobilização dos sulfetos associados com essa clorita, posterior ao evento  $D_{n+2}$  (Oliveira et al., 2015).



**Figura 6.2** – Fotomicrografias em luz transmitida e com polarizadores paralelos. | Clorita e biotita em textura diablastica (Figura 6.2a). Por outro lado, na Figura 6.2b, a biotita tem um hábito lamelar e está deformada.

Os depósitos do tipo pórfiro apresentam um zoneamento de alteração hidrotermal marcante e que ocorre em larga escala. É formado, da porção mais profunda para o topo, pelos seguintes halos hidrotermais: sódico-cálcico, potássico, clorítico-sericítico, sericítico e argílico avançado. As alterações clorítica e propilítica ocorrem de forma distal, bordejando o restante (Sillitoe, 2010) (Figura 6.3). Devido à toda a deformação imposta no Buriti, custosamente é a percepção e caracterização dos processos metamórficos e hidrotermais, e os eventos responsáveis por eles. Entretanto, a química mineral por microsonda e o trabalho de petrografia auxiliou a compreendê-los melhor, comparando as fases minerais (e.g. biotita, muscovita) das unidades do Buriti, e também com as do magnetita-biotita gnaiss e muscovita-biotita xisto (Oliveira F.B., 2009) do depósito de Chapada.



**Figura 6.3** - Modelo esquemático do zoneamento da alteração hidrotermal em um sistema pórfiro. A estrela amarela indica a posição relativa da mineralização do alvo Buriti, nos níveis mais rasos do sistema e distais em relação à rocha intrusiva porfírica. (Modificado de Sillitoe, 2010).

As biotitas do muscovita-biotita xisto (Oliveira F.B., 2009) foram geradas a partir da transformação da magnetita, do magnetita-biotita gnaiss (Oliveira F.B., 2009), por processos epigenéticos ativos durante o evento  $D_{n+1}$ . O ferro liberado no sistema é retido pela biotita e enxofre, gerando uma biotita rica em Fe (Figura 5.10), e sulfetos como calcopirita e pirita (Oliveira et al., 2015). Da mesma maneira, as biotitas dos xistos do Buriti analisadas também são marcadas por um retrometamorfismo ( $D_{n+1}$ ) de fácies xisto verde, porém são definidas como biotitas magnesianas (Figura 5.8 e 5.9). Além disso, a maioria das unidades litológicas, principalmente as que compreendem a zona mineralizada, tendem a conter uma composição mineralógica com mais sericítica e muscovita, e uma relação (pirita > calcopirita), vide descrições petrográficas (Apêndice 1). A partir das ideias apresentadas, entende-se que o alvo Buriti faz parte do mesmo sistema pórfiro de Chapada, estabelecido em uma região mais distal à intrusão

porfirítica (Figura 6.3), onde o fluido hidrotermal está mais acidificado e com uma menor temperatura.

É proposto para o depósito de Chapada, a aplica-se também para o alvo Buriti, um modelo genético que estabelece inicialmente uma mineralização do tipo Cu-Au pórfiro durante o evento  $D_n$  (884 – 867 Ma) em fácies anfibolito (650 °C, 9kbar) com posterior re-mineralização dos sulfetos devido aos processos metamórficos e deformacionais, análoga a um sistema do tipo ouro orogênico ou *Intrusion Related Gold Systems* (IRGS), relacionados ao evento  $D_{n+1}$  (630 – 580 Ma) (Oliveira et al., 2015), este que pode estar relacionado também com a estruturação e configuração atual do Buriti, já comentado anteriormente. Em seguida, o evento  $D_{n+2}$  foi responsável pelo controle da geometria final do depósito de Chapada e Buriti, caracterizada por dobras abertas a leves sinclinais assimétricas, e também por uma nova remobilização de sulfetos.

Até então, nenhum outro evento metamórfico ou hidrotermal posterior a todos esses eventos deformacionais é apresentado. Mas posteriormente aos trabalhos de petrografia, e química mineral com o uso da microsonda eletrônica, interpreta-se um novo evento pós deformacional (362 °C) (Figura 6.1), responsável por uma cloritização pervasiva visivelmente mais influente no clorita-epidoto-muscovita-quartzo xisto, remobilizando e recristalizando os sulfetos, exibindo uma textura diablástica, diferente das cloritas lepidoblásticas encontradas em outros xistos.

**Quadro 6.1** – Características e estruturas formadas pelos eventos deformacionais  $D_n + 1$ ,  $D_n + 2$  e o evento pós deformacional.

| <b>EVENTOS DEFORMACIONAIS</b>  |   |  |
|--|---|--|
| <b><math>D_n + 1</math> (Oliveira et al., 2015)</b>  | <b><math>D_n + 2</math> (Oliveira et al., 2015)</b>                 | <b>Pós Deformacional</b>   |
| <p><b>Dobras assimétricas apertadas</b></p> <p><b>Falha Rio dos Bois</b></p> <p><b>Estruturação e milonitização do Buriti</b></p> <p><b>Metamorfismo na fácies xisto verde</b></p> <p><b>Remobilização de sulfetos</b></p> | <p><b>Dobramento regional com padrão do tipo domos e bacias</b></p> | <p><b>Processo de cloritização e biotitização (diablásticas)</b></p> <p><b>Remobilização dos sulfetos associados com a clorita diablástica</b></p> |

As granadas analisadas da amostra BRT\_115b, com médio e baixo teor de Cu e Au, respectivamente, são ricas em molécula de almandina, seguida pela grossulária e espessartita por último. Já as granadas da amostra BRT\_107b possui alto teor de Cu e Au, e também é mais rica na molécula de almandina, no entanto é mais rica na molécula de espessartita em relação à grossulária. Desta maneira, as granadas e as suas diferentes composições químicas, relacionadas ao minério, seja ele de baixo a alto teor de cobre e ouro, poderiam ser consideradas bons guias exploratórios.

## 7. CONCLUSÃO

Com bases nos dados apresentados sobre o alvo Buriti, foi possível concluir que:

- 1) As unidades hospedeiras da mineralização consistem em epidoto-muscovita-quartzo-biotita xisto, cianita-muscovita-quartzo-biotita xisto e clorita-epidoto-muscovita-quartzo xisto. Ocorrem de forma contínua.
- 2) As unidades encaixantes da mineralização são definidas por um grupo de xistos com diferenças composicionais composto por: (i) muscovita-granada-cianita-biotita xisto; (ii) cianita-muscovita-sericita-quartzo xisto; (iii) sericita-muscovita-cianita-quartzo xisto.
- 3) A mineralização é do tipo disseminada, e é formada pela paragênese :pirita + calcopirita  $\pm$  magnetita. Geralmente a pirita é o mineral de minério predominante.
- 4) Assim como o depósito de Chapada, o alvo Buriti exhibe uma remobilização dos sulfetos devido ao evento  $D_{n+1}$ , responsável pela geração da zona de cisalhamento denominada de Falha Rios dos Bois, que estruturou o depósito Buriti.
- 5) O alvo Buriti foi gerado a partir de um mesmo sistema magmático hidrotermal que o depósito de Chapada, porém em uma região mais distal em relação à intrusão porfirítica, com característica mais sericítica.
- 6) É considerado um corpo milonítico, com um progressivo aumento da deformação em direção ao centro.
- 7) Há um novo evento (Pós  $D_{n+2}$ ) responsável por uma cloritização e remobilização dos sulfetos que são associados com essa alteração.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. F. M. et al. Provincias Estruturais Brasileiras. **VIII Simpósio de geologia do Nordeste**, n. 2, p. 12–13, 1977.

ARANTES, D. et al. The sedimentary-volcanic sequence of Mara Rosa and the associated gold mineralization. **Boletim Informativo - Sociedad Brasileira de Geologia Nucleo Centro-Oeste**, A sequencia vulcano-sedimentar de Mara Rosa e mineralizacoes auríferas associadas. n. 14, p. 27–40, 1991.

CATHELINEAU, M. Cation site occupancy in chlorites and illites as function of temperature. *Clay Minerals*, v. 23, n. 4, p. 471-485, 1988.

CHERUKUPALLI, N. Review of Precambrian porphyry Cu ± Mo ± Au deposits with special reference to Malanjhand porphyry copper deposit , Madhya Pradesh , India. n. March 1997, 1997.

CORDANI, U. G. et al. The significance of the Transbrasiliano-Kandi tectonic corridor for the amalgamation of West Gondwana. **Brazilian Journal of Geology**, v. 43, n. 3, p. 583–597, 2013.

DE BRITO NEVES, B. B.; CAMPOS NETO, M. D. C.; FUCK, R. A. From Rodinia to Western Gondwana: An approach to the Brasiliano-Pan African cycle and orogenic collage. **Episodes**, v. 22, n. 3, p. 155–166, 1999.

DE OLIVEIRA, C. G. et al. The copper-gold and gold deposits of the Neoproterozoic Mara Rosa magmatic arc, central Brazil. **Ore Geology Reviews**, v. 25, n. 3–4, p. 285–299, 2004.

FRASCA, A. A. S. AMÁLGAMAS DO W-GONDWANA NA PROVÍNCIA TOCANTINS TOCANTINS Banca Examinadora: . **Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília. Tese de Doutorado**, v. n° 123, p. 172, 2015.

FRASER, J. L . Assinica. v. 88, n. 1972, p. 1685–1699, 1993.

FUCK, R. A. A Faixa Brasília e a Compartimentação Tectônica na Província Tocantins. n. Junho, p. 5., 1994.

HEY, M.H. A new review of the chlorites. *Mineral. Mag.* 30, 277–292., 1954

JOWETT, E. C. Fitting iron and magnesium into the hydrothermal chlorite geothermometer. In: GAC/MAC/SEG Joint Annual Meeting, Toronto, May 27-29, Program with Abstracts 16, 1991.

JUNGES, S. L. Caracterização Geoquímica e Isotópica da Faixa Oeste da Seqüência Vulcanossedimentar de Mara Rosa Caracterização Geoquímica e Isotópica da Faixa Oeste da Seqüência Vulcanossedimentar de Mara Rosa. 1998.

JUNGES, S. L.; PIMENTEL, M. M.; DE MORAES, R. Nd isotopic study of the Neoproterozoic Mara Rosa Arc, central Brazil: Implications for the evolution of the Brasília Belt. **Precambrian Research**, v. 117, n. 1–2, p. 101–118, 2002.

KRÖNER, A.; CORDANI, U. African, southern Indian and South American cratons were not part of the Rodinia supercontinent: evidence from field relationships and geochronology. **Tectonophysics**, v. 375, n. 1, p. 325–352, 2003.

MISRA, K. C. Porphyry Deposits. **Understanding Mineral Deposits**, n. January 2007, p. 353–413, 2000.

OLIVEIRA, C. G. DE et al. The Chapada Cu-Au deposit, Mara Rosa magmatic arc, Central Brazil: Constraints on the metallogenesis of a Neoproterozoic large porphyry-type deposit. **Ore Geology Reviews**, v. 72, n. P1, p. 1–21, 2016.

OSWALDO ARAÚJO FILHO, J. DE. the Pirineus Syntaxis: an Example of the Intersection of Two Brasiliano Fold-Thrust Belts in Central Brazil and Its Implications for the Tectonic Evolution of Western Gondwana. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, n. 1, p. 144–148, 2000.

PALERMO, N.; PORTO, C. G.; COSTA JR., C. N. DA. the Mara Rosa Gold District, Central Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, n. 2, p. 256–260, 2000.

PIMENTEL, M. M. et al. The tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt, central Brazil, based on SHRIMP and LA-ICPMS U-Pb sedimentary provenance data: A review. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 31, n. 4, p. 345–357, 2011.

PIMENTEL, M. M. The tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt, central Brazil: A geochronological and isotopic approach. **Brazilian Journal of**

**Geology**, v. 46, n. June, p. 67–82, 2016.

PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A. Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil. **Geology**, v. 20, n. 4, p. 375–379, 1 abr. 1992.

POLL, N. J. by ~ r. [s.d.].

RAMOS FILHO, W. L.; ARAÚJO FILHO, J. O. DE; KUYUMJIAN, R. M. Características Do Ambiente Estrutural Do Depósito De Chapada, Goiás. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, n. 2, p. 109–116, 2003.

RICHARDSON, S. V et al. Origin and geochemistry of the Chapada Cu-Au deposit, Goiás, Brazil; a metamorphosed wall-rock porphyry copper deposit. **Economic Geology**, v. 81, n. 8, p. 1884–1898, 1 dez. 1986.

RIOS, F. S. “ O DEPÓSITO DE Au ( Cu-Ag ) SERRINHA DE GUARANTÃ , CRÁTÓN AURÍFERO AMAZÔNICO , UM AO NÃO-CONVENCIONAL ASSOCIADO SISTEMA PÓRFIRO-EPITERMAL PALEOPROTEROZOICO JURUENA TELES PIRES ” Francisco Sene Rios Dissertação de Mestrado N° 408 Brasília , DF , 2019. 2019.

SEEDORFF, E. et al. Porphyry deposits: Characteristics and origin of hypogene features. In: **Economic Geology**. [s.l: s.n.]. v. 100th Annip. 251–298.

SILLITOE, R. H. Porphyry copper systems. **Economic Geology**, v. 105, n. 1, p. 3–41, 2010.

SIMMONS, S. F.; GRAHAM, I. Linkages between Volcanotectonic Settings, Ore-Fluid Compositions, and Epithermal Precious Metal Deposits. **Volcanic, Geothermal, and Ore-Forming Fluids**, n. January, p. 315–343, 2020.

STRIEDER, A. J.; SUITA, M. T. D. F. Neoproterozoic geotectonic evolution of Tocantins Structural Province, Central Brazil. **Journal of Geodynamics**, v. 28, n. 2–3, p. 267–289, 1999.

UHLEIN, A. et al. Tectônica Da Faixa De Dobramentos Brasília – Setores Setentrional E Meridional. **Geonomos**, n. October, 2012.

VIANA, M. D. G. et al. O Arco Magmático De Mara Rosa, Goiás: Geoquímica E Geocronologia E Suas Implicações Regionais. **Revista Brasileira de Geociências**, v.

25, n. 2, p. 111–123, 1995.

XIE, Xiaogang; BYERLY, Gary R.; FERRELL JR, Ray E. I1b trioctahedral chlorite from the Barberton greenstone belt: crystal structure and rock composition constraints with implications to geothermometry. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, v. 126, n. 3, p. 275-291, 1997.

## **APÊNDICE I – DESCRIÇÕES PETROGRÁFICAS**

## Amostra: 30A

**Furo:** BRT\_30

**Unidade Litológica:** MVI (Metavulcânica Intermediária)

**Descrição Microscópica:** Rocha inequigranular, com granulação variando de vítrea/densa à média, com tamanho máximo de 1,6 mm. Possui textura predominantemente granolepidoblástica, marcada principalmente pelos cristais de clorita, seguindo uma orientação preferencial, marcando a foliação da rocha, e pela biotita e muscovita, com uma expressividade menor. Os agregados de cristais poligonais de quartzo e feldspato formam a textura granoblástica. Matriz formada essencialmente por sericita, e por cristais muito finos de quartzo e feldspato. A sulfetação está predominantemente associada à clorita e carbonato, e geralmente faz contato também com os agregados de quartzo de feldspato e a sericita. A mineralogia é composta por: sericita, clorita, muscovita, biotita, quartzo, feldspato, epidoto, pirita, calcopirita e magnetita e turmalina.

### Composição Mineral (%)

|                  |         |                    |       |
|------------------|---------|--------------------|-------|
| <b>Sericita</b>  | 20 - 25 | <b>Pirita</b>      | 4 – 6 |
| <b>Clorita</b>   | 15 – 20 | <b>Calcopirita</b> | 2 – 3 |
| <b>Quartzo</b>   | 12 - 17 | <b>Magnetita</b>   | 1 - 2 |
| <b>Muscovita</b> | 10 – 15 | <b>Turmalina</b>   | < 1   |
| <b>Biotita</b>   | 7 – 12  |                    |       |
| <b>Feldspato</b> | 5 - 10  |                    |       |
| <b>Epidoto</b>   | 5 - 7   |                    |       |

### Textura

Quartzo / Feldspato – Granoblástica

Clorita / Muscovita / Biotita – Lepidoblástica

### Descrição Microscópica

**Sericita:** Cristais muito finos, incolores, fraco pleocroísmo, e possui uma alta birrefringência. Está fortemente presente na rocha e concordante com a foliação.

**Clorita:** Cristais subidiomórficos a xenomórficos, resultado do retrometamorfismo da biotita, ou produto do hidrotermalismo. Possui um relevo baixo, fraco pleocroísmo, variando entre verde pálido e amarelo pálido. Está fortemente associada com os sulfetos. Marca a foliação principal juntamente com a muscovita e biotita. Geralmente faz contato planar e ondulado com os cristais de quartzo e KF, e dentados com a biotita. O tamanho máximo dos cristais é de 0,53 mm.

**Muscovita:** Cristais xenomórficos à subidiomórficos, mineral incolor, relevo médio, hábito lamelar, cor de interferência alta de granulação fina com cristais de até 0,88 mm. Os cristais não formam um domínio contínuo, no entanto percebe-se os cristais concordantes com a foliação, marcando a textura lepidoblástica.

**Biotita:** Cristais xenomórficos a subidiomórficos, lamelares e orientados em uma direção preferencial. Assim como a muscovita, os cristais não formam um domínio contínuo, porém é concordante com a foliação, e caracteriza-se também a textura lepidoblástica. Forte pleocroísmo que varia entre amarelo pálido e marrom escuro. O tamanho dos cristais chega à 0,6 mm.

**Quartzo:** Cristais inequigranulares xenomórficos a subidiomórficos formando agregados poligonais na forma de vênulas, geralmente, fazem contato planar entre si e com os cristais de KF, e eventualmente com os cristais de biotita, quartzo e KF. Por vezes possuem extinção ondulante. O tamanho máximo chega até 0,8 mm.

**Feldspato:** Cristais inequigranulares subidiomórficos, incolor, com cor de interferência e relevo baixo, biaxial negativo. Ocorre em contato planar com os cristais de quartzo. O tamanho máximo é de 0,53 mm

**Epidoto:** Cristais subidiomórficos, prismáticos, de relevo alto, incolores e com uma alta cor de interferência de em textura nematoblástica. O tamanho máximo é de 1,04 mm. Eventualmente encontra-se cristais apresentando um leve estiramento devido à deformação.

**Pirita:** Cristais inequigranulares xenomórficos à idiomórficos, de coloração amarelo pálido. Alguns cristais estão estirados e geralmente orientados concordantes com o plano da foliação, mas a maioria está disseminada e sem uma orientação

preferencial. O tamanho máximo é de 1,6 mm e está associada principalmente com os cristais de clorita.

**Calcopirita:** Cristais inequigranulares e xenomórficos, de cor amarela. Encontra-se disseminada muito fina matriz e associada com a pirita nas bordas. Tamanho máximo de 0,46 mm. Relaciona-se principalmente com os cristais de clorita, e está presente também nas bordas dos cristais de pirita e magnetita.

**Magnetita:** Cristais xenoblástico, de coloração cinza, e com tamanho máximo de 0,185 mm. Está geralmente associada com a calcopirita e pirita.

**Turmalina:** Cristais xenomórficos, relevo baixo, coloração cinza escuro. Birrefringência semelhante à cor em nicóis paralelos. Tamanho chega até 1,92 mm.

**Classificação da Rocha:** Biotita-muscovita-clorita-sericita xisto.

## **Amostra: 30B**

**Furo:** BRT\_30

**Unidade Litológica:** MVI (Metavulcânica Intermediária)

**Descrição Microscópica:** Rocha inequigranular, com granulação variando de vítrea/densa à média, com tamanho máximo de 4,4 mm. Possui textura predominantemente granolepidoblástica, marcada principalmente pelos cristais de muscovita e biotita, seguindo uma orientação preferencial, marcando a foliação da rocha. Os cristais prismáticos orientado de clorita estão dispostos concordantemente com a foliação, porém não são suficientes para compor a trama mineral que gera a foliação. Portanto, a clorita compõe a textura nematoblástica. Os agregados de cristais poligonais de quartzo e feldspato formam a textura granoblástica. Matriz formada essencialmente por finos cristais de quartzo e feldspato, e por cristais de sericita/muscovita. Aparentemente, há dois diferentes tipos de agregados quartzo-feldspáticos: 1º - Agregados que compreende a matriz da rocha, associados geralmente com a muscovita. 2º - Vênulas tardias concordantes com a foliação, sem uma associação mineral presente. A sulfetação está predominantemente associada à clorita, e geralmente

faz contato também com os agregados de quartzo de feldspato e a sericita. A mineralogia é composta por: muscovita, clorita, quartzo, feldspato, titanita, biotita, sericita, pirita, calcopirita e magnetita, turmalina.

|                  |         |                    |       |
|------------------|---------|--------------------|-------|
| <b>Quartzo</b>   | 20 - 25 | <b>Biotita</b>     | 2 - 5 |
| <b>Muscovita</b> | 15 - 20 | <b>Pirita</b>      | 3 - 5 |
| <b>Feldspato</b> | 12 - 17 | <b>Calcopirita</b> | 2 - 5 |
| <b>Epidoto</b>   | 10 - 12 | <b>Magnetita</b>   | 2 - 3 |
| <b>Sericita</b>  | 7- 12   | <b>Turmalina</b>   | < 1   |
| <b>Clorita</b>   | 7 - 12  |                    |       |

### **Composição Mineral (%)**

#### **Textura**

Quartzo / Feldspato – Granoblástica

Clorita / Muscovita / Biotita – Lepidoblástica

#### **Descrição Microscópica**

**Quartzo:** Cristais inequigranulares subidiomórficos à idiomórficos, com granulação máxima de aproximadamente 0,88 mm, extinção ondulante em certos cristais, parede de subgrãos e agregados policristalinos. Os contatos são ondulados, planares. Há dois domínios de cristalização, em zonas no qual o quartzo possui uma granulação mais fina, compondo a matriz da rocha, apresentando cristais de muscovita inclusos, e o outro domínio de granulação mais grossa, compondo as vênulas tardias, com espessura de aproximadamente 1,4 mm. Esses dois domínios estão associados com os sulfetos. Contudo, as vênulas tardias estão mais associadas com os cristais de sulfetos euédricos e não deformados, o que pode indicar uma sulfetação posterior.

**Muscovita:** Cristais subidiomórficos a idiomórficos, hábito lamelar, com cristais de até 4,4 mm, incolor, fraco pleocroísmo, e com alta cor de interferência. A muscovita ocorre orientada, compondo a foliação, e eventualmente demonstra uma extinção ondulante. Ocasionalmente está associada com os sulfetos, fazendo contatos ondulados, geralmente.

**Feldspato:** Cristais inequigranulares e subidiomórficos, incolor, com cor de interferência e relevo baixo, biaxial negativo. Ocorre em contato planar com os cristais de quartzo, tanto na matriz, quanto nas vênulas tardias. O tamanho máximo é de 0,64 mm. Assim como o quartzo, está associado com os sulfetos.

**Epidoto:** Cristal idiomórficos, mineral prismático, não apresenta pleocroísmo, alta birrefringência e relevo moderado a alto. Geralmente encontra-se alterado, com inclusões de outros minerais, como quartzo, feldspato, muscovita. Tamanho máximo de 3,2 mm.

**Clorita:** Cristais subidiomórficos à idiomórficos. Possui um relevo baixo, fraco pleocroísmo, variando entre verde pálido e amarelo pálido. Em certos locais, faz contato planar com os sulfetos, e também com os demais minerais, como a biotita, muscovita e os agregados de cristais poligonais de quartzo e feldspato. O tamanho máximo dos cristais é de 0,4 mm.

**Sericita:** Cristais muito finos, incolores, fraco pleocroísmo, e possui uma alta birrefringência. Está presente na direção da foliação.

**Pirita:** Cristais inequigranulares xenomórficos à idiomórficos, de coloração amarelo pálido. Os cristais estão levemente estirados e geralmente orientados concordantes com o plano da foliação, e alguns cristais não possuem uma orientação preferencial. O tamanho máximo é de 2,12 mm, e está associada principalmente com os cristais de quartzo e feldspato.

**Calcopirita:** Cristais inequigranulares e xenomórficos, de cor amarela. Encontra-se disseminada muito fina matriz e associada com a pirita nas bordas. Tamanho máximo de 0,92 mm. Relaciona-se principalmente com os cristais de quartzo e feldspato, mas também faz contato com os cristais de clorita. e está presente também nas bordas dos cristais de pirita e magnetita.

**Magnetita:** Cristais xenoblástico, de coloração cinza, e com tamanho máximo de 3,84 mm. Está geralmente associada com a calcopirita e pirita, e também estirada e seguindo a direção do plano da foliação.

**Turmalina:** Cristais xenomórficos, relevo baixo, coloração cinza escuro. Birrefringência semelhante à cor em nicóis paralelos.

**Classificação da Rocha:** Clorita-epidoto-muscovita-quartzo xisto

### **Amostra: 67B**

**Furo:** BRT\_67

**Unidade Litológica:** MVI (Metavulcânica Intermediária)

**Descrição Microscópica:** Rocha inequigranular, com granulação variando de muito fina à média, com tamanho máximo de 3,4 mm. Possui textura predominantemente granolepidoblástica, marcada principalmente pelos agregados de cristais poligonais quartzo feldspáticos, e por cristais lamelares e orientados de muscovita, apesar de que há cristais que estão arranjados de forma aleatória. Matriz formada essencialmente por quartzo e feldspato, e por cristais muito finos de muscovita. A sulfetação está predominantemente associada à clorita, e geralmente faz contato também com os agregados de quartzo de feldspato e a sericita. A mineralogia é composta por: quartzo, KF, muscovita, epidoto, clorita, biotita, carbonato, clinzoisita, sericita, pirita, calcopirita e magnetita.

## Composição Mineral (%)

|                  |         |                     |       |
|------------------|---------|---------------------|-------|
| <b>Quartzo</b>   | 25 - 30 | <b>Carbonato</b>    | 4 - 5 |
| <b>Feldspato</b> | 18 - 20 | <b>Clinozoisita</b> | 3 - 4 |
| <b>Muscovita</b> | 12 - 14 | <b>Sericita</b>     | ~1    |
| <b>Epidoto</b>   | 9 - 11  | <b>Pirita</b>       | 5 - 7 |
| <b>Clorita</b>   | 7 - 9   | <b>Calcopirita</b>  | 3 - 4 |
| <b>Biotita</b>   | 7 - 9   | <b>Magnetita</b>    | 2 - 3 |

## Textura

Quartzo / Feldspato – Granoblástica

Muscovita – Lepidoblástica

## Descrição Microscópica

**Quartzo:** Cristais inequigranulares subidiomórficos à idiomórficos, com granulação média de aproximadamente 0,4 mm, e localmente encontra-se um cristal de 2,64 mm, extinção ondulante em certos cristais, parede de subgrãos e agregados policristalinos. Faz contato planares e ondulados entre si e com os cristais de feldspato. Possui uma forte associação com os sulfetos. Além disso, encontra-se de forma inclusa nos cristais de muscovita.

**Feldspato:** Cristais inequigranulares subidiomórficos, incolor, com cor de interferência e relevo baixo, biaxial negativo. Ocorre em contato planar com os cristais de quartzo. O tamanho máximo é de 1,12 mm. Assim como o quartzo, está associado com os sulfetos.

**Muscovita:** Cristais subidiomórficos a idiomórficos, inequigranulares, hábito lamelar, com cristais de até 3,4 mm, incolor, fraco pleocroísmo, e com alta cor de interferência. A muscovita ocorre orientada, compondo a foliação, caracterizando a textura lepidoblástica, e eventualmente demonstra uma extinção ondulante. Contudo, há cristais que estão arranjados de forma aleatória, não seguindo uma orientação preferencial. Ocasionalmente está associada com os sulfetos, fazendo contatos

ondulados, geralmente. Em outros casos, também se encontra em contato planar e por vezes lobulados, com cristais de Clinozoisita. Há locais onde é possível visualizar as bordas de alguns cristais alterando para biotita.

**Epidoto:** Cristais xenomórficos à subidiomórficos, granulares a prismáticos, de relevo alto, incolores e com uma alta cor de interferência de em textura nematoblástica. O tamanho máximo é de aproximadamente 0,72 mm. Eventualmente está associado com a muscovita, e por vezes com a biotita.

**Clorita:** Cristais subidiomórficos à idiomórficos. Possui um relevo baixo, fraco pleocroísmo, variando entre verde pálido e amarelo pálido. Está geralmente associada com os sulfetos, apresentando um contato planar entre eles, e também com os demais minerais, como a biotita, muscovita e os agregados de cristais poligonais de quartzo e feldspato. Por vezes faz contato ondulado com a muscovita. No geral, os cristais não possuem uma orientação preferencial. O tamanho máximo dos cristais é de aproximadamente 0,72 mm.

**Biotita:** Cristais xenomórficos a subidiomórficos, lamelares e orientados em uma direção preferencial, porém não há uma intensidade considerável para compor a trama mineral que provoca a foliação. Forte pleocroísmo que varia entre amarelo pálido e marrom escuro. O tamanho máximo dos cristais é de aproximadamente 0,72 mm. Faz contato planar e ondulado com a muscovita, clorita, e os demais minerais, além dos sulfetos.

**Carbonato:** Cristais xenomórficos inequigranulares, incolor à um leve tom rosado, pleocroísmo muito fraco, relevo baixo à moderado, e fraca birrefringência. Tamanho máximo de aproximadamente 0,73 mm. Está geralmente associado com os agregados de quartzo e feldspato, e localmente faz contato planar com a clorita.

**Clinozoisita:** Cristais inequigranulares xenomórficos, incolor, fraco pleocroísmo, e possui uma cor de interferência com um tom cinza “azulado”. Está geralmente associado com a muscovita e o epidoto. O seu tamanho máximo é de aproximadamente 1 mm.

**Sericita:** Cristais muito finos, incolores, fraco pleocroísmo, e possui uma alta birrefringência.

**Pirita:** Cristais inequigranulares xenomórficos à idiomórficos, de coloração amarelo pálido. Os cristais geralmente não estão seguindo uma orientação preferencial, apesar de poucos estarem levemente estirados e concordante com a foliação da rocha. O tamanho máximo é de 1,32 mm, e está associada principalmente com os cristais de quartzo e feldspato, e por vezes de clorita, em contatos planares.

**Calcopirita:** Cristais inequigranulares e xenomórficos, de cor amarela. Encontra-se disseminada muito fina matriz e associada com a pirita nas bordas. Tamanho máximo de 0,72 mm. Relaciona-se principalmente com os cristais de quartzo e feldspato, mas também faz contato com os cristais de clorita. e está presente também nas bordas dos cristais de pirita e magnetita.

**Magnetita:** Cristais xenoblástico, de coloração cinza, e com tamanho máximo de 0,72 mm. Está geralmente associada com a calcopirita e pirita.

**Classificação da Rocha:** Clorita-epidoto-muscovita-quartzo xisto

## **Amostra: 105A**

**Furo:** BRT\_105

**Unidade Litológica:** MTF (Milonito)

**Descrição Microscópica:** Rocha inequigranular, apresentando uma direção de fluxo muito evidente, bastante milonitizada/deformada, com os cristais presentes seguindo fortemente uma orientação preferencial, indicando a foliação da rocha. Granulação vítrea à média (Até 1,2 mm). Há um certo bandamento formado por faixas mais biotíticas, alternando para faixas mais quartzosas, definidas pelas vênulas de quartzo. Possui textura predominantemente granolepidoblástica, marcada pelos cristais de muscovita e biotita, e pelos finos agregados de cristais de quartzo. Nota-se também, em certos locais, uma textura nematoblástica caracterizada pelos cristais de epidoto e cianita estirados e orientados e concordantes com a foliação. Matriz extremamente fina, composta principalmente por biotita, muscovita, quartzo. A sulfetação ocorre de forma extremamente fina, estando predominantemente associada com a biotita de textura vítrea, e com uma menor expressividade inclusa nos agregados de quartzo. Mineralogia formada essencialmente por biotita, muscovita, quartzo, epidoto, cianita, pirita, calcopirita, magnetita, titanita e zircão.

### **Composição Mineral (%)**

|                  |         |                    |       |
|------------------|---------|--------------------|-------|
| <b>Biotita</b>   | 25 - 28 | <b>Pirita</b>      | 5 - 7 |
| <b>Quartzo</b>   | 17 - 19 | <b>Calcopirita</b> | 5 - 7 |
| <b>Muscovita</b> | 12 - 14 | <b>Magnetita</b>   | 5 - 7 |
| <b>Epidoto</b>   | 8 - 10  | <b>Titanita</b>    | < 1   |
| <b>Cianita</b>   | 7 - 9   | <b>Zircão</b>      | < 1   |

### **Textura**

Quartzo - Granoblástica

Cianita / Epidoto / Muscovita - Nematoblástica

## Descrição Microscópica

**Biotita:** Limitada a visualização dos cristais de biotita, mesmo utilizando ocular com o aumento de 50x, provavelmente devido à intensidade da deformação imposta na rocha. Apesar disso, é possível visualizar o pleocroísmo característico do mineral, e que ele compõe consideravelmente a matriz, caracterizando também a foliação presente. É evidente a associação da biotita com os sulfetos e a magnetita, além de minerais como a muscovita, e os agregados de quartzo.

**Quartzo:** Cristais xenomórficos a subidiomórficos formando agregados poligonais na forma de vênulas, geralmente, fazem contato entre si de forma planar e dentada e por vezes possuem extinção ondulante. Essa forma de cristais agregados pode indicar uma possível recristalização. O tamanho deles pode chegar até 0,065 mm, aproximadamente. Ocasionalmente há a associação de pirita e calcopirita com os agregados de quartzo.

**Muscovita:** Cristais subidiomórficos a idiomórficos, hábito lamelar, com cristais de até 1,52 mm, incolor, com cor de interferência de segunda ordem. A muscovita ocorre de forma bastante estirada, seguindo a direção do plano da foliação, eventualmente com a forma de mica fish. Em alguns locais ela se encontra bastante deformada e dobrada, demonstrando uma certa extinção ondulante.

**Epidoto:** Cristais xenomórficos à subidiomórficos, granulares a prismáticos, de relevo alto, incolores e com uma alta cor de interferência de em textura nematoblástica. O tamanho máximo é de 1,04 mm. Eventualmente encontra-se cristais apresentando um leve estiramento devido à deformação

**Cianita:** Cristais xenomórficos no geral, localmente encontra-se cristais subidiomórficos. Ocorrem bastante deformados e fraturados. Tamanho que chega até 0,68 mm, relevo moderado a alto, geralmente está em contato com a biotita, possui um fraco pleocroísmo, variando de incolor a um amarelo pálido. Baixa birrefringência, variando entre cinza claro à um cinza “amarelado”.

**Pirita:** Cristais inequigranulares xenomórficos a subidiomórficos, de coloração amarelo pálido, estirados e geralmente orientados concordantes com o plano da foliação. O tamanho máximo com um valor de 0,65 mm, e está associada geralmente

com a biotita de textura vítrea, e ocorre também de forma disseminada. Por vezes, está associada com a calcopirita nas bordas.

**Calcopirita:** Cristais inequigranulares e xenomórficos, de cor amarela. Encontra-se disseminada muito fina matriz e associada com a pirita nas bordas. Também se mostram estiradas e no interior dos planos da foliação, assim como a pirita. Tamanho máximo de 0,43 mm. Relacionada principalmente com a biotita vítrea/densa, e com a magnetita.

**Magnetita:** Cristais xenomórficos de coloração cinza, e com tamanho de até 0,18 mm. Está geralmente associada com a calcopirita e pirita, e também ocorre de forma disseminada.

**Zircão:** Cristal incolor, relevo muito alto, prismático, e com até 0,04 mm, cor de interferência alta e zonação. Ocorrência associada a biotita formando halos pleocróicos.

## **Amostra: 115B**

**Furo:** BRT\_115

**Unidade Litológica:** MTF (Milonito)

**Descrição Microscópica:** Rocha inequigranular, apresentando uma direção de fluxo muito evidente, bastante milonitizada/deformada, com os cristais presentes seguindo fortemente uma orientação preferencial, indicando a foliação da rocha. Granulação vítrea à média (Até 0,64 mm em média), porém há cristal de muscovita que chega à 4,2 mm. Há um certo bandamento formado por faixas mais biotíticas, alternando para faixas mais quartzosas, definidas pelas vênulas de quartzo, com espessura de 0,4 mm e 3 mm. Possui textura predominantemente granolepidoblástica, marcada pelos cristais de muscovita e biotita, e pelos finos agregados de cristais de quartzo. E com uma expressividade menor, há uma textura porfiroblástica, marcada pelos cristais de granada dispersos na matriz. Essa que é extremamente fina, composta principalmente por biotita, muscovita, quartzo. A sulfetação ocorre de forma extremamente fina, estando predominantemente associada com a biotita de textura

vítrea, e com uma menor expressividade inclusa nos agregados de quartzo. Mineralogia formada essencialmente por biotita, quartzo, muscovita, epidoto, granada, clinozoisita, pirita, calcopirita, magnetita.

### Composição Mineral (%)

|                  |         |                     |       |
|------------------|---------|---------------------|-------|
| <b>Biotita</b>   | 24 - 26 | <b>Clinozoisita</b> | 6 - 8 |
| <b>Quartzo</b>   | 18 - 20 | <b>Pirita</b>       | 5 - 6 |
| <b>Muscovita</b> | 14 - 16 | <b>Calcopirita</b>  | 2 - 3 |
| <b>Epidoto</b>   | 11 - 13 | <b>Magnetita</b>    | 4 - 5 |
| <b>Granada</b>   | 8 - 10  |                     |       |

### Textura

Quartzo - Granoblástica

Muscovita - Nematoblástica

### Descrição Microscópica

**Biotita:** Limitada a visualização dos cristais de biotita, mesmo utilizando ocular com o aumento de 50x, provavelmente devido à intensidade da deformação imposta na rocha. Apesar disso, é possível visualizar o pleocroísmo característico do mineral, e que ele compõe consideravelmente a matriz, caracterizando também a foliação presente. É evidente a associação da biotita com os sulfetos e a magnetita, além de minerais como a muscovita, e os agregados de quartzo.

**Quartzo:** Cristais xenomórficos a subidiomórficos formando agregados poligonais na forma de vênulas, geralmente, fazem contato entre si de forma planar e dentada e por vezes possuem extinção ondulante. Essa forma de cristais agregados pode indicar uma possível recristalização, ou uma silicificação tardia. O tamanho deles pode chegar até 0,065 mm, aproximadamente. Ocasionalmente há a associação de pirita e calcopirita com os agregados de quartzo.

**Muscovita:** Cristais subidiomórficos a idiomórficos, hábito lamelar, com uma média de tamanho de 0,2 mm, mas há cristal que chega à 4,2 mm. Incolor, com cor de interferência de segunda ordem. A muscovita ocorre de forma bastante estirada, seguindo a direção do plano da foliação, eventualmente com diferentes formas de mica fish. Em alguns locais ela se encontra bastante deformada e dobrada, demonstrando uma certa extinção ondulante.

**Epidoto:** Cristais xenomórficos à subidiomórficos, granulares a prismáticos, de relevo alto, incolores e com uma alta cor de interferência de em textura nematoblástica. O tamanho máximo é de 0,34 mm. Eventualmente encontra-se cristais apresentando um leve estiramento devido à deformação.

**Granada:** Cristais idiomórficos, geralmente equigranulares, com as faces ainda bem preservadas. Não apresentam as fraturas características do mineral. Eventualmente, encontra-se sulfetos associados nas bordas. Tamanho médio é de 0,2 mm.

**Clinozoisita:** Cristais xenomórficos à idiomórficos, fraco pleocroísmo, variando de incolor à um rosa muito pálido, relevo moderado e baixa birrefringência. Tamanho máximo é de 1,2 mm.

**Pirita:** Cristais inequigranulares xenomórficos a subidiomórficos, de coloração amarelo pálido, estirados e geralmente orientados concordantes com o plano da foliação. Possui um tamanho médio com um valor de 0,075 mm, e está associada geralmente com a biotita de textura vítrea, e ocorre também em contato com os agregados de quartzo, e eventualmente está em contato ondulado com a muscovita. Por vezes, está associada com a calcopirita nas bordas.

**Calcopirita:** Cristais inequigranulares e xenomórficos, de cor amarela. Encontra-se disseminada muito fina na matriz e associada com a pirita nas bordas, e assim como a pirita, por vezes é vista associada com os agregados de quartzo e nas bordas da muscovita em contato ondulado. Também se mostram estiradas e no interior dos planos da foliação, assim como a pirita. Tamanho médio de 0,03 mm. Relacionada principalmente com a biotita vítrea/densa, e com a magnetita.

**Magnetita:** Cristais xenomórficos de coloração cinza, e com tamanho máximo aproximado de 0,06 mm. Está geralmente associada com a calcopirita e pirita, e também ocorre de forma disseminada.

## **Classificação da Rocha:** Epidoto-muscovita-quartzo-biotita xisto

### **Amostra:** 105D

**Furo:** BRT\_105

**Unidade Litológica:** MTF (Milonito)

**Descrição Microscópica:** Rocha inequigranular, apresentando uma direção de fluxo muito evidente, bastante milonitizada/deformada, com os cristais presentes seguindo fortemente uma orientação preferencial, indicando a foliação da rocha. Granulação muito fina à média, com um tamanho médio de 0,36 mm, porém há cristais de cianita que chega à 3,04 mm. Matriz formada principalmente por quartzo e sericita. Possui textura predominantemente granolepidoblástica, marcada pelos cristais de quartzo e sericita, e pelos cristais maiores de muscovita orientados seguindo plano da foliação. Essa que é extremamente fina, composta principalmente por biotita, muscovita, quartzo. A sulfetação ocorre de forma extremamente fina, estando predominantemente associada com a matriz de quartzo e sericita. Mineralogia formada essencialmente por quartzo, sericita, cianita, muscovita, epidoto, pirita, calcopirita, magnetita, rutilo.

### **Composição Mineral (%)**

|                  |         |                    |        |
|------------------|---------|--------------------|--------|
| <b>Quartzo</b>   | 32 - 35 | <b>Pirita</b>      | 9 - 11 |
| <b>Sericita</b>  | 20 - 22 | <b>Magnetita</b>   | 2 - 3  |
| <b>Cianita</b>   | 16 - 18 | <b>Calcopirita</b> | ~ 1    |
| <b>Muscovita</b> | 5 - 10  | <b>Rutilo</b>      | < 1    |

### **Textura**

Quartzo - Granoblástica

Cianita / Muscovita - Nematoblástica

## Descrição Microscópica

**Quartzo:** Cristais inequigranulares ocorrem em duas granulações distintas: uma mais grossa (0,25 a 2,5mm) com extinção ondulante evidente, bordas lobadas, parede de subgrãos e tendência a formação grãos menores equidimensionais com junções tríplices; outra menor (0,1 a 0,3mm) com bordas retas a lobadas com aspecto poligonal onde são observadas junções tríplices.

**Sericita:** Cristais muito finos, incolores, fraco pleocroísmo, e possui uma alta birrefringência. Compõe a matriz juntamente com o quartzo.

**Muscovita:** Cristais subidiomórficos a idiomórficos, hábito lamelar, com um tamanho médio de aproximadamente 0,56 mm, porém há cristal que chega a 2 mm. Incolor, com cor de interferência de segunda ordem. Geralmente faz contato ondulado com os sulfetos. Os cristais ocorrem de forma estirada, seguindo a direção da foliação.

**Cianita:** Cristais subidiomórficos, ocorrem de forma prismática. Possui um fraco pleocroísmo, variando de incolor a um amarelo pálido. Baixa birrefringência, apresentando um cinza claro à escuro. Tamanho máximo com aproximadamente 0,44 mm, relevo moderado a alto, geralmente está disperso na matriz quartzo sericítica.

**Pirita:** Cristais inequigranulares, principalmente xenomórficos, variando para subidiomórficos, de coloração amarelo pálido, estirados e geralmente orientados concordantes com o plano da foliação. Possui um tamanho médio de 0,68 mm, mas há cristal que chega a 2,48 mm. Está associada com a matriz quartzo sericítica.

**Magnetita:** Cristais xenoblástico, de coloração cinza, e com tamanho médio de 0,26 mm. Ocorre de forma disseminada, e por vezes está associada com a pirita.

**Calcopirita:** Cristais inequigranulares e xenomórficos, de cor amarela. Encontra-se localmente muito fina na matriz quartzo sericítica e associada com a pirita nas bordas. Tamanho médio de 0,26 mm.

**Rutilo:** Cristais idiomórficos equigranulares, com tamanho médio de 0,2 mm. Apresenta uma coloração marrom escuro.

**Classificação da Rocha:** Cianita-muscovita-sericita-quartzo-xisto

## Amostra: 27

**Furo:** BRT\_27

**Unidade Litológica:** BSS (Biotita Sericita Xisto)

**Descrição Microscópica:** Rocha inequigranular, com granulação variando de vítrea/densa à média (~0,005 – 6 mm). Possui textura predominantemente granolepidoblástica, marcada pelos cristais de muscovita e biotita, seguindo uma orientação preferencial, indicando a foliação da rocha. e pelos agregados de cristais poligonais de feldspato. Matriz formada por sericita e cristais de feldspato. A sulfetação está predominantemente associada à sericita. A mineralogia é composta por: biotita, cianita, quartzo, muscovita, pirita, calcopirita, magnetita.

### Composição Mineral (%)

|                  |         |                    |        |
|------------------|---------|--------------------|--------|
| <b>Biotita</b>   | 28 - 30 | <b>Carbonato</b>   | 8 - 10 |
| <b>Quartzo</b>   | 20 - 22 | <b>Pirita</b>      | 3 - 5  |
| <b>Muscovita</b> | 16 - 18 | <b>Calcopirita</b> | 2 - 3  |
| <b>Feldspato</b> | 10 - 12 | <b>Magnetita</b>   | ~1     |
| <b>Cianita</b>   | 8 - 10  | <b>Zircão</b>      | < 1    |

### Textura

Quartzo / Feldspato - Granoblástica

Biotita / Muscovita - Lepidoblástica

### Descrição Microscópica

**Biotita:** Cristais xenomórficos a subidiomórficos à localmente idiomórficos, lamelares e orientados em uma direção preferencial, marcando a foliação da rocha. Forte pleocroísmo que varia entre amarelo pálido e marrom escuro. Ocorrem duas fases da biotita, uma com o tamanho dos cristais chegando até 2,2 mm, e a outra

extremamente fina, com uma textura vítrea, sendo possível a percepção clara apenas do pleocroísmo característico. Relevo baixo a moderado, e normalmente encontra-se associada com a muscovita e com os agregados de quartzo, e o mais importante, com os sulfetos.

**Quartzo:** Cristais xenomórficos a subidiomórficos formando agregados poligonais na forma de vênulas, geralmente, fazem contato entre si de forma ondulada e dentada, e planar com os cristais de biotita e muscovita. Essa forma de cristais agregados pode indicar uma possível recristalização. Por vezes possuem extinção ondulante. O tamanho deles está entre ~0,02 – 0,55 mm. Localmente encontra-se cristais de até 2,4 mm.

**Muscovita:** Cristais subidiomórficos a idiomórficos, hábito lamelar, com cristais de até 1,28 mm, incolor, com cor de interferência de segunda ordem. A muscovita encontra-se em contato curvado com os agregados de feldspato e com a biotita, obedecendo essencialmente a mesma orientação. Algumas porções apresentam muscovita com grãos menores (0,2 mm). Em alguns locais ela se encontra bastante deformada e dobrada, demonstrando uma certa extinção ondulante.

**Feldspato:** Cristais inequigranulares subidiomórficos, incolor, com cor de interferência e relevo baixo, biaxial negativo. Ocorre em contato planar com os cristais de quartzo, formando agregados poligonais. O tamanho médio é de 0,2 mm.

**Cianita:** Cristais xenomórficos no geral, localmente encontra-se cristais subidiomórficos. Ocorrem bastante deformados e fraturados. Tamanho que chega até 1,08 mm, aproximadamente, relevo moderado a alto, geralmente está em contato com a biotita, possui um fraco pleocroísmo, variando de incolor a um amarelo pálido. Baixa birrefringência, variando entre cinza claro à castanho. É possível visualizar em alguns cristais as duas direções de clivagem.

**Carbonato:** Cristais xenomórficos inequigranulares, incolor à um leve tom rosado, pleocroísmo muito fraco, relevo baixo à moderado, e fraca birrefringência. Tamanho máximo de aproximadamente 0,36 mm. Está geralmente associado com os agregados de quartzo e feldspato, e faz contato planar entre eles e os cristais de muscovita.

**Pirita:** Cristais xenomórficos a subidiomórficos, de coloração amarelo pálido, estirados e geralmente orientados concordantes com o plano da foliação. O tamanho varia entre 0,04 – 6 mm e está associada geralmente com a biotita fina e ocorre também de forma disseminada.

**Calcopirita:** Cristais inequigranulares, xenomórficos a subidiomórficos, encontra-se disseminada muito fina matriz e associada com a pirita nas bordas. Também se encontram estiradas e concordantes com o plano da foliação. Tamanho entre ~0,02 - 1,5 mm. Relacionada principalmente com a biotita vítrea/densa, e também está associada com a magnetita.

**Magnetita:** Cristais xenoblástico, de coloração cinza, e com tamanho de até 1,7 mm. Está geralmente associada com a calcopirita e pirita.

**Zircão:** Mineral incolor, relevo muito alto, prismático, e com até 0,02 mm, cor de interferência alta e zonação. Ocorrência associada a biotita formando halos pleocróicos.

**Classificação da Rocha:** Cianita-muscovita-quartzo-biotita xisto

**Amostra:** 12B

**Furo:** BTN\_12

**Unidade Litológica:** BSS (Biotita Sericita Xisto)

**Descrição Microscópica:** Rocha inequigranular, com granulação variando de vítrea/densa à média (~0,005 – 4,6 mm). Possui textura predominantemente granolepidoblástica, marcada pelos cristais de muscovita e biotita, seguindo uma orientação preferencial, marcando a foliação da rocha, e pelos agregados de cristais

poligonais de quartzo. Matriz formada essencialmente por biotita, e por cristais de quartzo. A sulfetação está predominantemente associada à biotita mais fina. A mineralogia é composta por: biotita, cianita, quartzo, muscovita, pirita, calcopirita, magnetita e zircão.

### Composição Mineral (%)

|                  |         |                    |       |
|------------------|---------|--------------------|-------|
| <b>Biotita</b>   | 28 - 30 | <b>Epidoto</b>     | 4 - 6 |
| <b>Quartzo</b>   | 22 - 24 | <b>Pirita</b>      | 5 - 7 |
| <b>Muscovita</b> | 12 - 14 | <b>Calcopirita</b> | 2 - 3 |
| <b>Cianita</b>   | 10 - 12 | <b>Magnetita</b>   | ~1    |
| <b>Sericita</b>  | 8 - 10  | <b>Zircão</b>      | < 1   |
| <b>Feldspato</b> | 8 - 10  |                    |       |

### Textura

Quartzo / Feldspato - Granoblástica

Biotita / Muscovita - Lepidoblástica

### Descrição Microscópica

**Biotita:** Cristais xenomórficos a subidiomórficos à localmente idiomórficos, lamelares e orientados em uma direção preferencial, com forte pleocroísmo que varia entre amarelo pálido e marrom escuro. Ocorrem duas fases da biotita, uma com o tamanho dos cristais chegando até 1,6 mm, e a outra extremamente fina, sendo possível a percepção clara apenas do pleocroísmo. Relevo baixo a moderado, e normalmente encontra-se associada com a muscovita e com os agregados de feldspato.

**Quartzo:** Cristais xenomórficos a subidiomórficos arranjados formando agregados poligonais, fazem contato entre si de forma ondulada e dentada, e planar com os cristais de biotita e muscovita. Essa forma de cristais agregados pode indicar uma possível recristalização. Por vezes possuem extinção ondulante. O tamanho deles está entre ~0,02 – 0,55 mm. Localmente encontra-se cristais de até 2,4 mm.

**Muscovita:** Ocorre de duas formas: (i) de forma contínua espaçada, formando faixas de espessura milimétrica (~ 0,6 mm), textura predominantemente lepidoblástica marcando foliação da rocha, apresentando extinção ondulante; (ii) de forma dispersa pela rocha, com cristais menores (~ 0,1 mm) inclusos em cristais de quartzo, com orientação predominante paralela a direção da foliação principal e interceptando a foliação, sem orientação preferencial.

**Feldspato:** Cristais inequigranulares subidiomórficos, incolor, com cor de interferência e relevo baixo, biaxial negativo. Ocorre em contato planar com os cristais de quartzo, formando agregados poligonais. O tamanho médio é de 0,16 mm.

**Cianita:** Cristais xenomórficos no geral, localmente encontra-se cristais subidiomórficos. Ocorrem bastante deformados e fraturados. Tamanho que chega até 1,08 mm, aproximadamente, relevo moderado a alto, geralmente está em contato com a biotita, possui um fraco pleocroísmo, variando de incolor a um amarelo pálido. Baixa birrefringência, variando entre cinza claro à castanho. É possível visualizar em alguns cristais as duas direções de clivagem.

**Epidoto:** Cristais xenomórficos à subidiomórficos, granulares a prismáticos, de relevo alto, incolores e com uma alta birrefringência. O tamanho médio é de 0,72 mm. Geralmente encontra-se associado com a sericita.

**Pirita:** Cristais inequigranulares, xenomórficos a subidiomórficos, de coloração amarelo pálido, estirados e geralmente orientados concordantes com o plano da foliação. O tamanho médio é de 1,28 mm, e está associada principalmente com a sericita e muscovita, em contato ondulado. Por vezes ocorre associada com a biotita.

**Calcopirita:** Cristais inequigranulares, xenomórficos a subidiomórficos, encontra-se disseminada muito fina matriz e associada com a pirita nas bordas. Também se encontram estiradas e concordantes com o plano da foliação. Tamanho entre ~0,02 - 1,5 mm. Aparentemente relacionada principalmente com a biotita vítrea/densa e sericita. Por vezes, faz contato planares e serrilhados com os agregados poligonais de quartzo e feldspato, e eventualmente também faz contato retilíneo com a muscovita. Encontra-se a magnetita nas bordas da calcopirita.

**Magnetita:** Cristais xenoblástico, de coloração cinza, e com tamanho médio de 0,12 mm. Está geralmente associada com a calcopirita e pirita.

**Zircão:** Cristais pequenos (<0,1mm) prismáticos de relevo elevado com cor de interferência elevada dispersos, com baixo percentual modal, pela rocha.

**Classificação da Rocha:** Cianita-muscovita-quartzo-biotita xisto

## Amostra: 12A

**Furo:** BTN\_12

**Unidade Litológica:** BSS (Biotita Sericita Xisto)

**Descrição Microscópica:** Rocha inequigranular, com bimodalidade textural bem evidente, realçado por um contato abrupto entre esses dois níveis com diferentes graus de deformação. Granulação variando de vítrea/densa à média (~0,005 – 2,46 mm). Possui textura predominantemente granolepidoblástica, marcada pelos cristais lamelares de biotita, muscovita e clorita, seguindo uma orientação preferencial e marcando a foliação da rocha, e pelos agregados de cristais poligonais de quartzo. Matriz formada essencialmente por biotita, e por cristais de quartzo. A sulfetação está predominantemente associada à biotita vítrea/densa. A mineralogia é composta por: biotita, cianita, quartzo, muscovita, pirita, calcopirita, magnetita e zircão.

### Composição Mineral (%)

|                  |         |                    |       |
|------------------|---------|--------------------|-------|
| <b>Biotita</b>   | 34 - 36 | <b>Clorita</b>     | 4 - 5 |
| <b>Quartzo</b>   | 20 - 23 | <b>Pirita</b>      | 5 - 7 |
| <b>Muscovita</b> | 15 - 18 | <b>Calcopirita</b> | 3 - 5 |
| <b>Cianita</b>   | 8 - 10  | <b>Magnetita</b>   | ~1    |
| <b>Feldspato</b> | 6 - 8   | <b>Zircão</b>      | < 1   |
| <b>Epidoto</b>   | 4 - 6   |                    |       |

### Textura

Quartzo / Feldspato – Granoblástica

Biotita / Muscovita - Lepidoblástica

## Descrição Microscópica

**Biotita:** Cristais xenomórficos a subidiomórficos, e localmente idiomórficos, lamelares e orientados em uma direção preferencial, marcando a foliação da rocha. Forte pleocroísmo que varia entre amarelo pálido e marrom escuro. Ocorrem duas fases da biotita, uma com o tamanho dos cristais chegando até 1,96 mm, por vezes como biotita fish, e a outra extremamente fina, com uma textura vítrea, sendo possível a percepção clara apenas do pleocroísmo característico. Relevo baixo a moderado, e normalmente encontra-se associada com a muscovita e com os agregados de quartzo, e o mais importante, com os sulfetos.

**Quartzo:** Cristais xenomórficos a subidiomórficos formando agregados poligonais na forma de vênulas, geralmente, fazem contato entre si de forma ondulada e dentada, e planar com os cristais de biotita e muscovita. Essa forma de cristais agregados pode indicar uma possível recristalização. Por vezes possuem extinção ondulante. O tamanho deles está entre ~0,02 – 0,08 mm. Ocasionalmente há a associação de pirita e calcopirita com os agregados de quartzo.

**Muscovita:** Cristais subidiomórficos a idiomórficos, hábito lamelar, com cristais de até 1,72 mm, incolor, com cor de interferência de segunda ordem. A muscovita encontra-se em contato curvado com os agregados de feldspato e com a biotita, obedecendo essencialmente a mesma orientação. Algumas porções apresentam muscovita com grãos menores (~0,07 mm). Em alguns locais ela se encontra bastante deformada e dobrada, demonstrando uma certa extinção ondulante.

**Cianita:** Cristais xenomórficos no geral, localmente encontra-se cristais subidiomórficos. Ocorrem bastante deformados e fraturados. Tamanho que chega até 0,8 mm, relevo moderado a alto, geralmente está em contato com a biotita, possui um fraco pleocroísmo, variando de incolor a um amarelo pálido. Baixa birrefringência, variando entre cinza claro à castanho. É possível visualizar em alguns cristais as duas direções de clivagem.

**Biotita:** Cristais xenomórficos a subidiomórficos, e localmente idiomórficos, lamelares e orientados em uma direção preferencial, marcando a foliação da rocha. Forte pleocroísmo que varia entre amarelo pálido e marrom escuro. Ocorrem duas fases da biotita, uma com o tamanho dos cristais chegando até 1,96 mm, por vezes como biotita fish, e a outra extremamente fina, com uma textura vítrea, sendo possível a

percepção clara apenas do pleocroísmo característico. Relevo baixo a moderado, e normalmente encontra-se associada com a muscovita e com os agregados de quartzo, e o mais importante, com os sulfetos.

**Quartzo:** Cristais xenomórficos a subidiomórficos formando agregados poligonais na forma de vênulas, geralmente, fazem contato entre si de forma ondulada e dentada, e planar com os cristais de biotita e muscovita. Essa forma de cristais agregados pode indicar uma possível recristalização. Por vezes possuem extinção ondulante. O tamanho deles está entre ~0,02 – 0,08 mm. Ocasionalmente há a associação de pirita e calcopirita com os agregados de quartzo.

**Muscovita:** Cristais subidiomórficos a idiomórficos, hábito lamelar, com cristais de até 1,72 mm, incolor, com cor de interferência de segunda ordem. A muscovita encontra-se em contato curvado com os agregados de feldspato e com a biotita, obedecendo essencialmente a mesma orientação. Algumas porções apresentam muscovita com grãos menores (~0,07 mm). Em alguns locais ela se encontra bastante deformada e dobrada, demonstrando uma certa extinção ondulante.

**Cianita:** Cristais xenomórficos no geral, localmente encontra-se cristais subidiomórficos. Ocorrem bastante deformados e fraturados. Tamanho que chega até 0,8 mm, relevo moderado a alto, geralmente está em contato com a biotita, possui um fraco pleocroísmo, variando de incolor a um amarelo pálido. Baixa birrefringência, variando entre cinza claro à castanho. É possível visualizar em alguns cristais as duas direções de clivagem.

**Feldspato:** Cristais inequigranulares subidiomórficos, incolor, com cor de interferência e relevo baixo, biaxial negativo. Ocorre em contato planar com os cristais de quartzo. O tamanho máximo é de 0,1 mm.

**Clorita:** Cristais xenomórficos e geralmente inequigranulares. Apresentam-se como produto do retrometamorfismo da biotita, com hábito lamelar. Possui um relevo baixo, fraco pleocroísmo, variando entre verde pálido e amarelo pálido. O tamanho máximo dos cristais pode chegar até 0,12 mm.

**Epidoto:** Cristais xenomórficos à subidiomórficos, inequigranulares, incolores, e com uma alta cor de interferência. São granulares a prismáticos, de relevo alto, orientados e concordantes com o plano da foliação, formando uma textura

nematoblástica. O tamanho médio é de 0,09 mm. Geralmente está em contato planar e serrilhado com os agregados poligonais de quartzo e feldspato.

**Pirita:** Cristais inequigranulares xenomórficos a subidiomórficos, de coloração amarelo pálido, estirados e geralmente orientados concordantes com o plano da foliação. O tamanho varia de ~ 0,005 e 1,2 mm, e está associada geralmente com a biotita de textura vítrea, e ocorre também de forma disseminada. Por vezes, está associada com a calcopirita nas bordas.

**Calcopirita:** Cristais inequigranulares e xenomórficos, de cor amarela. Encontra-se disseminada muito fina matriz e associada com a pirita nas bordas. Também se mostram estiradas e no interior dos planos da foliação, assim como a pirita. Tamanho entre ~0,005 – 0,51 mm. Relacionada principalmente com a biotita vítrea/densa, e com a magnetita.

**Magnetita:** Cristais xenoblástico à subidiomórficos, localmente, de coloração cinza, e com tamanho de até 0,04 até 0,57 mm. Está geralmente associada com a calcopirita e pirita.

**Zircão:** mineral incolor, relevo muito alto, prismático, e com até 0,04 mm, cor de interferência alta e zonação. Ocorrência associada a biotita formando halos pleocróicos.

**Classificação da Rocha:** Cianita-muscovita-quartzo-biotita xisto

## **Amostra: 107A**

**Furo:** BRT\_107

**Unidade Litológica:** BSS (Biotita Sericita Xisto)

**Descrição Microscópica:** Rocha inequigranular, e nota-se que a foliação se encontra bastante crenulada/dobrada, destacada pelos agregados de cristais de quartzo. Granulação variando de vítrea/densa à média (~0,005 – 1,88 mm). Possui textura predominantemente granolepidoblástica, marcada pelos cristais de biotita, muscovita, seguindo uma orientação preferencial, marcando a foliação da rocha, e pelos agregados de cristais poligonais de quartzo. Apresenta também uma textura diablástica representada pelos cristais de clorita, por vezes se conectam de forma radial. Matriz formada essencialmente por biotita, muscovita, clorita, quartzo e finos cristais de epidoto. A sulfetação está predominantemente associada à biotita vítrea/densa, mas por vezes nota-se os agregados de cristais de quartzo com inclusão de sulfetos. A mineralogia é composta por: biotita, quartzo, muscovita, sericita, clorita, epidoto, pirita, calcopirita, magnetita e zircão.

### **Composição Mineral (%)**

|                  |         |                    |       |
|------------------|---------|--------------------|-------|
| <b>Quartzo</b>   | 23 - 25 | <b>Carbonato</b>   | 5 - 7 |
| <b>Biotita</b>   | 19 - 21 | <b>Pirita</b>      | 5 - 7 |
| <b>Muscovita</b> | 12 - 14 | <b>Calcopirita</b> | 5 - 7 |
| <b>Sericita</b>  | 10 - 12 | <b>Magnetita</b>   | 2 - 3 |
| <b>Clorita</b>   | 8 - 10  | <b>Zircão</b>      | <1    |
| <b>Epidoto</b>   | 7 - 9   |                    |       |

### **Textura**

Quartzo - Granoblástica

Biotita / Muscovita – Lepidoblástica

Clorita - Diablástica

## Descrição Microscópica

**Biotita:** Limitada a visualização dos cristais de biotita, mesmo utilizando ocular com o aumento de 50x, provavelmente devido à intensidade da deformação imposta na rocha. Contudo, ainda é possível enxergar cristais preservados com até 0,45mm. E além disso, pode observar o pleocroísmo característico do mineral, e que ele compõe consideravelmente a matriz, caracterizando também a foliação presente. É evidente a associação da biotita com os sulfetos e a magnetita, além de minerais como a muscovita, e os agregados de quartzo.

**Quartzo:** Cristais xenomórficos a subidiomórficos formando agregados de cristais poligonais na forma de vênulas, geralmente, e fazem contato entre si de forma ondulada e dentada, e planar com os cristais de biotita e muscovita, que também pode ser visto como cristais inclusos. Essa forma de cristais agregados pode indicar uma possível recristalização, ou um processo hidrotermal de silicificação. Por vezes possuem extinção ondulante. O tamanho médio deles pode chegar até 0,08 mm. Ocasionalmente há a associação de pirita e calcopirita com os agregados de quartzo.

**Sericita:** Cristais muito finos, incolores, fraco pleocroísmo, e possui uma alta birrefringência. Ocorre como produto de alteração de algum mineral não identificado.

**Muscovita:** Cristais lamelares em textura lepidoblástica delimitando a foliação. Alguns cristais ocorrem de forma discordante da foliação sem uma orientação definida e também substituindo cristais de Grt.

**Clorita:** Cristais xenomórficos e geralmente equigranulares. Apresentam-se com uma forma acicular, dispersas na matriz sem uma orientação preferencial. Possui um relevo baixo, fraco pleocroísmo, variando entre verde pálido e amarelo pálido. O tamanho máximo dos cristais pode chegar até 0,12 mm.

**Epidoto:** Cristais xenomórficos à subidiomórficos, granulares a prismáticos, de relevo alto, incolores e com uma alta birrefringência. O tamanho máximo é de 0,56 mm. Geralmente encontram-se associado com a biotita.

**Carbonato:** Cristais xenomórficos inequigranulares, incolor à um leve tom rosado, pleocroísmo muito fraco, relevo baixo à moderado, e fraca birrefringência. Tamanho máximo de aproximadamente 0,1 mm. Está geralmente associado com os agregados de quartzo.

**Pirita:** Cristais inequigranulares xenomórficos à idiomórficos, de coloração amarelo pálido, estirados e intraplanares, geralmente orientados concordantes com o plano da foliação. O tamanho máximo é de aproximadamente 1,12 mm, e está associada principalmente com a biotita de textura vítrea, assim como, em menor proporção, com os agregados de cristais de quartzo. É possível encontrar calcopirita nas bordas, e eventualmente está associada com a magnetita.

**Calcopirita:** Cristais inequigranulares e xenomórficos, de cor amarela. Encontra-se disseminada muito fina matriz e associada com a pirita nas bordas. Também se mostram estiradas e no interior dos planos da foliação, assim como a pirita. Tamanho máximo de aproximadamente 0,6 mm. Relacionada principalmente com a biotita vítrea/densa, e com a magnetita.

**Magnetita:** Cristais xenoblástico à subidiomórficos, de coloração cinza, e com tamanho de até 0,36 mm. Está geralmente associada com a calcopirita e pirita.

**Zircão:** Cristais idiomórficos, relevo alto, com um tamanho máximo de aproximadamente 0,02 mm. Ocorre incluso na biotita, gerando o halo pleocróico característico.

**Classificação da Rocha:** Sericita Muscovita Biotita Quartzo Xisto

## Amostra: 115A

**Furo:** BRT\_115

**Unidade Litológica:** BSS (Biotita Sericita Xisto)

**Descrição Microscópica:** Rocha inequigranular, granulação variando de muito fina, representada pela sericita, até aproximadamente 2,16 mm. Possui textura predominantemente granolepidoblástica, marcada pelos cristais de biotita, muscovita, seguindo uma orientação preferencial, marcando a foliação da rocha, e pelos agregados de cristais poligonais de quartzo e feldspato. Matriz formada essencialmente por sericita. A sulfetação está associada com os cristais de biotita, mas por vezes nota-se que faz associação também com a sericita. A mineralogia é composta por: biotita, quartzo, feldspato, muscovita, epidoto, cianita, clinozoisita, pirita, magnetita, calcopirita e zircão.

### Composição Mineral (%)

|                  |         |                     |       |
|------------------|---------|---------------------|-------|
| <b>Biotita</b>   | 19 - 21 | <b>Epidoto</b>      | 4 - 6 |
| <b>Sericita</b>  | 17 - 19 | <b>Clinozoisita</b> | 4 - 6 |
| <b>Quartzo</b>   | 13 - 15 | <b>Pirita</b>       | 3 - 5 |
| <b>Cianita</b>   | 10 - 12 | <b>Magnetita</b>    | 2 - 3 |
| <b>Clorita</b>   | 9 - 11  | <b>Calcopirita</b>  | 1 - 2 |
| <b>Muscovita</b> | 7 - 9   | <b>Zircão</b>       | <1    |
| <b>Carbonato</b> | 7 - 10  |                     |       |

### Textura

Quartzo - Granoblástica

Biotita – Lepidoblástica

Clorita - Nematoblástica

## Descrição Microscópica

**Sericita:** Cristais muito finos, incolores, fraco pleocroísmo, e possui uma alta birrefringência. Observa-se que há cristais de cianita, epidoto, quartzo, e sulfetos sobrepondo a sericita.

**Biotita:** Cristais xenomórficos a subidiomórficos, lamelares e orientados em uma direção preferencial. Faz contato planar e ondulado com os cristais de quartzo, e por vezes com os cristais de muscovita. Observa-se também cristais de cianita sobrepondo os cristais de biotita. Forte pleocroísmo que varia entre amarelo pálido e marrom escuro. O tamanho dos cristais chega até 1,2 mm.

**Quartzo:** Cristais inequigranulares xenomórficos à subidiomórficos, com uma média de tamanho de aproximadamente 0,28 mm, possui extinção ondulante em certos cristais. Faz contatos serrilhados e ondulados entre si, e com os cristais de feldspato. Geralmente faz contatos planares com os cristais de muscovita. Além disso, encontra-se de forma inclusa nos cristais de muscovita.

**Muscovita:** Cristais subidiomórficos a idiomórficos, hábito lamelar, com um tamanho máximo chegando à aproximadamente 0,6 mm. Incolor, com cor de interferência de segunda ordem. Encontra-se geralmente sobreposta à sericita, e faz contato planar e ondulado com a biotita.

**Carbonato:** Cristais xenomórficos à subidiomórficos, relevo moderado a alto, aparentemente não possui pleocroísmo, baixa birrefringência, variando de um cinza claro à um amarelo pálido. Geralmente está associada e sobreposta à sericita. Tamanho médio de aproximadamente 0,6 mm.

**Clorita:** Cristais xenomórficos e geralmente equigranulares. Apresentam-se com uma forma acicular, dispersas na matriz sem uma orientação preferencial. Possui um relevo baixo, fraco pleocroísmo, variando entre verde pálido e amarelo pálido. O tamanho médio dos cristais é de aproximadamente 0,05 mm.

**Epidoto:** Cristais xenomórficos à subidiomórficos, inequigranulares, incolores, e com uma alta cor de interferência. São granulares a prismáticos, de relevo alto, orientados e concordantes com o plano da foliação, formando uma textura nematoblástica. O tamanho máximo é de aproximadamente 0,76 mm. Por vezes está sobrepondo a biotita, sericita e muscovita.

**Cianita:** Cristais subidiomórficos, ocorrem de forma prismática. Possui um fraco pleocroísmo, variando de incolor a um amarelo pálido. Baixa birrefringência, variando entre cinza claro à um cinza “amarelado”. Tamanho máximo com aproximadamente 1,12 mm, relevo moderado a alto, geralmente está em contato com a sericita, e por vezes com a biotita.

**Clinozoisita:** Cristais xenomórficos à idiomórficos, fraco pleocroísmo, variando de incolor à um rosa muito pálido, relevo moderado, e possui uma cor de interferência com um tom azulado. Tamanho dos cristais 0,6 mm.

**Pirita:** Cristais inequigranulares xenomórficos a subidiomórficos, de coloração amarelo pálido, estirados e geralmente orientados concordantes com o plano da foliação. Possui um tamanho máximo de 1,4 mm, e está associada principalmente com a biotita, mas observa-se também associada com a sericita e com os agregados de cristais de quartzo. Faz contato planar com os cristais de epidoto, e eventualmente está em contato ondulado com a muscovita. Eventualmente, encontra-se calcopirita associada nas bordas.

**Calcopirita:** Cristais inequigranulares e xenomórficos, de cor amarela. Encontra-se disseminada muito fina na matriz e associada com a pirita nas bordas, e assim como a pirita, é vista associada com os cristais de biotita. Tamanho máximo de 0,08 mm. Encontra-se associada também com a magnetita

**Magnetita:** Cristais xenoblástico, de coloração cinza, e com tamanho máximo de 0,37 mm. Ocorre de forma disseminada, e por vezes está associada com a calcopirita e pirita, e também estirada e seguindo a direção do plano da foliação.

**Zircão:** Pequenos cristais incolores de relevo alto e cor de interferência alta, distribuídos pela rocha e associados aos halos pleocróicos dos cristais de Bt.

**Classificação da Rocha:** Muscovita Clorita Quartzo Sericita Biotita Xisto

## **Amostra: 67A**

**Furo:** BRT\_67

**Unidade Litológica:** MTS (Metassedimentar)

**Descrição Microscópica:** Rocha inequigranular, com granulação variando de fina à média (0,08 – 4 mm). Possui texturas predominantemente granolepidoblástica, marcada pelos cristais de biotita e clorita orientados, e pelos cristais de KF e plagioclásio, e subordinadamente porfiroblástica, devido aos cristais de granada. Por fim, cristais geralmente prismáticos de cianita orientados marcando a textura nematoblástica. Matriz muito fina, sendo possível visualizar cristais de biotita, plagioclásio e rutilo, como mineral acessório.

### **Composição Mineral (%)**

|                     |         |                    |       |
|---------------------|---------|--------------------|-------|
| <b>Biotita</b>      | 25 - 27 | <b>Feldspato</b>   | 4 - 6 |
| <b>Plagioclásio</b> | 23 - 25 | <b>Magnetita</b>   | 4 - 5 |
| <b>Cianita</b>      | 15 - 17 | <b>Pirita</b>      | 2 - 4 |
| <b>Granada</b>      | 12 - 14 | <b>Calcopirita</b> | ~ 1   |
| <b>Muscovita</b>    | 6 - 8   | <b>Zircão</b>      | < 1   |
| <b>Clorita</b>      | 7 - 9   |                    |       |

### **Textura**

Feldspato - Granoblástica

Biotita – Lepidoblástica

Cianita – Nematoblástica

Granada - Porfiroblástica

## Descrição Microscópica

**Plagioclásio:** Cristais xenomórficos a subidiomórficos, principalmente, com tamanho entre ~0,04 – 0,36 mm, incolor, relevo baixo, e em grande parte encontra-se em contato com a biotita. A sua composição varia de albita (An<sub>5</sub>) a oligoclásio (An<sub>14</sub>).

**Biotita:** Cristais lamelares orientados em uma direção preferencial, com forte pleocroísmo que varia entre amarelo pálido e marrom escuro. Tamanho varia entre ~0,04 – 0,4 mm, relevo baixo a moderado. Ocorrem cristais parcialmente cloritizados nas bordas. Geralmente apresenta com o halo pleocróico, devido ao zircão incluso no interior dela.

**Cianita:** Cristais xenomórficos a subidiomórficos, estirados e orientados, concordantes com a foliação. Tamanho varia entre ~0,8 – 4 mm, relevo moderado a alto, geralmente está em contato com a biotita, possui um fraco pleocroísmo, variando de incolor a um amarelo pálido. Baixa birrefringência, variando entre cinza claro à castanho. É possível visualizar a com facilidade as duas direções de clivagem.

**Granada:** Cristais subidiomórficos, ainda apresentando algumas faces preservadas, relevo alto, incolor, e isotrópico à nicóis cruzados. A granada inflexiona a foliação, indicando que ela é pré cinemática ( $P < D_1$ ) (Passchier & Trouw, 1996). O tamanho varia entre 0,84 – 4 mm.

**Muscovita:** Cristais subidiomórficos a idiomórficos, hábito lamelar, com uma média de tamanho de aproximadamente 0,17 mm. Incolor, com cor de interferência de segunda ordem. Faz contato ondulado com os cristais de feldspato e biotita.

**Clorita:** Cristais xenomórficos, resultado do retrometamorfismo da biotita. Possui um relevo baixo, fraco pleocroísmo, variando entre verde pálido e amarelo pálido. Geralmente ocorre alterando as bordas da biotita.

**Feldspato:** Cristais subidiomórficos, incolor, com cor de interferência e relevo baixo, biaxial negativo. Ocorre em contato com cristais de plagioclásio. É possível visualizar a geminação de Carlsbad localmente.

**Pirita:** Cristais xenomórficos, inequigranulares, localmente subidiomórficos, com o tamanho variando entre ~0,08 - 2,4 mm. Geralmente ocorrem estiradas, seguindo o plano da foliação. Aparentemente, apresenta uma associação preferencial

mineralógica com a biotita, mas ocorrendo também com a biotita, cianita, feldspatos, e até com as granadas, seja inclusa ou presente nas bordas.

**Magnetita:** Cristais xenomórficos à subidiomórficos, de coloração cinza, com uma média de tamanho de até 0,15 mm, mas há cristal com aproximadamente 0,95 mm. Ocorre de forma disseminada, e por vezes está associada com a pirita nas bordas.

**Zircão:** Cristais muito finos, ocorrem no interior da biotita, gerando o halo pleocróico.

**Classificação da Rocha:** Muscovita-granada-cianita-biotita xisto

## **Amostra: 105B**

**Furo:** BRT\_105

**Unidade Litológica:** SQKS (Sericita Quartzo Cianita Xisto)

**Descrição Microscópica:** Rocha inequigranular, com granulação variando de muito fina à média (~0,035 – 2,4 mm). Possui textura predominantemente granoblástica, marcada pelos agregados de cristais de quartzo na matriz, e por vezes na forma de vênula com espessura de aproximadamente 0,72 mm. Os cristais mais prismáticos/tabulares cianita por estar seguindo uma orientação preferencial, de modo que concordante com a foliação da rocha, caracteriza-se uma textura nematoblástica. Matriz formada predominantemente por quartzo, e por alguns cristais de cianita e muscovita. A sulfetação está predominantemente associada à aos cristais de quartzo, bem como os cristais de cianita, mas como uma menor expressividade. A mineralogia é composta por: quartzo, cianita, muscovita, sericita, pirita, calcopirita, magnetita, rutilo.

### **Composição Mineral (%)**

|                  |         |                    |       |
|------------------|---------|--------------------|-------|
| <b>Quartzo</b>   | 44 - 46 | <b>Magnetita</b>   | 2 - 3 |
| <b>Cianita</b>   | 22 - 24 | <b>Rutilo</b>      | < 1   |
| <b>Muscovita</b> | 9 - 11  | <b>Calcopirita</b> | ~ 1   |
| <b>Pirita</b>    | 8 - 11  |                    |       |

### **Textura**

Quartzo - Granoblástica

Cianita – Nematoblástica

## Descrição Microscópica

**Quartzo:** Cristais inequigranulares subidiomórficos à idiomórficos, com granulação média de aproximadamente 0,06 mm, extinção ondulante em certos cristais, parede de subgrãos e agregados policristalinos. Os contatos são ondulados, planares. Há apenas um domínio de cristais de quartzo bem definido, que são os agregados de quartzo presentes na matriz, porém pode-se observar uma vênula de quartzo, provavelmente tardia, com espessura de aproximadamente 0,72 mm, com cristais de tamanho médio de 0,1 mm. Esses dois domínios estão claramente associados com os sulfetos.

**Cianita:** Cristais subidiomórficos, ocorrem de forma prismática. Possui um fraco pleocroísmo, variando de incolor a um amarelo pálido. Baixa birrefringência, apresentando um cinza claro à escuro. Tamanho médio de aproximadamente 1,6 mm, relevo moderado a alto, geralmente está disperso na matriz quartzo sericítica.

**Muscovita:** Hábito lamelar, incolor, com cor de interferência de 3º ordem e extinção picotada a muscovita encontra-se em contato direto com o quartzo. Esse mineral apresenta orientação preferencial marcando a foliação.

**Pirita:** Cristais inequigranulares, principalmente xenomórficos, variando para subidiomórficos, de coloração amarelo pálido, estirados e geralmente orientados concordantes com o plano da foliação. Possui um tamanho médio de 0,68 mm, mas há cristal que chega à 2,48 mm. Está associada com a matriz quartzo sericítica.

**Magnetita:** Cristais xenoblástico, de coloração cinza, e com tamanho médio de 0,26 mm. Ocorre de forma disseminada, e por vezes está associada com a pirita.

**Rutilo:** Cristais idiomórficos equigranulares, com tamanho médio de 0,2 mm. Apresenta uma coloração marrom escuro.

**Calcopirita:** Cristais inequigranulares e xenomórficos, de cor amarela. Encontra-se disseminada muito fina na matriz quartzo sericítica e associada com a pirita nas bordas, e assim como a pirita. Tamanho médio de 0,11 mm, e localmente encontra-se cristal com 0,42 mm.

**Classificação da Rocha:** Sericita Muscovita Cianita Quartzo Xisto

## Amostra: 105C

**Furo:** BRT\_105

**Unidade Litológica:** BFS (Biotita Feldspato Xisto)

**Descrição Microscópica:** Rocha inequigranular, granulação variando de muito fina a fina, representada pela sericita. Possui textura predominantemente granolepidoblástica, marcada pelos cristais de biotita, e em menor proporção, a muscovita, marcando a foliação da rocha, e pelos agregados de cristais poligonais de quartzo e feldspato. Matriz formada essencialmente por sericita. A sulfetação está associada com os cristais de biotita, mas por vezes nota-se que faz associação também com a sericita. A mineralogia é composta por: sericita, biotita, quartzo, feldspato, muscovita, epidoto, cianita, clinozoisita, pirita, magnetita, calcopirita e zircão

### Composição Mineral (%)

|                  |         |                     |       |
|------------------|---------|---------------------|-------|
| <b>Sericita</b>  | 24 - 26 | <b>Cianita</b>      | 4 - 7 |
| <b>Biotita</b>   | 16 - 18 | <b>Clinozoisita</b> | 2 - 3 |
| <b>Quartzo</b>   | 14 - 16 | <b>Pirita</b>       | 2 - 3 |
| <b>Feldspato</b> | 9 - 11  | <b>Magnetita</b>    | 2 - 3 |
| <b>Muscovita</b> | 7 - 9   | <b>Calcopirita</b>  | ~1    |
| <b>Epidoto</b>   | 6 - 8   | <b>Zircão</b>       | <1    |

### Textura

Quartzo / Feldspato - Granoblástica

Biotita / Muscovita - Lepidoblástica

## Descrição Microscópica

**Sericita:** Cristais muito finos, incolores, fraco pleocroísmo, e possui uma alta birrefringência. Observa-se que há cristais de cianita, epidoto, quartzo, e sulfetos sobrepondo a sericita.

**Biotita:** Cristais xenomórficos a subidiomórficos, lamelares e orientados em uma direção preferencial. Faz contato planar e ondulado com os cristais de quartzo, e por vezes com os cristais de muscovita. Observa-se também cristais de cianita sobrepondo os cristais de biotita. Forte pleocroísmo que varia entre amarelo pálido e marrom escuro. O tamanho dos cristais chega até 1,2 mm.

**Quartzo:** Cristais inequigranulares xenomórficos à subidiomórficos, com uma média de tamanho de aproximadamente 0,28 mm, possui extinção ondulante em certos cristais. Faz contatos serrilhados e ondulados entre si, e com os cristais de feldspato. Geralmente faz contatos planares com os cristais de muscovita. Além disso, encontra-se de forma inclusa nos cristais de muscovita.

**Feldspato:** Cristais inequigranulares subidiomórficos, incolor, com cor de interferência e relevo baixo, biaxial negativo. Ocorre em contato planar com os cristais de quartzo. O tamanho médio dos cristais é de 0,23 mm.

**Muscovita:** Cristais subidiomórficos a idiomórficos, hábito lamelar, com um tamanho máximo chegando à aproximadamente 0,6 mm. Incolor, com cor de interferência de segunda ordem. Encontra-se geralmente sobreposta à sericita, e faz contato planar e ondulado com a biotita.

**Epidoto:** Cristais xenomórficos à subidiomórficos, inequigranulares, granulares a prismáticos, de relevo alto, incolores e com uma alta cor de interferência de em textura nematoblástica. O tamanho máximo é de aproximadamente 0,76 mm. Por vezes está sobrepondo a biotita, sericita e muscovita.

**Cianita:** Cristais subidiomórficos, ocorrem de forma prismática. Possui um fraco pleocroísmo, variando de incolor a um amarelo pálido. Baixa birrefringência, variando entre cinza claro à um cinza “amarelado”. Tamanho máximo com aproximadamente 1,12 mm, relevo moderado a alto, geralmente está em contato com a sericita, e por vezes com a biotita.

**Clinozoisita:** Cristais xenomórficos à idiomórficos, fraco pleocroísmo, variando de incolor à um rosa pálida, relevo moderado, e possui uma cor de interferência com um tom azulado. Tamanho dos cristais 0,6 mm.

**Pirita:** Cristais inequigranulares xenomórficos a subidiomórficos, de coloração amarelo pálido, estirados e geralmente orientados concordantes com o plano da foliação. Possui um tamanho médio de 0,1 mm, e está associada principalmente com a biotita, mas observa-se também associada com a sericita e com os agregados de cristais de quartzo. Faz contato planar com os cristais de epidoto. Eventualmente está em contato ondulado com a muscovita

**Calcopirita:** Cristais inequigranulares e xenomórficos, de cor amarela. Encontra-se disseminada muito fina na matriz e associada com a pirita nas bordas, e assim como a pirita, é vista associada com os cristais de biotita. Tamanho médio de 0,08 mm. Encontra-se associada também com a magnetita

**Magnetita:** Cristais xenoblástico, de coloração cinza, e com tamanho médio de 0,37 mm. Ocorre de forma disseminada, e por vezes está associada com a calcopirita e pirita, e também estirada e seguindo a direção do plano da foliação.

**Zircão:** Pequenos cristais incolores de relevo alto e cor de interferência alta, distribuídos pela rocha e associados aos halos pleocróicos dos cristais de biotita

**Classificação da Rocha:** Muscovita-quartzo-biotita-sericita xisto

## **Amostra: 107B**

**Furo:** BRT\_107

**Unidade Litológica:** BSS (Biotita Sericita Xisto)

**Descrição Microscópica:** Rocha inequigranular, granulação variando de muito fina a fina. Matriz extremamente fina, dificultando a classificação dos minerais, mas aparentemente é formada por sericita e biotita. Possui textura predominantemente granolepidoblástica, marcada pelos cristais de muscovita e biotita, e em menor proporção, textura porfiroblástica, marcada pelos cristais de granada. A sulfetação está geralmente associada com a matriz fina, composta pelas micas. A mineralogia é composta por: biotita, sericita, quartzo, muscovita, KF, epidoto, cianita, clinozoisita, pirita, magnetita, calcopirita e zircão.

### **Composição Mineral (%)**

|                  |         |                    |       |
|------------------|---------|--------------------|-------|
| <b>Biotita</b>   | 22 - 24 | <b>Magnetita</b>   | 5 - 7 |
| <b>Sericita</b>  | 14 - 16 | <b>Granada</b>     | 4 - 7 |
| <b>Quartzo</b>   | 14 - 16 | <b>Carbonato</b>   | 4 - 7 |
| <b>Muscovita</b> | 14 - 16 | <b>Calcopirita</b> | 3 - 5 |
| <b>Feldspato</b> | 7 - 9   | <b>Pirita</b>      | 2 - 3 |
| <b>Epidoto</b>   | 6 - 8   | <b>Zircão</b>      | ~1    |
| <b>Cianita</b>   | 4 - 7   |                    |       |

### **Textura**

Quartzo / Feldspato - Granoblástica

Biotita / Muscovita – Lepidoblástica

Granada - Porfiroblástica

## Descrição Microscópica

**Biotita:** Cristais xenomórficos a subidiomórficos, lamelares e orientados em uma direção preferencial. Faz contato planar e ondulado com os cristais de quartzo, e por vezes com os cristais de muscovita. Observa-se também cristais de cianita sobrepondo os cristais de biotita. Forte pleocroísmo que varia entre amarelo pálido e marrom escuro. O tamanho dos cristais chega até 1,2 mm.

**Sericita:** Cristais muito finos, incolores, fraco pleocroísmo, e possui uma alta birrefringência. Observa-se que há cristais de cianita, epidoto, quartzo, e sulfetos sobrepondo a sericita. Possível produto de alteração de um outro mineral.

**Quartzo:** Cristais inequigranulares xenomórficos à subidiomórficos, com uma média de tamanho de aproximadamente 0,08 mm, possui extinção ondulante em certos cristais. Faz contatos serrilhados e ondulados entre si, e com os cristais de feldspato. Geralmente faz contatos planares com os cristais de muscovita.

**Muscovita:** Cristais subidiomórficos a idiomórficos, hábito lamelar, com um tamanho máximo chegando à aproximadamente 0,4 mm. Incolor, com cor de interferência de segunda ordem. Encontra-se geralmente em contato planar e ondulado com a biotita, e por vezes com a sulfetação sobreposta nela.

**KF:** Cristais inequigranulares subidiomórficos, incolor, com cor de interferência e relevo baixo, biaxial negativo. Ocorre em contato planar com os cristais de quartzo. O tamanho médio dos cristais é de 0,08 mm.

**Epidoto:** Cristais xenomórficos à subidiomórficos, inequigranulares, granulares a prismáticos, de relevo alto, incolores e com uma alta cor de interferência de em textura nematoblástica. O tamanho máximo é de aproximadamente 0,26 mm. Por vezes está sobrepondo a biotita, sericita e muscovita.

**Cianita:** Cristais subidiomórficos, ocorrem de forma prismática. Possui um fraco pleocroísmo, variando de incolor a um amarelo pálido. Baixa birrefringência, variando entre cinza claro à um cinza “amarelado”. Tamanho médio de aproximadamente 0,24 mm, relevo moderado a alto, geralmente está em contato com a sericita, e por vezes com a biotita.

**Magnetita:** Cristais xenoblástico, de coloração cinza, e com tamanho máximo de 0,14 mm. Ocorre de forma disseminada, e por vezes está associada com a calcopirita e pirita, e também estirada e seguindo a direção do plano da foliação.

**Granada:** Cristais xenomórficos a subidiomórficos, geralmente equigranulares. No geral, estão alterados, substituídos por cristais de quartzo. Tamanho médio é de 1,4 mm.

**Carbonato:** Cristais xenomórficos inequigranulares, incolor à um leve tom rosado, pleocroísmo muito fraco, relevo baixo à moderado, e fraca birrefringência. Tamanho médio de aproximadamente 0,24 mm. Está geralmente associado com os agregados de quartzo e feldspato

**Pirita:** Cristais inequigranulares xenomórficos a subidiomórficos, de coloração amarelo pálido. Possui um tamanho médio de 0,1 mm, e está associada principalmente com a matriz fina, mas observa-se também associada com a muscovita e com os agregados de cristais de quartzo. Faz contato planar com os cristais de epidoto, e eventualmente está em contato lobular com cristais de carbonato.

**Calcopirita:** Cristais inequigranulares e xenomórficos, de cor amarela. Encontra-se disseminada muito fina na matriz e associada com a pirita nas bordas, e assim como a pirita, é vista associada com os cristais de biotita. Tamanho máximo de 0,1 mm. Encontra-se associada também com a magnetita

**Zircão:** Pequenos cristais incolores de relevo alto e cor de interferência alta, distribuídos pela rocha e associados aos halos pleocróicos dos cristais de Bt.

**Classificação da Rocha:** Muscovita-quartzo-sericita-biotita xisto.