

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro (SP)

**CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA DOS ALVOS
HIDROTERMALITOS NORTE E SUL, SURUCA E
PORÇÃO NW DA MINA DE CHAPADA - ALTO
HORIZONTE, GO.**

CAIO CÉSAR DE ARAÚJO GONÇALVES

Orientador: Prof. Dr. Antonio José Ranalli Nardy
Co-Orientador: Prof. Dr. Nelson Angeli

*Monografia apresentada à Comissão do Trabalho de
Conclusão de Curso do Curso de Geologia do
Instituto de Geociências e Ciências Exatas UNESP,
campus de Rio Claro, como parte das exigências para
o cumprimento da disciplina Trabalho de Conclusão
de Curso no ano letivo de 2011.*

Rio Claro – SP
2011

Para meus pais, Renato e Rita, minha irmã Paula,
e todos os meus amigos e familiares.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a todos que contribuíram, de maneira direta ou indireta, para que este trabalho fosse idealizado.

Agradeço muito a toda minha família, especialmente meus pais, Renato e Rita, e minha irmã Paula, que sempre estiveram me apoiando em todos os principais momentos da minha vida, dando muita atenção, amor e dedicação.

A Mineração Maracá Indústria e Comércio – Yamana Gold Inc., pela ótima oportunidade de estagiar na área de Exploração Mineral, e assim fornecer todo o material necessário para que este trabalho fosse realizado.

A toda equipe do projeto de exploração Chapada (Matheus, Gabriel, Robson, Fernanda), em especial ao gerente de exploração, Geólogo Juliano José de Souza, pela oportunidade e atenção, aos geólogos Emerson Ramos e Patrícia Lopes, pela dedicação, atenção e auxílio nas atividades desenvolvidas durante todo o período do estágio.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antonio José Ranalli Nardy, pela paciência, confiança e auxílio durante toda a execução do trabalho.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Nelson Angeli, por me encaminhar ao estágio e também por dar toda a confiança e atenção necessária durante a execução do trabalho.

A todos os docentes do Departamento de Petrologia e Metalogenia e Departamento de Geologia Aplicada do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP, Campus de Rio Claro, que lecionam as matérias do curso de geologia.

A minha mais nova família, composta pelos companheiros de turma e ``irmãos`` Resgate, Righetto, Limerá, Zela, Pança, Tupã, Conrado, Morangão, Xana, Filé, Topper, Goma, e aos demais colegas de turma e da geologia.

RESUMO

Principal ocorrência de Cu-Au no Arco Magmático de Goiás, a mina de Chapada está inserida no contexto geológico da Faixa Brasília, mais especificamente no Arco Magmático de Mara Rosa. Neste contexto, estão situados os alvos Hidrotermalitos Norte e Sul, porção NW da mina de Chapada e Suruca, que abrangem ortognaisses e rochas pertencentes à sequência vulcano-sedimentar Mara Rosa. Todos estes quatro alvos vêm sendo estudados por possivelmente apresentarem um grande potencial em Cu-Au, assim como o próprio depósito de Chapada. Estudos de caracterização petrográfica permitiram a descrição e classificação dos diferentes litotipos encontrados neste trabalho. Para os alvos Hidrotermalitos Norte e Sul, foram identificados quatro principais conjuntos litológicos, denominados de quartzo-muscovita xistos; muscovita quartzitos e cianita quartzitos; biotita-quartzo-anfíbólio xistos com pirita e epidoto-anfíbólio-biotita gnaisses muscovitizados; muscovita-biotita gnaisses. Estão metamorfizados em fácies xisto verde e também fácies anfíbolito, com retrometamorfismo em fácies xisto verde. A sulfetação é representada principalmente por pirita. Para o alvo da porção NW da mina de Chapada, três principais conjuntos litológicos foram identificados, classificados como biotita gnaisses; hornblenda-quartzo-biotita xistos; anfíbolitos, sendo os biotita gnaisses metamorfizados em fácies xisto verde (baixo grau), e os demais conjuntos metamorfizados em fácies anfíbolito, com posterior retrometamorfismo. Sulfetação representada principalmente por calcopirita e pirita. Por fim, também foram identificados três principais conjuntos litológicos para o alvo Suruca, denominados de granada-clorita-epidoto-biotita gnaisses; biotita gnaisses e clorita-biotita gnaisses epidotizados e muscovitizados; muscovita-quartzo xistos, metamorfizados em fácies anfíbolito, com posterior ação de retrometamorfismo em fácies xisto verde. A sulfetação está representada principalmente por pirita e esfalerita.

Palavras-chave: Faixa de Dobramentos Brasília, Arco Magmático de Goiás, Arco Magmático de Mara Rosa, Sequência Vulcano-Sedimentar Mara Rosa, Mina de Chapada

ABSTRACT

Main occurrence of Cu-Au in Goias Magmatic Arc, the Chapada mine fits into the geological context of the Brasilia Fold Belt, specifically in the Mara Rosa Magmatic Arc. Four targets, named Hidrotermalito Norte and Sul, NW Chapada Mine Portion and Suruca, are situated in this context, which includes ortogneisses and rocks from the Mara Rosa volcanic-sedimentary sequence. All these targets have been studied due to the possibility of presenting a great potential in Cu-Au, as well as the Chapada mine. Hidrotermalitos Norte and Sul targets presents four lithological sequences, which were identified as: quartz-muscovite schist; muscovite quartzites and kyanite quartzites; quartz-biotite-amphibole schist with pyrite and epidote-amphibole-biotite gneisses with muscovite; muscovite-biotite gneisses. They are metamorphosed to amphibolites facies and retrogressive greenschist facies. Sulfetation represented mainly by pyrite. In the NW Chapada Mine Portion, three main lithological groups were identified and classified as biotite gneisses; honblende-quartz-biotite-schist; amphibolites, with the first group metamorphosed in greenschist facies (low grade), and the other two groups metamorphosed in amphibolites facies, with subsequent retrogressive metamorphism in greenschist facies. Sulfetation is represented by chalcopyrite and pyrite. Finally, also three main lithological groups were identified in the Suruca target, classified as garnet-chlorite-epidote-eiotite gneiss; biotite gneiss and chlorite-biotite gneiss with epidote and muscovite; muscovite-quartz schist, all them metamorphised in amphibolites, with retrometamorphism in greenschist facies. Sulfetation represented by pyrite and sphalerite.

Keywords: Brasilia Fold Belt, Goias Magmatic Arc, Mara Rosa Magmatic Arc, Mara Rosa Volcanic-Sedimentary Sequence, Chapada Mine

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 Localização e vias de acesso.....	9
2 OBJETIVOS	10
3 MATERIAS E MÉTODOS DE TRABALHO	11
4 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	14
4.1 Arco Magmático de Mara Rosa.....	16
4.1.1 Sequência Vulcano-Sedimentar Campinorte	18
4.1.2 Sequência Vulcano-Sedimentar Mara Rosa	18
4.1.2.1 Subunidade Metavulcânica Básica	19
4.1.2.2 Subunidade Metassedimentar	19
4.1.2.3 Subunidade Metavulcano-Sedimentar	19
4.1.3 Ortognaisses	20
4.1.4 Intrusões Tardi a Pós-Orogênicas	21
4.2 Geologia Estrutural.....	22
4.3 Evolução Geológica da Área	23
5 ALTERAÇÃO HIDROTERMAL	25
5.1 Alteração Potássica.....	25
5.2 Alteração Propilítica.....	25
5.3 Alteração Sericítica ou Fílica	26
5.4 Alteração Argílica	27
5.5 Depósito do Tipo Pórfiro.....	27
6 RESULTADOS	29
6.1 Alvos Hidrotermalitos Norte e Sul.....	29
6.1.1 Unidades Litoestratigráficas.....	29
6.1.1.1 Subunidade Metassedimentar	30
6.1.1.1.1 Quartzo-muscovita xistos.....	30
6.1.1.2 Subunidade Metavulcano-Sedimentar	32
6.1.1.2.1 Muscovita quartzitos e cianita quartzitos.....	32
6.1.1.3 Ortognaisses.....	34

6.1.1.3.1 Epidoto-anfibólio-biotita gnaisses muscovitizados e biotita-quartzo-anfibólio xisto com pirita.....	34
6.1.1.3.2 Muscovita-biotita gnaisse (Metagranito).....	36
6.1.3 Metamorfismo.....	37
6.2 Porção NW da Mina de Chapada.....	39
6.2.1 Unidades Litoestratigráficas.....	39
6.2.1.1 <i>Subunidade Metavulcano-Sedimentar</i>	39
6.2.1.1.1 Biotita gnaisses.....	39
6.2.1.2 <i>Subunidade Metavulcânica Básica</i>	42
6.2.1.2.1 Hornblenda-quartzo-biotita xisto.....	42
6.2.1.2.2 Anfibolito.....	44
6.2.2 Metamorfismo.....	45
6.3 Alvo Suruca.....	46
6.3.1 Unidades Litoestratigráficas.....	46
6.3.1.1 <i>Subunidade Metavulcano-Sedimentar</i>	47
6.3.1.1.1 Granada-clorita-epidoto-biotita gnaisse.....	47
6.3.1.1.2 Biotita gnaisses e clorita-biotita gnaisses epidotizados e muscovitizados.....	48
6.3.1.2 <i>Subunidade Metassedimentar</i>	50
6.3.1.2.1 Muscovita-quartzo xistos.....	50
6.3.2 Metamorfismo.....	52
7 DISCUSSÕES COMPLEMENTARES.....	54
7.1 Alvo Hidrotermalito Norte.....	54
7.2 Alvo Hidrotermalito Sul.....	56
7.3 Porção NW da Mina de Chapada.....	57
7.4 Alvo Suruca.....	59
8 CONCLUSÕES.....	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

ANEXO I – FICHAS COM DESCRIÇÕES PETROGRÁFICAS DE LÂMINAS POLIDAS DO ALVO SURUCA

ANEXO II – FICHAS COM DESCRIÇÕES PETROGRÁFICAS DE LÂMINAS POLIDAS DA PORÇÃO NW DA MINA DE CHAPADA

ANEXO III – FICHAS COM DESCRIÇÕES PETROGRÁFICAS DE LÂMINAS POLIDAS DOS ALVOS HIDROTERMALITOS NORTE E SUL

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, os depósitos do tipo cobre pórfiro são um dos principais tipos de depósitos minerais encontrados e estão entre os mais importantes do mundo. Dentre suas principais características, podemos citar as grandes tonelagens (entre 10mi e 10bi de ton), os baixos teores de Cu (entre 02% e 2% em peso), e os subprodutos associados, como Mo, Au e Ag. A gênese deste tipo de depósito está associada a cinturões orogênicos de idade pós-paleozóica, porém foram identificados também depósito de idade pré-cambriana.

Localizado no município de Alto Horizonte (GO), o depósito de Cu-Au de Chapada (tipo cobre pórfiro) é o principal encontrado no Arco Magmático de Mara Rosa (ver figura 1). Foi descoberto no ano de 1973 pela INCO Ltda, através de estudos e pesquisas de sedimentos de corrente, que detectaram a ocorrência de ouro nas proximidades da área. Em julho do ano de 2003 foi adquirido pelo grupo Yamana Gold Inc.

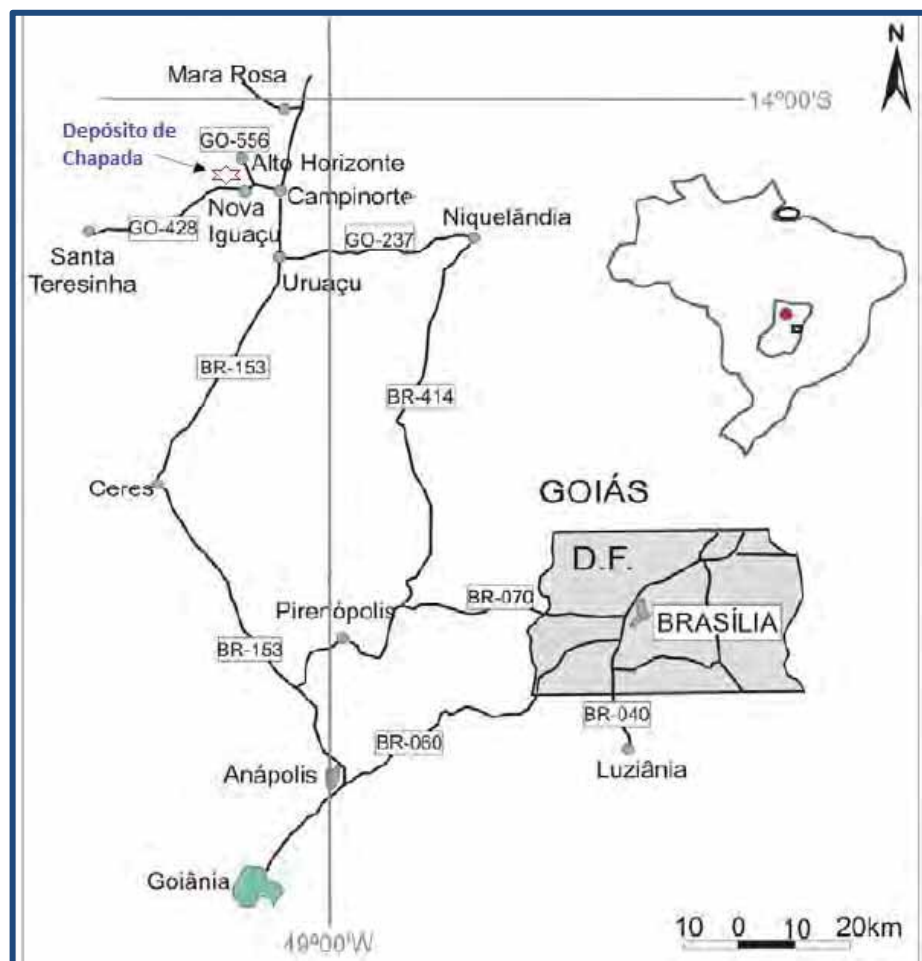
Em um primeiro instante, o Depósito de Chapada foi interpretado como um depósito do tipo Cu-Au, cuja gênese se associa à ambiente de arco insular intra-ocêânico (Richardson *et al.*, 1986). Posteriormente, Kuyumjian (1989, 1991) afirma que o depósito tem origem vulcanogênica. No entanto, a teoria mais aceita atualmente é a de que o Depósito de Chapada representa um modelo de mineralização do tipo Cu-Au pórfiro (Oliveira *et a.*, 2002), hospedada em rochas de sequências vulcano-sedimentares e unidades plutônicas conforme proposto por Richardson *et al.* (1986), uma vez que o depósito apresenta características compatíveis com depósitos associados à arcos de ilha, tais como ocorrência Cu e Au disseminados, teores de Au compatíveis e química de alteração nos entornos do depósito.

Diversos trabalhos, principalmente os de pesquisa mineral, vêm sendo desenvolvidos pela empresa nos entornos da mina visando um estudo mais detalhado das áreas adjacentes do Depósito de Chapada, procurando obter-se um maior conhecimento sobre novos possíveis alvos, com potencial para serem explorados. Dentre estes alvos, destacam-se o Hidrotermalito Norte, Hidrotermalito Sul, Suruca, e um alvo situado à NW da mina de Chapada . Todos estes quatro alvos serão abordados e descritos separadamente neste trabalho, através de descrições macroscópicas de testemunhos de furos de sondagens e de seções delgadas, visando-se obter um maior conhecimento acerca das rochas que constituem o arcabouço geológico regional.

1.1 Localização e vias de acesso

O município de Alto Horizonte situa-se na região noroeste do estado de Goiás e dista aproximadamente 350 km da capital do estado, Goiânia. Seu principal acesso se dá, partindo de Goiânia, pela BR-153 até o município de Campinorte e em seguida pela GO-428 e GO-556, no sentido Alto Horizonte. Partindo de Brasília, o principal acesso é feito primeiramente através da BR-070 (passando por Águas Lindas de Goiás e Pirenópolis) até a BR-153, seguindo até o município de Campinorte. Em seguida, segue-se pela GO-428 e depois GO-556, no sentido para Alto Horizonte (Figura 1.1)

Figura 1.1 - Mapa de localização do município de Alto Horizonte e do Depósito de Chapada



Fonte: CPRM, (2007)

2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como principais objetivos, a caracterização petrográfica dos diferentes litotipos amostrados provenientes dos alvos Hidrotermalito Norte e Sul, Suruca e porção NW da Mina de Chapada, possibilitando interpretações sobre a origem das mineralizações dos alvos escolhidos, bem como da Mina de Chapada.

3 MATERIAS E MÉTODOS DE TRABALHO

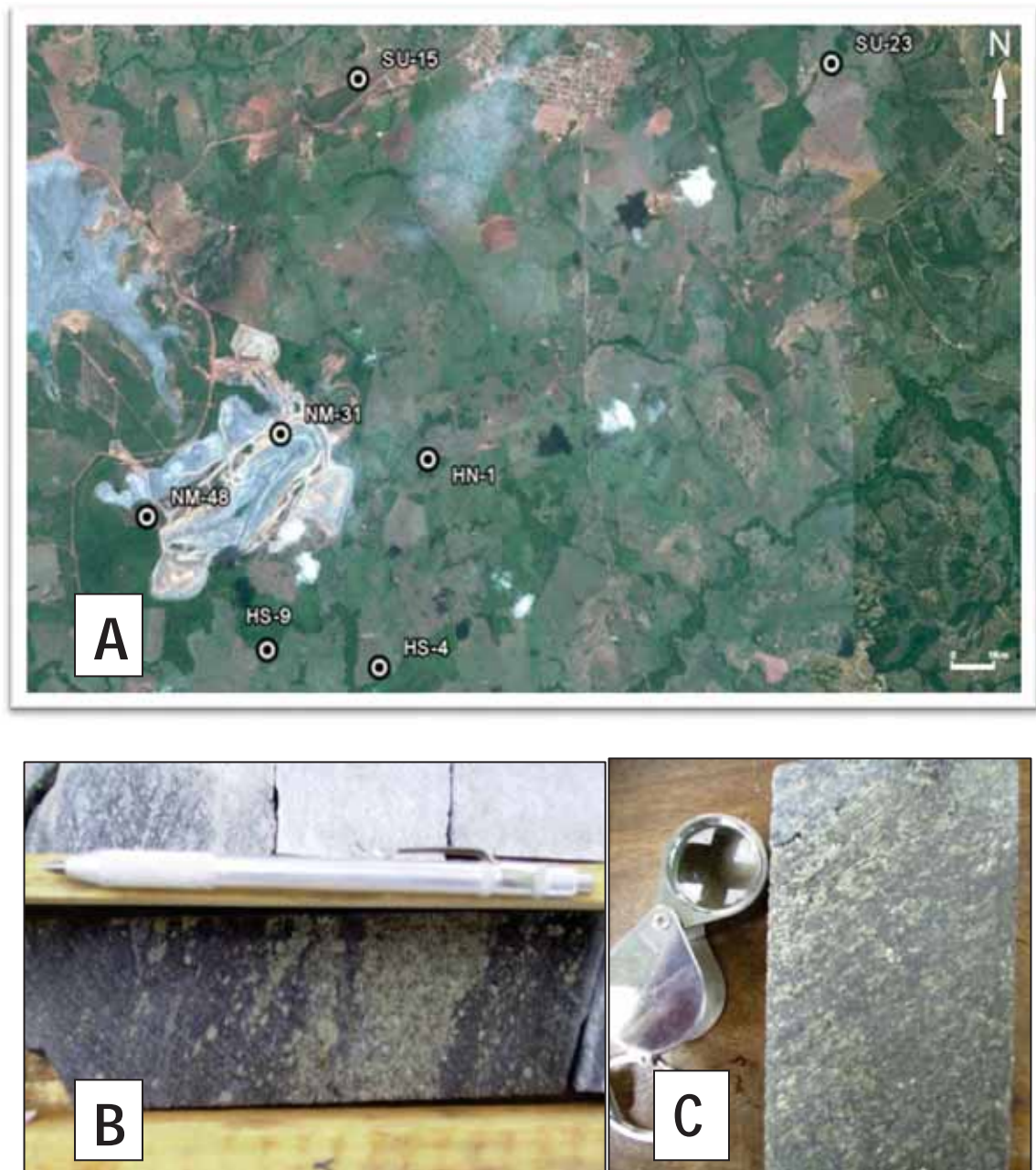
Os métodos e etapas de trabalhos envolvidos durante o desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso são basicamente: levantamento e análise bibliográfica, descrição de sete furos de sondagem (realizados pela Yamana Gold Inc.), amostragem dos furos de sondagem para a confecção de lâminas polidas, coleta de dados adicionais sobre os furos de sondagem amostrados (coordenadas, azimutes e dip), descrição, análise e caracterização petrográfica das lâminas polidas, interpretação, análise e tratamento de dados coletados e por fim, confecção do relatório final.

A etapa de levantamento bibliográfico consiste em uma pesquisa sobre artigos e trabalhos que abordem tanto o contexto geológico regional (Arco Magmático de Mara-Rosa) quanto o contexto geológico local, no caso sobre o Depósito de Cu-Au de Chapada, além de trabalhos que estejam diretamente relacionados à gênese de depósitos do tipo Cu-Au porfirítico.

A seguinte etapa, de descrição de furos de sondagem, consistiu em uma detalhada descrição de testemunhos provenientes de sete furos de sondagem distintos, sendo dois furos representativos do alvo Suruca, dois furos representativos do alvo Hidrotermalito Sul, dois furos representativos do alvo da porção NW da Mina de Chapada, e um furo representando o alvo Hidrotermalito Norte (Figura 3.1A). Juntamente com as descrições dos furos de sondagem, foi feita a amostragem de intervalos de rocha (Figura 3.1 B e C) que apresentam características relevantes para uma análise posterior, uma vez que estas amostras coletadas serão utilizadas na confecção de lâminas polidas.

Posterior a esta etapa, foi realizada uma coleta de dados complementares sobre os furos de sondagem, tais como coordenadas dos furos, azimutes, ângulo de mergulho (dip) de cada furo e profundidade máxima, além de análises químicas e fichas descritivas dos furos.

Figura 3.1 - (A) Mapa de localização das sondagens descritas e amostradas; (B) e (C) exemplos de intervalos de testemunhos de sondagens que foram descritos e amostrados.



Com as amostras já coletadas, estas foram enviadas para o Laboratório de Laminação do Departamento de Petrologia e Metalogenia do IGCE, UNESP-Rio Claro, onde foram confeccionadas 27 lâminas polidas, utilizando-se a serra de disco diamantado e a politriz de bancada. Todas estas lâminas foram analisadas e descritas utilizando-se o Microscópio binocular Zeiss – Axioscop 40 (Figura 3.2 C), no Laboratório de Microscopia também pertencente a UNESP-Rio Claro. As análises foram feitas através de microscopia a luz

transmitida e refletida para definição das assembléias minerais de sulfetos, óxidos, silicatos e carbonatos.

Figura 3.2 – (A) Serra de disco diamantado; (B) Politriz de Bancada; (C) Microscópio binocular da Zeiss – Axioscop 40



Por fim, a etapa final consiste na elaboração do relatório final, uma vez que todos os dados já foram devidamente coletados e agora serão tratados, interpretados e analisados. Este tratamento e análise de dados nada mais é do que a integração e correlação dos dados obtidos em laboratório com as informações geológicas obtidas tanto em consultas bibliográficas quanto em descrições de testemunhos de sondagens.

Para a confecção do relatório, foram utilizados os programas Microsoft Word 2010, Microsoft Excel 2010, e CorelDRAW R4.

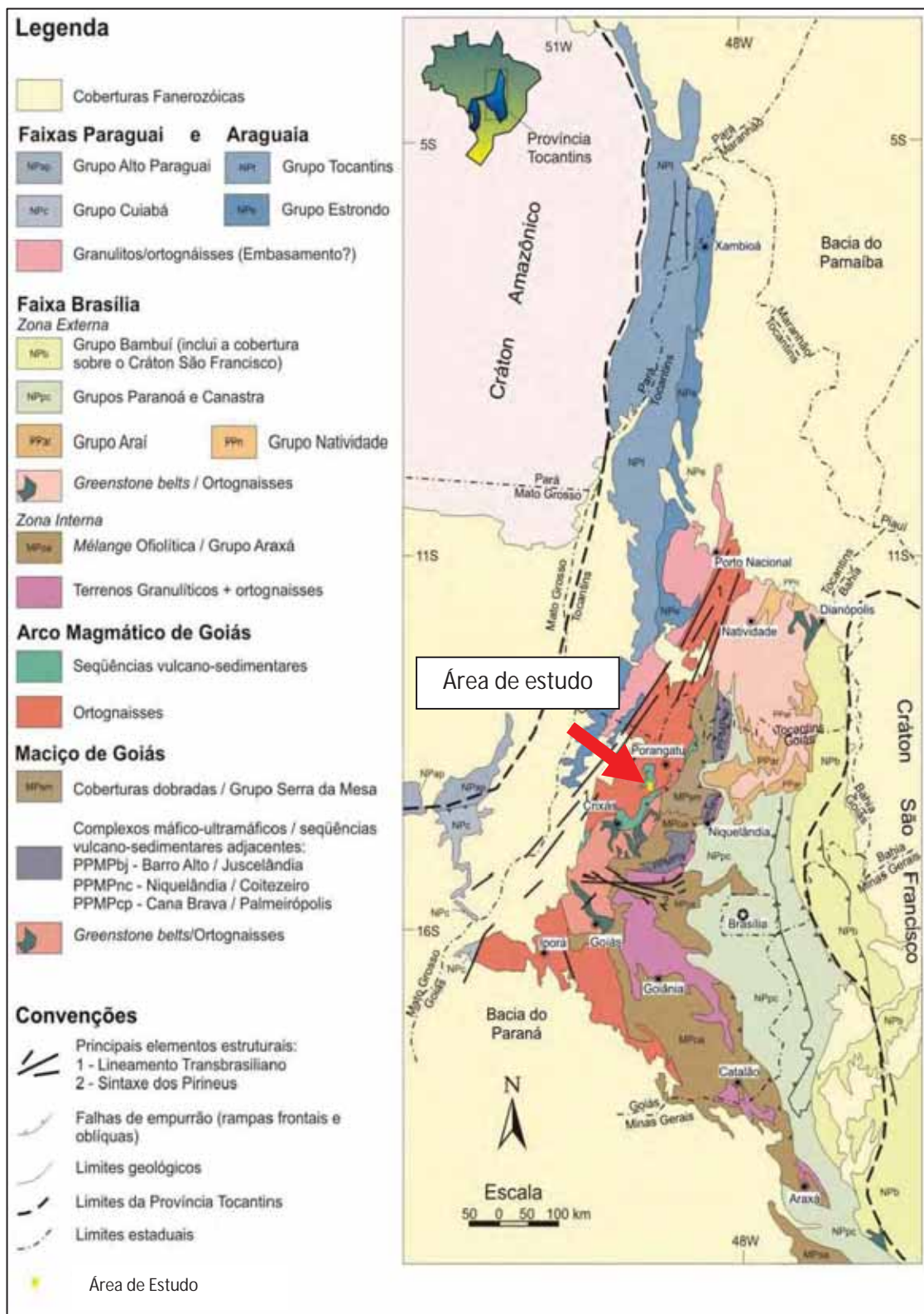
4 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Situada na região central do país, a Província Estrutural do Tocantins (Figura 4.1) é considerada como um sistema orogênico neoproterozóico, correspondente à área diretamente afetada pela colisão dos crátons Amazônico a oeste e do São Francisco a leste, durante o Ciclo Brasileiro, ou seja, durante a junção de Gondwana ocidental (Valeriano *et al.*, 2004). A norte limita-se pela Bacia do Parnaíba e a sul pela Bacia do Paraná. Tem dimensões aproximadas de 2000 km de comprimento e 800 km de largura, apresenta direção geral norte-sul, e é composta pela Faixa Brasília em sua porção leste e pelas faixas Paraguai e Araguaia na porção oeste. Na porção leste da Província Tocantins, ocupada pela Faixa Brasília, tem-se basicamente uma sequência espessa de rochas metassedimentares e uma vasta área onde afloram rochas de um arco neoproterozóico juvenil, o Arco Magmático de Goiás (CPRM, 2007).

A Faixa Brasília apresenta uma compartimentação tectônica, destacando-se nestes compartimentos o Maciço Goiano, que corresponde a um microcontinente composto por rochas arqueanas a mesoproterozóicas e o Arco Magmático de Goiás, que corresponde a um arco magmático juvenil neoproterozóico, formado entre ca. 880 Ma e 640 Ma (Valeriano *et al.*, 2004).

Situado na faixa de transição entre o Maciço de Goiás e a porção interna da Faixa Brasília, o Arco Magmático de Goiás (figura 4.2) estende-se na direção nordeste-sudoeste por mais de 1000 km, desde a região dos municípios de Arenópolis e Bom Jardim de Goiás até a região dos municípios de Porangatu e Mara Rosa. É dividido em dois principais domínios, denominados de Arco Magmático de Mara Rosa, onde estão inseridos os alvos estudados neste trabalho, e Arco Magmático de Arenópolis, que ocorrem nos setores sul e norte do arco de Goiás, respectivamente (Pimentel e Fuck, 1992; Pimentel *et al.* 1997).

Figura 4.1 - Mapa geológico simplificado da porção centro-leste da Província Tocantins, com detalhe para a área estudada.



Fonte: Adaptado de Pimentel et al.(2004)

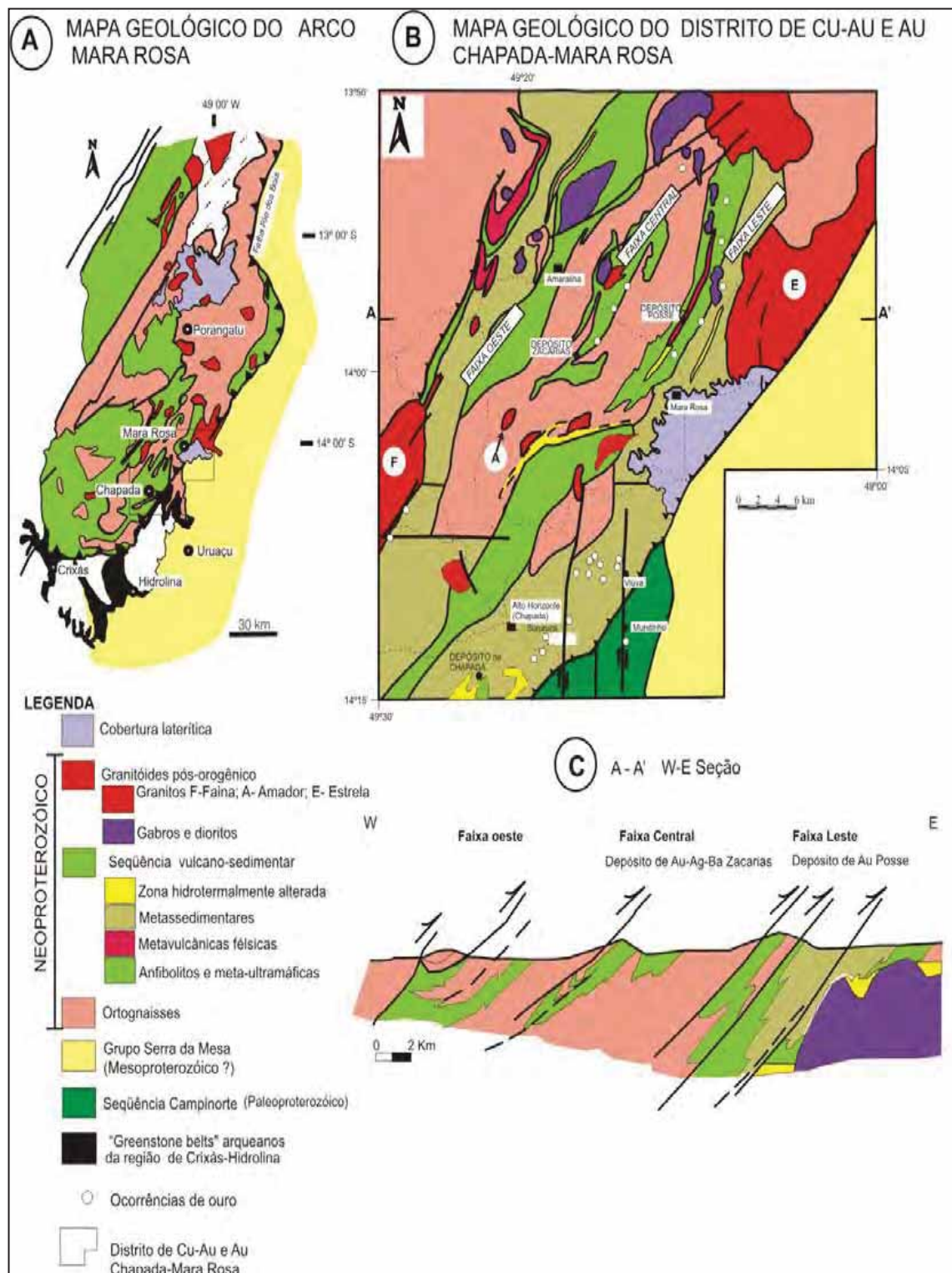
4.1 Arco Magmático de Mara Rosa

É caracterizado pela ocorrência de sequências vulcano-sedimentares, dispostas em faixas de direção NNE, que se encontram separadas entre si por ortognaisses de composição tonalítica a diorítica, além de rochas intrusivas tardi a pós-orogênicas (Arantes *et al.*, 1991, Pimentel *et al.*, 2000, Viana *et al.*, 1995).

Segundo Oliveira *et al.* (2000), as rochas pertencentes ao Arco Magmático de Mara Rosa hospedam importantes depósitos de Au e Cu-Au, caracterizados pela presença de quatro principais associações: Au-Ag-Ba (Depósito de Zacarias), Cu-Au (Depósito de Chapada), Au (Depósito de Posse) e Au-Cu-Bi (ocorrência de Mundinho).

O elemento estrutural mais importante reconhecido no Arco Magmático de Mara Rosa é a Falha Rio dos Bois, uma falha reversa de alto a médio ângulo, com direção geral N40-45°E e mergulho para NW, desenvolvida durante a Orogenia Brasileira (Ramos Filho *et al.*, 2003). Esta feição estrutural constitui o contato tectônico entre a sequência neoproterozóica de Mara Rosa e a sequência paleoproterozóica de Santa Terezinha (Ramos Filho *et al.*, 2003).

Figura 4.2 - (A) Mapa geológico do Arco Magmático de Mara Rosa; (B) Mapa geológico do distrito de Cu-Au e Au de Chapada-Mara Rosa; (C) Perfil estrutural A-A'



Fonte: Modificado de Oliveira et al.(2004).

4.1.1 Sequência Vulcano-Sedimentar Campinorte

Definida por Kuyumjian *et al.* (2004), é composta por metapsamitos, metapelitos, rochas metassedimentares químicas, metavulcânicas ácidas e intermediárias (ocorrendo em camadas lenticulares em meio às rochas metassedimentares), intrusões de tonalitos, granodioritos e granitos, além de piroclásticas ácidas, riolitos e riolitos. Subordinadamente, têm-se a ocorrência de intercalações de rochas metaultramáficas e anfibolitos (anfíbólito fino e epidoto anfíbólito). Localmente ocorre à leste da Falha Rio dos Bois e, segundo os autores, não apresenta um empilhamento original reconhecido, já que as unidades são descontínuas em superfície e foram submetidas à intensa deformação. Apresenta uma paragênese metamórfica, principalmente para os xistos, de fácies xisto verde. Intrusões de tonalitos, dioritos e granodioritos também encontram-se metamorfizadas em fácies xisto verde.

A partir de determinações isotópicas feitas pelo método Sm-Nd em rochas metavulcânicas ácidas e metaplutônicas ácidas, foram obtidas idades entre 2,30 e 2,52 Ga, o que sugere protólitos de idade paleoproterozóica (Kuyumjian *et al.* (2004).

4.1.2 Sequência Vulcano-Sedimentar Mara Rosa

Com suas litologias inicialmente descritas por Arantes *et al.* (1991), a Sequência Vulcano-Sedimentar Mara Rosa consiste de rochas supracrustais compartimentadas em 3 principais faixas estreitas e anastomosadas, que apresentam uma disposição geral NE. As faixas, denominadas leste, central e oeste (litologicamente a mais diversificada), encontram-se separadas umas das outras por ortognaisses (metadioritos/metatonalitos) alongados. Este pacote de rochas supracrustais é constituído basicamente por metabasaltos, metapiroclásticas intermediárias, metavulcânicas félsicas, metaultramáficas, metagrauvas finas a médias, metacherts, formações ferríferas, quartzitos e grande variedade de rochas metassedimentares psamo-pelíticas, sendo todas metamorfizadas sob condições das fácies xisto verde a anfíbólito. As rochas metassedimentares compõem predominantemente as faixas leste e oeste, enquanto que a faixa central, que hospeda os principais depósitos de Au e Cu-Au da região, é composta por um pacote vulcano-sedimentar com abundante ocorrência de metavulcânicas básicas e ortognaisses tonalíticos. A seguir, serão apresentados e descritos os principais litotipos, divididos em subunidades, segundo o trabalho de CPRM (2007).

4.1.2.1 Subunidade Metavulcânica Básica

É composta por uma associação de rochas metavulcânicas e metaplutônicas básicas, além de rochas metassedimentares químicas e pelíticas. As metavulcânicas básicas (metabasaltos) são representadas por anfibolitos finos, enquanto que as metaplutônicas básicas (metagabrodioritos) são representadas por variações de anfibolito, quartzo anfibolito e quartzo-biotita-granada anfibolito. Pequenos corpos intrusivos de metatonalitos, matadioritos e hornblenditos deformados são também encontrados (CPRM, 2007).

Datações feitas por Junges *et al.* (2003), utilizando-se do método U-Pb em zircão em duas amostras de anfibolitos referentes ao limite oeste do arco e faixa oeste do arco, forneceram idades de 603 ± 6 Ma e 638 ± 2 Ma, respectivamente.

4.1.2.2 Subunidade Metassedimentar

Constituída pela associação de rochas psamo-pelíticas dispostas em alto ângulo ao longo de um corredor transcorrente NE. As principais litologias são granada estauroлита-plagioclásio-quartzo-muscovita-biotita xisto, cianita-granada-biotita xisto e biotita-quartzo xisto. Rochas metassedimentares químicas, representadas por gonditos e metacherts, ocorrem intercaladas a estes pacotes (CPRM, 2007).

Uma amostra do metassedimento foi analisada por Viana *et al.* (1995), afim de se identificar uma possível presença de rochas mais antigas (Arqueanas/Paleoproterozóicas) nas áreas fonte dos sedimentos originais. Foi sugerido pelos autores que estes metassedimentos representam sedimentos imaturos derivados da erosão de material neoproterozóico juvenil, ou seja, do próprio arco magmático. São metagrauvacas que apresentam a mesma origem de tonalitos presentes na região (Junges, 1998).

4.1.2.3 Subunidade Metavulcano-Sedimentar

Segundo CPRM (2007), esta subunidade apresenta como principais litologias rochas metavulcânicas básicas a ácidas associadas a rochas metassedimentares psamo-pelíticas e químicas, além de produtos hidrotermais que se associam às mineralizações de Cu-Au (Chapada) e Au (Mundinho, Viúva e Suruca), dentre os quais podem ser citados estauroлита-cianita anfibolito, quartzo epidositos, pirita-quartzo-sericita xisto, muscovia-biotita xisto feldspático, muscovita-biotita-plagioclásio microclínio gnaiss e gedrita-antofilita xisto.

Encontra-se em contato tectônico com as sequências Campinorte e Santa Terezinha e Grupo Serra da Mesa, feito pela zona de cisalhamento Rio dos Bois.

As rochas metavulcânicas básicas estão representadas por anfibolitos finamente bandados, enquanto que as metavulcânicas ácidas a intermediárias são identificadas principalmente como biotita-microclínio gnaisses, epidoto-biotita-plagioclásio gnaisses, muscovita-plagioclásio gnaisses e cianita-biotita-plagioclásio gnaisses (CPRM, 2007).

Com uma ampla variação petrográfica, a seqüência de metassedimentos psamo-pelíticos é representada pelo grupo dos biotita xistos e biotita xistos feldspáticos. Tem-se ainda comumente a ocorrência de quartzitos e biotita-quartzo xistos feldspáticos, que são interpretados como meta-arenitos impuros e/ou metagrauvascas, e encontram-se intercalados esporadicamente por metavulcânicas básicas aflorantes em grande extensão a sudeste de Mara Rosa (CPRM, 2007).

Utilizando-se do método $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$, Vianna *et al.* (1995) obtiveram idade de 630 ± 3 Ma para um diorito subvulcânico sin-tectônico ao evento de deformação das rochas supracrustais, o que indica que o principal evento metamórfico ocorreu a aproximadamente 630 Ma (Viana *et al.*, 1995, Pimentel *et al.*, 1997).

Datação em granito intrusivo nesta unidade no depósito de Posse mostra idade U-Pb em zircão de 862 ± 8 Ma, interpretada como a idade de cristalização do protolito ígneo da associação metavulcano-sedimentar (Pimentel *et al.* 1997). Análises pelo método Sm-Nd realizadas em rochas metassedimentares da faixa oeste da seqüência vulcano-sedimentar de Mara Rosa, geraram idades modelo (TDM) entre 0,9 e 1,2 Ga, indicando que são produtos de alteração das rochas do próprio arco (Pimentel *et al.*, 1997; Junges *et al.*, 2003). Junges *et al.* (2002), a partir de dados gerados em análises Sm-Nd, afirmam que a deposição dos sedimentos originais pode ter ocorrido em ambiente de bacia oceânica, distante das fontes continentais.

4.1.3 Ortognaisses

Os gnaisses dioríticos a tonalíticos situados entre as faixas de supracrustais são petrograficamente homogêneos, mas com predominância dos últimos. Os gnaisses possuem granulação média a grossa e localmente apresentam texturas e estruturas plutônicas reliquiares (Viana 1995). São constituídos essencialmente por plagioclásio, quartzo, biotita, feldspato potássico e, por vezes, hornblenda, e possuem tonalidade cinza claro a médio (CPRM, 2007).

Viana et al. (1995) afirma que junto aos terrenos gnáissicos ocorrem associados pequenos corpos circulares e lenticulares de metagabro e hornblendito de granulação grossa, interpretados como termos máficos do magmatismo que originou os protólitos dos metatonalitos. Estes ortognaisses apresentam composição geoquímica primitiva, com teores de SiO₂ variando entre 52% e 60% (compatível com teor de rochas intermediárias metaluminosas), além de apresentarem caráter que varia de cálcico a cálcio-alcálico, representado por baixas quantidades de Rb, Nb, Y, Zr e ETR. Com estes teores, é possível afirmar que apresentam composições similares à granitóides do tipo M, provenientes de arcos de ilhas imaturos (Viana *et al.*, 1995, Pimentel *et al.*, 1997). De acordo com Kuyumjian (1989), tonalitos expostos próximos de Chapada (aproximadamente 40 Km a sudoeste de Mara Rosa) tem a mesma assinatura geoquímica primitiva.

Foram analisadas por Pimentel et al (1997) três amostras de zircão oriundas de gnaisses situados entre as faixas supracrustais leste e central, e obtidas idades de U-Pb de 856±13-1 Ma. Estas idades foram interpretadas como a melhor estimativa para cristalização do protólito tonalítico. Dados mais recentes (Junges *et al.*, 2003) mostram que o magmatismo tonalítico e máfico associado ocorreram em dois intervalos distintos: entre ca. 856 e 807 Ma e entre ca. 640 e 622 Ma.

4.1.4 Intrusões Tardi a Pós-Orogênicas

Corpos tardi a pós-tectônicos, que apresentam composições variando entre gabróica e granítica, intrudem os gnaisses e rochas supracrustais do Arco Magmático de Goiás (Viana et al., 1995, Pimentel et al., 2004). Kuyumjian (1989b) descreve um corpo de olivina-gabro intrusivo na seqüência vulcanossedimentar, na região de Chapada, como uma rocha de granulação grosseira bordado por uma auréola de metamorfismo de contato de cornubianito calco-silicático. Baixas concentrações de elementos incompatíveis são observadas nos tonalitos e indicam ambiente de arco e pré-colisão.

Na região de Mara Rosa, são descritos por Viana (1995) duas tipologias de corpos intrusivos: corpos dominados por dioritos, e intrusões graníticas, ambos de posicionamento pós-tectônico. Os corpos dioríticos são de composição quartzo-diorítica com granulação grossa e foliação muito incipiente marcada por biotita e hornblenda. As intrusões graníticas são mais comuns, constituindo corpos médios a grandes, alguns atingindo vários quilômetros de extensão, onde predominam biotita granitos leucocráticos. Os granitos (Amador, Faina, Angelim e Estrela), tem composição intermediária a ácida (SiO₂= 64,9% a

72,9%), afinidade calci-alcalina e, de acordo com Pimentel *et al.*(2004), foram intrudidos após o evento tectônico de ca. 600 Ma relacionado ao ciclo Brasileiro. O granito Faina, por exemplo, foi datado em 576 ± 6 Ma (Junges *et al.* 2002a, 2003), enquanto as idades modelo Sm-Nd T_{DM} se situam entre 1,1 e 1,5 Ga (Viana *et al.* 1995, Junges *et al.* 2002b).

4.2 Geologia Estrutural

Na região de Alto Horizonte, próximo a área de estudo, tem-se como principal estrutura presente a zona de cisalhamento denominada Rio dos Bois, gerada durante o Ciclo Brasileiro (Oliveira *et al.*,2000) e delimitada a partir do rio homônimo. Esta estrutura é a responsável pela justaposição das sequências metavulcano-sedimentar Campinorte e metavulcano-sedimentar Mara Rosa.

Segundo Oliveira (2009), é uma zona de cisalhamento reversa, com alta obliquidade, direção geral N20-40E/20-40NW e que apresenta indicativos de transporte tectônico para SE (em direção ao cráton do São Francisco). Com relação ao depósito de Chapada, pode-se afirmar que a zona de cisalhamento Rio dos Bois foi fundamental no controle da mineralização (Kuyumjian,1995).

Dois fases principais de deformação são identificadas por Oliveira *et al.* (2000): a primeira é responsável pela formação de estruturas que apresentam vergência para SE, como por exemplo dobras isoclinais a apertadas com eixo de NE a NW, zonas de cisalhamento, falhas de empurrão e lineações de estiramento NW; a segunda é responsável pela geração de dobras abertas e suaves (eixo N-S) e clivagens de crenulação (eixo NS e EW).

Ramos Filho *et al.* (2003) também reconhecem na região a presença de duas principais fases de deformação, denominadas respectivamente D1 e D2. A primeira fase (D1) é caracterizada pela presença de dobras isoclinais recumbentes, com eixo de direção aproximada NS e NNE. Já a segunda fase (D2) é representada por grandes dobras abertas que apresentam eixo de direção aproximada EW e ENE. Dados estruturais permitiram que fosse identificado transporte de oeste para leste na fase D1, e de norte para sul na fase D2, ambos no Brasileiro.

Diferentemente dos autores citados acima, CPRM (2007) descreve cinco principais eventos deformacionais (Dn-2, Dn-1, Dn, Dn+1 e Dn+2). No entanto, as fases deformacionais denominados Dn-2 e Dn-1 são evidenciadas apenas no complexo Hidrolina e na sequência

vulcano-sedimentar Campinorte. Para a região do depósito de Chapada, são evidenciados três principais eventos (D_n , D_{n+1} e D_{n+2}), os quais serão descritos em seguida.

- D_n : Dobramento isoclinal recumbente seguido de redobramento assimétrico apertado coaxial, com vergência para E a SE, em associação com metamorfismo de fácies anfíbolito.

- D_{n+1} : Falhamento reverso dúctil a dúctil-rúptil em associação com metamorfismo retrógrado de fácies xisto verde (biotitização/sericitização) e dobramento assimétrico apertado com vergência para SE. Presença de dobras de arrasto, exibindo flancos longos e curtos com espessamento de charneira, e presença de dobras parasíticas e intrafoliais assimétricas. Fase deformacional responsável pela estruturação da falha Rio dos Bois.

- D_{n+2} : Dobramentos simétricos abertos tardios aos quais se associam sinclinais e anticlinais com eixos ortogonais E-W e N-S.

Ainda de acordo com CPRM (2007), é proposto que as fases deformacionais D_n e D_{n+1} estão particularmente associadas à evolução deformacional da seqüência vulcano-sedimentar Mara Rosa, atuante durante o Neoproterozóico. Já a fase D_{n+2} está relacionada a dobramento regional suave da foliação e eixos de dobra em duas direções, aproximadamente E-W e N-S, resultando em um padrão de interferência do tipo domo-e-bacia.

4.3 Evolução Geológica da Área

O modelo de evolução geológica proposto para o Arco Magmático de Goiás, segundo Oliveira *et al.* (2000), pode ser dividido basicamente em quatro principais estágios evolutivos, todos de características distintas: i) estágio de subducção, ii) estágio de magmatismo colisional sin-tectônico, iii) estágio de magmatismo colisional pós-tectônico, iiiii) estágio de extensão pós-orogênica.

Na Província Tocantins, o estágio inicial de subducção intraoceânica é representado por rochas vulcânicas toleíticas e plutônicas cálcio-alcálicas (granitóides dos tipos M e I) de arcos de ilha e bacias de retroarco. Provavelmente, este estágio tenha ocorrido entre 0,8 e 0,9 Ga e, segundo os autores, o depósito de Chapada teria se formado justamente nesta etapa evolutiva.

O segundo estágio, representado pelo magmatismo colisional sin-tectônico, relaciona-se diretamente com o pico metamórfico regional, em *ca.* 630 Ma, no fim do ciclo Brasiliano. Durante este evento, marcado pela ocorrência de espessamento crustal, é desenvolvida a falha Rio dos Bois juntamente com outras estruturas similares, que podem ser consideradas responsáveis pela formação de mineralizações auríferas na região.

Para Junges *et al.*(2002), existem no Arco Magmático de Mara Rosa dois principais eventos metamórficos relacionados ao estágio de magmatismo colisional sin-tectônico: **1-** evento mais antigo, apresenta idades entre 730 e 760 Ma, é caracterizado por condições de altas temperaturas e altas pressões e é interpretado como resultado da acreção dos terrenos de arco de ilha com a extremidade oeste do cráton São Francisco; **2-** evento mais jovem, com idades entre 604 e 610 Ma, caracterizado por condições de baixas temperaturas e baixas pressões, considerado como resultado do fechamento final do oceano e colisão continental entre os continentes Amazônico e São Francisco.

Por fim, Oliveira *et al.*(2000, 2004) afirmam que, entre 590 e 560 Ma, ocorrem as intrusões de corpos graníticos alcalinos (representados por biotita granitos e leucogranitos) e corpos de gabro-diorito com magnetita, marcando assim o estágio de magmatismo colisional pós-tectônico e a distensão pós-orogênica.

5 ALTERAÇÃO HIDROTHERMAL

A circulação de fluídos e soluções hidrotermais acarreta em inúmeras mudanças físico-químicas nas rochas que são submetidas a esta situação. Quando estes fluídos interagem com as rochas, reações químicas se iniciam, buscando sempre o equilíbrio a partir de processos de dissolução e precipitação, com a formação de novas assembléias minerais. A este fenômeno dá-se o nome de alteração hidrotermal (Pirajno, 2008).

Os principais tipos de alteração hidrotermal conhecidos são: alteração potássica alteração propilítica, alteração sericítica ou filica, e alteração argílica. A figura 5.1 ilustra o esquema da evolução de um sistema hidrotermal em função da temperatura e das atividades do K^+ e do H^+ , atividades de potássio e hidrogênio no sistema, respectivamente. Separadamente, cada tipo de alteração hidrotermal será melhor descrita a seguir.

5.1 Alteração Potássica

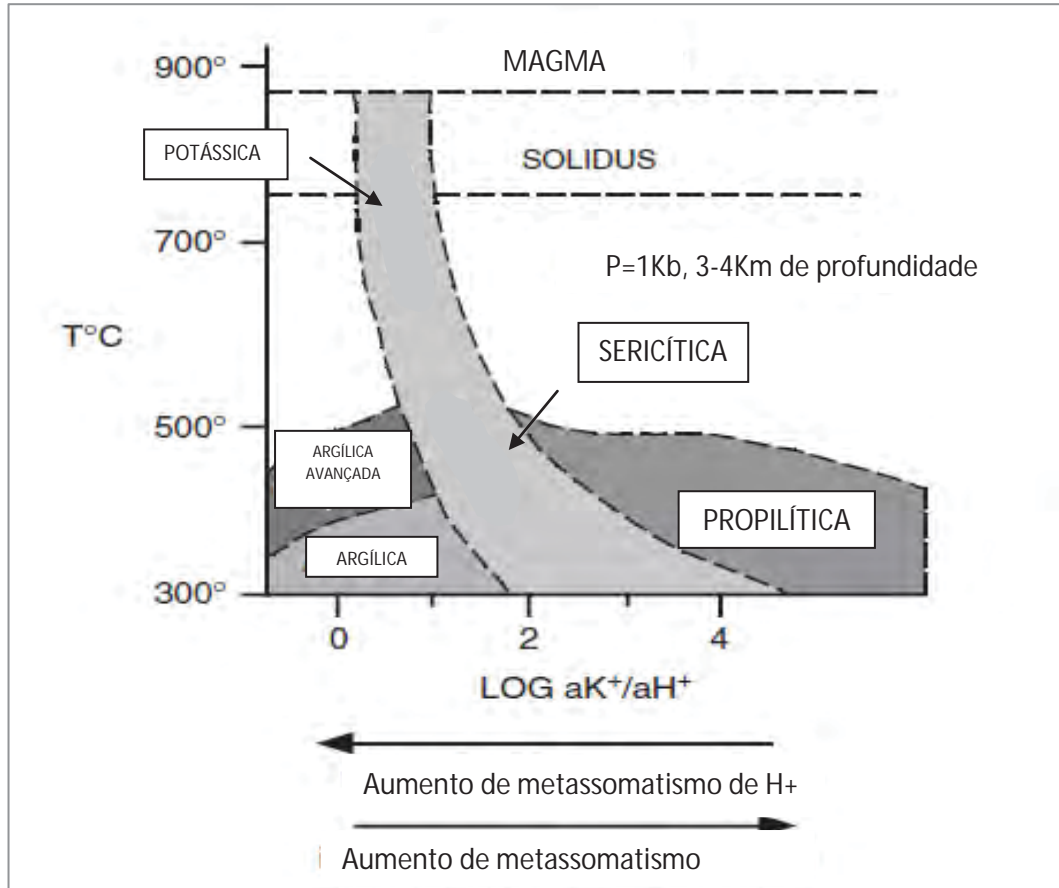
A alteração potássica é extremamente comum em sistemas mineralizantes do tipo pórfiro, ocorrendo nas zonas de maior temperatura. Os principais minerais característicos deste tipo de alteração são feldspato potássico e biotita. Este tipo de alteração está sempre acompanhada por sulfetos, tais como pirita, calcopirita e molibdenita. Os minerais são formados a partir da substituição de plagioclásio e silicatos máficos, em temperaturas que estão entre 600 e 450°C. As principais assembléias minerais formadas são feldspato potássico-biotita-quartzo, feldspato potássico-clorita e feldspato potássico-biotita-magnetita, acompanhados por minerais como albita, sericita, anidrita, apatita e rutilo (Pirajno, 2008).

5.2 Alteração Propilítica

A alteração propilítica é caracterizada principalmente pela adição de H_2O e CO_2 , e ainda localmente pela adição de S. metassomatismo pode ser considerado como fraco à ausente. Os minerais típicos para esta alteração são epidoto, clorita, carbonatos, albita, feldspato potássico e pirita, além de sericita, óxidos de Fe, montmorillonita e zeólita em alguns casos (Pirajno, 2008)

Intensa albitização, cloritização e carbonatação podem ocorrer. Alteração propilítica tende a ser mais difundida nas zonas mais interiores de um depósito hidrotermal, ou seja, próximo a fonte de calor hidrotermal (Pirajno, 2008).

Figura 5.1 - Esquema da evolução de um sistema hidrotermal como função da temperatura e das atividades do K^+ e do H^+ (Guilbert & Park, 1985, Burnham & Ohmoto, 1980).



Fonte: Traduzido e adaptado de Pirajno (2008).

5.3 Alteração Sericítica ou Fílica

Denominada de alteração sericítica, ou fílica, é caracterizada pela presença da associação mineral representada por quartzo-sericita-pirita. As principais fases minerais associadas são feldspato potássico, caulinita, calcite, biotita, rutilo, anidrita e apatita (Pirajno, 2008). Há liberação de H^+ pelo metassomatismo alcalino, o que gera uma redução da razão álcalis/ H^+ , induzindo a decomposição dos feldspatos em presença de H^+ , OH^- , K e S (Misas, 2010)

5.4 Alteração Argílica

A alteração argílica é caracterizada pela formação de argilominerais (caulinita, illita, montmorillonita) a partir de feldspatos, principalmente devido ao intenso metassomatismo de H⁺ e também a presença de alta lixiviação ácida, sempre em temperaturas entre 100 e 300° C (Pirajno, 2008). Além disto, a alteração argílica pode ser dividida em dois tipos: intermediária e avançada.

A primeira é definida pela presença de minerais como montmorillonita, illita, clorita, caulinita, dickita, haloisita e halofano, além sericita. Tem-se lixiviação de Ca, Na e Mg. A segunda alteração, denominada de argílica avançada, apresenta como principais característica a forte lixiviação ácida e a destruição de maior parte dos minerais originais da rocha. Os minerais típicos desta alteração são dickita, caulinita, pirofilita, barita, alunita e diásporo, além de sulfetos (covellita, digenita, enargita, pirita), topázio, turmalina e argilominerais amorfos.

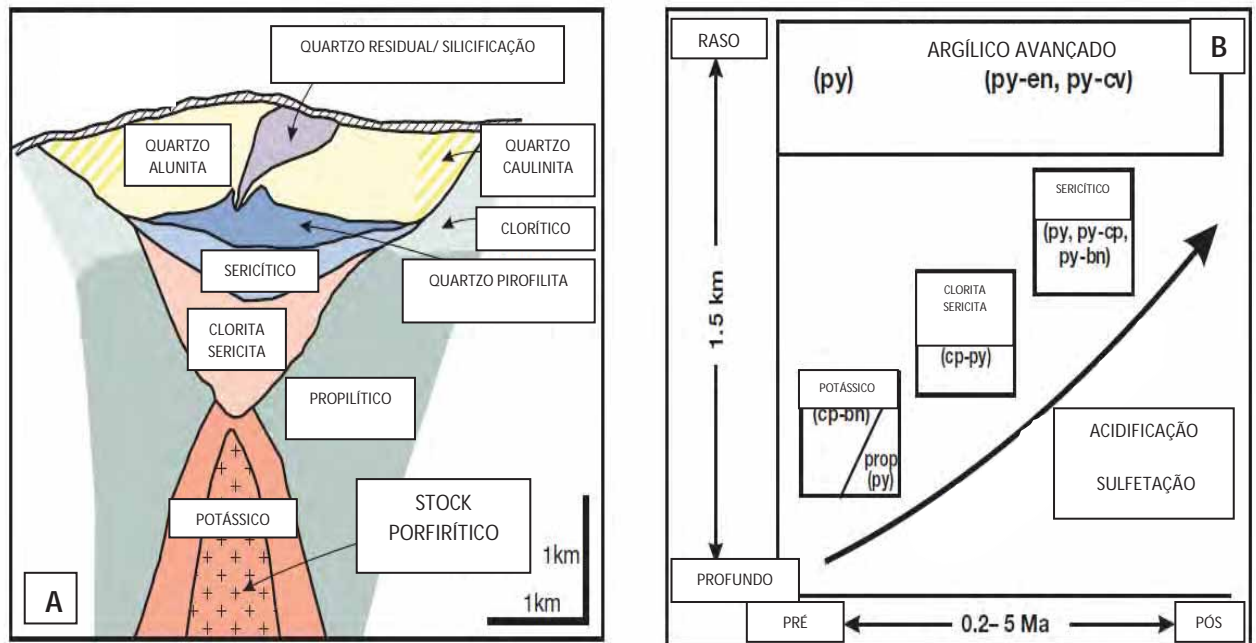
Para a lixiviação que ocorre acima de 300°C formam-se assembléias minerais contendo pirofilita, andalusita, quartzo, topázio e pirita, além de sericita, diásporo, caulinita, rutilo, anidrita, coríndon, zuniita, dumortierita e cloritóide.

5.5 Depósito do Tipo Pórfiro

Sistemas mineralizantes do tipo pórfiro se formam a partir de fluidos magmáticos hidrotermais de alta temperatura, e recebem este nome devido à textura porfirítica apresentada na porção mineralizada. Como principais características estes apresentam grandes tonelagens, porém baixos teores (0,2%-2% no caso de depósitos de Cu porfirítico, como o depósito de Chapada), com a sulfetação ocorrendo disseminada ou também na forma de veios e stockworks (Pirajno, 2008). Além disto, Pirajno (2008) afirma que os depósitos pórfiros podem ser caracterizados de acordo com seu conteúdo metalífero, ambiente geotectônico, natureza das rochas associadas, tais como encaixantes e intrusivas, e padrões de alteração hidrotermal. Segundo Misas (2010), em um sistema pórfiro, a alteração hidrotermal em um sistema pórfiro afeta as rochas segundo uma geometria elipsoidal concêntrica em superfície, havendo a formação de halos de alteração onde os fluidos endógenos que circulam pelas zonas fraturadas podem ser misturados com águas meteóricas.

Lowell & Guilbert (1970) propuseram um modelo para sistemas do tipo pórfiro. Neste modelo, a fase inicial em uma alteração hidrotermal é a alcalina (na maioria das vezes potássica), que age dentro e fora do corpo porfirítico intrusivo, criando um halo que irá afetar tanto o plúton quanto as rochas encaixantes. Já o halo externo é o da alteração propilítica, que se caracteriza principalmente pela mineralização disseminada ou em vênulas de sulfetos. Por fim, em um estágio mais tardio, formaram-se as alterações sericítica e argílica, resultantes da interação entre fluidos ígneos e meteóricos, que destroem assim as alterações prévias e remobilizam a mineralização associada aos sulfetos (Figura 5.2)

Figura 5.2– (A) Padrão de zoneamento generalizado em sistemas do tipo Cu pórfiro (traduzido de Sillitoe, 2010); (B) Representação esquemática generalizada da alteração da mineralização em sistemas do tipo Cu pórfiro em relação à profundidade e escala de tempo. A sequência, que inicia-se com o halo potássico com periféricos propilíticos, passa por clorita-sericita e halo sericítico até finalmente o halo argílico avançado, é o resultado do aumento da acidez em consequência da queda de temperatura dos fluidos hidrotermais.



Fonte: Traduzido de Sillitoe (2010)

6 RESULTADOS

6.1 Alvos Hidrotermalitos Norte e Sul

6.1.1 Unidades Litoestratigráficas

Trabalhos realizados por Pellegrini (2010) permitiram a caracterização litoestratigráfica do alvo Hidrotermalito Sul e de grande parte do alvo Hidrotermalito Norte, situados a sudeste e leste/nordeste da Mina de Chapada, respectivamente. Estes alvos estão inseridos no contexto do Arco Magmático de Mara Rosa, mais precisamente na Sequência Vulcano-Sedimentar de Mara Rosa e rochas correlatas. Para o estudo e caracterização dos diferentes litotipos, foram levados em consideração os aspectos relativos a metamorfismo, deformação e ação de processos hidrotermais.

Segundo Pellegrini (2010), os alvos Hidrotermalitos Norte e Sul apresentam uma gama variada de rochas, representada principalmente pelos grupos cianita-muscovita-biotita-quartzo xisto, muscovita xisto/ quartzo-muscovita xisto/ clorita-quartzo-muscovita xisto; quartzito/ muscovita quartzito/ cianita-muscovita quartzito; cianita-quartzo-muscovita xisto; quartzo-anfibólio-plagioclásio gnaiss/ quartzo-epidoto-anfibólio-plagioclásio gnaiss; clorita-biotita-quartzo-plagioclásio-epidoto xisto/epidosito; granada-muscovita-biotita-quartzo-plagioclásio gnaiss/ granada-epidoto-muscovita-quartzo-plagioclásio gnaiss; metatufo, metagranito/ metadiorito; quartzo diorito, além da presença de unidade indiferenciada.

Logo abaixo, serão apresentadas as principais características referentes apenas aos litotipos classificados neste trabalho a partir da descrição de testemunhos de furo de sondagem. As rochas aqui citadas são correlacionáveis com o que se tem descrito por Pellegrini (2010), e foram agrupadas de acordo com suas principais características macro e microscópicas, além da composição mineralógica e processos metamórficos atuantes.

6.1.1.1 Subunidade Metassedimentar

6.1.1.1.1 Quartzo-muscovita xistos

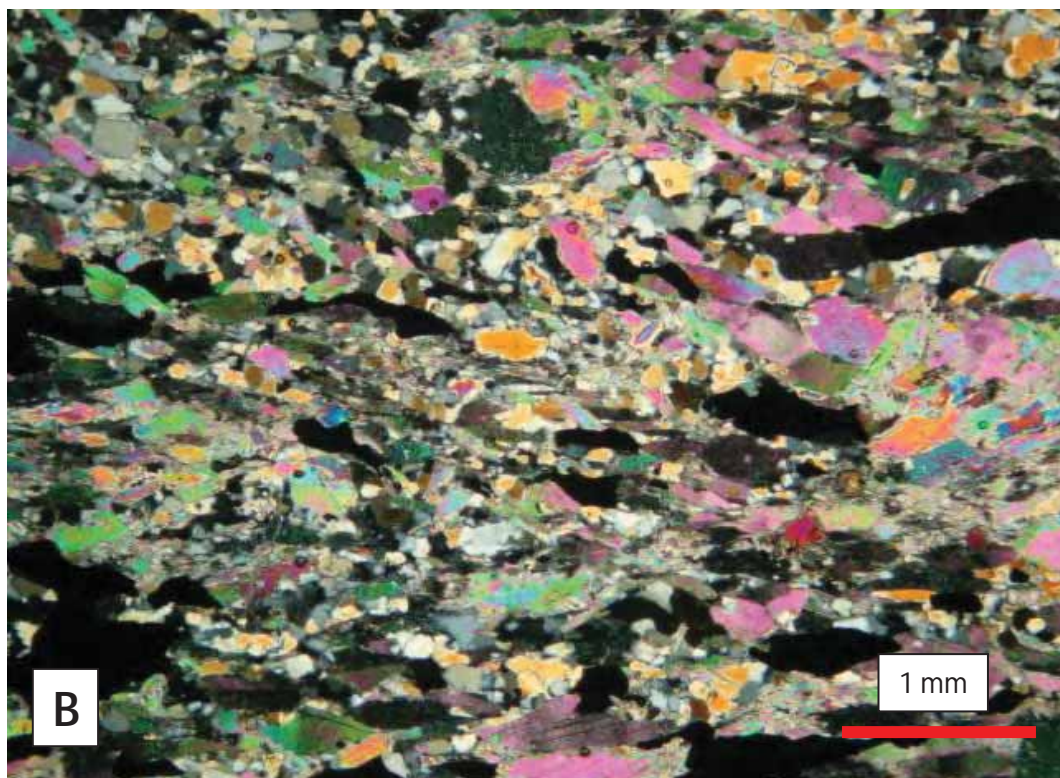
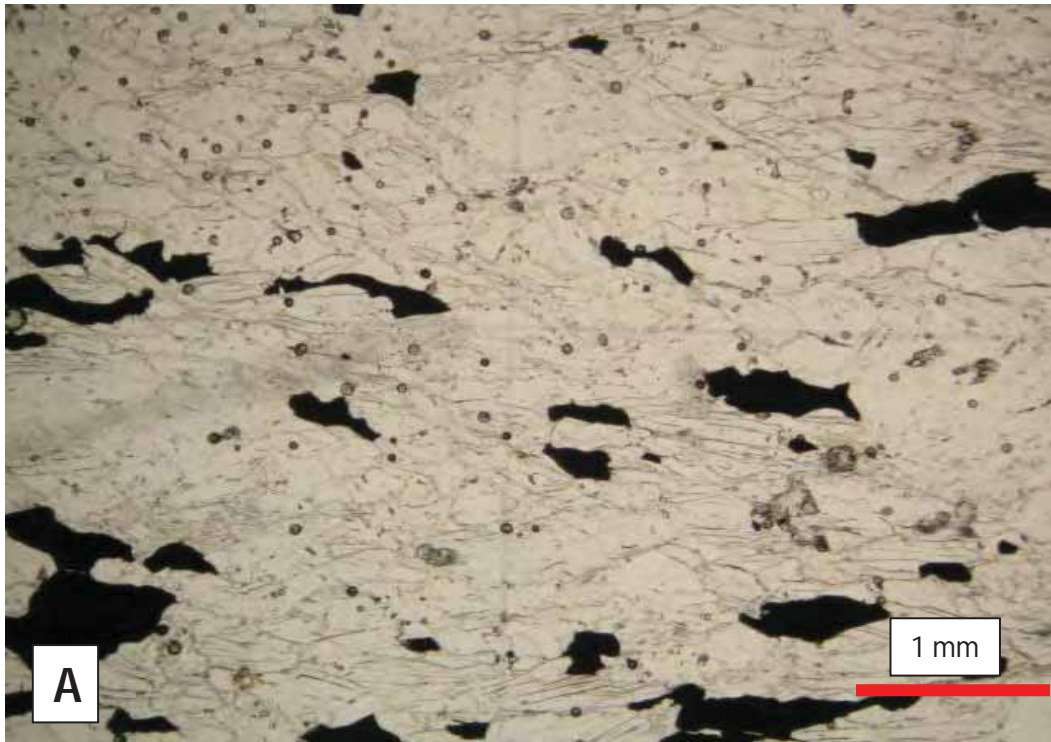
Representada pelas rochas xistosas ricas em muscovita, tais como biotita-quartzo-sericita xisto, pirita-sericita-quartzo-muscovita xisto (Figura 6.2) e Quartzo-muscovita xisto com cianita. Apresentam quantidades inferiores a 40% de quartzo em sua composição modal, o que as difere dos muscovita quartzitos. Tem granulação fina, textura granolepidoblástica, apresentam-se foliadas e muitas vezes crenuladas, e são compostas por muscovita (40-45%), quartzo (35-40%), plagioclásio (10-15%), pirita (5-8%), sericita (5%) e ainda traços esfalerita (Figura 6.1). São ainda comuns a presença de veios e fraturas preenchidas por quartzo. O provável protólito destes litotipos pode ser o halo sericítico de sistemas de Cu porfírico.

Figura 6.1 – Intervalo amostrado de testemunho de sondagem de pirita-sericita-quartzo-muscovita xisto (Furo HS-04, 35,87m de profundidade)



Figura 6.2 – Fotomicrografia de pirita-serícia-quartzo-muscovita xisto, com detalhe para a textura granolepidoblástica.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados (Lâmina HS-04-2)



6.1.1.2 Subunidade Metavulcano-Sedimentar

6.1.1.2.1 Muscovita quartzitos e cianita quartzitos

Conjunto de rochas ricas em quartzo, com quantidades superiores a 35% na composição modal da rocha. Engloba os sericita-pirita-muscovita quartzitos com cianita (Figura 6.3), sericita-muscovita-pirita quartzitos, pirita-muscovita-sericita quartzitos, sericita-cianita-pirita-quartzitos e cianita-pirita quartzitos. São rochas que exibem granulação fina, com presença de cristais inequigranulares e estrutura levemente foliada. A textura geralmente varia entre granoblástica e granolepidoblástica. A coloração é cinza esbranquiçada, com presença de porções mais avermelhadas, oxidadas.

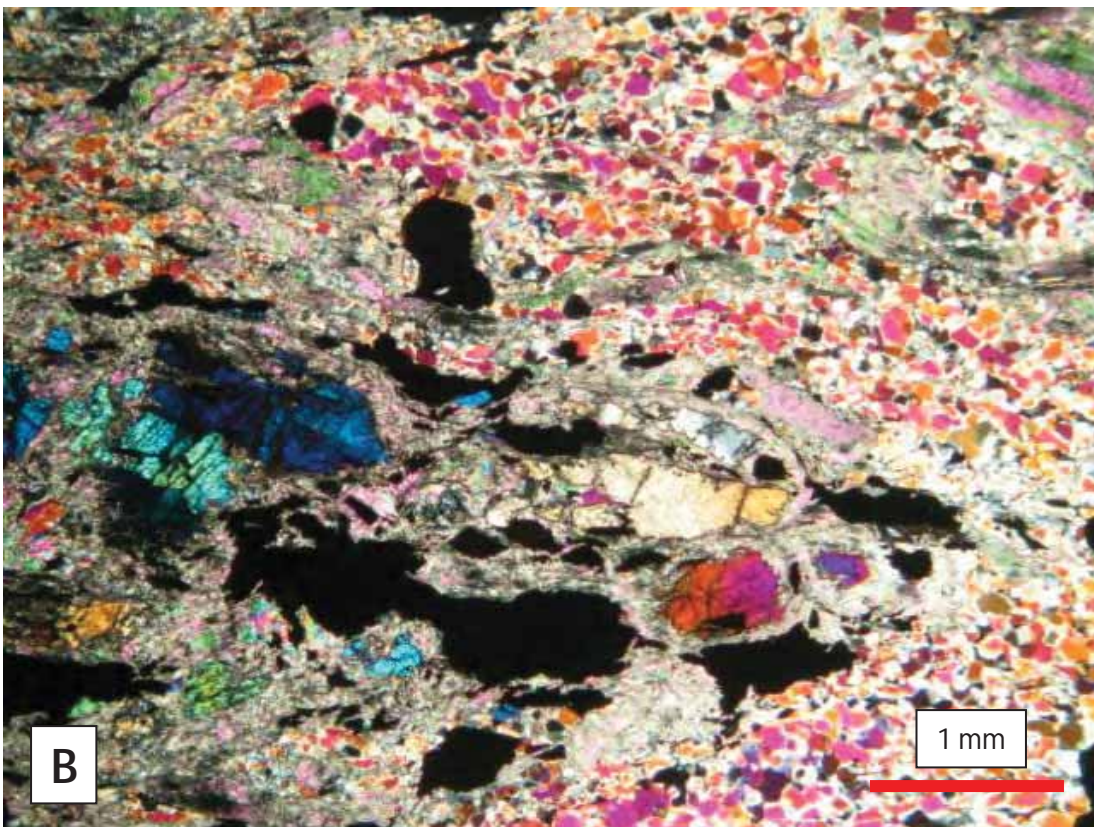
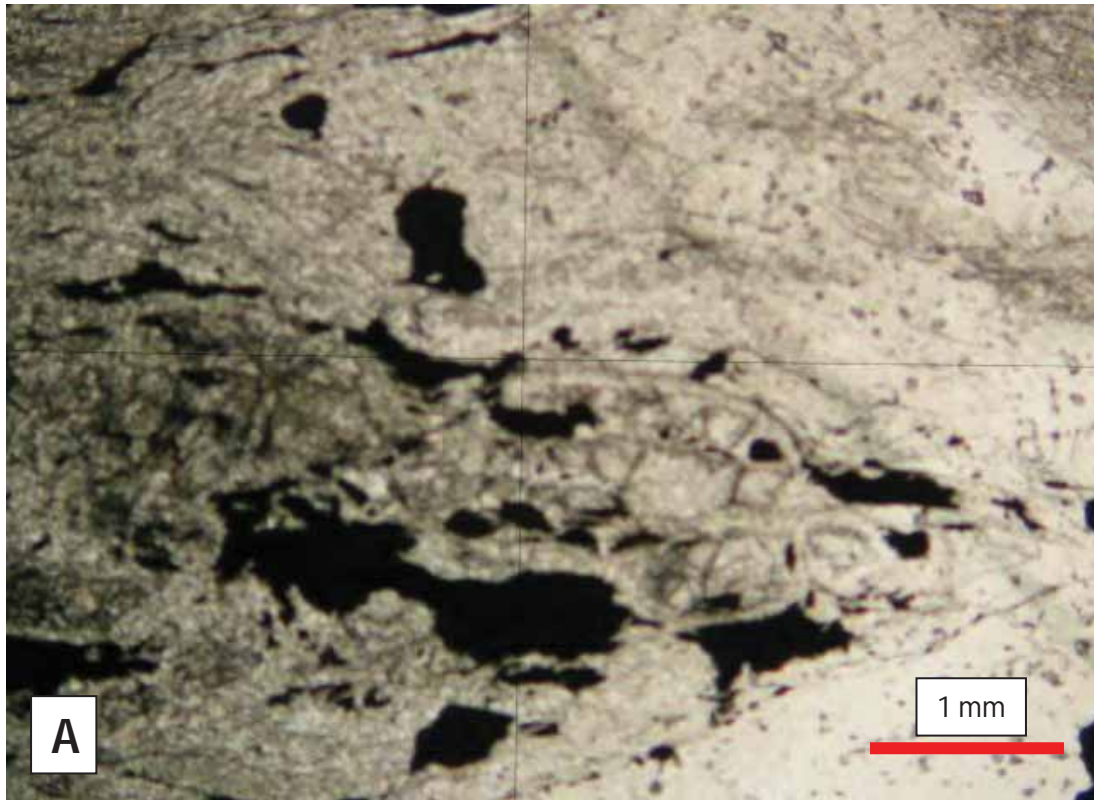
Mineralogicamente, as rochas pertencentes ao grupo dos muscovita quartzitos são compostas por quartzo (40-60%), muscovita (10-15%), pirita (9-44%), sericita (5-30%), cianita (3%), covelita (1%), calcopirita (1%) e traços de esfalerita.

Já as rochas pertencentes ao grupo dos cianita quartzitos são mineralogicamente compostas por pirita (20-75%), quartzo (20-65%), cianita (5-8%), sericita (5%), muscovita (2%) e traços de covelita, esfalerita e calcopirita.

O grau metamórfico ao qual este grupo de litotipos foi submetido pode ser considerado como sendo de fácies anfíbolito, com indícios de retrometamorfismo em fácies xisto verde alto. Com relação ao protólito destas rochas, Pellegrini (2010) interpreta como uma litocapa argílica de sistemas de Cu porfíricos. Esta interpretação é considerada pelo fato destas rochas possuírem cianita, logo o protólito deveria ter altas quantidades de alumínio. As rochas mais quartzosas são interpretadas como encaixantes de condutos por onde houve intensa passagem de fluido com concentração de sílica.

Figura 6.3 – Fotomicrografia de sericita-pirita-muscovita quartzito com cianita, com detalhe para os cristais de cianita.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados (Lâmina HS-04-3)



6.1.1.3 Ortognaisses

6.1.1.3.1 Epidoto-anfibólio-biotita gnaisses muscovitizados e biotita-quartzo-anfibólio xisto com pirita

Este grupo é representado pelos litotipos classificados como epidoto-anfibólio-biotita gnaisses muscovitizados (Figura 6.4) e biotita-quartzo-anfibólio xisto. Rochas que exibem coloração que varia entre tons escuros e claros de cinza, apresentam granulação predominantemente fina e textura ora granoblástica ora lepidogranoblástica. A estrutura é anisotrópica, marcada pela foliação principal da rocha (Figura 6.5).

Os epidoto-anfibólio-biotita gnaisses muscovitizados são compostos mineralogicamente por plagioclásio (32-33%), quartzo (22-25%), biotita (15-18%), muscovita (15-18%), anfibólio (5-7%) epidoto (3-4%), calcopirita (1%) e traços de apatita, magnetita e pirita.

Já a rocha classificada como biotita-quartzo-anfibólio xisto é composta por anfibólio (44%), quartzo (20%), plagioclásio (10%), biotita (10%), epidoto (3%) e pirita (3%), além de traços de apatita e calcopirita.

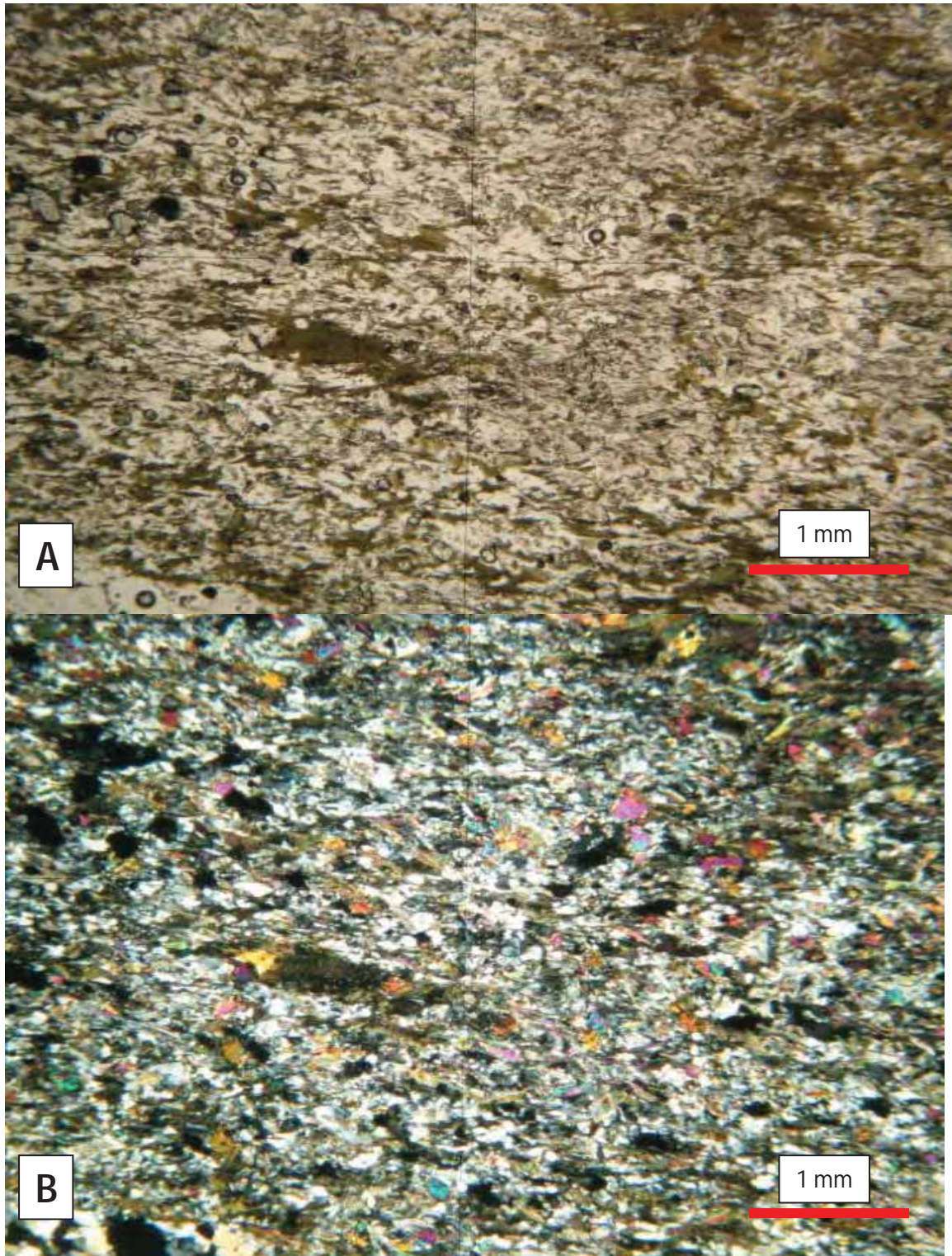
De modo geral, estes litotipos encontram-se metamorfizados em fácies anfibolito, com ocorrência posterior de retrometamorfismo em fácies xisto verde. O protólito é interpretado como sendo rocha magmática de composição intermediária, que varia de intrusiva (dioritos e quartzo-dioritos) a extrusiva (andesitos) (Pellegrini,2010).

Figura 6.4 – Intervalalo amostrado de testemunho de sondagem de epidoto-anfibólio-biotita gnaisse muscovitizado(Furo HN-01, 321,57m de profundidade)



Figura 6.5 – Fotomicrografias de epidiotó-anfibólio-biotita gnaisse muscovitizado, com detalhe para a estrutura anisotrópica dada pela foliação principal da rocha.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados (Lâmina HS-04-3)



6.1.1.3.2 Muscovita-biotita gnaiss (Metagranito)

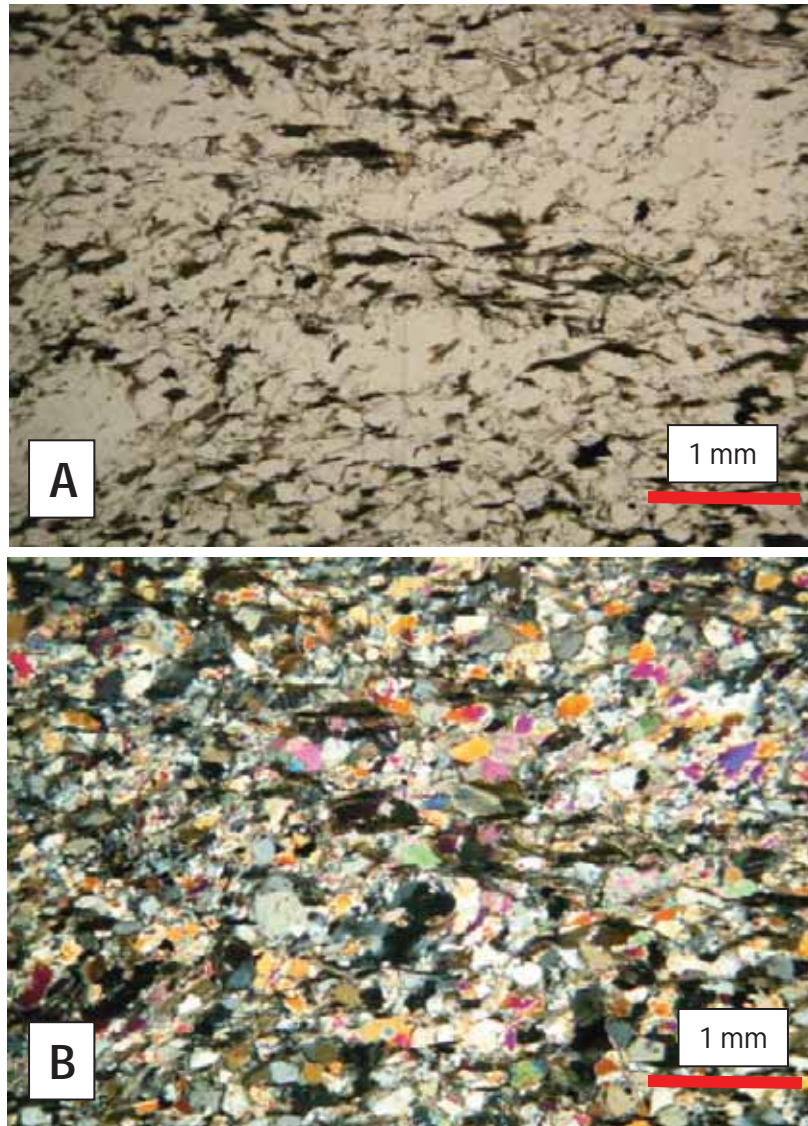
Os metagranitos são rochas que exibem granulação que varia de fina a média e apresentam-se foliados. A coloração varia entre tons de cinza, a textura é classificada como granonematoblástica/granolepidoblástica, e mineralogicamente são compostos por quartzo (44%), plagioclásio (25%), biotita (20%), muscovita (10%), calcopirita (1%) e traços de pirita e galena (Figura 6.7). A sulfetação, representada principalmente por calcopirita, pirita e também galena, ocorre disseminada, geralmente acompanhando a foliação principal da rocha (Figura 6.6).

Figura 6.6 – Intervalo amostrado de testemunho de sondagem de muscovita-biotita gnaiss (metagranito)(Furo HN-01, 330,32m de profundidade)



Figura 6.7 – Fotomicrografias de muscovita-biotita gnaiss (metagranito), composto por quartzo, plagioclásio, biotita, muscovita e calcopirita, além de traços de pirita e galena

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados (Lâmina HS-04-3)



6.1.3 Metamorfismo

Nos alvos Hidrotermalitos Norte e Sul, as principais associações mineralógicas presentes representam rochas metamorfizadas em condições referentes à fácies anfibolito e xisto verde. Esta afirmativa é possível devido principalmente à ocorrência de minerais de médio grau metamórfico juntamente com minerais de graus metamórficos mais baixos, formados em retrometamorfismo, assim como também descrito por Pellegrini (2010).

O conjunto representado pelos quartzo-muscovita xistos tem como principal associação mineral presente quartzo-muscovita, que pode indicar tanto um metamorfismo de fácies anfíbolito quanto de fácies xisto verde, e também a associação quartzo-muscovita-cianita, que indica condições de metamorfismo em fácies anfíbolito. Sobre o protólito, este pode corresponder a uma rocha rica em alumínio (halos sericíticos ou argílicos metamorfizados). Para o caso de halo sericítico, o metamorfismo poderia ser classificado como fácies xisto verde ou até anfíbolito, ambos com formação de muscovita. Nem com a presença de retrometamorfismo haveria uma mudança da associação, fazendo com que a muscovita ainda fosse o único mineral índice presente (Pellegrini, 2010).

O grupo dos muscovita quartzitos e cianita quartzitos e apresenta as associações minerais quartzo-muscovita e quartzo-muscovita-cianita. A primeira associação pode indicar tanto um metamorfismo de fácies xisto verde como fácies anfíbolito, enquanto que a segunda representam um metamorfismo em fácies anfíbolito, com média pressão (ocorrência de cianita), e retrometamorfismo em fácies xisto verde (ocorrência de muscovita junto aos cristais de cianita). O protólito referente a estas rochas é interpretado como uma litocapa argílica (apresenta minerais aluminosos, como caulinita), que ocupa a porção mais superficial do sistema de Cu porfírico, segundo Sillitoe, 2010. A cianita, formada inicialmente em fácies anfíbolito, sofre retrometamorfismo e transforma-se em muscovita. Para as rochas quartzosas, estas são consideradas como rochas encaixantes de condutos de fluídos silicosos.

O grupo representado pelos litotipos epidoto-anfíbólio-biotita gnaisses muscovitizados e biotita-quartzo-anfíbólio xisto com piritita tem, respectivamente, as seguintes associações minerais: quartzo-anfíbólio-biotita-epidoto-oligoclásio-muscovita e biotita-quartzo-anfíbólio-oligoclásio. Os cristais de anfíbólio, provavelmente hornblenda, são característicos da fácies anfíbolito, enquanto que epidoto, oligoclásio e muscovita representam uma associação mineral característica de fácies xisto verde. A biotitização dos cristais de hornblenda principais evidências de presença de retrometamorfismo. Cristais de muscovita e epidoto se formaram a partir de plagioclásios mais cálcicos. Para o quartzo, este apresenta níveis mais recristalizados, já que a grande quantidade deste mineral se dá através de sua formação durante o processo metamórfico, ou seja, não há quartzo herdado da rocha protólita, interpretada como uma rocha magmática intermediária que varia de intrusiva, como dioritos e quartzo dioritos, a extrusiva, como andesitos (Pellegrini, 2010).

Por fim, pode-se afirmar que as associações minerais de fácies anfíbolito presentes na área dos alvos Hidrotermalitos Norte e Sul estão relacionadas ao primeiro pico metamórfico, que

se associa a fase Dn , enquanto que a associação mineral de fácies xisto verde refere-se ao pico metamórfico relacionado às fases Dn+1 e Dn+2. Para o primeiro pico metamórfico, Junges (1998)

e Junges *et al.* (2002) atribuíram idade de 750 Ma, cujas amostras possuem razão P/T alta, de cerca de 7 Kbar e 600-650°C. Já o segundo pico metamórfico foi datado em cerca de 610 Ma, com amostras apresentando relação P/T mais baixa, de cerca de 5-9 Kbar e 700-750°C.

6.2 Porção NW da Mina de Chapada

6.2.1 Unidades Litoestratigráficas

Trabalhos realizados por Cordeiro (2010) permitiram uma caracterização dos principais litotipos presentes na mina de Chapada, que se inserem no contexto do Arco Magmático de Mara Rosa, mais precisamente na Sequência Vulcano-Sedimentar de Mara Rosa. Levaram-se em consideração os aspectos relativos a metamorfismo, deformação e ação de processos hidrotermais para um estudo e caracterização das diferentes rochas encontradas na mina de Chapada.

Segundo Cordeiro (2010), os principais litotipos descritos e mapeados foram: biotita-quartzo-muscovita xistos, metaplutônicas, sericita xistos, biotita gnaisses, biotita xistos, anfibólio xistos e suas variações, como por exemplo, epidoto-quartzo-biotita anfibolitos xistosos e hornblenda-antofilita fels; ultrafilonitos, sericita-quartzo xistos, pegmatitos e tonalitos.

A seguir, serão apresentadas as principais características referentes apenas aos litotipos classificados neste trabalho a partir da descrição de testemunhos de furo de sondagem. Todos estes litotipos aqui citados são correlacionáveis com o que há descrito no trabalho de Cordeiro (2010), e foram agrupados de acordo com suas principais características macro e microscópicas, além da composição mineralógica e processos metamórficos atuantes.

6.2.1.1 Subunidade Metavulcano-Sedimentar

6.2.1.1.1 Biotita gnaisses

Fazem parte do grupo dos biotita gnaisses os litotipos classificados e descritos como epidoto-biotita gnaisses, epidoto-biotita gnaisses muscovitizados e epidoto-muscovita-biotita gnaisses.

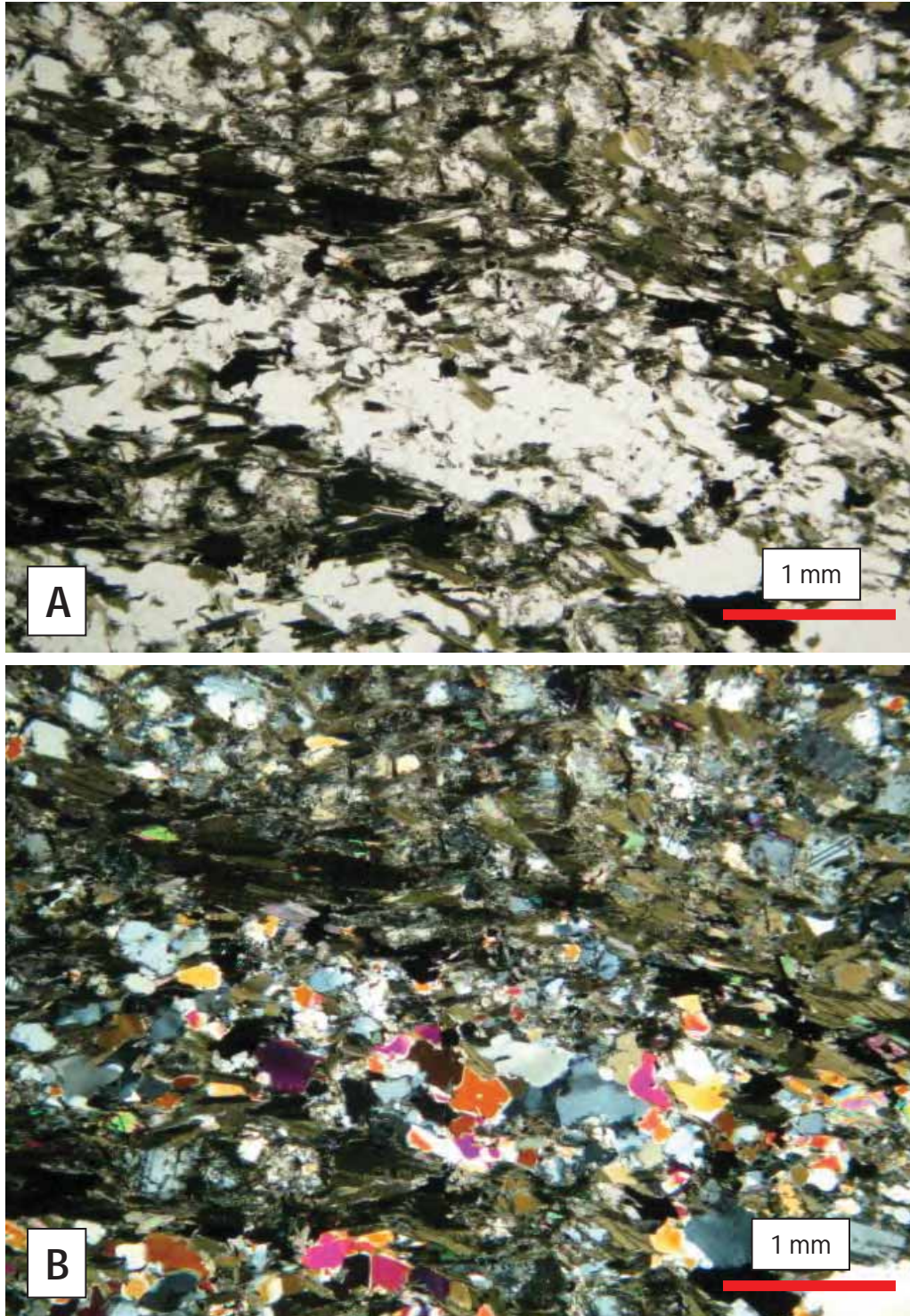
Como principais características, estas rochas apresentam coloração que varia entre tons escuros e claros de cinza, granulação fina, com ocorrência de cristais inequigranulares, e presença de textura com domínios hora lepidoblásticos hora granoblásticos. A sulfetação ocorre disseminada, acompanhando a principal foliação da rocha (Figuras 6.8 e 6.9) A mineralogia é dada basicamente por quartzo (25-45%), biotita (8-40%), plagioclásio (20-25%), muscovita (1-15%), epidoto (5-8%), calcopirita (<4%), piroxênio (<4%), clorita (1-2%), pirita (1-2%), magnetita (<1%), carbonato (<1%) e traços de apatita e esfalerita. As características descritas acima permitem uma possível interpretação de que os biotita gnaisses tem como protólito um tonalito ou um quartzo diorito que sofreu metamorfismo em fácies xisto verde de médio a baixo grau, evidenciado pela presença dos minerais biotita e clorita.

Figura 6.8 – Intervalo amostrado de testemunho de sondagem de epidoto-muscovita-biotita gnaisse. (Furo NM-31, 55,50m de profundidade).



Figura 6.9 – Fotomicrografias de epidoto-muscovita-biotita gnaisse, com detalhe para a presença de banda composta por quartzo e plagioclásio e bandas compostas por biotita.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados (Lâmina NM-31-1)



6.2.1.2 Subunidade Metavulcânica Básica

6.2.1.2.1 Hornblenda-quartzo-biotita xisto

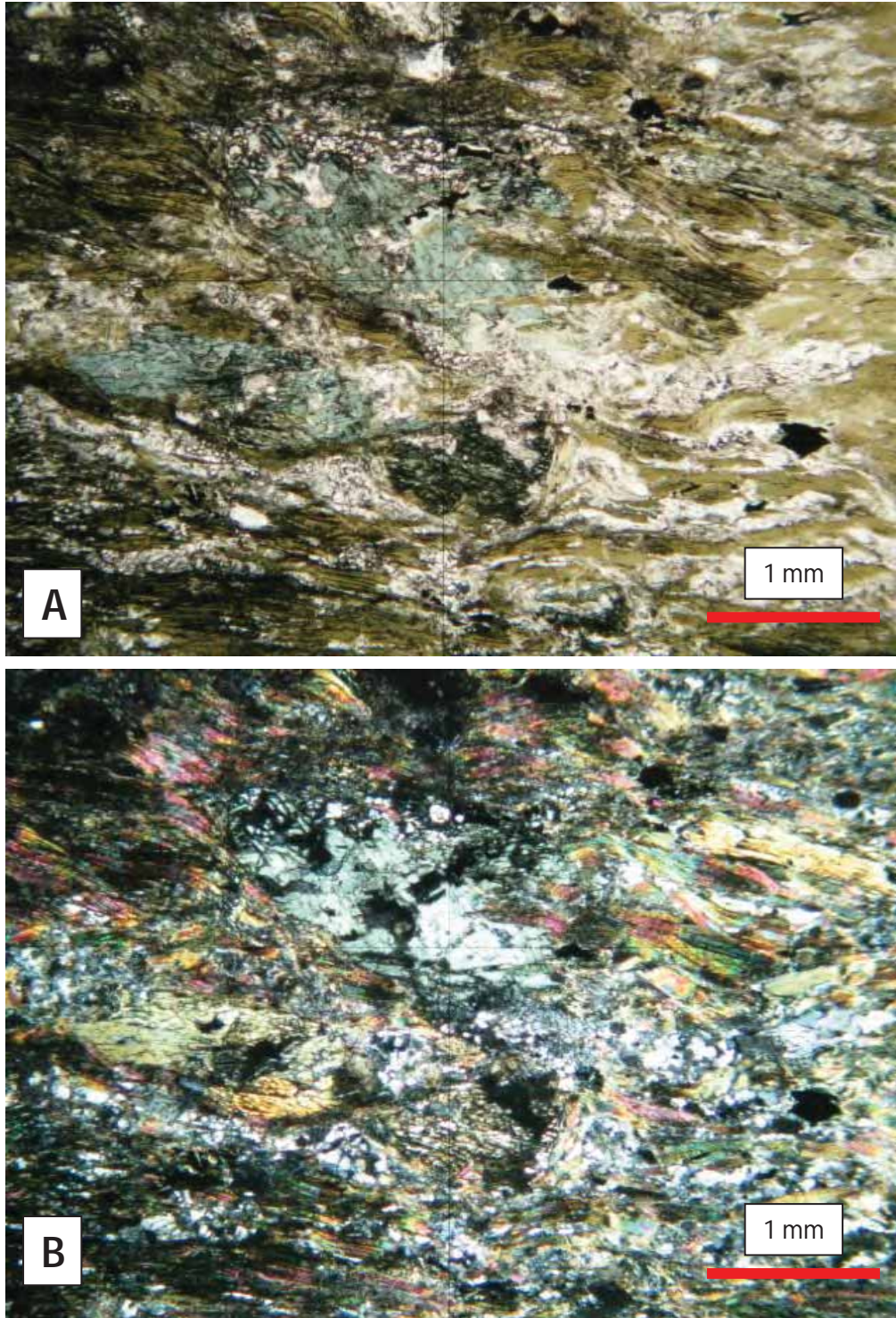
As principais características exibidas pelo hornblenda-quartzo-biotita xisto são a granulação fina, com a presença de cristais inequigranulares, a presença de foliação bem marcante, com sulfetação associada, e a presença de textura predominantemente lepidoblástica, com a ocorrência de alguns domínios granoblásticos e alguns nematoblásticos. Exibem coloração que varia entre tons de cinza e preto. É descrito um hornblenda-quartzo-biotita xisto (Figura 6.10), que apresenta composição mineralógica dada basicamente por biotita (42%), quartzo (40%), hornblenda (10%), clorita (5%) e calcopirita (1%) e pirita (1%) (Figura 6.11). Interpreta-se que o protólito do hornblenda-quartzo-biotita xisto foi possivelmente uma rocha básica que passou por processo de hidrotermalismo, com posterior ação de metamorfismo em fácies xisto verde médio a baixo e finalmente mobilização tardia de sulfetos e carbonatos sin-deformacionais (Cordeiro, 2010)

Figura 6.10 – Intervalo amostrado de testemunho de sondagem de hornblenda-quartzo-biotita xisto.(Furo NM-31, 70,45m de profundidade).



Figura 6.11 – Fotomicrografias de hornblenda-quartzo-biotita xistoe, com detalhe para a presença de porfiroblasto de hornblenda.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados (Lâmina NM-31-2)



6.2.1.2.2 Anfibolito

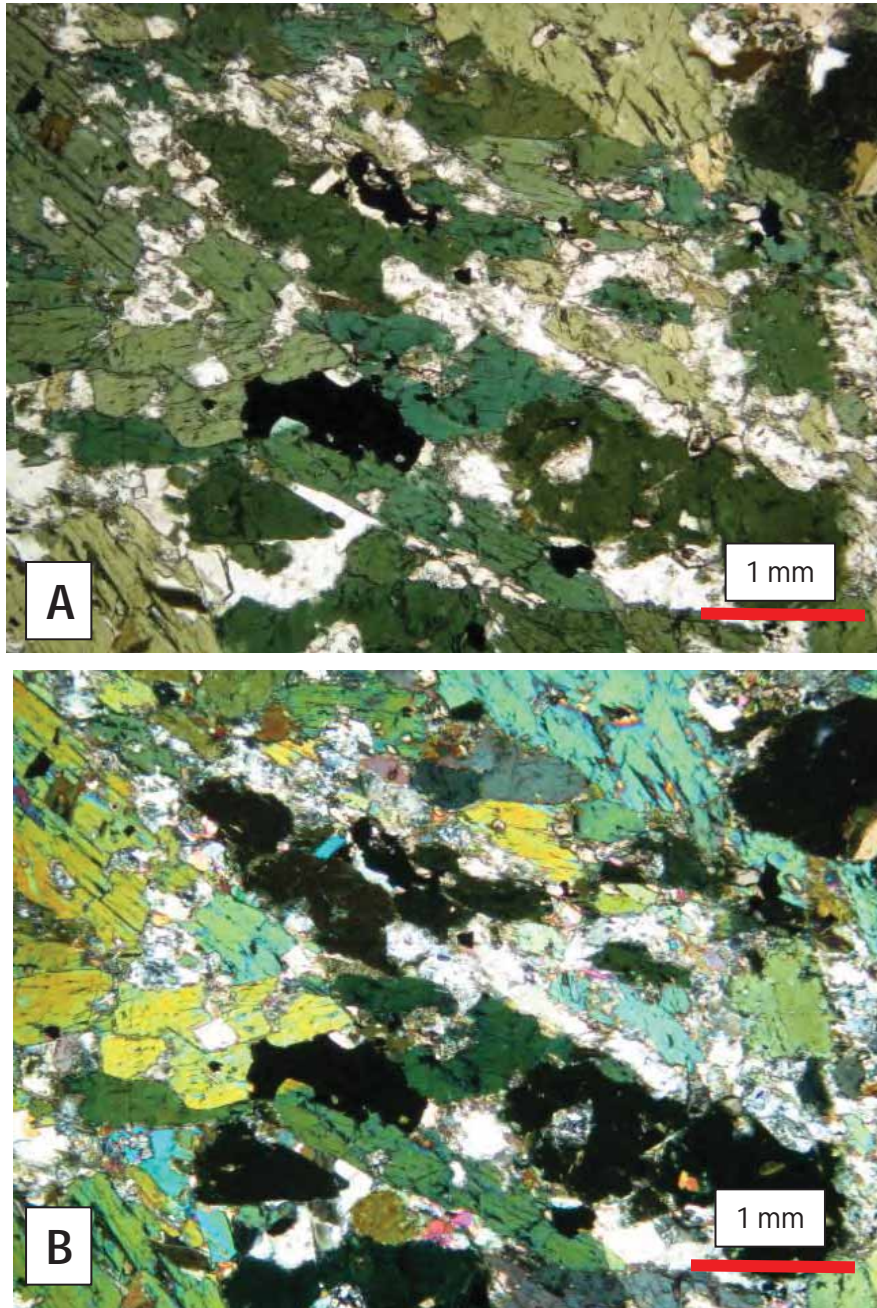
Foi classificada e descrita apenas uma amostra de anfibolito, referente à subunidade Metavulcânica Básica da Sequência Mara Rosa. Este litotipo apresenta como principais características, a granulação fina, com cristais inequigranulares, e ocorrência de textura que varia entre nematoblástica e lepidoblástica, além da presença de estrutura isotrópica, sem orientação preferencial dos minerais (Figura 6.12). Sua composição mineralógica é dada por hornblenda (65%), plagioclásio (11%), biotita (8%), epidoto (7%), quartzo (6%), calcopirita (2%), muscovita (1%) e traços de magnetita e pirita. Desse modo, foi classificado como sendo um quartzo-epidoto-biotita anfibolito (Figura 6.13). Com relação ao protólito, assim como Cordeiro (2010), a interpretação feita a respeito da rocha pretérita é esta tenha sido provavelmente um quartzo anfibolito, que sofreu um processo metamórfico de fácies xisto verde.

Figura 6.12 – Intervalo amostrado de testemunho de sondagem de quartzo-epidoto-biotita anfibolito. (Furo NM-31, 75,15m de profundidade).



Figura 6.13 – Fotomicrografias de quartzo-epidoto-biotita anfibolito, com detalhe para a presença de estrutura isotrópica, sem orientação preferencial dos minerais.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados (Lâmina NM-31-3)



6.2.2 Metamorfismo

Estudos petrográficos permitiram que fossem reconhecidos dois principais eventos metamórficos que atuaram na área referente ao alvo da porção NW da mina de Chapada. O

primeiro, como sendo o evento metamórfico principal, foi responsável pelas paragêneses de mais alto grau (fácies anfíbolito), atuante durante a fase deformacional D_n. O segundo evento, denominado de retrometamorfismo, foi responsável pelas paragêneses de mais baixo grau (chegando à zona da clorita) atuante durante as fases deformacionais D_{n+1} e D_{n+2}.

Para os biotita gnaisses, pode-se afirmar que estes sofreram um metamorfismo em fácies xisto verde, com grau variando entre médio e baixo, evidenciado pela presença de epidoto, clorita e biotita.

O metamorfismo de fácies anfíbolito pode ser identificado principalmente nos litotipos classificados como hornblenda-quartzo-biotita xisto e anfíbolito, uma vez que estas rochas apresentam o mineral hornblenda em sua paragênese mineral. No entanto, mesmo estas rochas que apresentam metamorfismo em fácies anfíbolito apresentam reações de retrometamorfismo, com presença de cristais de hornblenda alterando-se para biotita.

Reações de retrometamorfismo foram catalisadas pelo processo de deformação progressiva (desenvolvimento da foliação S_{n+1}) para a fácies xisto verde, cuja identificação pode ser feita em todas unidades litológicas. Este retrometamorfismo pode ser reconhecido a partir da identificação de minerais como muscovita, sericita, biotita e clorita, ou seja, todos minerais de baixo grau metamórfico, provenientes de cristais de anfíbolio. São ainda observados, além dos processos de biotitização e cloritização, os processos de saussuritização, muscovitização e sericitização, todos processos retrometamórficos (Cordeiro, 2010). Por fim, o autor ainda afirma que a área de estudo (mina de Chapada) apresenta dois tipos principais de eventos metamórficos: hidrotermalismo e metamorfismo regional dínamo-termal.

As associações mineralógicas e reações analisadas permitem que possa ser feita uma estimativa de que o auge metamórfico ocorreu em um estágio inicial ou até mesmo pré-desenvolvimento da foliação S_n (D_n). Baseando-se Holdaway (1971), a temperatura mínima deve ter atingido cerca de 650 °C, com pressões que variam entre alta e moderada (pressões mínimas da ordem de 7 Kbar).

6.3 Alvo Suruca

6.3.1 Unidades Litoestratigráficas

Canesin (2010) realizou trabalho que permitiu a caracterização e a classificação das principais unidades litoestratigráficas encontradas no alvo Suruca. Todas as unidades descritas estão inseridas no contexto do Arco Magmático de Mara Rosa, mais precisamente na

Sequência Vulcano-Sedimentar de Mara Rosa. Os principais litotipos encontrados e descritos por Canesin (2010) foram: hornblenda gnaisses, biotita gnaisses, epidoto-muscovita gnaisses, epidoto-biotita gnaisses, biotita gnaisses epidotizado e muscovitizado, magnetita-muscovita xisto, cianititos, quartzo epidositos e muscovita-quartzo xistos.

Logo a seguir, serão apresentadas as principais características referentes apenas aos litotipos classificados neste trabalho a partir da descrição de testemunhos de furo de sondagem. As rochas aqui citadas são correlacionáveis com o que foi descrito por Canesin (2010), e foram agrupadas de acordo com suas principais características macro e microscópicas, além da composição mineralógica e processos metamórficos atuantes.

6.3.1.1 Subunidade Metavulcano-Sedimentar

6.3.1.1.1 Granada-clorita-epidoto-biotita gnaisse

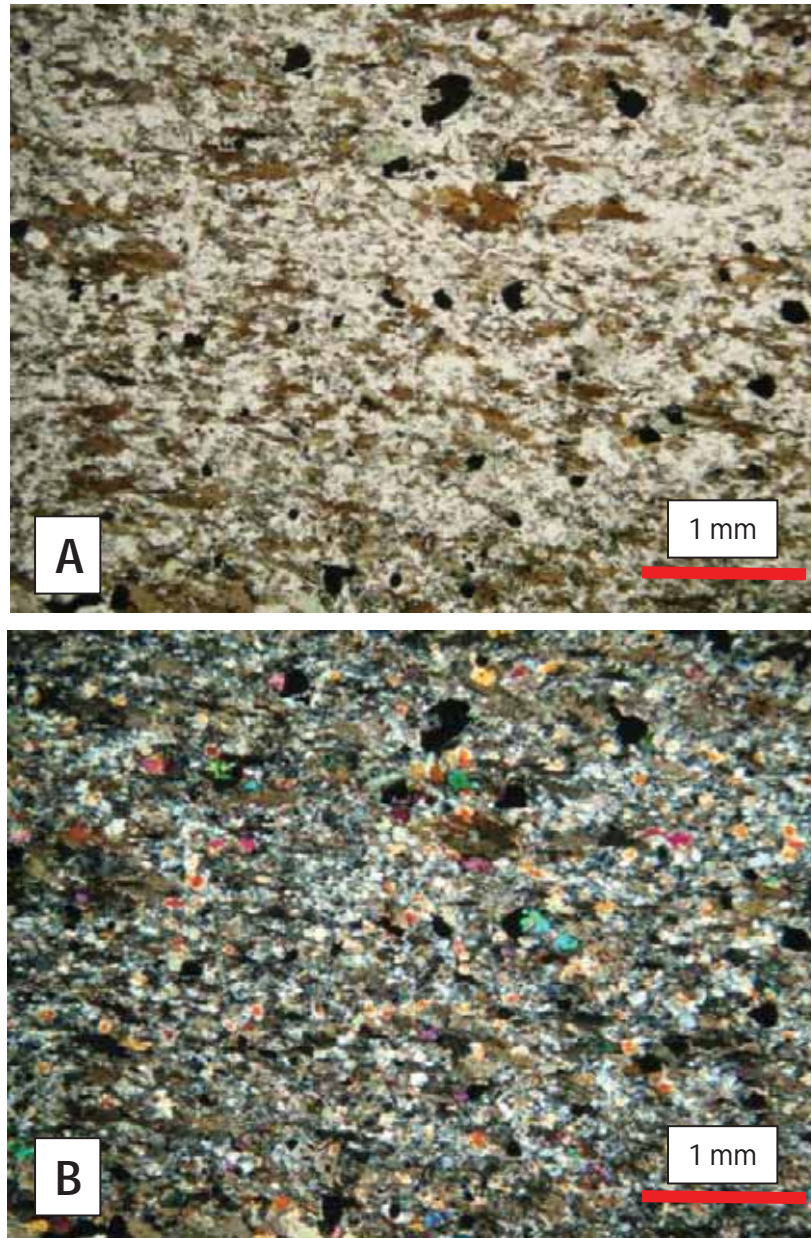
A rocha classificada como granada-clorita-epidoto-biotita gnaisse (Figura 6.14) apresenta coloração cinza escuro, granulação fina e presença de estrutura isotrópica. Possui alguns domínios com textura granoblástica e outros com textura lepidoblástica. Mineralogicamente, é composta por plagioclásio (30%), quartzo (20%), biotita (16%), epidoto (10%), clorita (8%), pirita (7%), granada (5%) muscovita (3%) e rutilo (1%), além de traços de calcopirita e carbonato (Figura 6.15). O grau metamórfico à que estas rochas foram submetidas pode ser classificado como de fácies anfibolito, com temperaturas e pressões medianas. Posteriormente, tem-se a ocorrência de retrometamorfismo em fácies xisto verde, evidenciado pela presença dos minerais clorita e biotita. O protólito para este litotipo pode ser classificado como uma rocha cuja composição pode variar entre ácida (tonalito) e intermediária (diorito).

Figura 6.14 – Intervalo amostrado de testemunho de sondagem de granada-clorita-epidoto-biotita gnaisse (Furo SU-23, 125,90m de profundidade)



Figura 6.15 – Fotomicrografias de granada-clorita-epidoto-biotita gnaisses, com detalhe para a presença de estrutura isotrópica, sem orientação preferencial dos minerais.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados (Lâmina SU-23-3)



6.3.1.1.2 Biotita gnaisses e clorita-biotita gnaisses epidotizados e muscovitizados

Este conjunto é representado pelos litotipos classificados como biotita gnaisses (Figura 6.16 e 6.17) e clorita-biotita gnaisses, ambos epidotizados e muscovitizados. Apresentam coloração que varia entre tons claros e escuros de cinza, granulação fina, textura predominantemente lepidogranoblástica e estrutura gnáissica, com presença de algumas porções apresentando leve xistosidade. Mineralogicamente, os biotita gnaisses epidotizados e

muscovitizados são compostos por plagioclásio (26-37%), quartzo (25-27%), epidoto (10-23%), biotita (5-15%), muscovita (2-10%), pirita (1-8%), esfalerita (<5%), granada (1-2%), hornblenda (1%), piroxênio (1%) e clorita (<1%), além de minerais traço como titanita e calcopirita. As rochas classificadas como clorita-biotita gnaisses epidotizados e muscovitizados apresentam praticamente a mesma composição mineralógica, distinguindo-se apenas pela maior quantidade de clorita presente na rocha. São compostos por quartzo (20-30%), plagioclásio (23%), epidoto (15%), biotita (8-10%), muscovita (5-10%), clorita (6-8%), pirita (3-8%), esfalerita (3-5%), carbonatos (3%), granada (2-3%) e traços de galena e calcopirita.

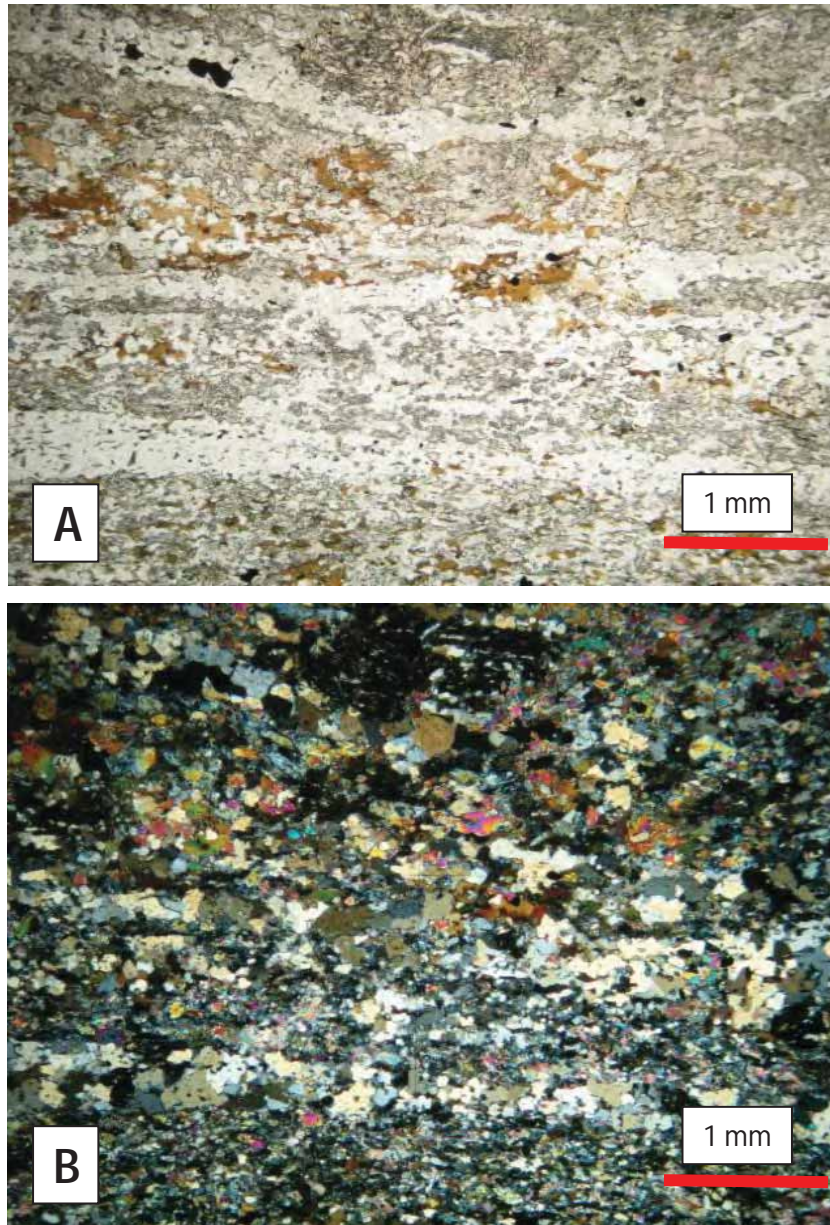
Sobre o metamorfismo que atuou sobre estas rochas, este pode ser considerado como sendo de fácies anfíbolito, representado pela presença de minerais como hornblenda. Há ainda, posteriormente, ação de retrometamorfismo em fácies xisto verde, marcado pela presença de minerais como clorita e biotita, produtos do retrometamorfismo na hornblenda, e também pela presença dos processos de epidotização e muscovitização dos plagioclásios.

Figura 6.16 – Intervalo amostrado de testemunho de sondagem de biotita gnaiss epidotizado e muscovitizado. (Furo SU-15, 59,43m de profundidade)



Figura 6.17 – Fotomicrografias de biotita gnaisse epidotizado e muscovitizado, com detalhe para a presença de pequenas vênulas de quartzo.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados (Lâmina SU-15-1)



6.3.1.2 Subunidade Metassedimentar

6.3.1.2.1 Muscovita-quartzo xistos

O conjunto de rochas descritas e classificadas como muscovita-quartzo xistos engloba os seguintes litotipos: epidoto-biotita-muscovita-quartzo xisto, clorita-biotita-pirita-quartzo-muscovita xisto e esfalerita-epidoto-biotita-pirita-quartzo-muscovita xisto. São caracterizados

principalmente pela coloração acinzentada, granulação fina e textura apresentando domínios hora graolepidoblásticos hora lepidogranoblásticos. A estrutura é anisotrópica, marcada pela xistosidade da rocha. Presença de sulfetação, que ocorre tanto disseminada quanto associada a vênulas de quartzo.

Os litotipos classificados como clorita-biotita-pirita-quartzo-muscovita xisto e esfalerita-epidoto-biotita-pirita-quartzo-muscovita xisto (Figura 6.18 e 6.19) apresentam em sua composição os minerais muscovita (30-55%), quartzo (13-20%), pirita (14%), biotita (8-13%), plagioclásio (2-8%), epidoto (5%), esfalerita (5%), clorita (até 5%), granada (2%), cianita (até 2%), calcopirita (1%) e traços de titanita.

Para o litotipo denominado epidoto-biotita-muscovita-quartzo xisto, a composição mineralógica básica é quartzo (40%), muscovita (20%), plagioclásio (10%), biotita (10%), epidoto (10%), pirita (7%), clorita (2%) e esfalerita (1%), além de apresentar traços de galena.

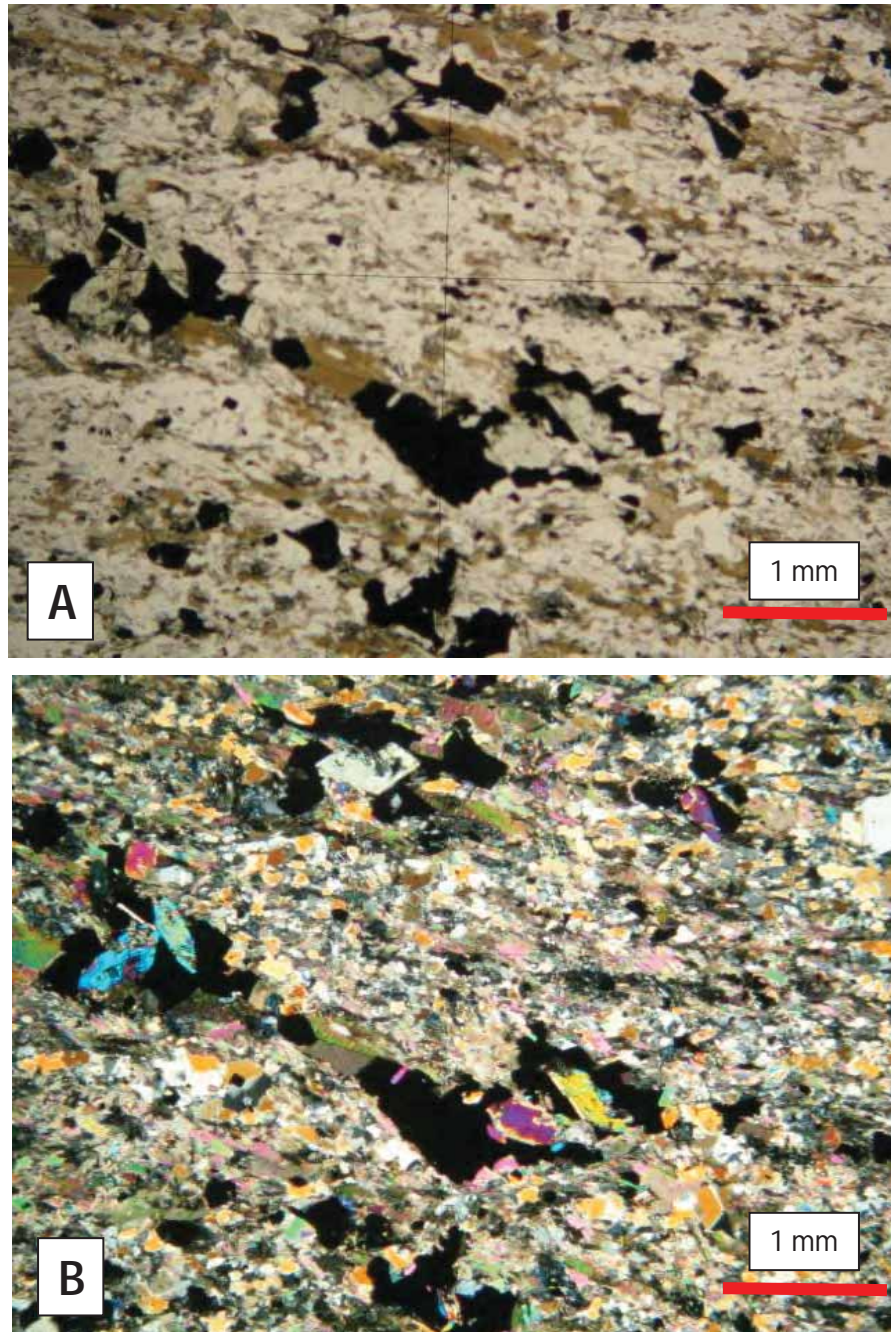
Todos estes litotipos foram provavelmente submetidos a um metamorfismo de fácies anfíbolito, com posterior ação de retrometamorfismo e formação minerais hidratados como epidoto, clorita e biotita. Quanto à identificação do protólito, tem-se certa dificuldade devido ao fato destas rochas serem compostas quase que inteiramente por minerais secundários, que se formaram e estabilizaram durante o segundo, e último, evento metamórfico que atuou na região.

Figura 6.18 – Intervalo amostrado de testemunho de sondagem de esfalerita-epidoto-biotita-pirita-quartzo-muscovita xisto. (Furo SU-23, 81,68m de profundidade)



Figura 6.19 – Fotomicrografias de esfalerita-epidoto-biotita-pirita-quartzo-muscovita xisto, com detalhe para a sulfetação ocorrendo paralela à foliação principal da rocha.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados (Lâmina SU-23-1)



6.3.2 Metamorfismo

O episódio metamórfico hidrotermal pode ser considerado como um dos primeiros eventos metamórficos ocorridos na área, gerando alterações químicas metassomáticas e circulação de flúidos por fraturas e fissuras, além de ser o responsável pelo aporte dos sulfetos e formação

da mineralização (Canesin, 2010). Tem-se também a ocorrência do metamorfismo dinâmico, atuante ao longo das zonas de cisalhamento, que foi responsável pela geração de algumas fases minerais em fácies xisto verde alta e também fácies anfíbolito.

De modo geral, o metamorfismo que atuou nos diferentes litotipos descritos no alvo Suruca pode ser classificado como um metamorfismo regional dínamo-termal, condicionado pela atuação de pressão e temperatura. Seu pico metamórfico atingiu a fácies anfíbolito, tendo como características pressões que atingiram a ordem de 7Kb e temperaturas em torno de 650°C. A paragênese mineral deste evento metamórfico é representada por hornblenda, plagioclásio e granada.

Posterior a este pico metamórfico, tem-se a ação do retrometamorfismo, que atingiu a fácies xisto verde, com pressões aproximadas de 3Kb e temperaturas em torno de 350°C. A paragênese mineral que representa o evento retrometamórfico é composta principalmente pelos minerais biotita, epidoto e clorita. Durante o retrometamorfismo, etapa que está associada à fase Dn+1, ocorrem os processos de hidratação mineral, representados pela formação de biotita a partir de hornblenda e clorita a partir de biotita, além de epidoto e muscovita provenientes dos plagioclásios. Todos estes processos podem ser bem observados nos litotipos acima descritos.

Após a atuação da fase D+1, tem-se continuidade o retrometamorfismo, com formação de cristais que não apresentam nenhuma orientação e estão formados sobre outros minerais, como por exemplo cristais de muscovita não orientados crescidos sobre cristais de plagioclásio, porém, cristais orientados também podem ser vistos, indicando a que, neste caso, a muscovita foi formada durante estágios distintos

Desse modo, pode-se afirmar que, tanto para os granada-clorita-epidoto-biotita gnaisses, biotita gnaisses e clorita-biotita gnaisses epidotizados e muscovitizados e muscovita-quartzo xistos, o metamorfismo atuante pode ser classificado como de fácies anfíbolito, com posterior ação de retrometamorfismo, formando minerais hidratados como epidoto, clorita e biotita.

7 DISCUSSÕES COMPLEMENTARES

Cada um dos quatro alvos estudados neste trabalho terá seus resultados apresentados de maneira separada, afim de que haja uma melhor compreensão dos dados expostos.

7.1 Alvo Hidrotermalito Norte

Para um estudo de caracterização petrográfica do alvo Hidrotermalito Norte, foi inicialmente descrito um testemunho de furo de sondagem, denominado de HN-01. O furo apresenta 536,62 metros de profundidade, mergulha 60 graus em relação ao plano horizontal, e apresenta rumo N56. Para a caracterização petrográfica deste furo, foram coletadas seis amostras, cada uma referente a um intervalo que se apresentasse mineralizado ou que contivesse alguma característica relevante. As amostras foram denominadas de HN-01-1, HN-01-2, HN-01-3, HN-01-4, HN-01-5 e HN-01-6. Foram então confeccionadas cinco lâminas polidas, afim de que fosse feita a caracterização e descrição da rocha, tanto dos minerais silicáticos quanto dos minerais sulfetados. A seguir, é apresentado um quadro síntese com as amostras coletadas, bem como as profundidades e litologias relativas a cada intervalo amostrado (Quadro 7.1). No quadro 7.2 estão expostas as principais fases minerais silicáticas e sulfetadas presentes nos litotipos descritos.

Os resultados das descrições e classificações petrográficas referentes às amostras coletadas no furo HN-01 foram satisfatórios, já que todas as rochas classificadas podem, de certa maneira, ser correlacionadas com o que se tem descrito na literatura referente à área.

Quadro 7.1 – Relação de amostras coletadas, bem como suas respectivas profundidades e classificações litológicas para as rochas referentes ao alvo Hidrotermalito Norte.

Furo	Amostra	Profundidade(m)	Litologia
	HN-01-1	207,68	Biotita-quartzo-anfibólio xisto com pirita
HN-01	HN-01-3	221,00	Biotita-quartzo-sericita xisto
	HN-01-4	321,41	Epidoto-anfibólio-biotita gnaiss muscovitizado
	HN-01-5	321,57	Epidoto-anfibólio-biotita gnaiss muscovitizado
	HN-01-6	330,32	Muscovita-biotita gnaiss (metagranito)

Quadro 7.2 - Fases minerais presentes nos litotipos descritos no alvo Hidrotermalito Norte.

Amostra	Rocha	Fases Minerais Presentes												
		Qz	Pl	Bt	Ms	Amp	Ep	Grt	Py	Ccp	Mag	Sp	Ga	Ap
HN-01-1	Biotita-quartzo-anfibólio xisto com pirita	X	X	X	-	X	X	-	X	X	-	-	-	X
HN-01-3	Biotita-quartzo-sericita xisto	X	X	X	X	-	X	X	X	-	-	X	-	-
HN-01-4	Epidoto-anfibólio-biotita gnaiss muscovitizado	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	-	-
HN-01-5	Epidoto-anfibólio-biotita gnaiss muscovitizado	X	X	X	X	X	X	-	X	X	-	-	-	X
HN-01-6	Muscovita-biotita gnaiss (metagranito)	X	X	X	X	-	-	-	X	X	-	-	X	-

7.2 Alvo Hidrotermalito Sul

O alvo Hidrotermalito Sul foi caracterizado petrograficamente a partir de amostras coletadas em dois testemunhos de furos de sondagem, denominados respectivamente de HS-04 e HS-09. O primeiro tem 201,57 metros de profundidade, mergulha 60 graus em relação ao plano horizontal, e apresenta rumo N140. Foram coletadas 5 amostras referentes ao furo HS-04, correspondentes a diferentes intervalos e profundidades dos testemunhos, denominadas de HS-04-1, HS-04-2, HS-04-3, HS-04-4 e HS-05.

Já o segundo furo, HS-09, tem 251,35 metros de profundidade, mergulha 75 graus em relação ao plano horizontal, e apresenta rumo NS. Foram coletadas 2 amostras, denominadas de HS-09-1 e HS-09-2. Após a coleta de amostras, foram confeccionadas lâminas polidas, visando a descrição e classificação das rochas de cada furo, sendo que estas lâminas receberam os nomes de suas respectivas amostras. Logo abaixo, é apresentado um quadro com as amostras coletadas, bem como as profundidades e litologias relativas a cada intervalo amostrado (Quadro 7.3). No quadro 7.4, estão expostas as principais fases minerais silicáticas e sulfetadas presentes nos litotipos descritos.

Quadro 7.3 – Relação de amostras coletadas, bem como suas respectivas profundidades e classificações litológicas para as rochas referentes ao alvo Hidrotermalito Sul.

Furo	Amostra	Profundidade (m)	Litologia
HS-04	HS-04-1	35,30	Pirita-sericita-quartzo-muscovita xisto
	HS-04-2	35,87	Sericita-quartzo-muscovita xisto com cianita
	HS-04-3	81,08	Sericita-pirita-muscovita quartzito com cianita
	HS-04-4	81,50	Sericita-cianita-pirita-quartzito
	HS-04-5	83,83	Cianita-pirita quartzito
HS-09	HS-09-1	62,13	Sericita-muscovita-pirita quartzito
	HS-09-2	62,79	Pirita-muscovita-sericita quartzito

Quadro 7.4 – Fases minerais presentes nos litotipos descritos no alvo Hidrotermalito Sul

Amostra	Rocha	Fases Minerais Presentes														Mag	Ttn
		Qz	Pl	Bt	Ms	Ser	Amp	Ep	Chl	Ky	Py	Ccp	Sp	Cv			
HS-04-1	Pirita-sericita-quartzo-muscovita xisto	X	X	-	X	X	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	
HS-04-2	Quartzo-muscovita xisto com cianita	X	X	-	X	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	
HS-04-3	Sericita-pirita-muscovita quartzito com cianita	X	-	-	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-	
HS-04-4	Sericita-cianita-pirita-quartzito	X	-	-	X	X	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	
HS-04-5	Cianita-pirita quartzito	X	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-	
HS-09-1	Sericita-muscovita-pirita quartzito	X	-	-	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	
HS-09-2	Pirita-muscovita-sericita quartzito	X	-	-	X	X	-	-	-	X	X	-	-	X	-	X	

7.3 Porção NW da Mina de Chapada

O alvo referente à porção NW da mina de Chapada foi caracterizado petrograficamente a partir de amostras coletadas em dois testemunhos de furos de sondagem, denominados respectivamente de NM-31 e NM-48. O primeiro furo tem 383,95 metros de profundidade,

mergulha 61 graus em relação ao plano horizontal, e apresenta rumo N148. Foram coletadas três amostras referentes a este furo, correspondentes a diferentes intervalos e profundidades dos testemunhos. As amostras foram denominadas de NM-31-1, NM-31-2 e NM-31-3.

Já o segundo furo, NM-48, tem 190,90 metros de profundidade, mergulha 85 graus em relação ao plano horizontal, e apresenta rumo N146. Foram coletadas quatro amostras, denominadas de NM-48-1, NM-48-2, NM-48-3 e NM-48-4. Após a coleta de amostras, foram confeccionadas lâminas polidas, visando a descrição e classificação das rochas de cada furo, sendo que estas lâminas receberam os nomes de suas respectivas amostras. Logo a seguir, é apresentado um quadro com as amostras coletadas, bem como as profundidades e litologias relativas a cada intervalo amostrado (Quadro 7.5). No quadro 7.6, estão expostas as principais fases minerais silicáticas e sulfetadas presentes nos litotipos descritos.

Para as rochas referentes à porção NW da mina de Chapada, pode-se afirmar que os resultados das descrições e classificações petrográficas referentes às amostras coletadas foram satisfatórios, uma vez que todas as rochas classificadas condizem com o que se tem descrito na literatura referente à área, no caso a mina de Chapada.

Quadro 7.5 - Relação de amostras coletadas, bem como suas respectivas profundidades e classificações litológicas para as rochas referentes ao alvo da porção NW da mina de Chapada.

Furo	Amostra	Profundidade (m)	Litologia
NM-31	NM-31-1	55,50	Epidoto-muscovita-biotita gnaiss
	NM-31-2	70,45	Honblenda-quartzo-biotita xisto
	NM-31-3	75,15	Quartzo-epidoto-biotita anfibolito
NM-48	NM-48-1	61,89	Epidoto-biotita gnaiss
	NM-48-2	68,82	Epidoto-biotita gnaiss muscovitizado
	NM-48-3	112,80	Epidoto-biotita gnaiss muscovitizado
	NM-48-4	129,63	Epidoto-biotita gnaiss

Quadro 7.6 – Fases minerais presentes no litotipos descritos na porção NW da mina de Chapada.

Amostra	Rocha	Fases Minerais Presentes															
		Qz	Pl	Bt	Ms	Amp	Ep	Chl	Px	Py	Ccp	Sp	Mag	Ttn	Ap	Cb	
NM-31-1	Epidoto-muscovita-biotita gnaiss	x	x	x	x	-	x	-	-	x	x	-	x	x	-	-	
NM-31-2	Honblenda-quartzo-biotita xisto	x	x	x	-	x	-	x	-	x	x	-	x	-	-	-	
NM-31-3	Quartzo-epidoto-biotita anfibolito	x	x	x	x	x	x	-	x	x	-	-	x	-	-	-	
NM-48-1	Epidoto-biotita gnaiss	x	x	x	x	-	x	x	-	x	x	x	-	-	-	-	
NM-48-2	Epidoto-biotita gnaiss muscovitizado	x	x	x	x	-	x	x	-	x	x	-	x	-	x	x	
NM-48-3	Epidoto-biotita gnaiss muscovitizado	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	-	-	-	x	-	
NM-48-4	Epidoto-biotita gnaiss	x	x	x	x	-	x	x	-	-	x	-	x	-	-	x	

7.4 Alvo Suruca

Petrograficamente, alvo Suruca foi caracterizado a partir da análise de amostras coletadas em dois testemunhos de furos sondagem, denominados respectivamente de SU-15 e SU-23. O primeiro furo tem 303,59 metros de profundidade, mergulha 60 graus e 29 minutos em

relação ao plano horizontal, e apresenta rumo N130. Foram coletadas cinco amostras referentes a este furo, que representam diferentes intervalos e profundidades dos testemunhos. As amostras foram denominadas de SU-15-1, SU-15-2, SU-15-3, SU-15-4 e SU-15-5

O segundo furo amostrado, SU-23, tem 233,38 metros de profundidade, mergulha 60 graus em relação ao plano horizontal, e apresenta rumo N130. Dele, foram coletadas três amostras, SU-23-1, SU-23-2 e SU-23-3. Após a etapa de descrição e coleta de amostras, foram confeccionadas lâminas polidas, visando a descrição e classificação das rochas de cada furo, sendo que todas as lâminas receberam os nomes de suas respectivas amostras. O quadro apresentado a seguir refere-se às amostras coletadas, bem como as profundidades e litologias relativas a cada intervalo amostrado (Quadro 7.7). No quadro 7.8, estão expostas as principais fases minerais silicáticas e sulfetadas presentes nos litotipos descritos.

Quadro 7.7 - Relação de amostras coletadas, bem como suas respectivas profundidades e classificações litológicas para as rochas referentes ao alvo Suruca.

Furo	Amostra	Profundidade (m)	Litologia
SU-15	SU-15-1	59,43	Biotita gnaisse epidotizado e muscovitizado
	SU-15-2	111,45	Clorita-biotita gnaisse epidotizado e muscovitizado
	SU-15-3	116,93	Epidoto-biotita-muscovita-quartzo xisto
	SU-15-4	176,52	Clorita-biotita gnaisse epidotizado e muscovitizado
	SU-15-5	177,56	Clorita-biotita-pirita-quartzo-muscovita xisto
SU-23	SU-23-1	81,68	Esfalerita-epidoto-biotita-pirita-quartzo-muscovita xisto
	SU-23-2	113,12	Biotita gnaisse epidotizado e muscovitizado
	SU-23-3	125,90	Granada-clorita-epidoto-biotita gnaisse

Quadro 7.8 – Fases minerais presentes nos litotipos descritos no alvo Suruca.

Amostra	Rocha	Fases Minerais Presentes																
		Qz	Pl	Bt	Ms	Amp	Ep	Chl	Px	Ky	Grt	Py	Ccp	Sp	Gn	Ttn	Rt	Cb
SU-15-1	Biotita gnaissé epidotizado e muscovitizado	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	-	-	-	x	-	-
SU-15-2	Clorita-biotita gnaissé epidotizado e muscovitizado	x	x	x	x	-	x	x	-	-	x	x	-	x	x	-	-	-
SU-15-3	Epidoto-biotita-muscovita-quartzo xisto	x	x	x	x	-	x	x	-	-	-	x	-	x	x	-	-	-
SU-15-4	Clorita-biotita gnaissé epidotizado e muscovitizado	x	x	x	x	-	x	x	-	-	x	x	-	-	-	-	-	x
SU-15-5	Clorita-biotita-pirita-quartzo-muscovita xisto	x	x	x	x	-	x	x	-	-	x	x	x	-	-	-	-	-
SU-23-1	Esfalerita-epidoto-biotita-pirita-quartzo-muscovita xisto	x	x	x	x	-	x	-	-	x	x	x	x	-	x	x	-	-
SU-23-2	Biotita gnaissé epidotizado e muscovitizado	x	x	x	x	-	x	-	-	-	x	x	x	-	x	x	-	-
SU-23-3	Granada-clorita-epidoto-biotita gnaissé	x	x	x	x	-	x	x	-	x	x	-	-	x	-	-	x	x

As descrições e classificações petrográficas referentes às amostras coletadas nos furos SU-15 e SU-23 mostraram-se satisfatórias, já que todas as rochas classificadas condizem com o que se tem descrito na literatura referente ao alvo Suruca..

8 CONCLUSÕES

1. O trabalho de caracterização petrográfica de quatro diferentes alvos, denominados de Hidrotermalitos Norte e Sul, Suruca e Porção NW da mina de Chapada, foi feito a partir da coleta e descrição (macroscópica e micorscópica) de amostras de testemunhos provenientes de sete diferentes furos de sondagem.
2. Para os alvos Hidrotermalito Norte e Sul, foram identificados quatro principais conjuntos litológicos, denominados: I) Quartzo-muscovita xistos; II) Muscovita quartzitos e cianita quartzitos (Sequência Vulcano-Sedimentar Mara Rosa); III) biotita-quartzo-anfibólio xistos com pirita e epidoto-anfibólio-biotita gnaisses muscovitizados; IV) muscovita-biotita gnaisse (Ortognaisses). Foram descritos e classificados, dentro destes principais conjuntos litológicos, doze litotipos distintos: biotita-quartzo-anfibólio xisto com pirita; biotita-quartzo-sericita xisto; epidoto-anfibólio-biotita gnaisse muscovitizado; muscovita-biotita gnaisse; pirita-sericita-quartzo-muscovita xisto; quartzo-muscovita xisto com cianita; sericita-pirita-muscovita quartzito com cianita; sericita-cianita-pirita quartzito; cianita-pirita quartzito; biotita-quartzo-anfibólio xisto; sericita-muscovita-pirita quartzito; pirita-muscovita-sericita quartzito. As principais associações mineralógicas presentes representam rochas metamorizadas em condições referentes à fácies anfibolito e também xisto verde. Isto devido principalmente à ocorrência de minerais de médio grau metamórfico (cianita, hornblenda) juntamente com minerais de graus metamórficos mais baixos, formados em retrometamorfismo (clorita e biotita). As fases minerais silicáticas mais abundantes nos litotipos referentes ao alvo Hidrotermalito Norte são quartzo, plagioclásio, biotita, epidoto e anfibólio, enquanto que para o alvo Hidrotermalito Sul, as fases minerais silicáticas mais abundantes são quartzo, muscovita, sericita e cianita. Em ambos os alvos Hidrotermalito, a sulfetação é representada por pirita (até 75%), calcopirita (até 1%), covelita (até 1%), além de galena e esfalerita como minerais traço.

3. Para a porção NW da mina de Chapada, foram identificados três principais conjuntos litológicos, todos pertencentes à Sequência Vulcano-Sedimentar Mara Rosa, denominados: I) Biotita gnaisses; II) Hornblenda-quartzo-biotita xistos; III) Anfibolitos. Foram descritos e classificados, dentro destes principais conjuntos litológicos, cinco litotipos distintos: epidoto-muscovita-biotita gnaisse; epidoto-biotita gnaisse muscovitizado; epidoto-biotita gnaisse; hornblenda-quartzo-biotita xisto; quartzo-epidoto-biotita anfibolito. O metamorfismo atuou de maneira distinta nestes litotipos, sendo que para o conjunto litológico dos biotita gnaisses, atingiu-se grau metamórfico de fácies xisto verde, variando entre médio e baixo. Já para o conjunto dos hornblenda-quartzo-biotita xisto e anfibolitos, o grau metamórfico atingiu a fácies anfibolito, com presença do mineral hornblenda na paragênese mineral. Porém, estas rochas que apresentam metamorfismo em fácies anfibolito apresentam ainda reações de retrometamorfismo, com presença de cristais de hornblenda alterando-se para biotita por exemplo. As fases minerais silicáticas mais abundantes nos litotipos referentes à porção NW da mina de Chapada são quartzo, plagioclásio, biotita, muscovita, epidoto e clorita. A sulfetação é representada por calcopirita (até 4%), pirita (até 2%) e esfalerita apenas como mineral traço, em pouquíssima quantidade.

4. Para o alvo Suruca, também foram identificados três principais conjuntos litológicos, todos pertencentes à Sequência Vulcano-Sedimentar Mara Rosa, denominados: I) Granada-clorita-epidoto-biotita gnaisse; II) Biotita gnaisse e clorita-biotita gnaisse epidotizados e muscovitizados; III) Muscovita-quartzo xistos. Foram descritos e classificados, dentro destes principais conjuntos litológicos, seis litotipos distintos: granada-clorita-epidoto-biotita gnaisse; biotita gnaisse epidotizado e muscovitizado; clorita-biotita gnaisse epidotizado e muscovitizado; epidoto-biotita-muscovita-quartzo xisto; clorita-biotita-pirita-quartzo-muscovita xisto; esfalerita-epidoto-biotita-pirita-quartzo-muscovita xisto. O grau metamórfico que atuou nos litotipos encontrados no alvo Suruca, tanto para o conjunto dos granada-clorita-epidoto-biotita gnaisses, biotita gnaisses e clorita-biotita gnaisses epidotizados e muscovitizados, e muscovita-quartzo xistos, pode ser classificado como de fácies anfibolito, com posterior ação de retrometamorfismo, formando minerais hidratados como epidoto, clorita e biotita. As fases minerais silicáticas mais abundantes nos litotipos referentes ao alvo Suruca são quartzo, plagioclásio, biotita, muscovita, epidoto, clorita, granada e piroxênio (este em

poquíssima quantidade porém, presente em quase todas amostras). A sulfetação é representada por pirita (até 14%), esfalerita (até 5%), calcopirita (até 1%) e galena como mineral traço.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANESIN, T. DE S. **Geologia do alvo Suruca, porção nordeste da Mina de Chapada, Alto Horizonte (GO)**. Trabalho de conclusão de curso (Geologia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2010.

CORDEIRO, M.T. **Caracterização petrográfica e recuperação geometalúrgica das rochas da mina de Chapada, Alto Horizonte (GO)**. Trabalho de conclusão de curso (Geologia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2010.

CPRM- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Geologia da Folha Campinorte: SD.22-Z-B-I**. Escala 1:100.000. Org: OLIVEIRA, C. G.; OLIVEIRA, F. B.; DANTAS, E. L.; FUCK, R. A. Brasília: UnB/CPRM, 2007. (Série Programa de Geologia do Brasil – PGB). 68p.

D'EL-REY SILVA, L. J. H.; BARROS NETO, L. S. The Santa Terezinha-Campos Verdes emerald district, central Brazil: structural and Sm–Nd data to constrain the tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília belt. **Journal of South American Earth Sciences**, v.15, p. 693-708, 2002.

HOLDAWAY, M.J.. Stability of andalusite and the aluminosilicate phase diagram. *American Journal of Science* 271, 97-131, 1971.

JUNGES, S. L. **Caracterização geoquímica e isotópica da Faixa Oeste da Sequência Vulcanossedimentar de Mara Rosa**, 1998. 115p. Dissertação (Mestrado em Geologia No 133) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 1998.

JUNGES, S. L.; PIMENTEL, M. M.; DANTAS, E. L.; LAUX, J. H. New ID-TIMS U-Pb ages in the western portion of the Mara Rosa Arc: two hundred million years of arc building. In: IV SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 2003. **Short Papers...** p.198-201

KUYUMJIAN, R. M. Diversity on fluids in the origin of the Chapada Cu-Au deposit, Goiás. **Revista Brasileira de Geociências**, v.25, n.3, p.203-205, set. 1995.

KUYUMJIAN, R. M. Magmatic Arc and associated gold, copper, silver and barite deposits in the State of Goiás, Central Brasil: characteristics and speculations. **Revista Brasileira de Geociências**, v.30, n.2, p.285-288, jun. 2000.

KUYUMJIAN, J. M., OLIVEIRA, C. G., CAMPOS, J. E. G., QUEIROZ, C. Geologia do limite entre os terrenos arqueanos e o Arco Magmático de Goiás na região de Chapada - Campinorte, Goiás. **Revista Brasileira de Geociências**, v.34, n.3, p.329-334, set. 2004.

LOWELL, J.D., GUILBERT, J.M., 1970. Lateral and vertical alteration-mineralization zoning in porphyry ore deposits.

MISAS, C. M. E., 2010. **Evolução magmática, alteração hidrotermal e gênese da mineralização de ouro e cobre do Palito, Província Aurífera do Tapajós (PA)**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 235p.

PIRAJNO, F. 1992. Hydrothermal Mineral Deposits, Principles and Fundamental Concepts for the Exploration Geologist. **Springer-Verlag**, New York. 709p.

OLIVEIRA, C. G.; QUEIROZ, C. L.; PIMENTEL, M. M. The Arenópolis-Mara Rosa goldcopper belt, Neoproterozoic Goiás Magmatic Arc. **Revista Brasileira de Geociências**, v.30, n.2, p.219-221, jun. 2000.

OLIVEIRA, C. G.; PIMENTEL, M. M.; MELO, L. V.; FUCK, R. A. The copper-gold and gold deposits of the Neoproterozoic Mara Rosa Magmatic Arc, central Brasil. **Ore Geology Reviews**, v.25, p.285-299. 2004.

PALERMO, N. PORTO, C. G.; COSTA JÚNIOR, C. N. The Mara Rosa Gold District, central Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v.30, n.2, p.256-260. jun.2000.

PELLEGRINI, B, S. **Geologia da área a leste da Mina de Chapada, Alto Horizonte-GO** , 2010. Trabalho de conclusão de curso (Geologia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2010.

PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A. Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil. **Geology**, v. 40, n.4, p.375-379. 1992.

PIMENTEL, M. M.; WHITEHOUSE, M. J.; VIANA, M. G.; FUCK, R. A.; MACHADO, N. The Mara Rosa Arc in the Tocantins Province: further evidence for Neoproterozoic crustal accretion in Central Brazil. **Precambrian Research**, v.81, p.299-310. 1997.

PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A.; GIOIA, S. M. C. L. The Neoproterozoic Goiás Magmatic Arc, Central Brazil: a review and new Sm-Nd isotopic data. **Revista Brasileira de Geociências**, v.30, n.1, p.35-39. mar. 2000.

RAMOS FILHO, W. L.; ARAÚJO FILHO, J. O.; KUYUMJIAN, R. M. Características do ambiente estrutural do depósito de Chapada, Goiás. **Revista Brasileira de Geociências**, v.33, n.2, p.109-116, jun. 2003.

RICHARDSON, S. V.; KESLER, S. E.; ESSENE, E. J.; JONES L. M. Origin and geochemistry of the Chapada Cu-Au deposit, Goiás, Brazil: a metamorphosed wall-rock porphyry copper deposit. **Economic Geology**, v.81, p.1884-1898. 1986.

SILLITOE, R. H. Porphyry Copper Systems. **Economic Geology**, v.105, p.3-41. 2010.

VIANA, M. G.; PIMENTEL, M. M.; WHITEHOUSE, M. J.; FUCK, R. A.; MACHADO, N. 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, jun. 1995.

**ANEXO I – FICHAS COM DESCRIÇÕES
PETROGRÁFICAS DE LÂMINAS POLIDAS
DO ALVO SURUCA**

AMOSTRA: SU-15-1

LÂMINA: SU-15-1

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza escuro, apresentando textura granoblástica, granulação fina e estrutura anisotrópica. Apresenta vênulas de quartzo com epidoto, carbonato e pirita associada. Composta por plagioclásio, quartzo, biotita, epidoto, carbonatos e pirita.

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo SU-15 em 59,43m de profundidade. Rocha de granulação fina, com presença de vênulas de quartzo com epidoto, carbonato e sulfetos associados.



Descrição Microscópica

-Estrutura: anisotrópica, marcada por uma foliação principal presente na rocha (alternância entre cristais de biotita e bandas de quartzo+plagioclásio)

-Textura: granolepidoblástica, inequigranular, de granulação fina

-Composição mineralógica estimada:

Plagioclásio-37%

Quartzo-27%

Epidoto -23%

Biotita -5%

Granada -2%

Muscovita -2%

Pirita-1%

Clorita - 1%

Hornblenda -1%

Piroxênio -1%

Titanita-traços

-Descrição dos minerais:

Rocha composta por uma alternância entre bandas compostas por quartzo e plagioclásio, e finas bandas compostas por biotita.

Os cristais de plagioclásio, predominantemente submilimétricos, estão dispostos juntamente com cristais de quartzo formando bandas que podem ser observadas por praticamente toda a lâmina. Os cristais apresentam formas que variam entre subhedrais à anedrais, e o relevo é baixo. Não apresentam geminação paralela, o que torna difícil a caracterização do tipo de plagioclásio presente. Em muitas porções da rocha, o plagioclásio pode ser observado alterando-se para epidoto.

Quartzo ocorre formando a matriz da rocha juntamente com plagioclásio (compondo bandas) e também ocorre preenchendo vênulas. Na matriz, os cristais são submilimétricos, apresentam granulação fina e suas formas são anedrais, o que faz com que o contato entre os grãos geralmente seja irregular (ondulado/serrilhado). Nas vênulas, os cristais de quartzo exibem-se com tamanhos um pouco maiores, podendo atingir até 1 mm de comprimento. Apresentam-se recristalizados, sendo o contato entre os grãos ora regular ora irregular.

Epidoto ocorre principalmente como produto de alteração do plagioclásio, podendo ser encontrado tanto na forma de arranjos microgranulares como na forma de pequenos cristais prismáticos. Neste caso, os cristais são todos submilimétricos e anedrais. Apresentam alto relevo e birrefringência alta.

Os cristais de biotita ocorrem praticamente dispersos por toda a lâmina, geralmente em bandas muito finas. Apresentam coloração marrom acastanhada, birrefringência alta, hábito tabular e relevo moderado. Cristais são predominantemente submilimétricos, e encontram-se orientados segundo uma direção preferencial que pode ser observada na rocha.

Granada é encontrada em pequenas quantidades, podendo ser observada por toda a lâmina. Apresenta-se na forma de poiquiloclastos, com presença de inclusões de quartzo e plagioclásio. Os cristais são predominantemente anedrais, com relevo forte, e apresentam em algumas ocasiões uma foliação interna.

Muscovita também é encontrada em pequenas quantidades, tendo como principais características o relevo fraco, birrefringência alta, hábito tabular, e tamanho submilimétricos dos cristais.

Cristais de clorita exibem coloração verde clara, hábito tabular e birrefringência baixa.

Hornblenda é encontrada restritamente na lâmina, sendo apenas observada junto aos cristais de piroxênio, como produto de alteração destes minerais (retrometamorfismo). Seus cristais, incolores ou verde claros, apresentam relevo moderado a alto e birrefringência moderada. A forma dos cristais é predominantemente anedral, tendo estes cristais comprimento máximo de 2 mm.

Piroxênio ocorre também em porção restrita da rocha, podendo ser observado alterando-se para hornblenda. Apresenta clivagem característica, relevo alto, birrefringência alta, e cristais com formas que variam entre subhedrais à anedrais, podendo atingir até 3 mm de comprimento.

Pirita é o único sulfeto presente, ocorrendo disseminada acompanhando a foliação principal da rocha. Os cristais são hipidiomórficos ou xenomórficos, com tamanho de até 0,6mm. Apresentam coloração amarelo claro, são isotrópicos e estão associados a cristais de quartzo, clorita e granada. Alguns cristais envolvem grãos de quartzo.

Por fim, tem-se titanita como mineral acessório. Esta apresenta relevo alto, coloração marrom, birrefringência alta e tamanho submilimétrico.

-Fácies: Metamorfismo em fácies anfíbolito, com presença de retrometamorfismo em fácies xisto verde.

Classificação da Rocha: Biotita gnaisse epidotizado

Figura 2 – Fotomicrografias de biotita gnaiss epidotizado, com detalhe para a presença de estrutura anisotrópica, marcada pela foliação principal da rocha.

(B) – Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

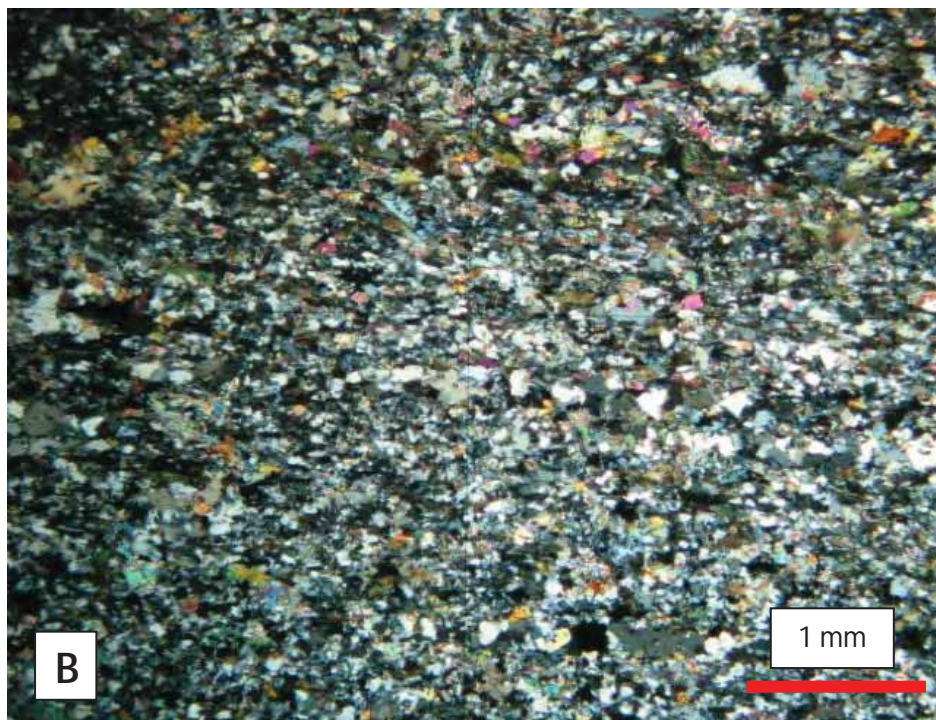
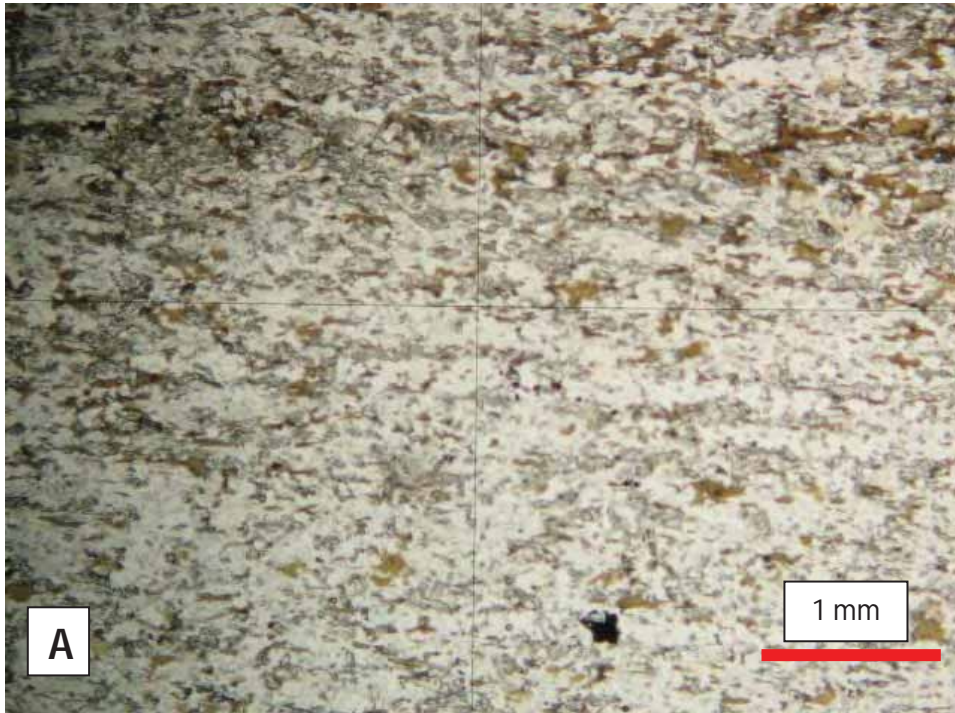


Figura 3 – Fotomicrografias de biotita gnaise epidotizado, com detalhe para a presença de porfiroblasto de granada com foliação interna.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

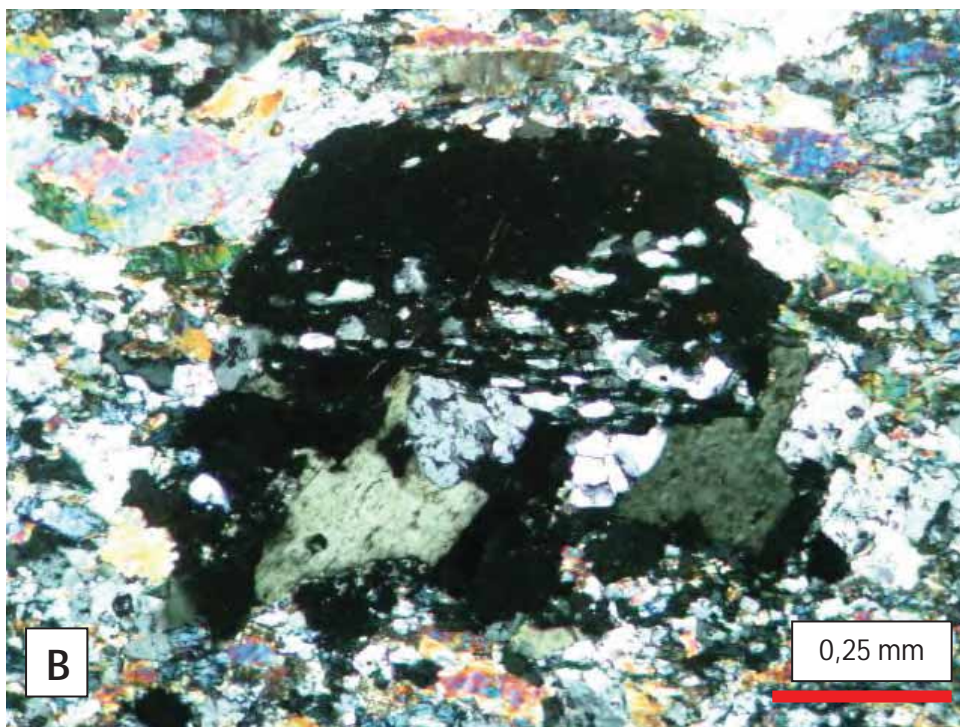
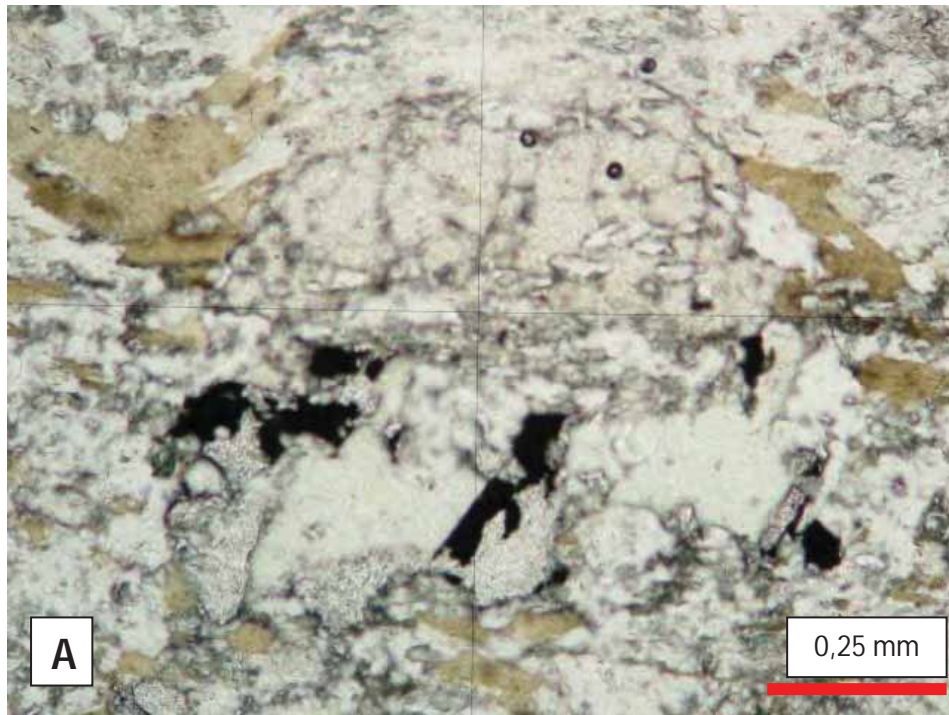


Figura 4 – Fotomicrografias de biotita gnaiss epidotizado, com detalhe para a presença de pequenas vênulas de quartzo paralelas à foliação principal da rocha.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

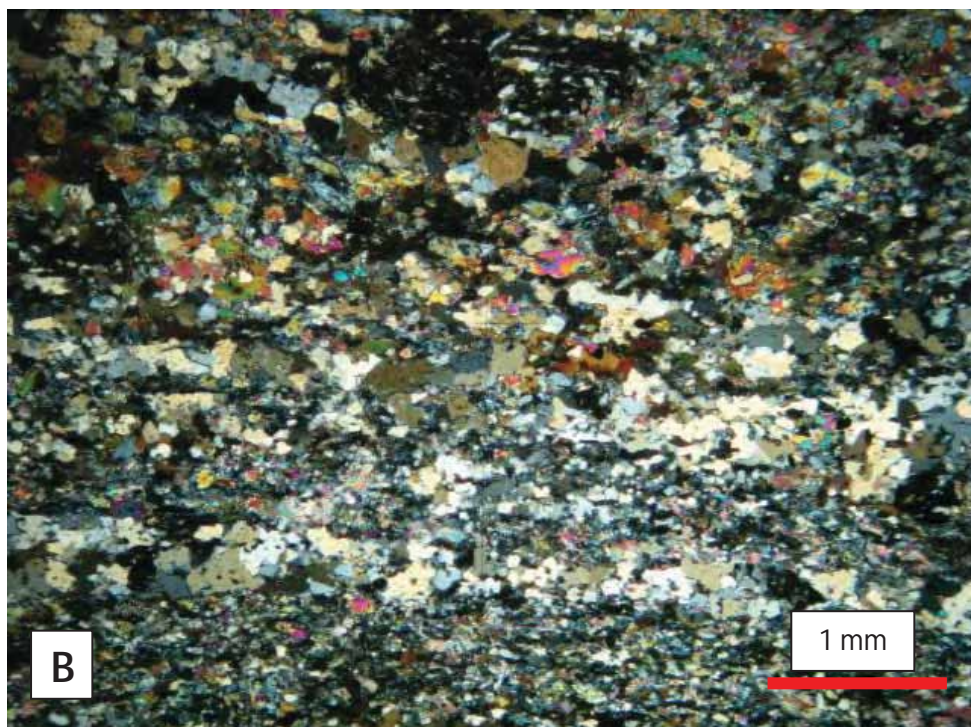
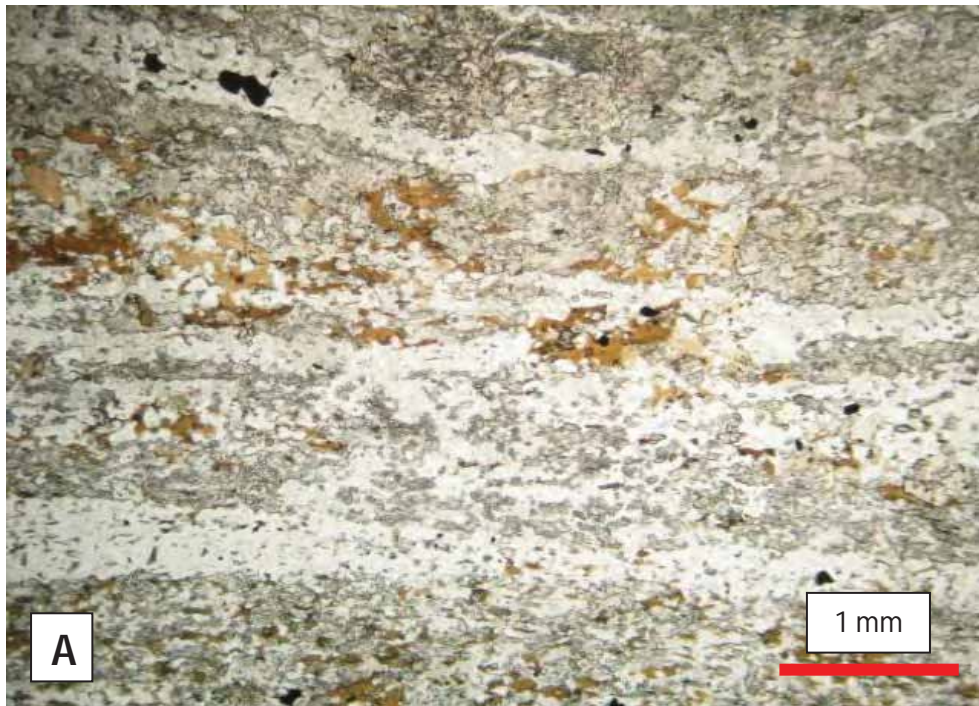
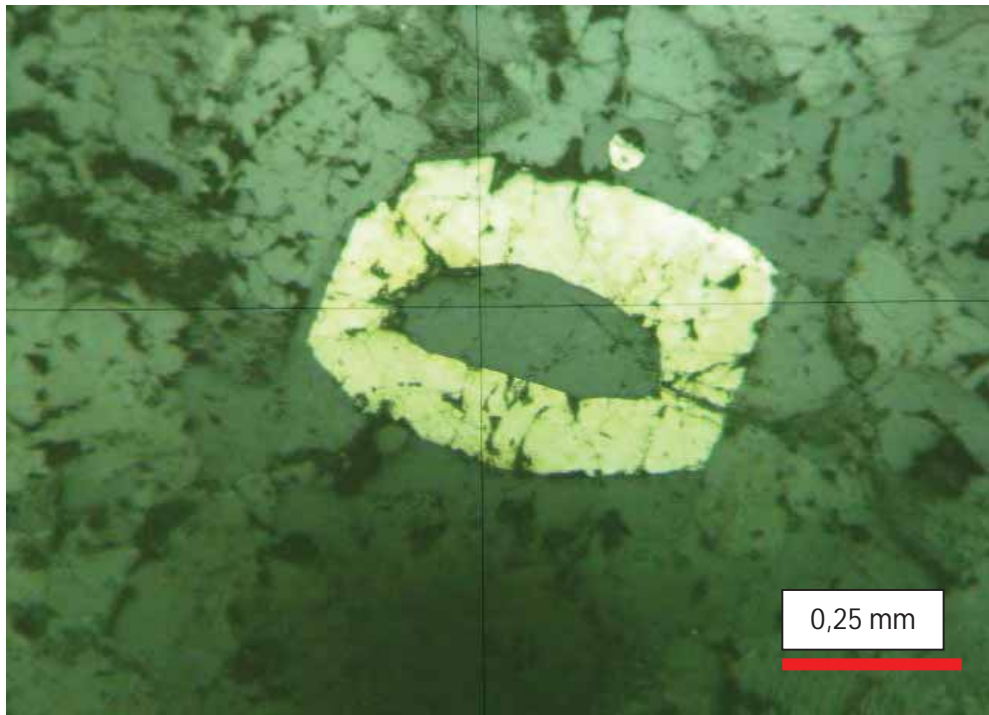


Figura 5 – Fotomicrografia de biotita gnaisse epidotizado, com detalhe para cristal de pirita com grão de quartzo incluído. (Luz refletida)



AMOSTRA: SU-15-2

LÂMINA: SU-15-2

Descrição Macroscópica

Rocha cisalhada, de granulação fina, com coloração variando entre tons claros e escuros de cinza. Apresenta textura granoblástica, e presença de alteração hidrotermal. Presença de vênulas de quartzo com biotita. Composta por quartzo, plagioclásio, biotita e pirita.

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo SU-15 em 111,45m de profundidade. Rocha de coloração cinza claro e granulação fina, recortada por vênulas de quartzo com biotita.



Descrição Microscópica

-Estrutura: estrutura anisotrópica, marcada pela presença de uma foliação principal na rocha

-Textura: predominantemente granoblástica, cisalhada

-Composição mineralógica estimada:

Quartzo-30%

Clorita-6%

Plagioclásio-23%

Esfalerita-3%

Epidoto-15%

Pirita-3%

Muscovita-10%

Granada-2%

Biotita-8%

Galena-traços

-Descrição dos minerais:

Quartzo é o mineral que ocorre em maior quantidade na rocha, apresentando-se na forma de grãos predominantemente anedrais, exibindo contato irregular entre os cristais. No geral, são finos, apresentando tamanho máximo de 0,6mm. A maioria dos cristais de quartzo apresenta extinção reta. Podem ser ainda observados cristais de quartzo recristalizados, preenchendo fraturas na forma de vênulas. Por sua vez, estes cristais apresentam tamanho superior a 0,6mm. Com isso, pode-se afirmar que o quartzo presente nesta rocha foi formado em duas fases distintas, sendo que os cristais mais finos foram herdados da rocha pretérita, enquanto que os cristais mais grossos, recristalizados, foram formados certamente durante metamorfismo.

Os cristais de plagioclásio, juntamente com o quartzo, são os principais minerais que compõem a matriz da rocha. Os cristais ocorrem sob a forma de pequenos grãos subhedrais, geralmente submilimétricos. Apresentem birrefringência baixa e não possuem clivagem polissintética, o que torna difícil a identificação da composição do plagioclásio. Podem ser observados cristais de plagioclásio alterando-se para epidoto e também para muscovita, alterações típicas de retrometamorfismo.

Cristais de epidoto ocorrem disseminados por toda a lâmina, apresentando-se sempre com tamanhos submilimétricos. Os cristais são de hábito granular e geralmente possuem formas subhedrais à anedrais. Possuem relevo e birrefringência alta e apresentam-se incolores com os nicóis descruzados. São encontrados quase sempre que associados a cristais quartzo e plagioclásio (de composição mais cálcica), uma vez que são produtos de retrometamorfismo deste último.

Muscovita ocorre praticamente dispersa por toda a lâmina, apresentando hábito tabular/placóide e geralmente com tamanho inferior a 1 mm. São incolores com os nicóis descruzados, possuem birrefringência alta e relevo baixo. Formou-se por retrometamorfismo, provinda de cristas de plagioclásio.

Os cristais de biotita, com tamanhos que alcançam até 1,1mm, apresentam coloração marrom acastanhada a esverdeada (nicóis descruzados), além de possuírem hábito tabular, relevo baixo e forte pleocroísmo. Podem ser encontradas levemente orientadas, e estão associadas a cristais de esfalerita, quartzo e clorita, sendo este último produto de retrometamorfismo sobre as biotitas.

Clorita ocorre em quantidades restritas, estando quase sempre associada a cristais de biotita e esfalerita. Possui coloração levemente esverdeada e algumas vezes apresenta-se incolor. O relevo é moderado e a birrefringência baixa. Os cristais apresentam hábito placóide/ tabular, e geralmente possuem no máximo 1 mm. Por ser produto de alteração da biotita, indica a ação de retrometamorfismo em fácies xisto verde.

Pirita ocorre disseminada pela lâmina em pouca quantidade. Os cristais hora são hipidiomórficos hora xenomórficos, com tamanho sempre inferior a 1 mm. Sob luz refletida, apresentam coloração amarelo claro e são isotrópicos. Podem ser visto associados a cristas de esfalerita e biotita.

Por fim, tem-se a galena, que ocorre como mineral traço. Os cristais são muito finos, com tamanho menor que 0,3mm. Apresentam, sob luz refletida, coloração cinza claro e branca.

-Fácies: Metamorfismo em fácies anfíbolito, com presença de retrometamorfismo em fácies xisto verde.

Classificação da Rocha: Biotita gnaisse epidotizado e muscovitizado

Figura 2 - Fotomicrografias de biotita gnaissé epidotizado e muscovitizado, composto principalmente por quartzo, plagioclásio, epidoto, muscovita, biotita, clorita e sulfetos.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

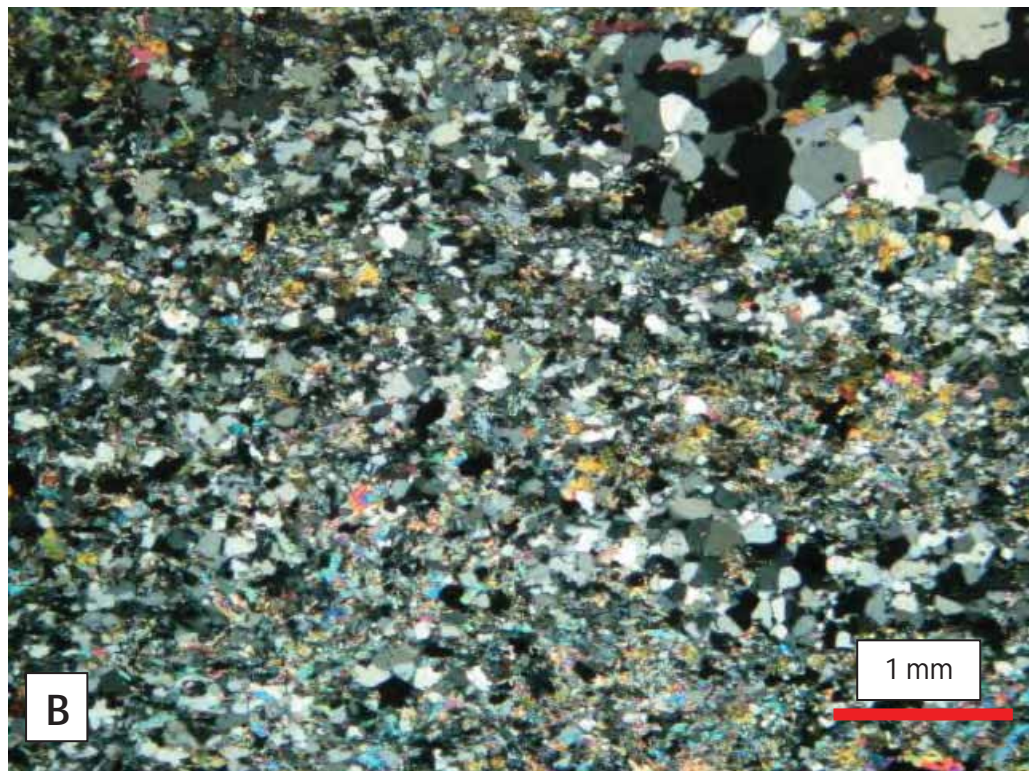
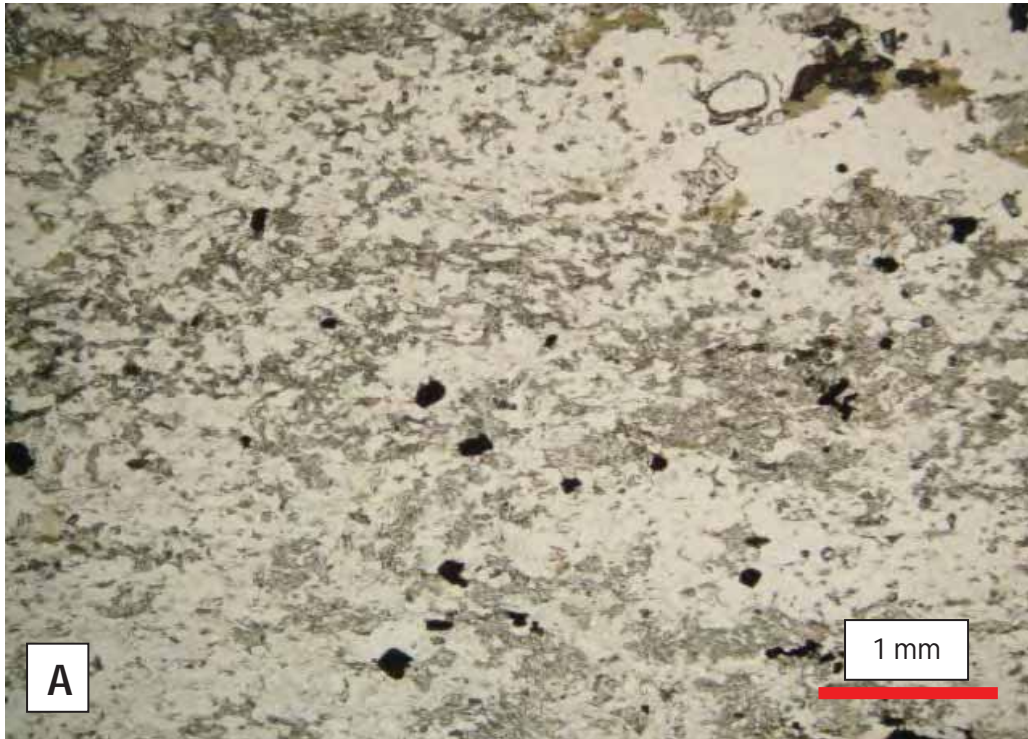


Figura 3 - Fotomicrografias de biotita gnaissé epidotizado e muscovitizado, com detalhe para cristal de granada associado a cristais de biotita.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

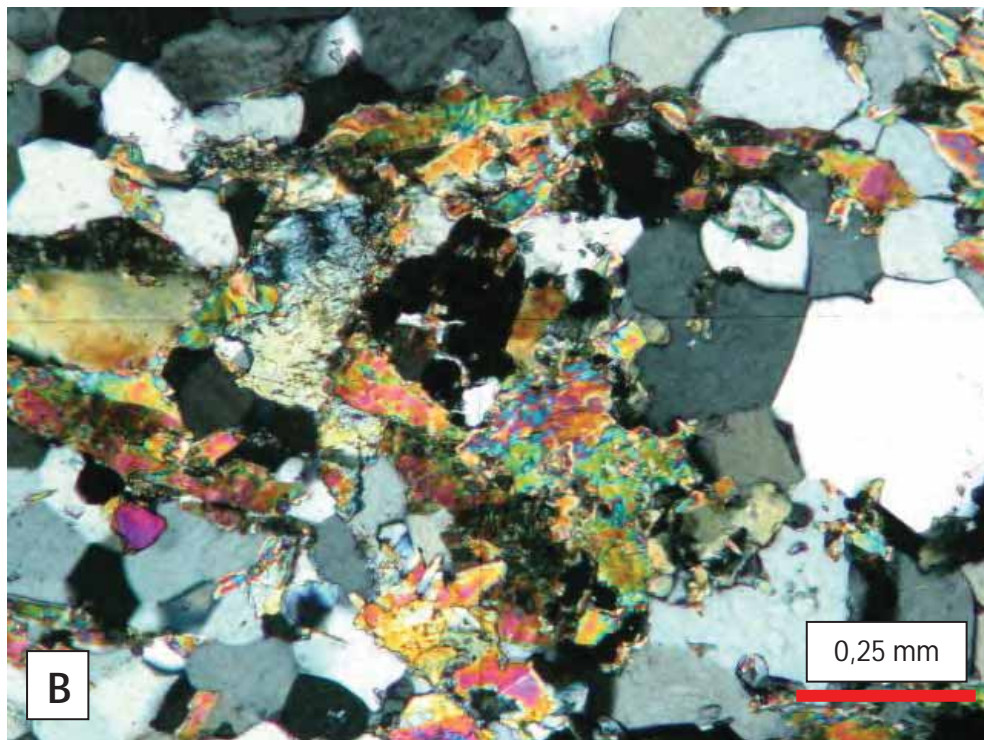
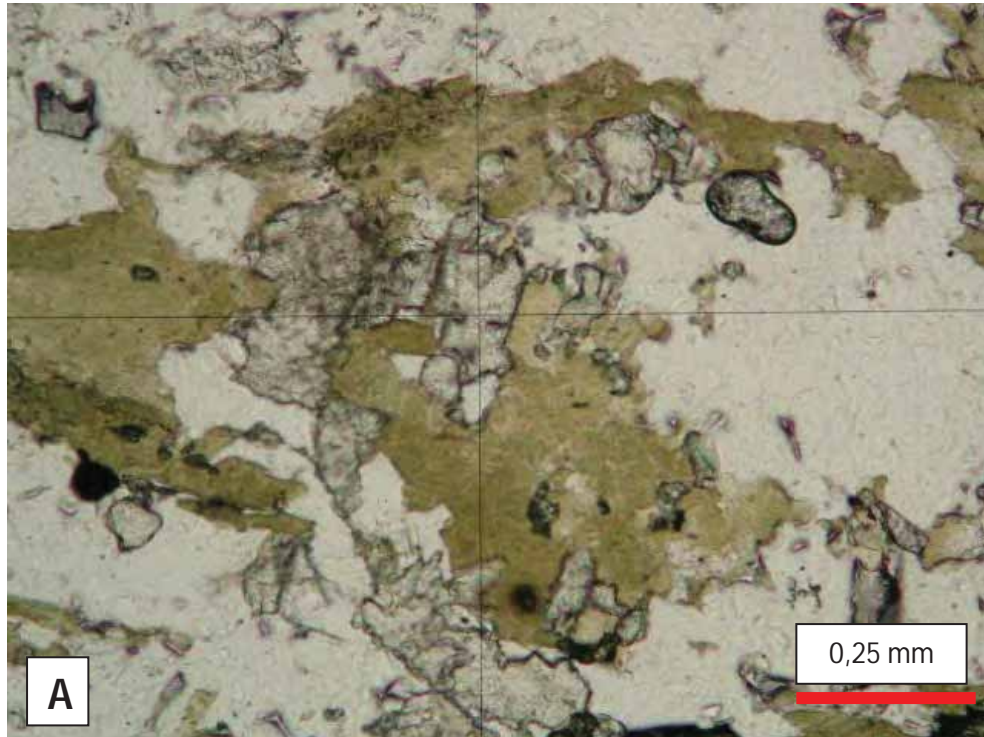


Figura 4 - Fotomicrografias de biotita gnaissé epidotizado e muscovitizado, com detalhe para os cristais de esfalerita, associados a cristais de biotita e clorita.

(A) – Luz polarizada. (B) – Luz refletida

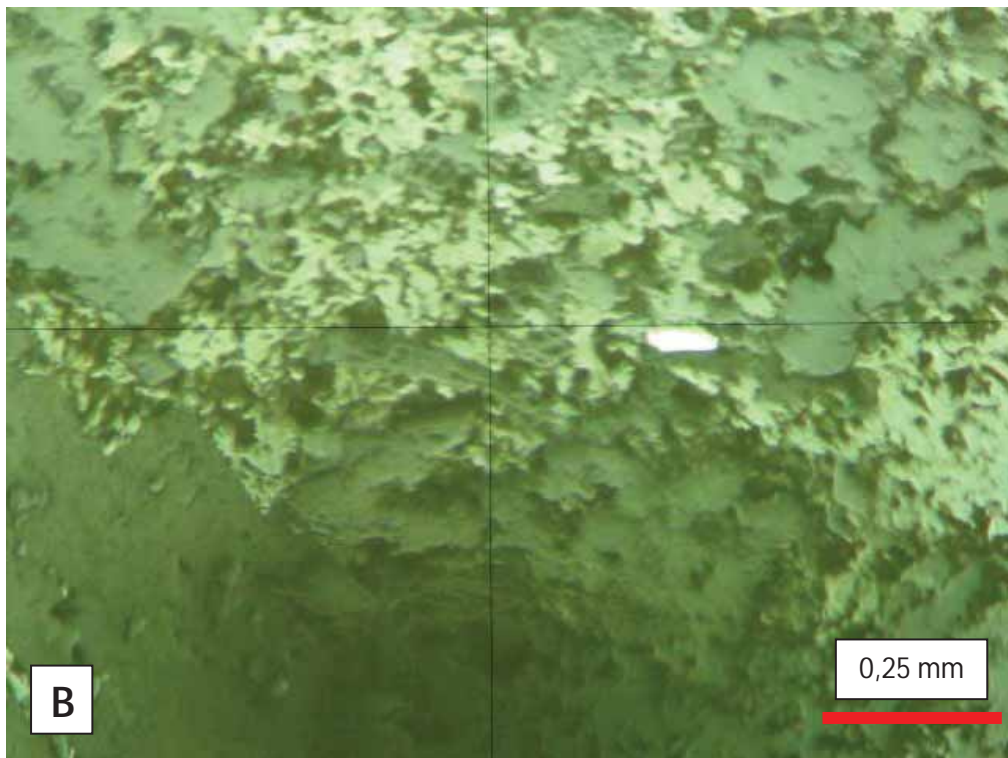
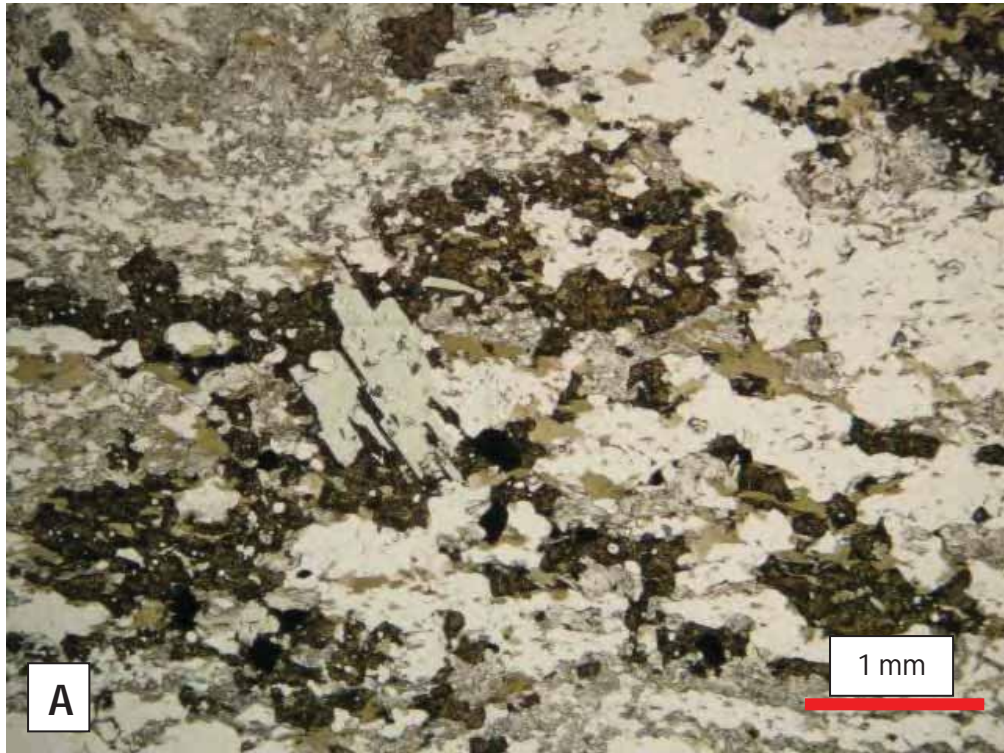
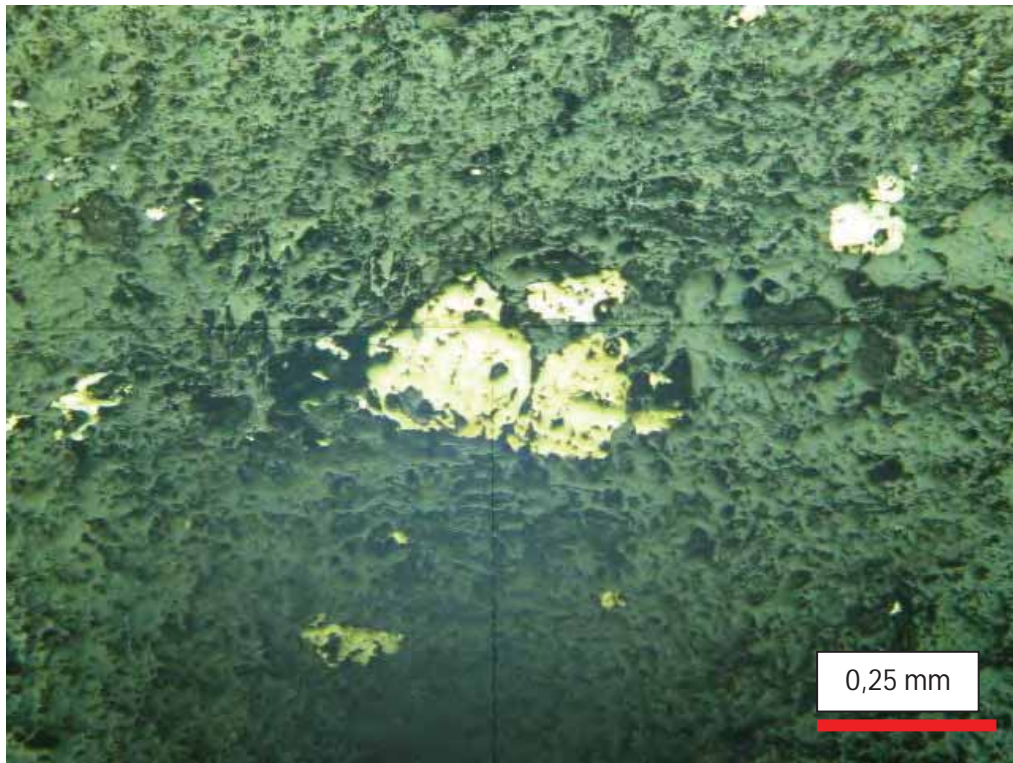


Figura 5 - Fotomicrografia de biotita gnaisse epidotizado e muscovitizado, com detalhe para cristal xenomórfico de pirita. (Luz refletida)



AMOSTRA: SU-15-3

LÂMINA: SU-15-3

Descrição Macroscópica

Rocha metavulcânica ácida de granulação fina, de coloração predominantemente cinza claro, apresentando porém algumas porções mais escuras, resultantes de maiores concentrações de biotita. Rocha apresenta-se bandada, com as bandas mais claras compostas por plagioclásio e, e as bandas mais escuras compostas por biotita, sericita e anfibólios. Presença também de sulfetos disseminados (pirita). Apresenta alteração hidrotermal.

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo SU-15 em 116,93m de profundidade. Rocha bandada, de granulação fina e com presença sulfetos disseminados segundo a foliação principal.



Descrição Microscópica

-Estrutura: anisotrópica, marcada por uma foliação principal existente na rocha

-Textura: granolepidoblástica

-Composição mineralógica estimada:

Quartzo-40%

Pirita-7%

Muscovita-20%

Clorita-2%

Plagioclásio-10%

Esfalerita-1%

Epidoto-10%

Galena-traços

Biotita-10%

-Descrição dos minerais:

Quartzo é o mineral de maior ocorrência na rocha, ocorrendo sob a forma de cristais finos e anedrais. Apresentam relevo baixo, são incolores e alguns cristais apresentam-se estirados.

Os cristais de muscovita são encontrados dispersos em meio principalmente aos cristais de quartzo e plagioclásio, orientados segundo a foliação principal da rocha. Apresentam hábito acicular, birrefringência alta e relevo moderado. Os cristais são predominantemente submilimétricos.

Cristais de plagioclásio ocorrem sob a forma de pequenos grãos subhedrais, geralmente submilimétricos. Apresentem birrefringência baixa e não possuem clivagem polissintética, o que torna difícil a identificação da composição do plagioclásio.

Epidoto apresenta-se sob a forma de cristais prismáticos a granulares, exibem relevo e birrefringência alta, e os cristais são predominantemente subhedrais. São incolores, com tamanho submilimétrico, e encontram-se dispersos, em pequena quantidade, por toda a lâmina.

Os cristais de biotita exibem coloração marrom acastanhado (nicóis descruzados), apresentam hábito tabular/placóide, relevo moderado e birrefringência baixa. São encontrados principalmente dispostos segundo a foliação principal da rocha. O tamanho destes cristais é inferior a 2,5 mm.

Pirita é o sulfeto mais abundante na rocha, perfazendo aproximadamente 7% da composição modal. Os cristais são hipidiomórficos a xenomórficos, apresentam coloração amarelo claro e são isotrópicos. Contém inclusões de cristais de quartzo, clorita e biotita. Os cristais de pirita geralmente apresentam tamanho inferior a 3 mm.

Cristais de clorita são encontrados em poquíssimas quantidades, e geralmente ocorrem como produto do retrometamorfismo sobre os cristais de biotita. Os cristais são submilimétricos, apresentam relevo moderado e birrefringência baixa.

A esfalerita é o sulfeto encontrado em menor quantidade na rocha. Apresenta coloração cinza (luz refletida), é isotrópica e encontra-se associada a cristais de pirita sob a forma de agregados minerais. Os cristais são xenomórficos, com até 1,4 mm de comprimento.

-Fácies: metamorfismo em fácies anfíbolito, com posterior ação de retrometamorfismo em f

Classificação da Rocha: Biotita-muscovita-quartzo xisto

Figura 2 - Fotomicrografias de biotita-muscovita-quartzo xisto, com detalhe para cristais de muscovita orientados preferencialmente segundo a foliação principal da rocha.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

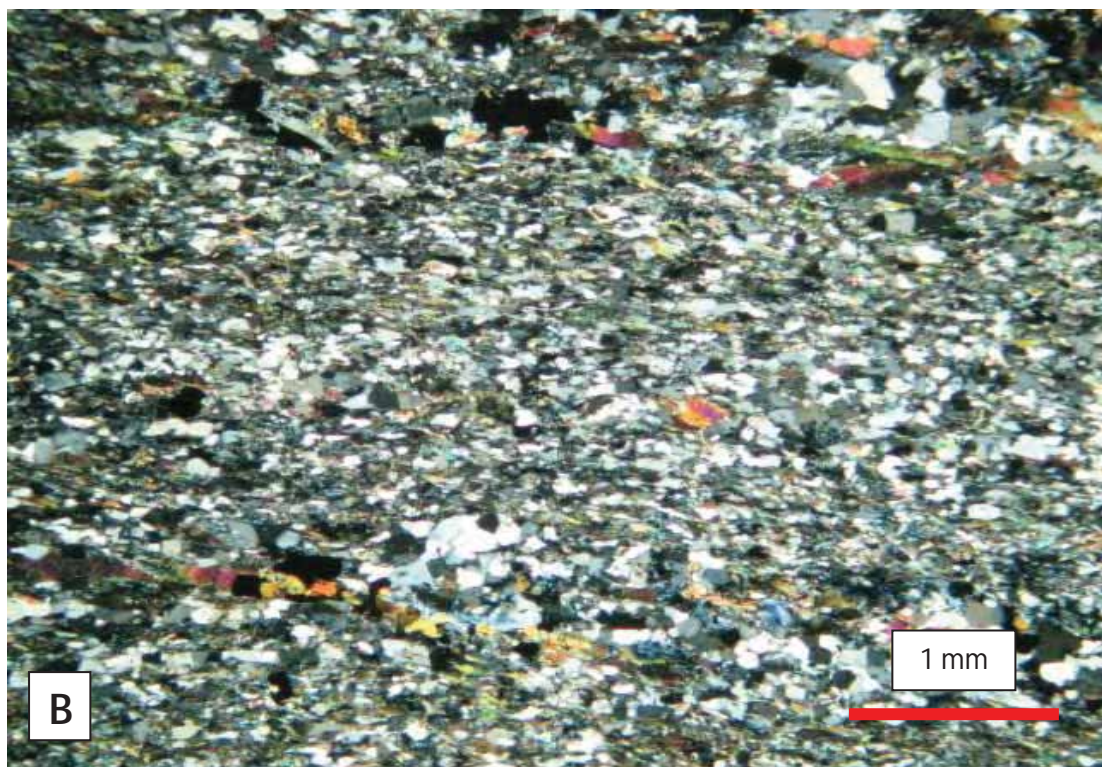
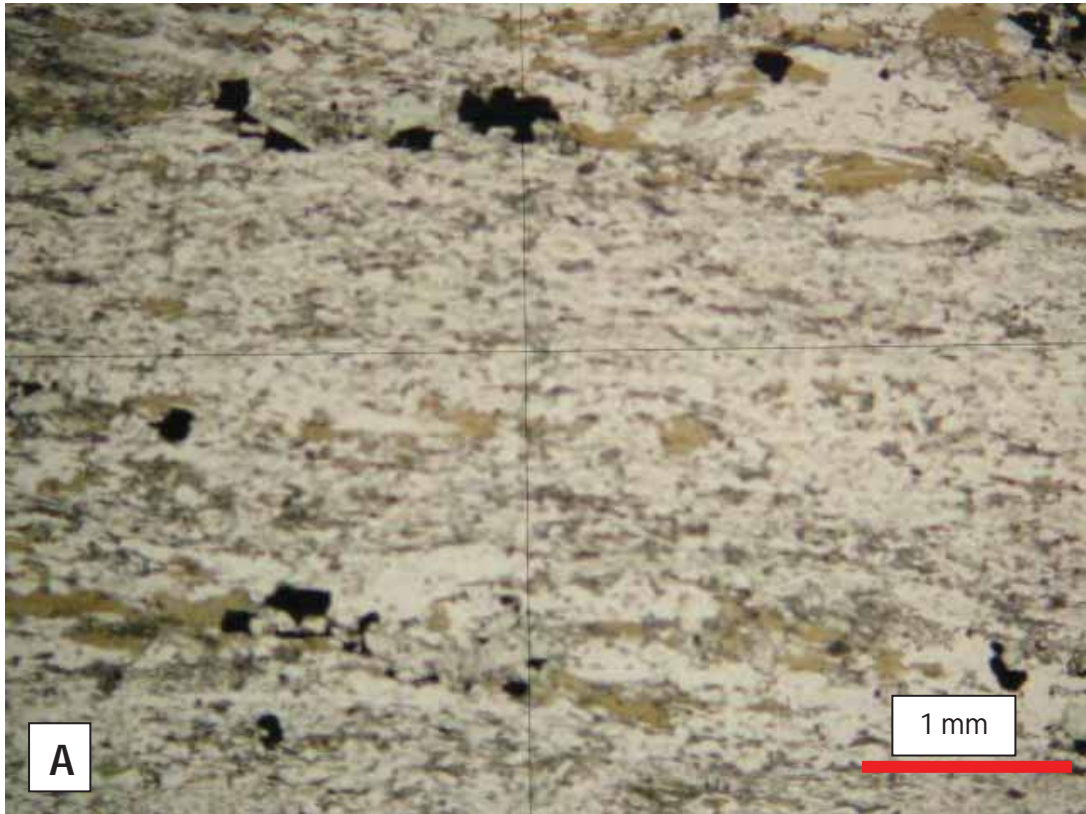


Figura 3 - Fotomicrografias de biotita-muscovita-quartzo xisto, com detalhe para cristais de sulfeto associados a cristais de biotita.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

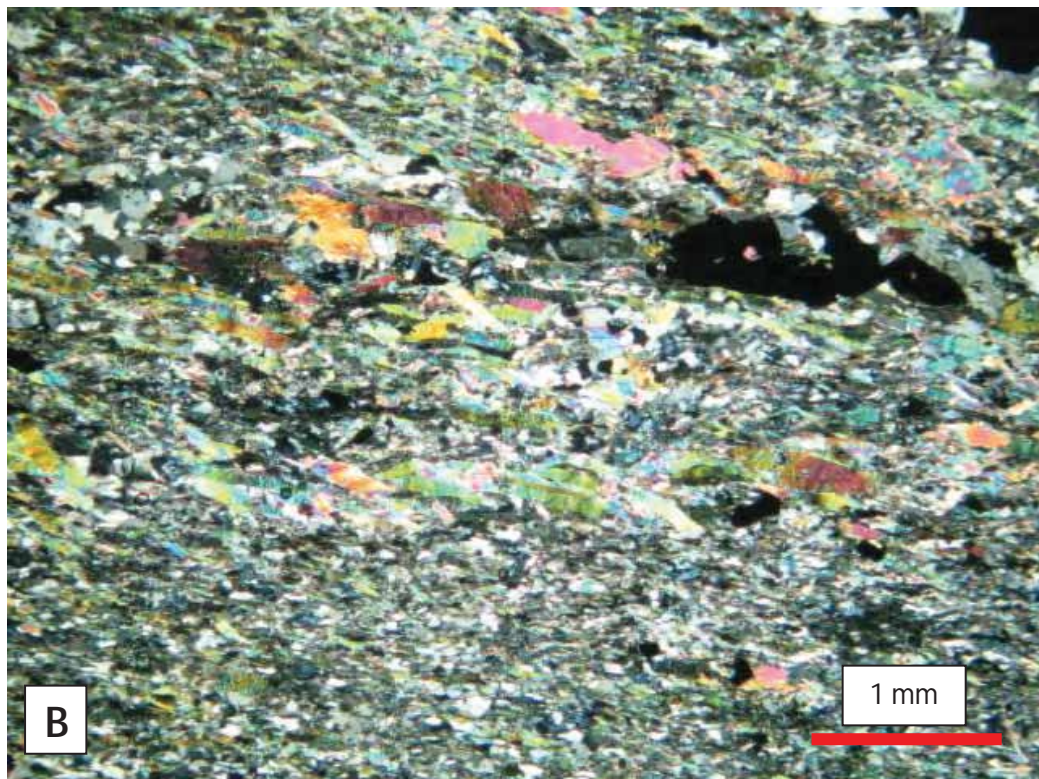
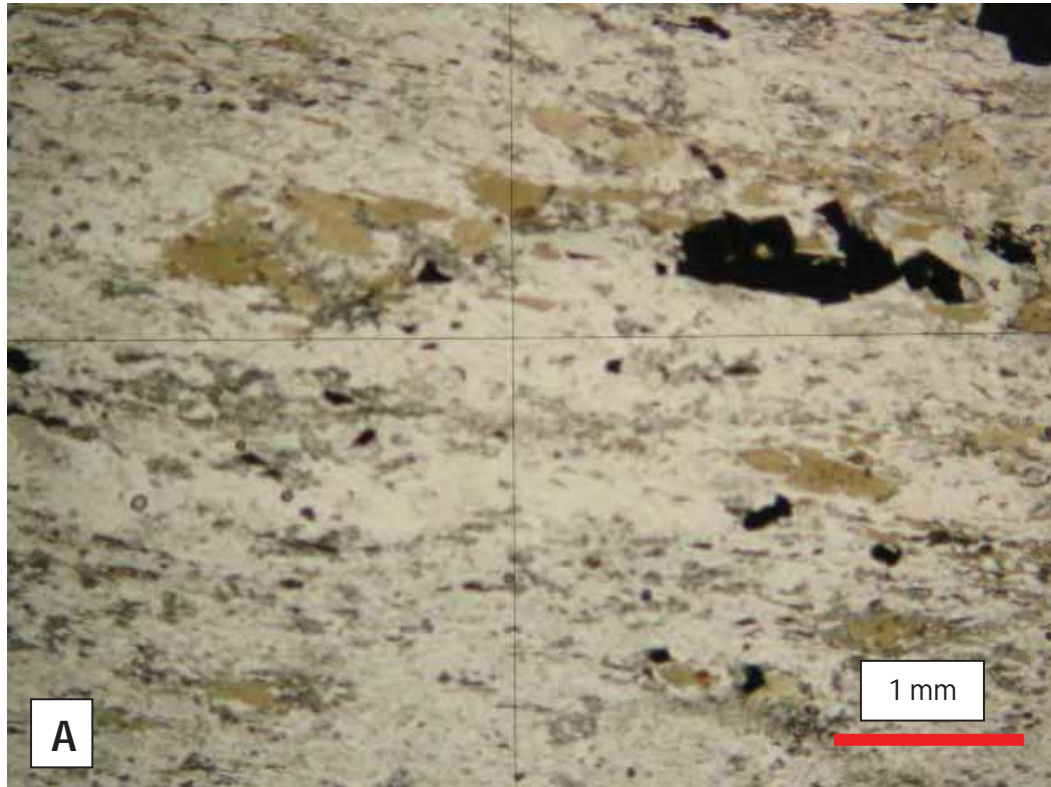
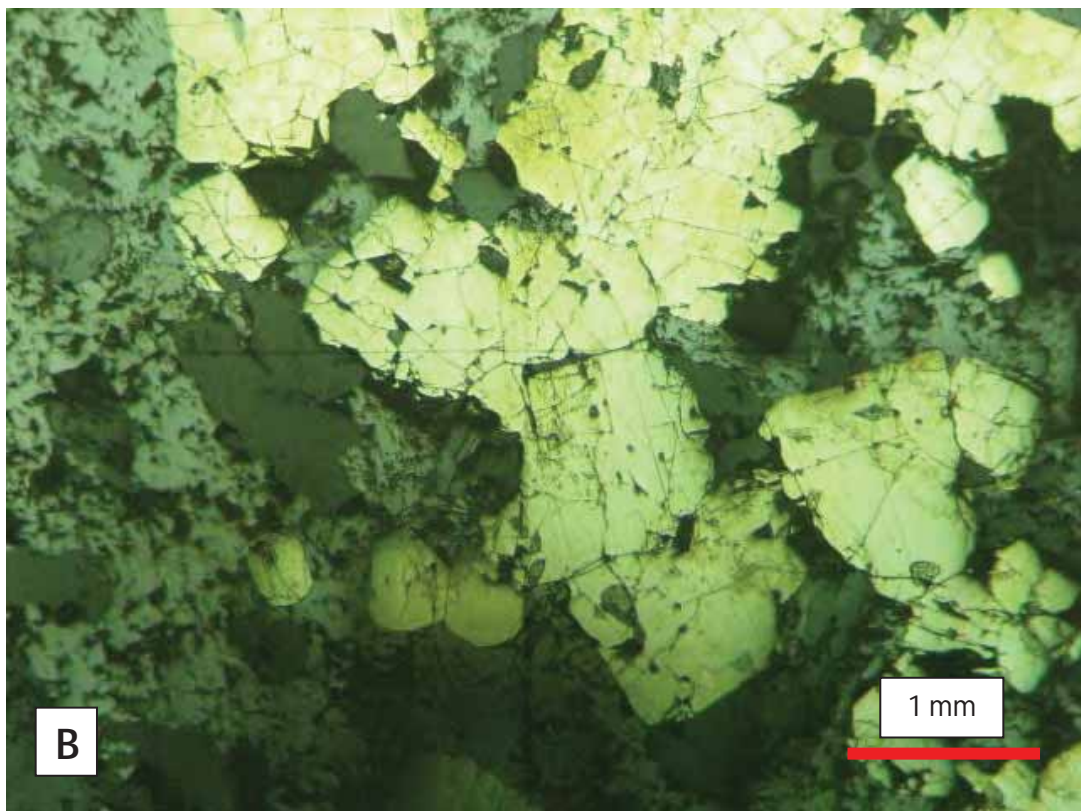
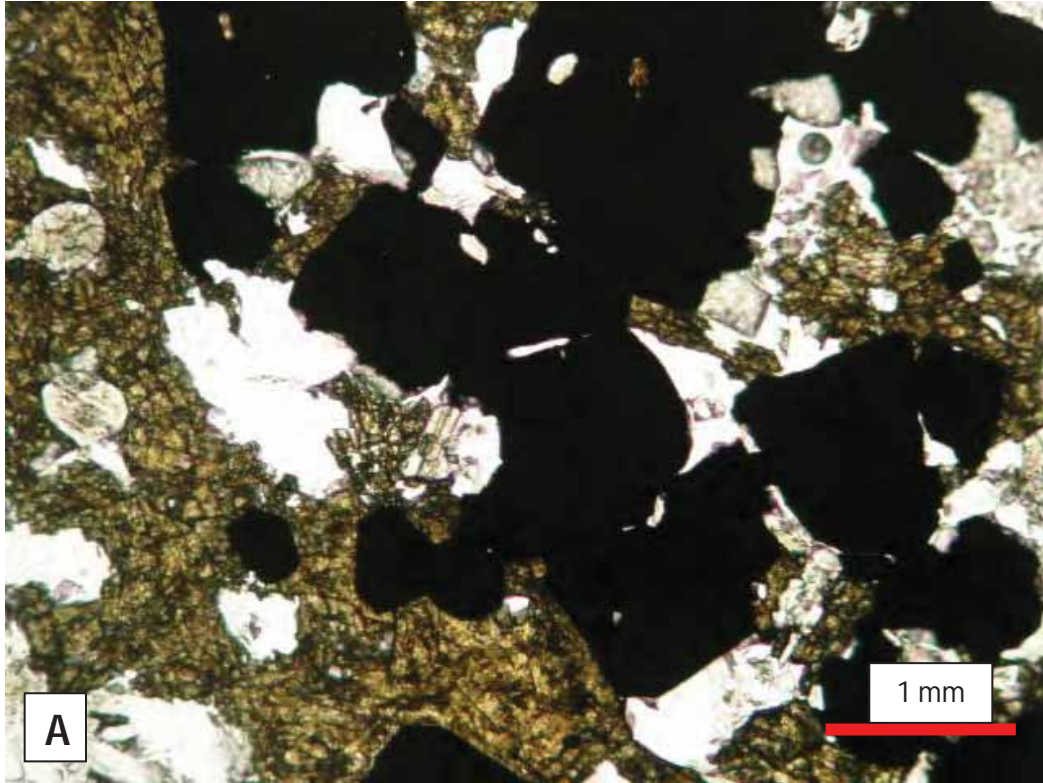


Figura 4 - Fotomicrografias de biotita-muscovita-quartzo xisto, com detalhe para a associação de cristais de pirita

(A) – Luz polarizada. (B) – Luz refletida



AMOSTRA: SU-15-4

LÂMINA: SU-15-4

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza claro, apresentando textura granoblástica e granulação fina. Presença de sulfetação fina associada à foliação principal. Localmente, apresenta veios de quartzo com pirita associada (veios concordantes e discordantes da foliação). Composta por plagioclásio, quartzo, sericita, biotita e pirita.

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo SU-15 em 176,52m de profundidade. Rocha de granulação fina, composta predominantemente por plagioclásio, quartzo, epidoto, biotita, clorita e muscovita, além de pirita e esfalerita.



Descrição Microscópica

-Estrutura: anisotrópica, marcada pela foliação principal da rocha

-Textura: granolepidoblástica, com cristais inequigranulares

-Composição mineralógica estimada:

Plagioclásio – 23%

Quartzo – 20%

Epidoto – 15%

Biotita – 10%

Clorita – 8%

Pirita- 8%

Muscovita – 5%

Esfalerita – 5%

Granada – 3%

Carbonato – 3%

Calcopirita - traços

-Descrição dos minerais:

Plagioclásio (oligoclásio) é o mineral mais abundante na composição mineral da rocha. Os cristais são submilimétricos, anedrais a subhedrais, incolores, apresentam relevo baixo e possuem geminação paralela. Alguns cristais podem ser vistos alterando-se para epidoto (processo de epidotização) e também para muscovita (processo de muscovitização).

Os cristais de quartzo são encontrados tanto na matriz da rocha quanto em vênulas. Nas vênulas, os grãos são recristalizados, apresentam granulação média e são anedrais a subhedrais, geralmente com tamanhos de até 0,6 mm. O contato entre os grãos é regular. Na matriz, os cristais de quartzo são finos, apresentam-se subhedrais a anedrais, e geralmente são menores que 0,3 mm.

Epidoto geralmente é encontrado como produto de alteração dos plagioclásios (retrometamorfismo). Os cristais apresentam relevo alto, birrefringência alta, e geralmente são submilimétricos. O hábito dos cristais é prismático.

As biotitas apresentam coloração marrom acastanhado, hábito predominantemente tabular e são pleocróicas. Exibem uma orientação preferencial na rocha. Alguns cristais podem ser vistos alterando-se para clorita.

Os cristais de clorita apresentam coloração verde clara, birrefringência baixa, relevo moderado, hábito tabular e estão geminadas. Os cristais geralmente apresentam tamanho máximo de 1,1 mm. Em algumas porções, pode-se observar a clorita como produto de retrometamorfismo sobre cristais de biotita.

Pirita é o sulfeto mais abundante na rocha, ocorrendo principalmente disseminada. Os cristais são ora hipidiomórficos ora xenomórficos, geralmente com até 1,1 mm de comprimento, apresentam coloração amarelo claro e são isotrópicos. Pode-se observar a presença de cristais de calcopirita bordejando cristais de pirita.

A esfalerita, sob luz refletida, apresenta coloração cinza e os cristais são predominantemente xenomórficos. O tamanho máximo dos grãos é de 2,2 mm. Tem-se a presença de inclusões de quartzo em meio a cristais de esfalerita.

Muscovita ocorre principalmente como produto de alteração dos plagioclásios, ocorrendo sem orientação preferencial. Os cristais são acicular, submilimétricos, apresentam relevo baixo e birrefringência alta.

Granadas são encontradas em pouquíssimas quantidades na rocha, e apresentam como principais características o relevo alto e o tamanho geralmente inferior a 1,1 mm. Apresentam-se tanto na forma de poiquiloblastos como na forma de cristais anedrais.

Os cristais de carbonato são encontrados principalmente em vênulas, onde estão associados a cristais de quartzo. Os cristais são anedrais, apresentam relevo que varia entre baixo e moderado, e são menores que 1,1 mm.

A calcopirita ocorre como mineral traço. Apresenta coloração amarelo escuro, anisotropia fraca, e os cristais são granulares, sempre inferiores a 0,1 mm. Estão algumas vezes associadas a cristais de pirita.

-Fácies: metamorfismo em fácies anfibolito com posterior ação de retrometamorfismo em fácies xisto verde.

Classificação da Rocha: Clorita-Biotita Gnaiss epidotizado e muscovitizado

Figura 1 - Fotomicrografias de clorita-biotita gnaise epidotizado e muscovitizado, com detalhe para cristal de granada poiquiloblástica apresentando foliação interna

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

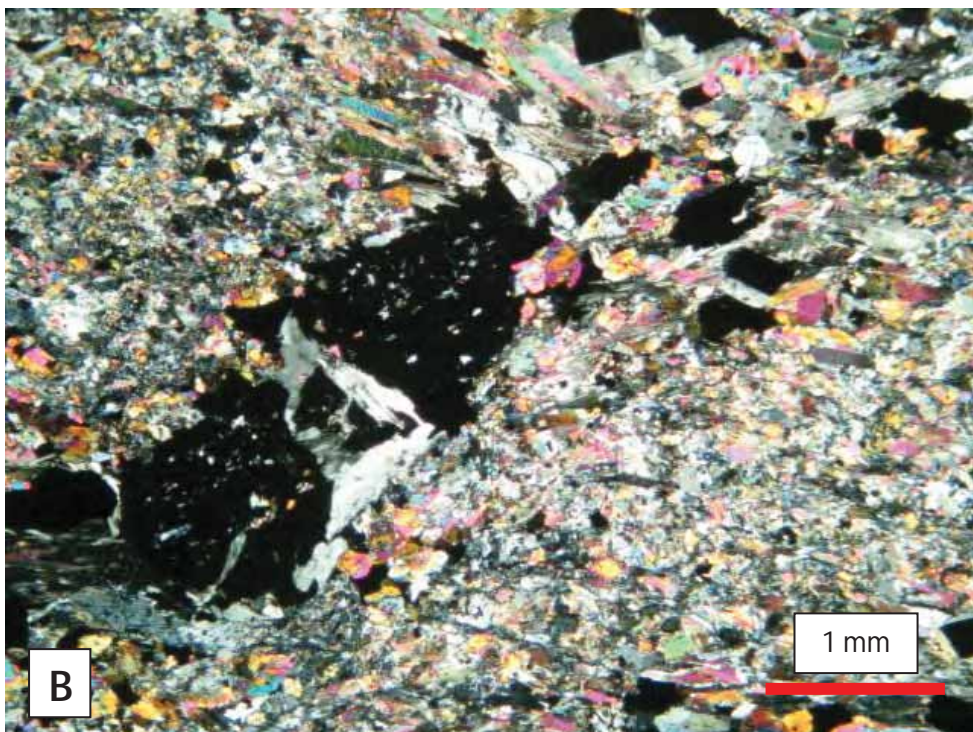
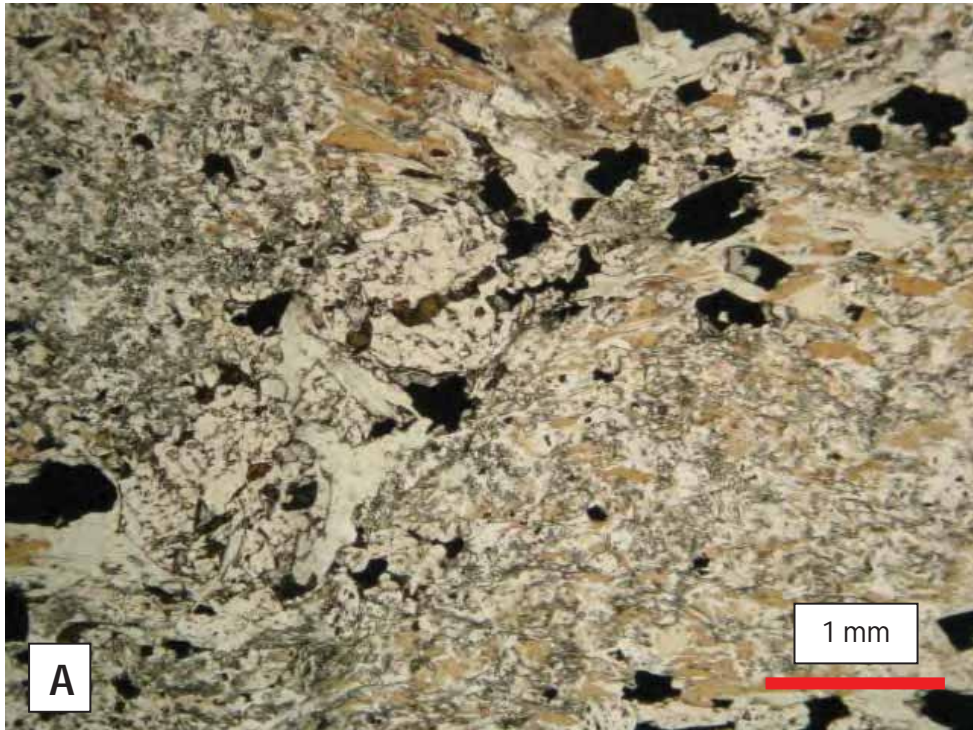
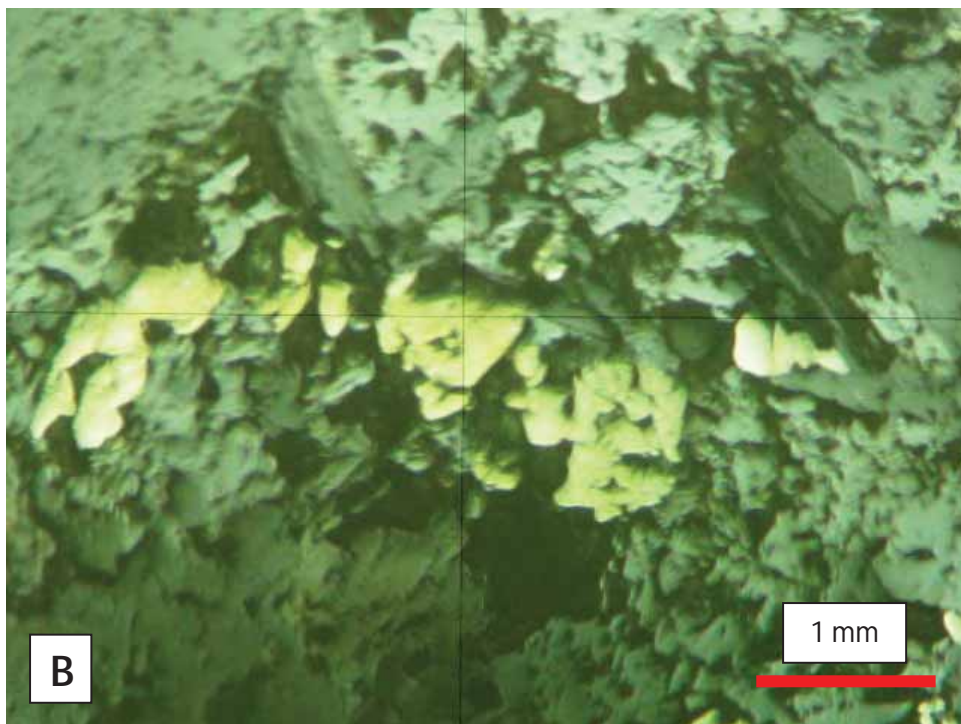
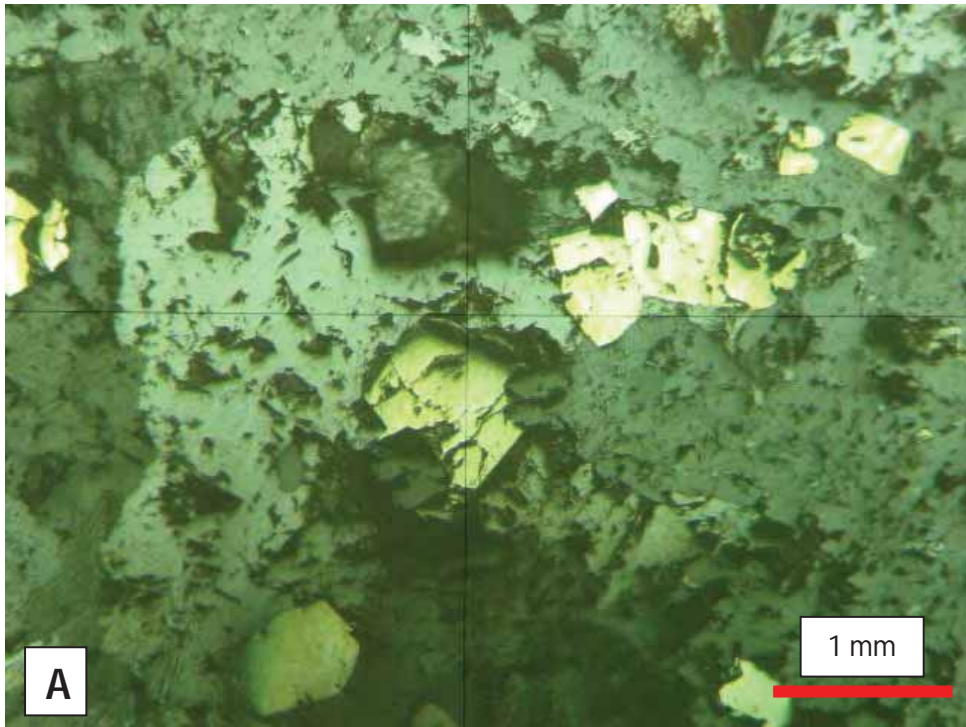


Figura 2 - Fotomicrografias de clorita-biotita gnaiss epidotizado e muscovitizado, com detalhe para a presença de cristais hipidiomórficos e xenomórficos de pirita e cristais xenomórficos de esfalerita.

(A) e (B) – Luz refletida



AMOSTRA: SU-15-5

LÂMINA: SU-15-5

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza claro, de granulção fina, apresentando textura granoblástica. Presença de vênulas de quartzo com sulfetos associados. Composta por plagioclásio, quartzo, sericita, biotita e pirita.

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo SU-15 em 177,56 m de profundidade. Rocha de granulação fina, composta predominantemente por muscovita, quartzo, pirita, biotita, clorita e epidoto.



Descrição Microscópica

-Estrutura: anisotrópica, marcada pela xistosidade da rocha

-Textura: lepidogranoblástica, com cristais inequigranulares e granulação fina

-Composição mineralógica estimada:

Muscovita – 55%

Epidoto – 5%

Quartzo – 13%

Granada – 2%

Pirita – 10%

Plagioclásio – 2%

Biotita – 8%

Calcopirita - traços

Clorita – 5%

-Descrição dos minerais:

Muscovita é o principal mineral encontrado na rocha, perfazendo 55% da composição mineralógica da mesma. Apresenta hábito hora placóide hora acicular, possui birrefringência baixa e relevo alto a moderado. A maioria dos cristais encontra-se orientada segundo a foliação principal da rocha. No entanto, podem ser observados cristais não orientados.

Quartzo é encontrado tanto compondo a matriz da rocha quanto em vênulas. Nas vênulas, encontra-se recristalizado, na forma de grãos euhedrais de até 1 mm. Na matriz, o quartzo possui granulação mais fina, com cristais anedrais submilimétricos.

A pirita é o sulfeto que ocorre em maior quantidade na rocha, e apresenta como características a coloração amarelo claro e a isotropia, além dos cristais apresentarem-se hora hipidiomórficos hora xenomórficos, com até 1,1 mm. A pirita pode ser encontrada associada à vênulas de quartzo.

Os cristais de biotita são encontrados dispersos pela lâmina e estão geralmente orientados segundo a foliação principal da rocha. Apresentam coloração marrom, relevo moderado e hábito placóide/tabular. Os cristais apresentam até 2,6 mm, e podem ser observados alterando-se para clorita.

Clorita é encontrada principalmente como produto de retrometamorfismo sobre a biotita. Apresenta coloração verde claro ou incolor, hábito placóide/tabular, relevo moderado, birrefringência baixa, e está geminada.

Os cristais de epidoto são encontrados em pouca quantidade pela rocha. Apresentam hábito prismático, relevo alto, birrefringência alta e são incolores. Os cristais são geralmente submilimétricos.

A granada é também encontrada em poucas quantidades na rocha. Apresenta-se na forma de poiquiloblastos, com presença de inclusões de quartzo principalmente. Os cristais exibem relevo alto e tamanho máximo de 0,5 mm.

Plagioclásio apresenta relevo e birrefringência baixa, não apresenta-se geminado e é muito pouco encontrado na rocha.

Calcopirita ocorre como mineral traço. Apresenta cristais granulares, de coloração amarelo escuro e anisotropia fraca.

-Fácies: metamorfismo em fácies anfíbolito, com posterior ocorrência de retrometamorfismo em fácies xisto verde.

Classificação da Rocha: Clorita-biotita-pirita-quartzo-muscovita xisto

Figura 2 – Fotomicrografias de clorita-biotita-pirita-quartzo-muscovita xisto, com detalhe para a presença de estrutura anisotrópica, marcada pelos cristais de biotita e muscovita
(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

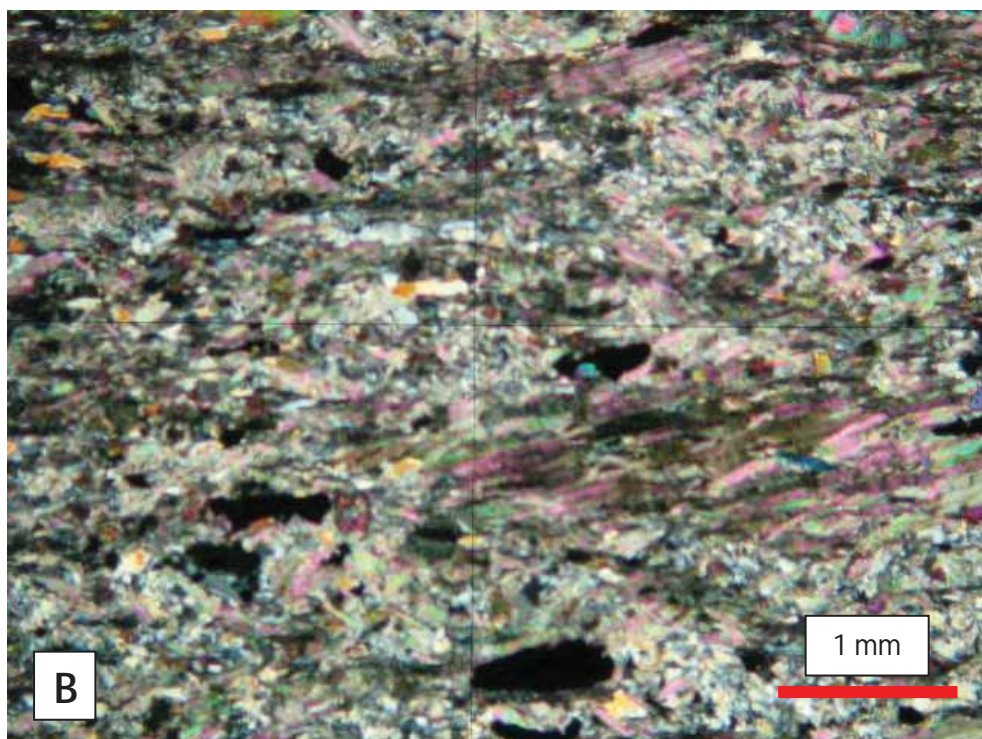
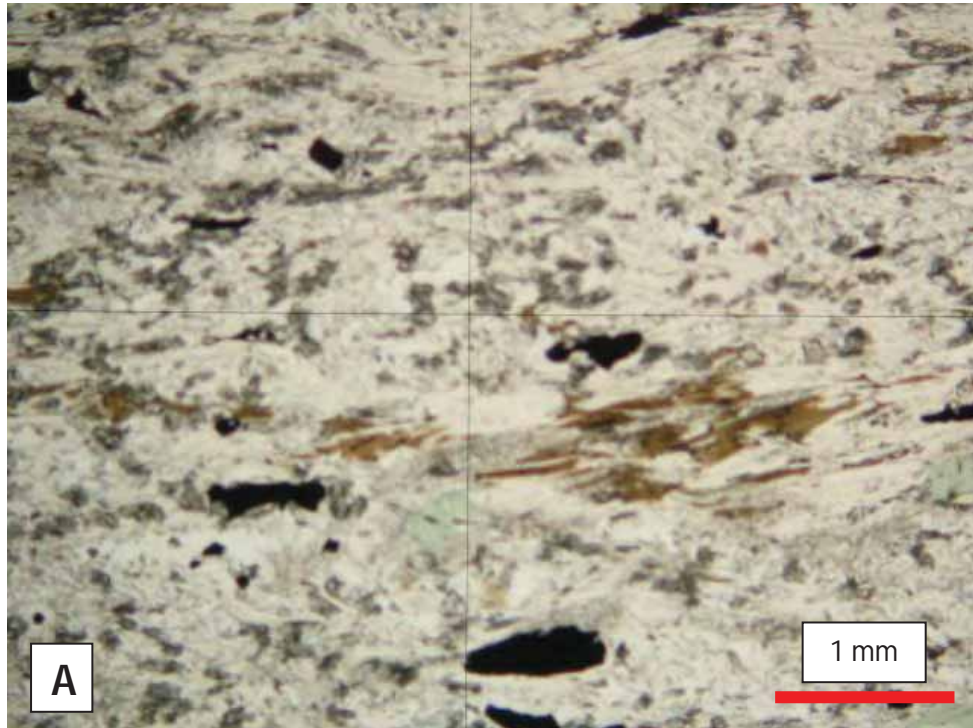


Figura 3 – Fotomicrografias de clorita-biotita-pirita-quartzo-muscovita xisto, com detalhe para cristal de granada poiquilítica, com inclusões de quartzo.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

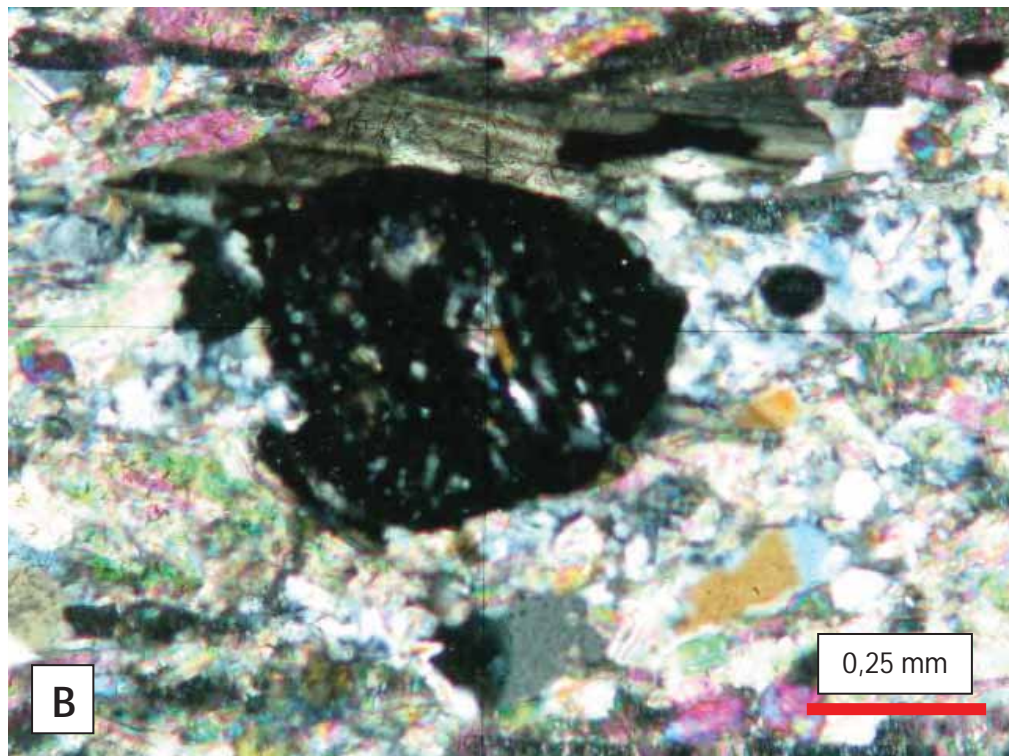
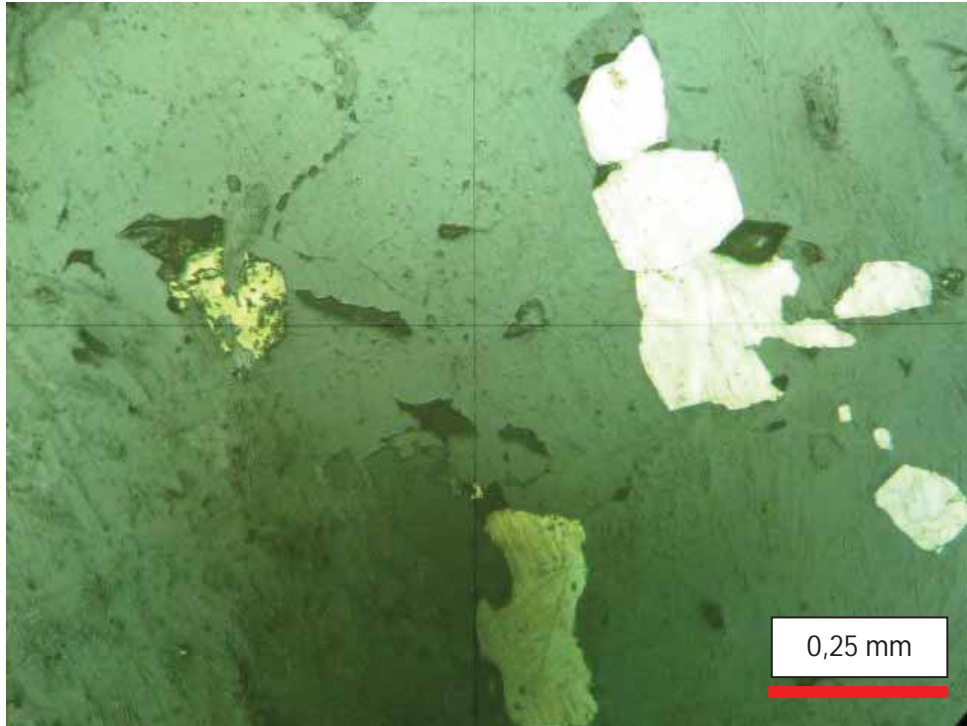


Figura 4 – Fotomicrografia de clorita-biotita-pirita-quartzo-muscovita xisto, com detalhe para cristais de pirita e calcopirita. (Luz refletida)



AMOSTRA: SU-23-1

LÂMINA: SU-23-

Descrição Macroscópica

Rocha foliada de coloração predominantemente cinza escuro, com algumas porções apresentando coloração cinza-esverdeada. Apresenta textura granolepidoblástica, e granulação fina a média. Composta por quartzo, biotita e sulfetos (pirita, esfalerita e galena), estes associados a veios.

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo SU-23 em 81,68m de profundidade. Rocha de granulação fina, com sulfetação representada por pirita, esfalerita e galena.



Descrição Microscópica

-Estrutura: anisotrópica, marcada pela foliação principal da rocha

-Textura: lepidoblástica/nematoblástica

-Composição mineralógica estimada:

Muscovita – 30%

Quartzo – 20%

Pirita – 14%

Biotita – 13%

Plagioclásio – 8%

Epidoto – 5%

Esfalerita – 5%

Cianita – 2%

Granada – 2%

Calcopirita – 1%

Titanita - traços

-Descrição dos minerais:

Muscovita é o mineral mais abundante na rocha, perfazendo 30% da composição mineralógica. Os cristais apresentam hábito ora tabular ora acicular, birrefringência alta, relevo moderado e forte pleocroísmo. Cristais geralmente submilimétricos.

Quartzo ocorre compondo a matriz da rocha e também na forma de pequenas vênulas. Nas vênulas, está associado principalmente aos minerais pirita e biotita. Encontra-se recristalizado, e os grãos são anedrais, geralmente submilimétricos. Na matriz os cristais de quartzo são mais finos, com formas subhedrais a anedrais.

A pirita é o sulfeto de maior ocorrência na rocha. Seus grãos são ora hipidiomórficos ora xenomórficos, com até 2 mm. A coloração é amarelo claro e o brilho moderado.

Os cristais de biotita são encontrados associados a veios de quartzo, que preenchem fraturas. Exibem coloração marrom, birrefringência moderada, relevo moderado e hábito tabular.

Plagioclásio ocorre em pouca quantidade na rocha, sendo encontrado quase sempre que junto a cristais de quartzo. Apresenta relevo e birrefringência baixa, e os cristais são geralmente submilimétricos.

Esfalerita apresenta-se na forma de cristais xenomórficos, inferiores a 2 mm. Sob luz refletida, sua coloração é cinza.

Os cristais de epidoto são encontrados de maneira dispersa pela lâmina, em poucas quantidades. Apresentam hábito prismático, birrefringência alta e relevo alto. As granadas apresentam-se na forma de poiquiloclastos, com inclusões de quartzo e também epidoto, São submilimétricas, exibem relevo alto e estão associadas a biotita.

A cianita é também encontrada em poquíssima quantidade pela rocha. Apresenta relevo alto, hábito granular e é pleocróica.

A calcopirita perfaz apenas 1 % de toda a composição mineralógica da rocha. Possui coloração amarelo escuro e é fracamente anisotrópica

-Fácies: metamorfismo em fácies anfíbolito, com posterior retrometamorfismo em fácies xisto verde

Classificação da Rocha: Esfalerita-epidoto-biotita-pirita-quartzo-muscovita xisto

Figura 2 – Fotomicrografias de esfalerita-epidoto-biotita-pirita-quartzo-muscovita xisto, com detalhe para cristais de sulfetos associados a cristais de biotita.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

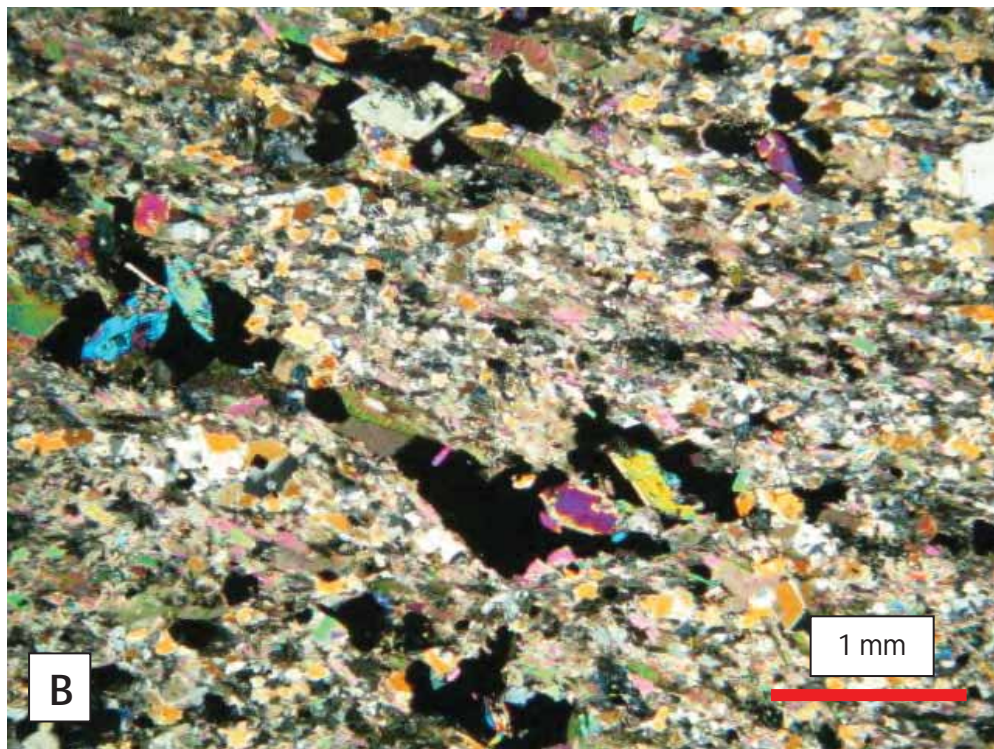
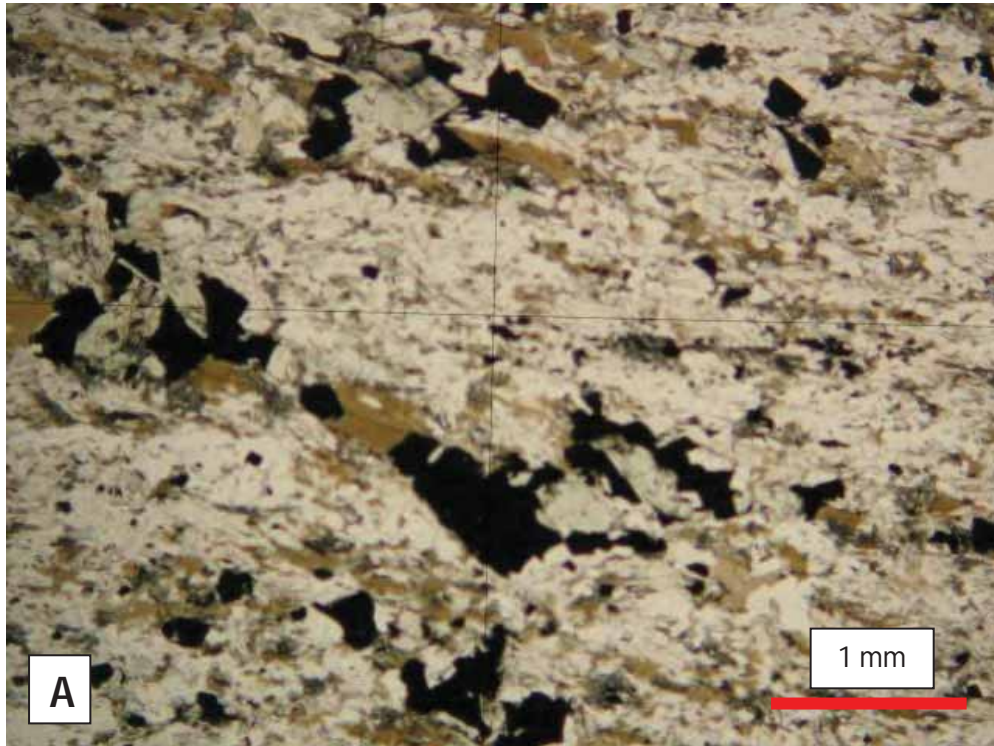


Figura 3 – Fotomicrografias de esfalerita-epidoto-biotita-pirita-quartzo-muscovita xisto, com detalhe para cristal de granada rotacionado, associado com cristais de muscovita e principalmente biotita.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

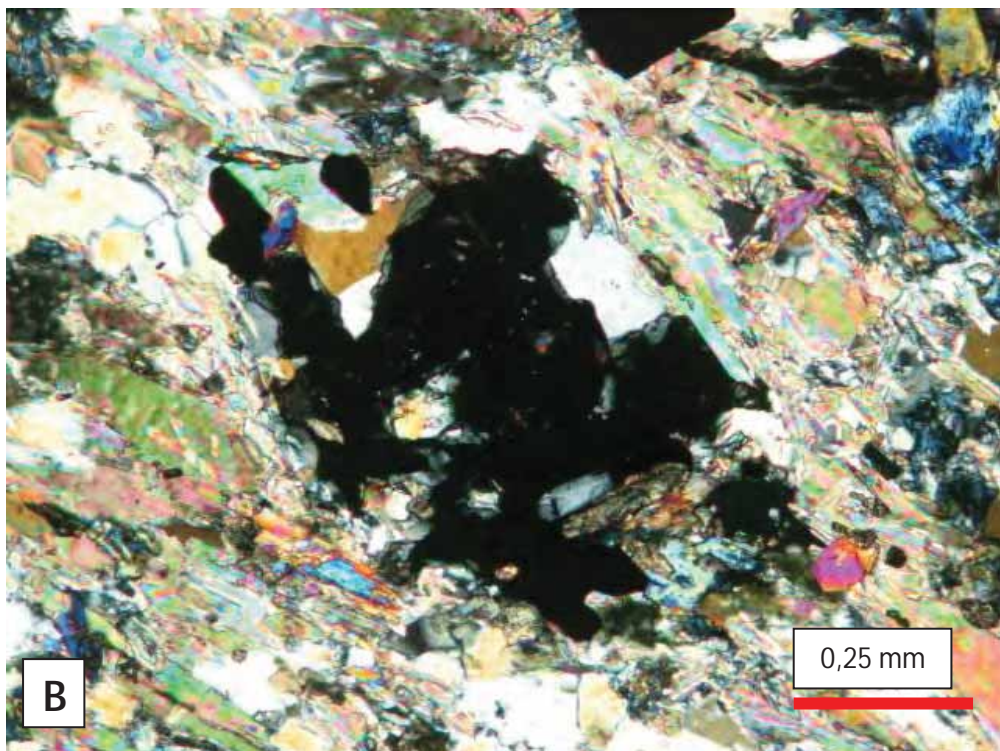
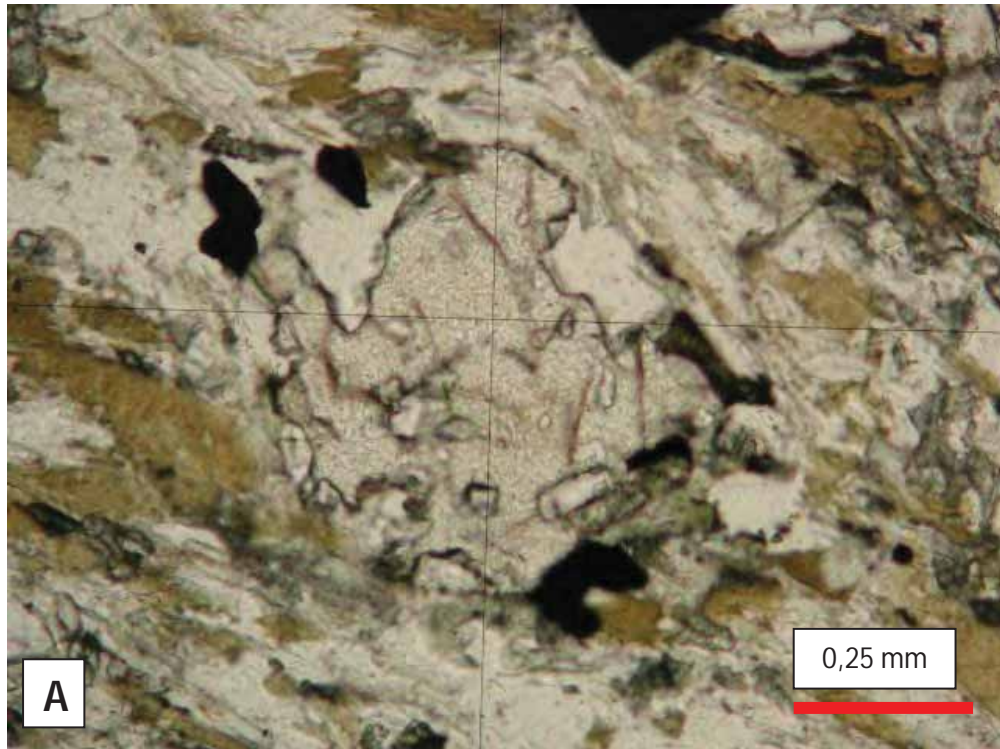
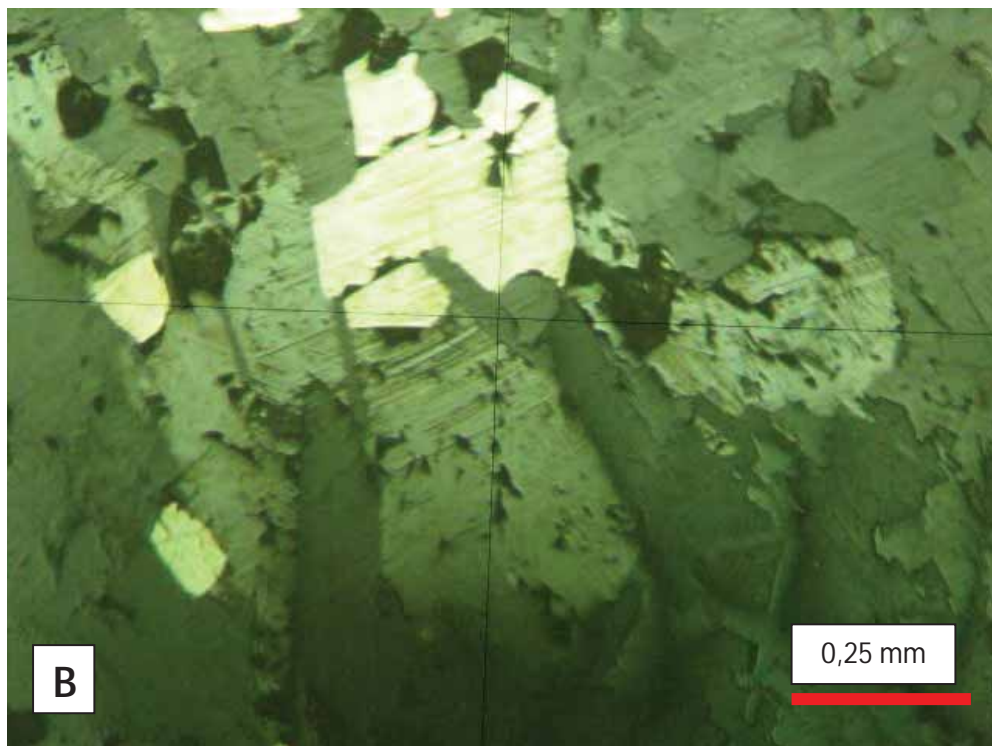
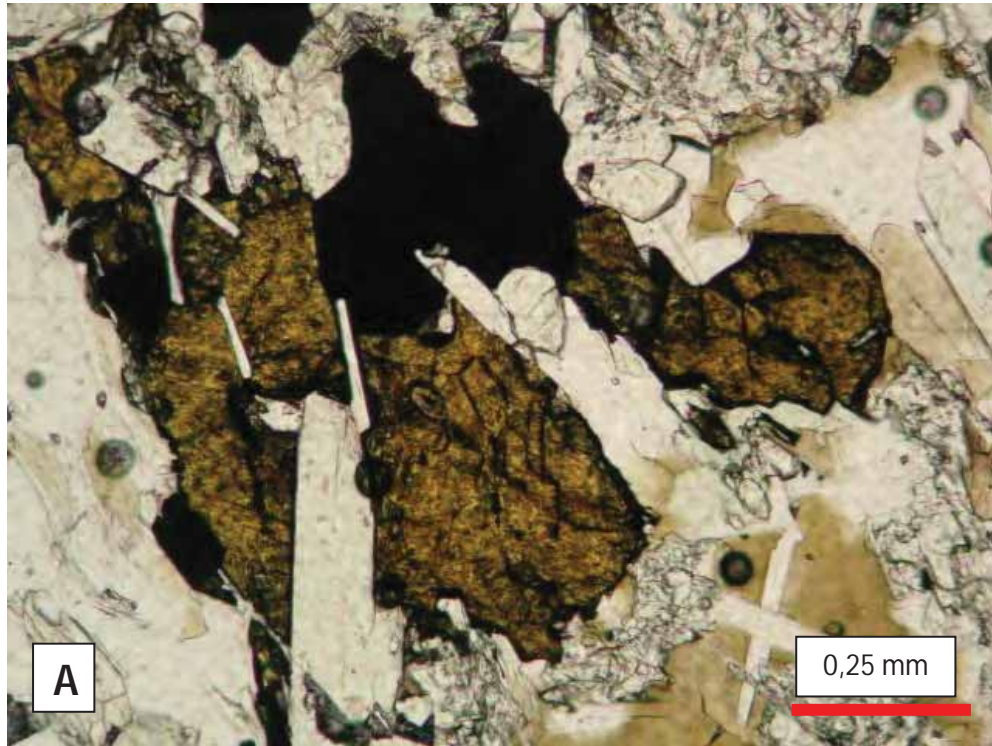


Figura 4 – Fotomicrografias de esfalerita-epidoto-biotita-pirita-quartzo-muscovita xisto, com detalhe para cristais de esfalerita em associação com cristais de pirita.

(A)– Luz polarizada. (B) – Luz refletida



AMOSTRA: SU-23-2

LÂMINA: SU-23-2

Descrição Macroscópica:

Rocha foliada de coloração cinza claro, com algumas porções (no caso vênulas de biotita) mais escuras, granulação fina a média e textura granoblástica. Apresenta forte alteração hidrotermal, caracterizada pela presença de veios de carbonato e quartzo com pirita, esfalerita e galena associadas. Apresenta também níveis propilitizados. Composta por quartzo, plagioclásio, biotita, carbonato, clorita e sulfetos (pirita, esfalerita e galena).

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo SU-23 em 113,12m de profundidade. Rocha de estrutura anisotrópica, marcada pela presença de foliação principal.



Descrição Microscópica

-Estrutura: anisotrópica, marcada pela orientação preferencial dos minerais (foliação principal da rocha)

-Textura: granolepidoblástica, com cristais inequigranulares

-Composição mineralógica estimada:

Plagioclásio – 26%

Pirita – 8%

Quartzo – 25%

Esfalerita – 5%

Biotita – 15%

Granada – 1%

Muscovita – 10%

Calcopirita - traços

Epidoto – 10%

Titanita - traços

-Descrição dos minerais:

Plagioclásio ocorre disperso por toda a rocha, sendo o mineral de maior ocorrência. Os cristais, no geral, são submilimétricos, subhedrais a anedrais, e não apresentam-se geminados. São encontrados, em muitas porções, alterando-se para muscovita e também para epidoto (retrometamorfismo).

Quartzo ocorre tanto em vênulas como também compondo a matriz principal da rocha. Nas vênulas, que ocorrem paralelas à foliação principal da rocha, o quartzo ocorre sob a forma de cristais subhedrais de até 2,7 mm. Já na matriz, o quartzo apresenta uma granulação mais fina, com cristais principalmente anedrais.

Os cristais de biotita podem ser vistos em toda a lâmina, porém são encontrados em maiores quantidades nas vênulas, onde estão associados a cristais de quartzo. Apresentam birrefringência alta, relevo moderado e hábito placóide. Sua coloração é predominantemente marrom, e o tamanho dos cristais não ultrapassa 1 mm.

Muscovita ocorre associada a cristais de biotita principalmente. Apresentam hábito acicular, birrefringência alta, relevo baixo e são geralmente submilimétricas. Em alguns casos, os cristais de muscovita são produtos de retrometamorfismo dos plagioclásios, e desse modo, os cristais podem não apresentar-se orientados.

Os cristais de epidoto ocorrem tanto na forma de arranjos microgranulares quanto na forma de grãos, subhedrais ou anedrais. Apresentam relevo e birrefringência alta, e são muitas vezes oriundos da alteração de cristais de plagioclásios.

A pirita ocorre disseminada por toda a rocha. Os cristais são hipidiomórficos a xenomórficos, exibem coloração amarelo claro, são isotrópicos e não ultrapassam 2 mm de comprimento. Podem ser encontrados associados a cristais de esfalerita.

A esfalerita apresenta, sob luz refletida, coloração cinza e fraca anisotropia. Os cristais são xenomórficos e não ultrapassam 4 mm. Podem ser encontradas associadas a pirita, e também englobando cristais de quartzo e também muscovita.

Os cristais de granada são poiquiloclásticos, com inclusões principalmente de quartzo. Apresentam-se fraturados e exibem relevo alto.

Titanita e calcopirita são observadas como minerais traço, aparecendo apenas em porções restritas da rocha.

-Fácies: anfíbolito, com retrometamorfismo em fácies xisto verde

Classificação da Rocha: Biotita gnaisse epidotizado e muscovitizado

Figura 2 – Fotomicrografias de biotita gnaisse epidotizado e muscovitizado, com detalhe para a orientação preferencial exibida pelos cristais de biotita.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

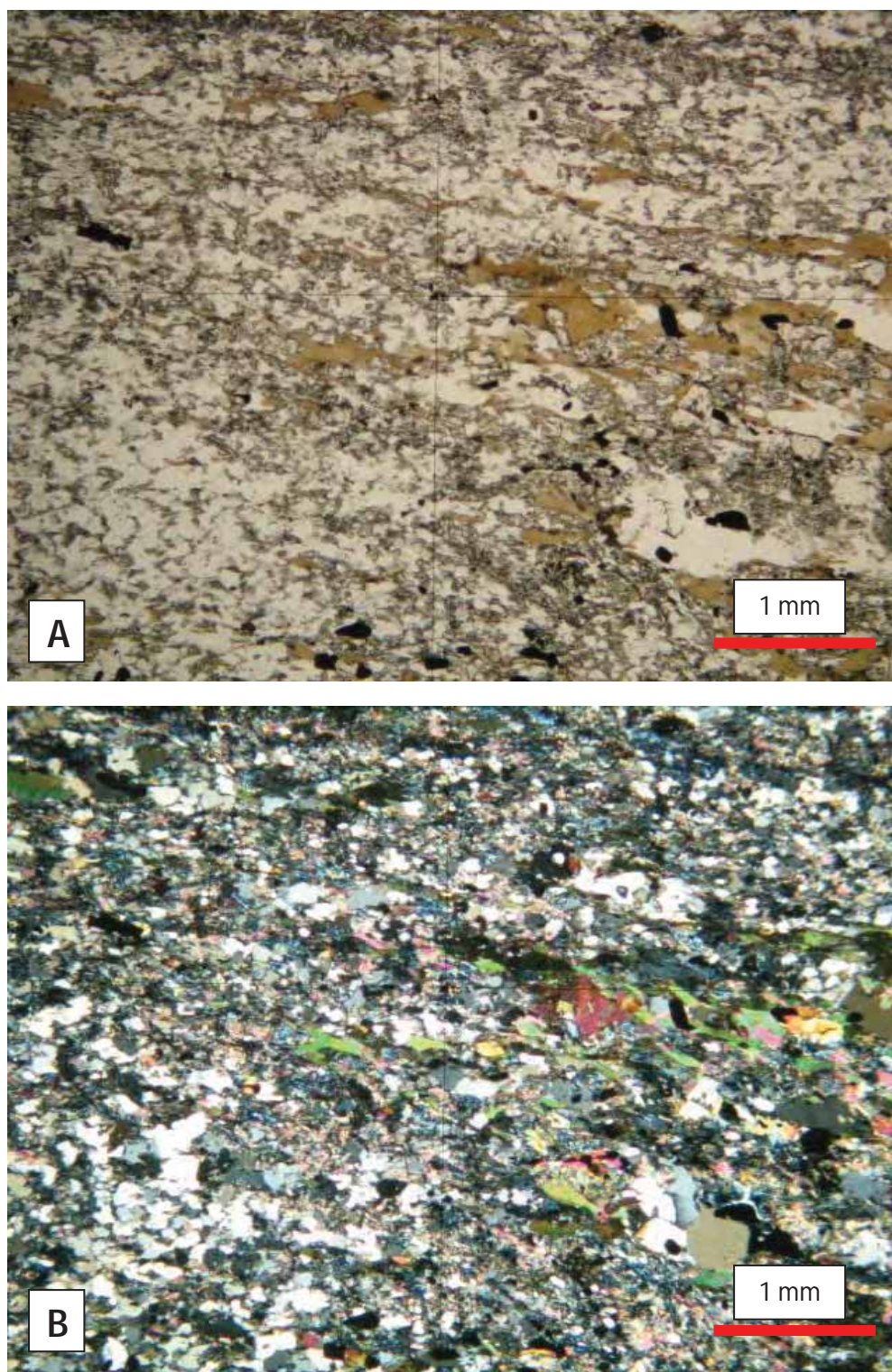
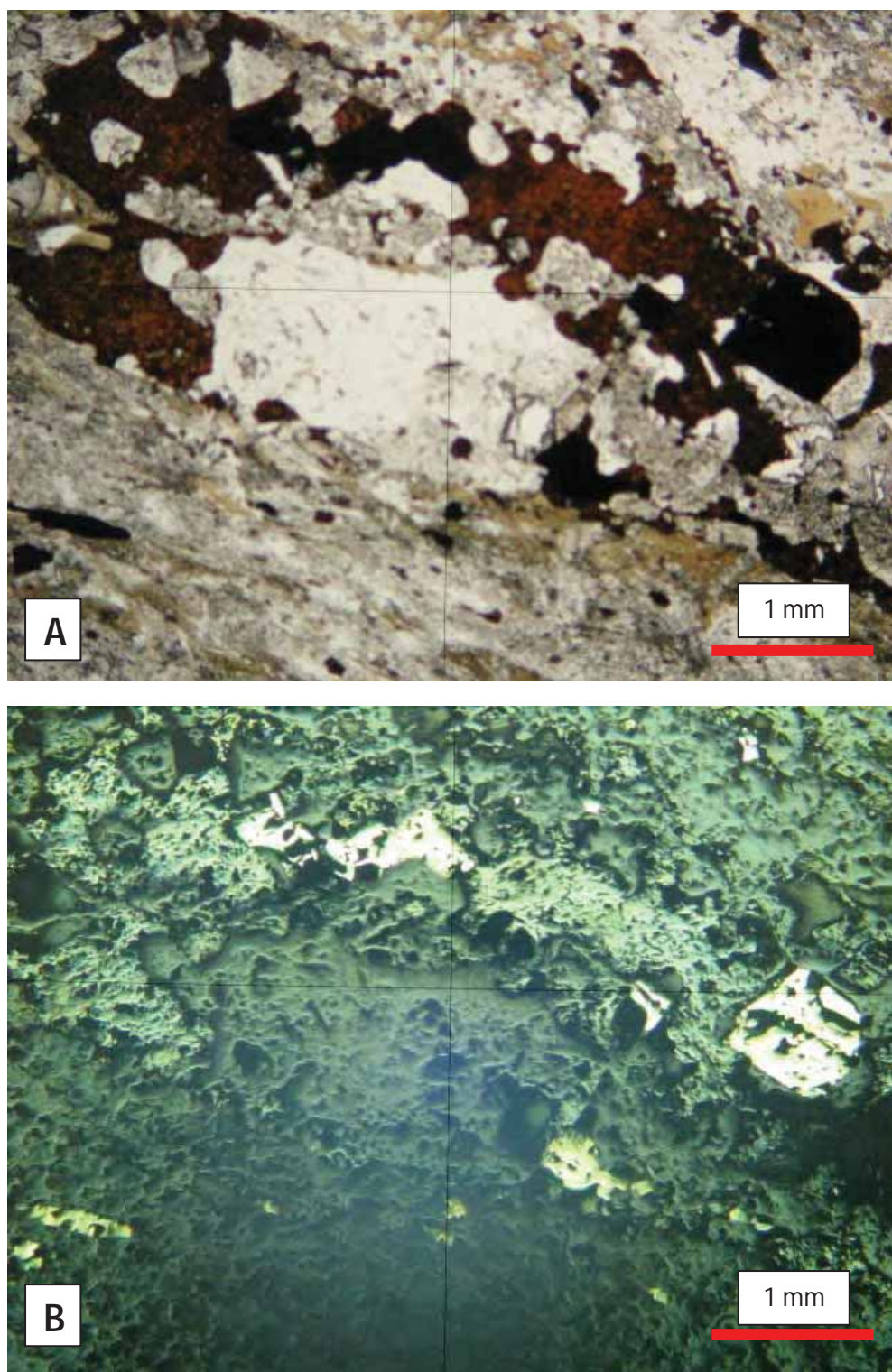


Figura 3 – Fotomicrografias de biotita gnaiss epidotizado e muscovitizado, com detalhe para cristais de esfalerita associados a cristais de pirita.

(A)– Luz polarizada. (B) – Luz refletida.



AMOSTRA: SU-23-3

LÂMINA: SU-23-3

Descrição Macroscópica

Rocha foliada, de coloração cinza esverdeada, granulação fina, e textura granolepidoblástica. Apresenta alteração hidrotermal, caracterizada pela sulfetação, além de apresentar ainda pequenos níveis com propilitização. Presença de vênulas de quartzo com biotita e epidoto, com possíveis sulfetos associados. Composta por biotita, quartzo, epidoto e sulfetos (pirita e esfalerita).

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo SU-23 em 125,90m de profundidade. Nota-se a presença de vênulas de quartzo com epidoto e sulfetos associados.



Descrição Microscópica

-Estrutura: anisotrópica, marcada pela xistosidade da rocha

-Textura: granoleídoblastica/lepidogranoblástica

-Composição mineralógica estimada:

Plagioclásio – 30%

Quartzo – 20%

Biotita – 16%

Epidoto - 10%

Clorita - 8%

Pirita – 7%

Granada – 5%

Muscovita – 3%

Rutilo – 1%

Carbonato - traços

Calcopirita - traços

-Descrição dos minerais:

Plagioclásio ocorre disperso por toda a rocha, sendo o mineral de maior ocorrência. Os cristais, no geral, são submilimétricos, subhedrais a anedrais, e não apresentam geminação, o que torna difícil a identificação do tipo de plagioclásio. Em algumas porções da rocha, estão alterando-se para epidoto (retrometamorfismo).

Quartzo ocorre tanto em vênulas como também compondo a matriz principal da rocha. Nas vênulas, que ocorrem paralelas à foliação principal da rocha, os cristais exibem granulação fina e média, e ocorrem sob a forma de cristais subhedrais. Já na matriz, o quartzo apresenta uma granulação mais fina, com cristais principalmente anedrais, de até 1 mm.

Os cristais de biotita, dispersos por toda a lâmina, apresentam birrefringência alta, relevo moderado e hábito placóide. Sua coloração é predominantemente marrom acastanhado, e o tamanho dos cristais não ultrapassa 1 mm. Em algumas porções, estão alterando-se para clorita (retrometamorfismo).

Os cristais de epidoto ocorrem principalmente associados às vênulas de quartzo com sulfetos. Podem ser observados tanto na forma de arranjos microgranulares quanto na forma de grãos, subhedrais ou anedrais. Apresentam relevo e birrefringência alta, e são muitas vezes oriundos da alteração de cristais de plagioclásios. Podem ser incolores ou de coloração esverdeada.

Os cristais de clorita, de coloração verde claro, apresentam hábito tabular/placóide, relevo moderado e birrefringência baixa. Os cristais são, em geral, submilimétricos, e apresentam-se geminados. São encontradas principalmente como produto do retrometamorfismo sobre cristais de biotita.

A pirita ocorre disseminada por toda a rocha. Os cristais são ora hipidiomórficos ora xenomórficos e exibem coloração amarelo claro. São isotrópicos, não ultrapassam 2 mm de comprimento, e podem ser encontrados associados a vênulas de quartzo com clorita.

As granadas são poiquiloclásticas, com inclusões de quartzo e também sulfetos. Exibem relevo alto e coloração levemente amarronzada. Podem ser observadas associadas a cristais de biotita e sulfetos.

Muscovita apresenta hábito acicular, birrefringência alta, relevo baixo e são geralmente submilimétricas. São encontradas em boa parte da rocha porém, em pequenas quantidades.

Cristais de rutilo apresentam, sob luz transmitida, coloração avermelhada, enquanto que sob luz refletida, coloração cinza claro. Os cristais geralmente são xenomórficos, com até 1,3 mm, são anisotrópicos, e estão associados a pirita.

Calcopirita é observada como mineral traço, aparecendo apenas em porções restritas da rocha.

-Fácies: anfíbolito, com metamorfismo retrógrado em fácies xisto verde

Classificação da Rocha: Granada-clorita-epidoto-biotita gnaiss

Figura 2 – Fotomicrografias de granada-clorita-epidoto-biotita gnaiss, com detalhe para a orientação preferencial exibida pelos cristais de biotita.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

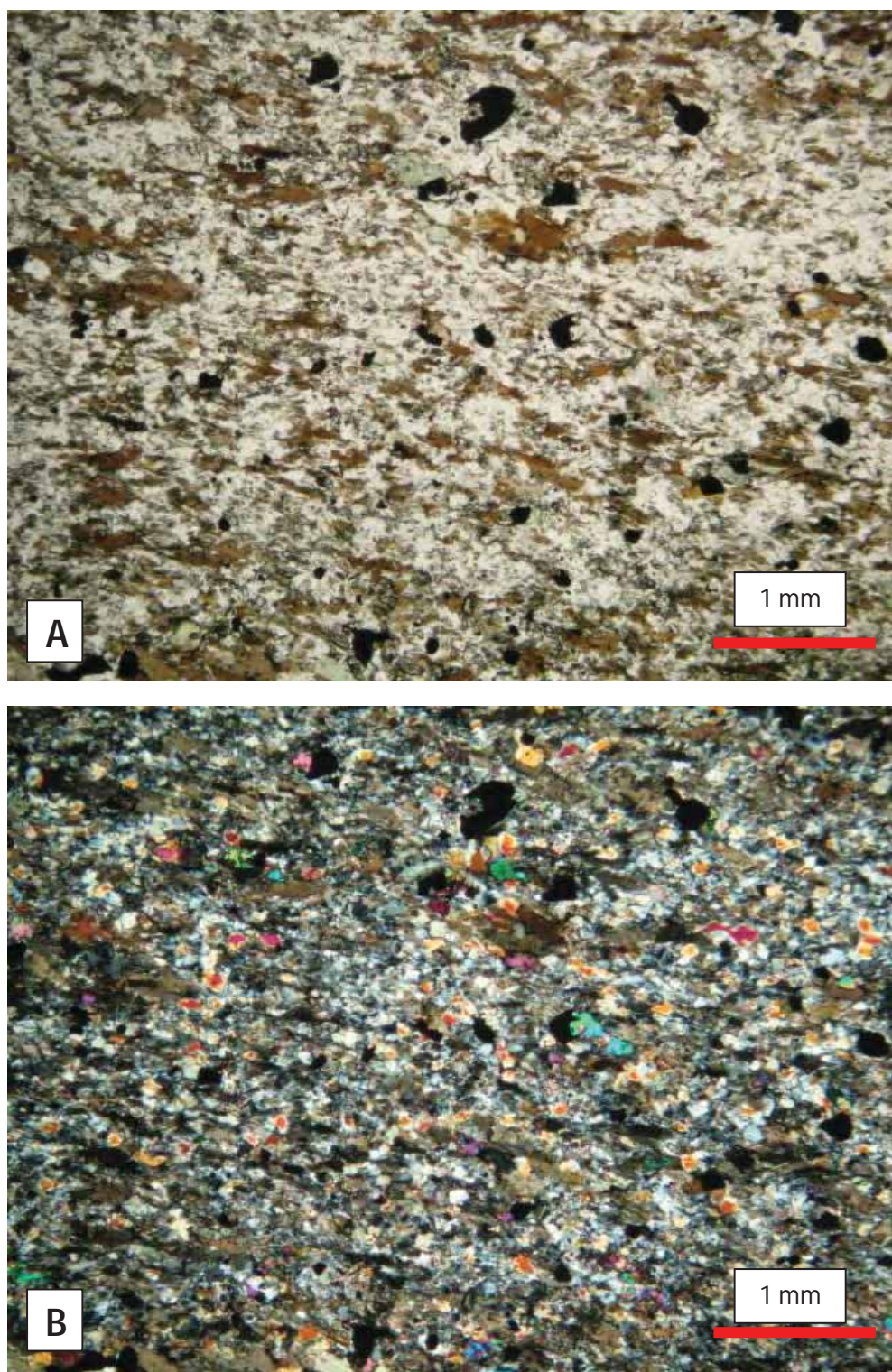


Figura 3 – Fotomicrografias de granada-clorita-epidoto-biotita gnaiss, com detalhe para cristais de rutilo associados a vênula de quartzo.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

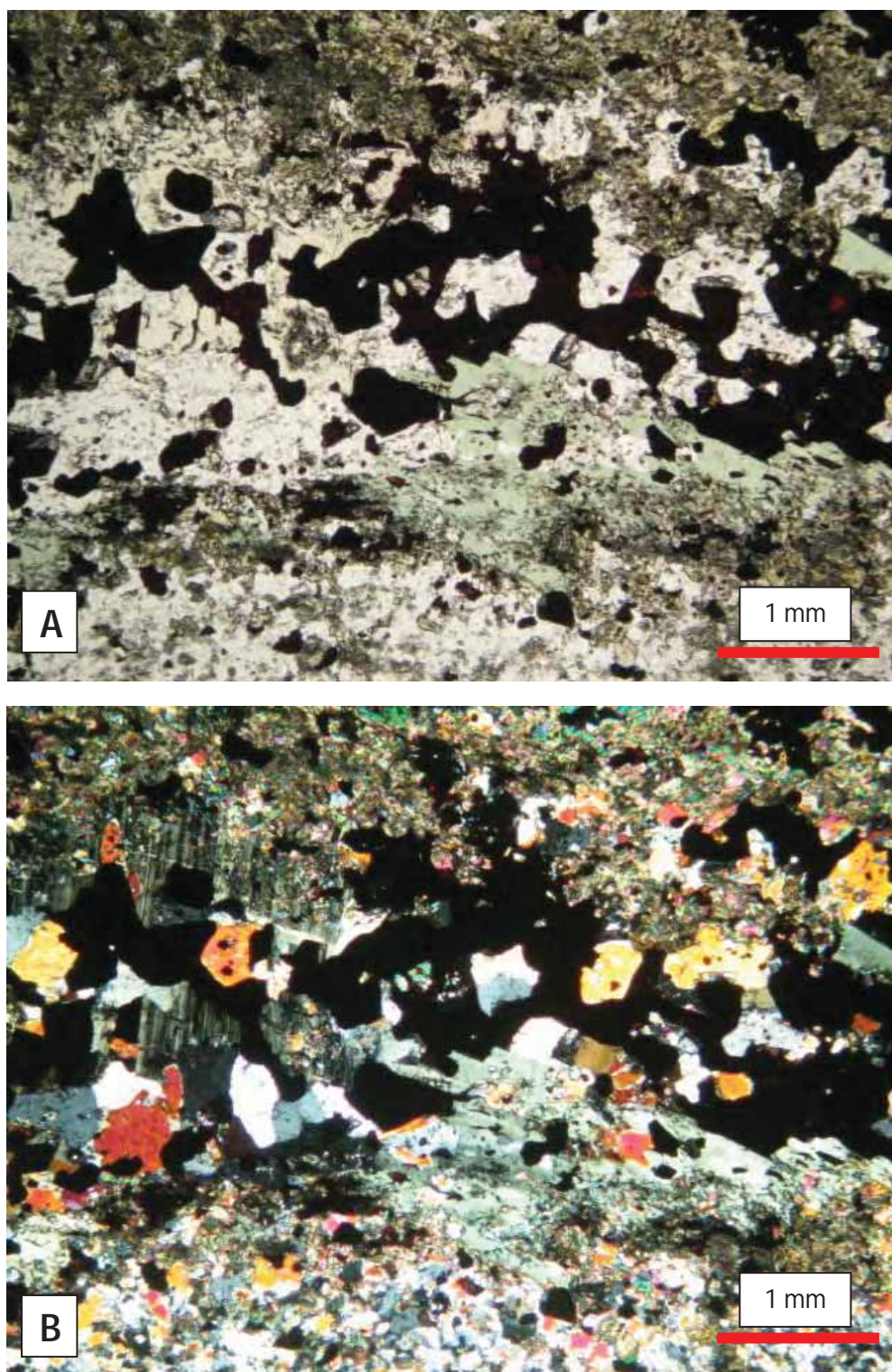
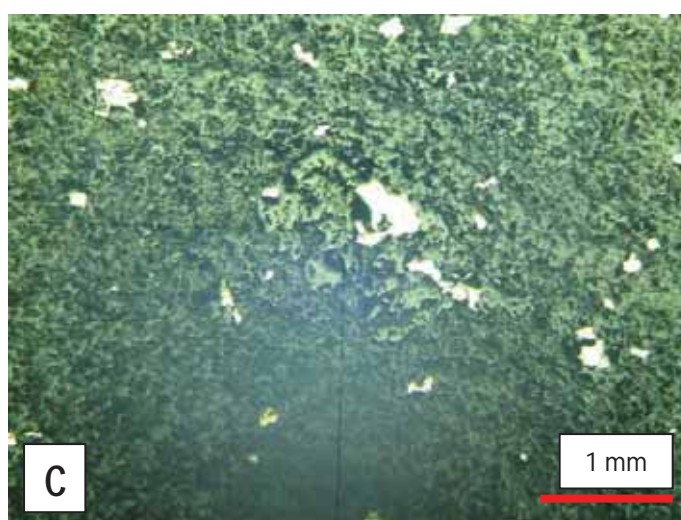
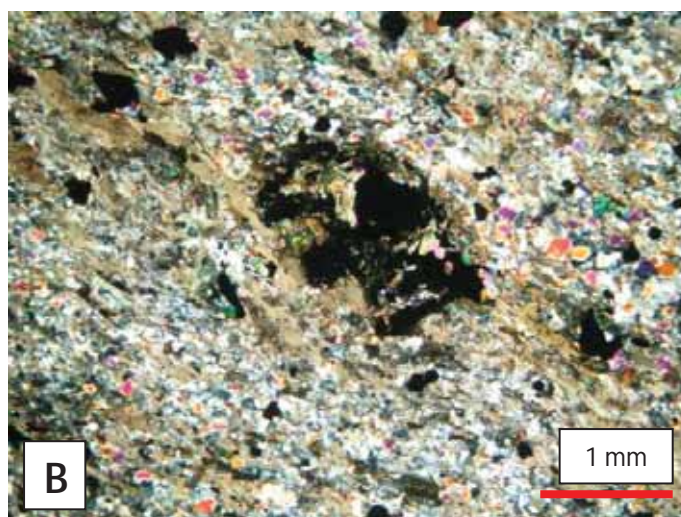
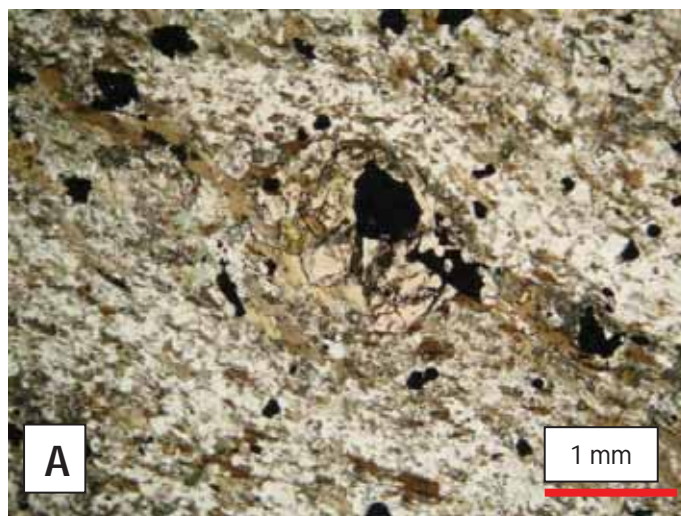


Figura 4 – Fotomicrografias de granada-clorita-epidoto-biotita gnaiss, com detalhe para crista de granada poiquilítica associada a cristal de pirita.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados. (C) – Luz refletida



**ANEXO II – FICHAS COM DESCRIÇÕES
PETROGRÁFICAS DE LÂMINAS POLIDAS
DA PORÇÃO NW DA MINA DE CHAPADA**

AMOSTRA: NM-31-1

LÂMINA: NM-31-1

Descrição Macroscópica:

Rocha de coloração cinza escuro granulação fina, foliada, textura granolepidoblástica. Apresenta propilitização, marcada pela presença de clorita, silicificação marcada pela presença de veios de quartzo. Presença ainda de níves com maior quantidade de biotita. Pirita e calcopirita são encontradas tanto disseminadas quanto na forma de vênulas (acompanham a foliação). Rocha composta por anfibólio, quartzo, biotita e sulfetos (pirita e calcopirita).

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo NM-31 em 55,50m de profundidade. Rocha de granulação fina, composta por anfibólio, quartzo, biotita, pirita e calcopirita.



Descrição Microscópica

-Estrutura: anisotrópica, marcada pela presença de bandas mais ricas em biotita e bandas quartzo-feldspáticas

-Textura: granolepidoblástica, com cristais inequigranulares

-Composição mineralógica estimada:

Quartzo – 40%

Calcopirita – 2%

Plagioclásio – 20%

Magnetita – 1%

Biotita – 20%

Microclínio – 1%

Muscovita – 10%

Pirita - traços

Epidoto – 6%

Titanita - traços

-Descrição dos minerais:

Quartzo ocorre vênulas e também compoendo a matriz da rocha. Nas vênulas, os cristais são de granulação fina à média, são subhedrais a anedrais, com até 2,5 mm, e estão recristalizados. Na matriz, o quartzo apresenta uma granulação mais fina, com cristais principalmente subhedrais, geralmente inferiores a 1 mm.

Plagioclásio ocorre disperso por toda a rocha, sendo o mineral de maior ocorrência. Os cristais, no geral, são submilimétricos, podendo até atingir algumas vezes tamanhos inferiores a 1 mm. São subhedrais a anedrais, e alguns cristais apresentam-se geminados e também apresentam extinção zonada. Em algumas porções da rocha, estão alterando-se para epidoto e muscovita (retrometamorfismo).

As biotitas são encontradas dispersas por toda a lâmina, apresentam birrefringência alta, relevo moderado e hábito placóide. A coloração varia entre tons escuros de verde e tons claros de marrom, e o tamanho dos cristais não ultrapassa 2 mm. Podem ser observadas segundo a orientação principal da rocha.

Muscovita ocorre principalmente como produto de retrometamorfismo sobre cristais de plagioclásio. Apresenta hábito hora acicular hora tabular, birrefringência alta, relevo baixo e são geralmente submilimétricas.

Os cristais de epidoto podem ser observados tanto na forma de arranjos microgranulares quanto na forma de cristais prismáticos, anedrais. Apresentam relevo e birrefringência alta, e são muitas vezes oriundos da alteração de cristais de plagioclásios. São incolores, e geralmente de tamanhos inferiores a 1 mm.

Calcopirita é o sulfeto mais abundante na rocha, e apresenta como principais características a coloração amarelo escuro e a fraca anisotropia dos cristais, que são hora hipidiomórficos hora xenomórficos. Os cristais apresentam tamanho máximo de 0,8 mm.

A magnetita ocorre em porções restritas da lâmina, apresentando, sob luz refletida, coloração cinza claro. Os cristais são principalmente xenomórficos, e encontram-se disseminados segundo a foliação principal da rocha e também associados a veios de quartzo.

Microclínio ocorre também em porção restrita da lâmina, podendo ser observado em pequena quantidade (1%). Apresenta geminação em grade, birrefringência alta, relevo baixo, e os cristais geralmente não ultrapassam 1 mm.

Por fim, pirita e titanita são considerados minerais traço, sendo observados muito raramente na lâmina.

-Fácies: anfíbolito, com ação de retrometamorfismo em fácies xisto verde

Classificação da Rocha: Epidoto-muscovita-biotita gnaiss

Figura 2 – Fotomicrografias de epidoto-muscovita-biotita gnaiss, com detalhe para a orientação preferencial exibida pelos cristais de biotita.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

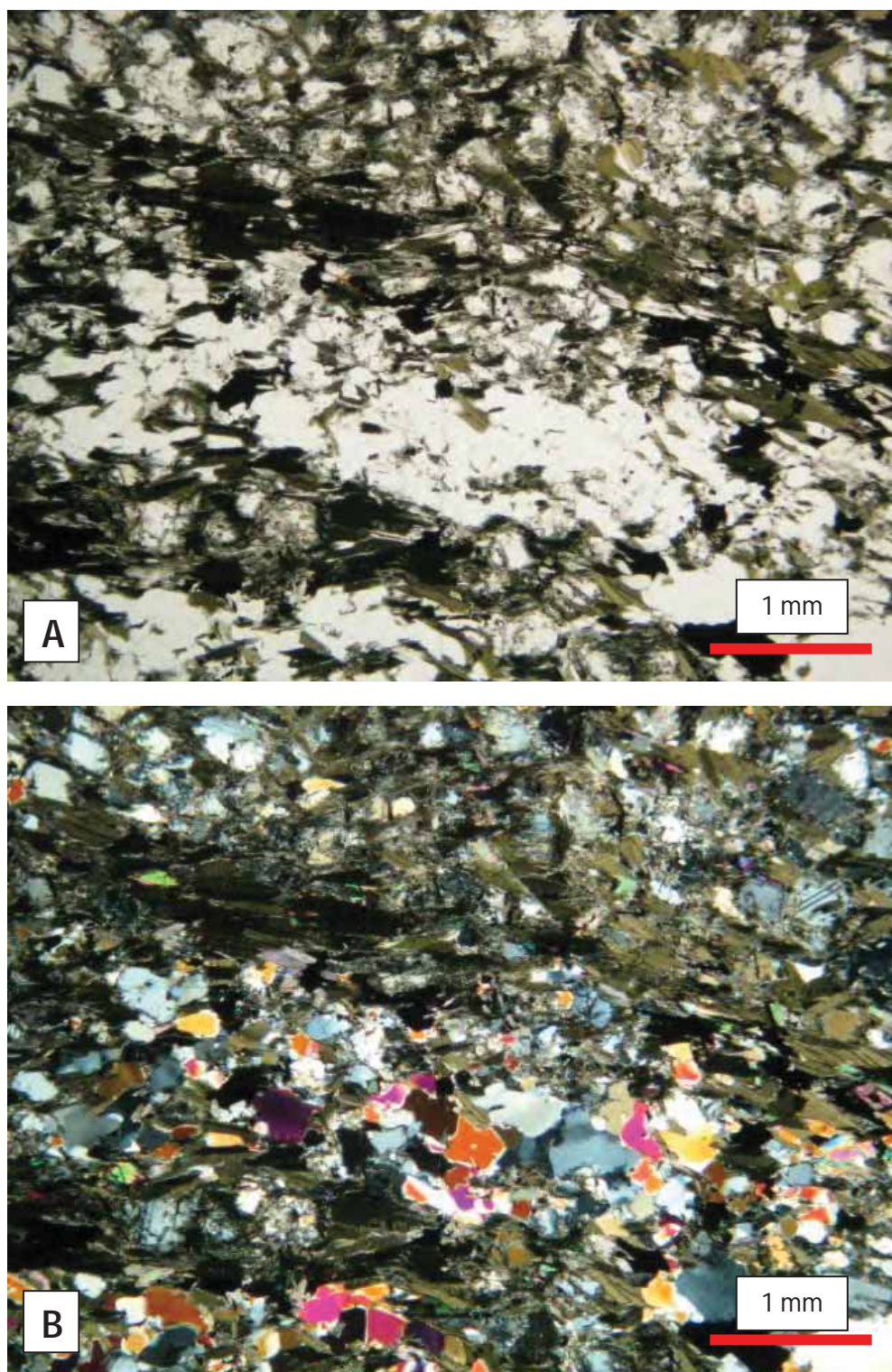
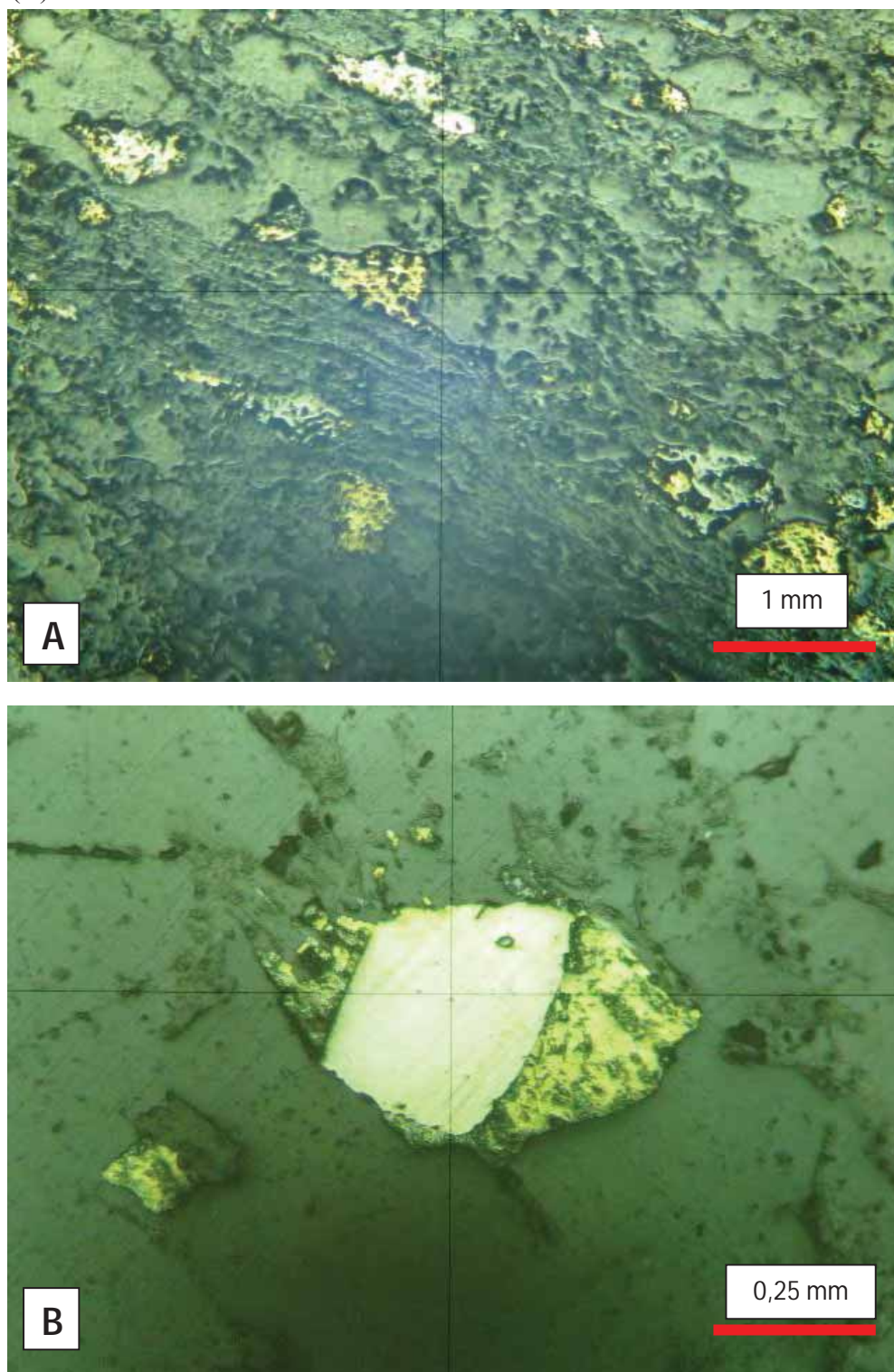


Figura 3 – Fotomicrografias de epidoto-muscovita-biotita gnaiss, com detalhe para cristais de pirita e calcopirita disseminados (A), e detalhe para cristal de pirita envolto por cristal de calcopirita (B).

(A) e (B) – Luz refletida



AMOSTRA: NM-31-2

LÂMINA: NM-31-2

Descrição Macroscópica

Rocha foliada, de coloração predominantemente cinza escuro e preta, com algumas porções apresentando coloração cinza claro. Textura granonematoblástica e granulação fina a média. Presença de sulfetos disseminados e também acompanhando a foliação principal da rocha, além da ocorrência de veios de quartzo e biotita. Rocha composta por anfibólio, quartzo, plagioclásio, biotita, clorita e sulfetos (pirita, calcopirita e bornita).

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo NM-31 em 70,45m de profundidade. É possível observar a presença de estrutura anisotrópica, marcada pela xistosidade da rocha.



Descrição Microscópica

-Estrutura: presença de estrutura foliada.

-Textura: predomínio de ocorrência de textura lepidogranoblástica, marcada principalmente pelos cristais de biotita.

-Composição mineralógica estimada:

Biotita-42%

Clorita-5%

Quartzo-40%

Calcopirita-2%

Hornblenda-10%

Pirita-1%

- Descrição dos minerais:

Quartzo ocorre na forma de cristais anedrais, incolores à nicóis descruzados, que apresentam um comprimento máximo de aproximadamente 1,3mm. O contato entre os grãos de quartzo varia, apresentando-se algumas vezes do tipo reto e em algumas vezes do tipo irregular (ondulado). Quartzo é encontrado em finas bandas, que localizam-se em meio a bandas mais espessas compostas por biotita.

Biotita ocorre na forma de cristais hora ripiformes hora tabulares, com dimensões que chegam a ultrapassar os 5,2mm de comprimento. Apresentam coloração que varia entre tons de marrom claro e escuro com os nicóis descruzados. Com nicóis cruzados, apresentam birrefringência alta. A biotita encontra-se em um arranjo segundo uma foliação principal da rocha (Sn).

A hornblenda, que ocorre dispersa pela lâmina, apresenta coloração predominantemente verde clara, quando os nicóis encontram-se descruzados. Os cristais são anedrais e geralmente não ultrapassam 1,5mm de comprimento. Apresentam birrefringência moderada e são fracamente pleocróicos. Encontra-se associada à biotita.

A sulfetação na rocha é fina, representada pela ocorrência de pirita e calcopirita. Apresentam-se na forma de cristais anedrais submilimétricos (menores que 0,9mm de comprimento).

Os cristais de pirita encontram-se disseminados, apresentam bordas irregulares e são inequigranulares. A coloração é predominantemente amarelo claro.

Os cristais de calcopirita também são encontrados disseminados, porém em maior quantidade que os cristais de pirita. Têm o hábito granular e apresentam coloração amarelo escuro.

-Fácies: metamorfismo em fácies anfíbolito, com posterior ação de retrometamorfismo em fácies xisto verde

Classificação da Rocha: Hornblenda-quartzo-biotita xisto

Figura 2 – Fotomicrografias de hornblenda-quartzo-biotita xisto, com detalhe para a foliação principal da rocha delimitada pelos cristais de biotita. Pode-se observar a ainda um porfiroclasto de hornblenda em meio aos cristais de biotita.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

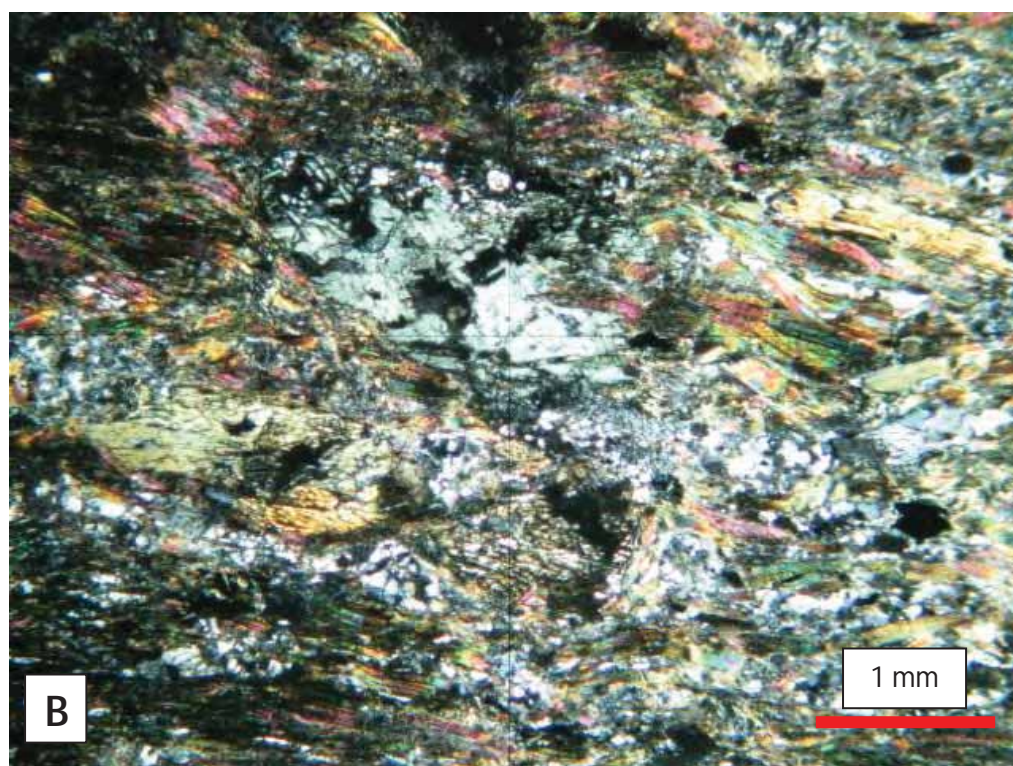
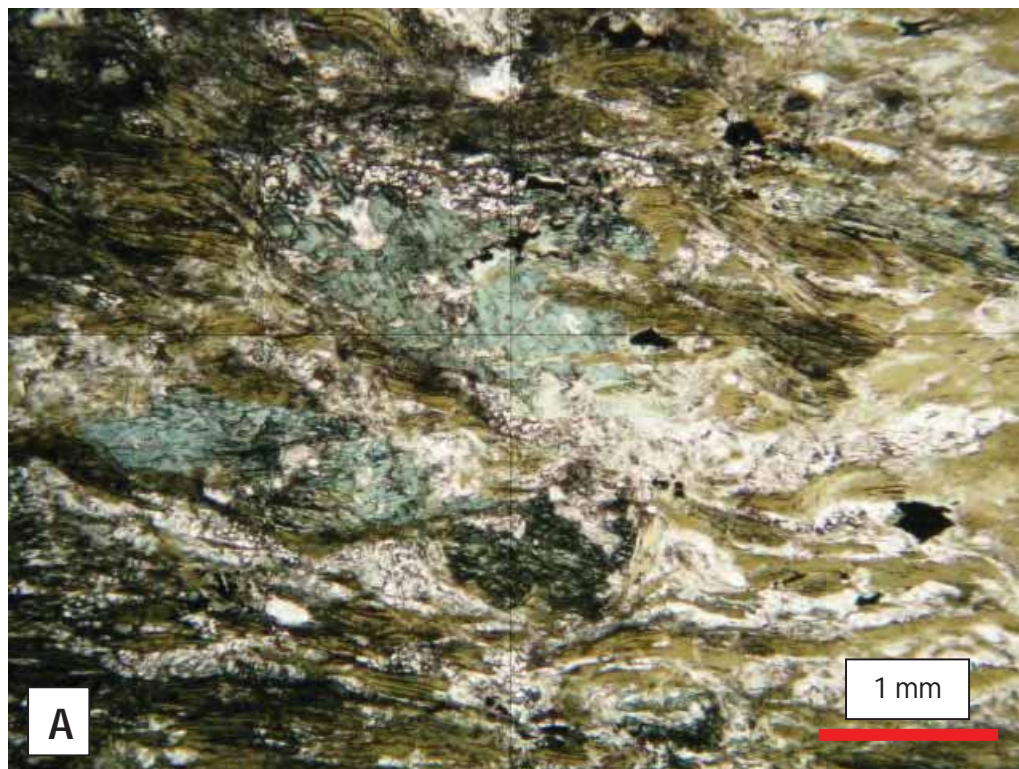
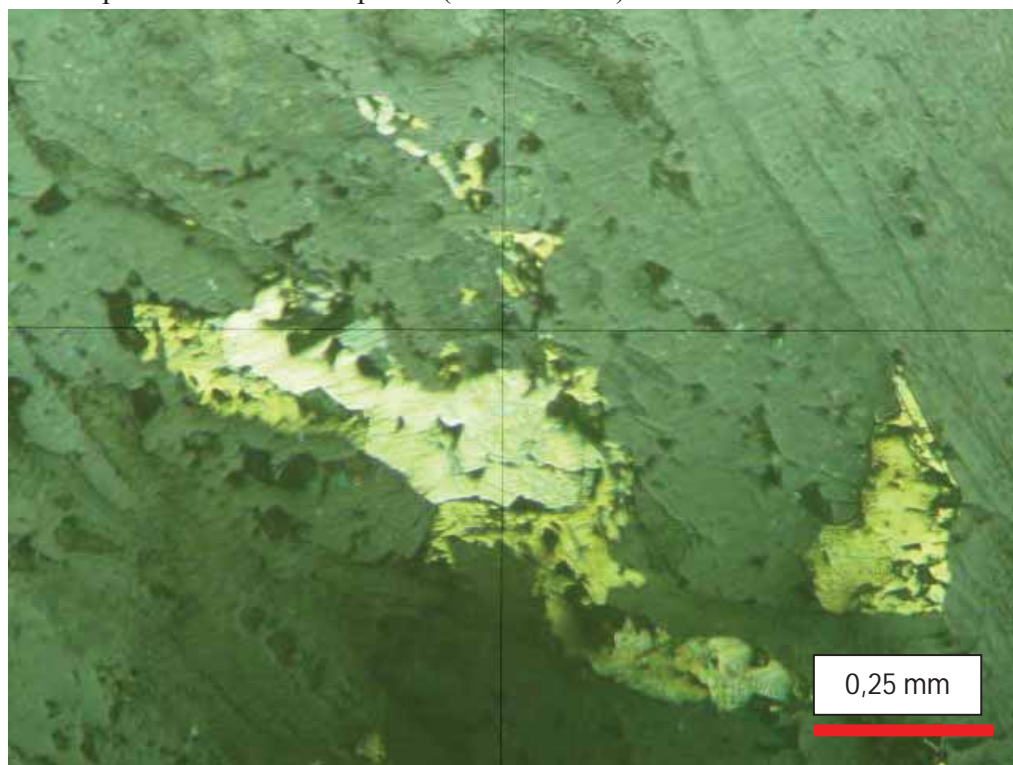


Figura 3 – Fotomicrografia de hornblenda-quartzo-biotita xisto, com detalhe para cristal de biotita envolto por cristais de calcopirita. (Luz refletida)



AMOSTRA: NM-31-3

LÂMINA: NM-31-3

Descrição Macroscópica:

Rocha foliada, de coloração predominantemente cinza escuro, com poucas porções apresentando coloração cinza claro. Granulação varia entre fina e média, e apresenta textura granonematoblástica. Presença de sulfetos disseminados e também acompanhando a foliação principal da rocha. Ocorrência de veios de quartzo e biotita, e também vênulas preenchidas por carbonato (algumas porções da rocha apresentam dissolução do carbonato). Rocha composta por anfibólio, quartzo, plagioclásio, biotita, carbonato e sulfetos (pirita, calcopirita).

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo NM-31 em 75,15m de profundidade. Nota-se a presença de dissolução, gerada pela presença de carbonatos.



Descrição Microscópica

-Estrutura: isotrópica, com ausência de orientação preferencial dos minerais

-Textura: lepidoblástica

-Composição mineralógica estimada:

Hornblenda – 65%

Calcopirita – 2%

Plagioclásio – 11%

Muscovita – 1%

Biotita – 8%

Pirita - traços

Epidoto – 7%

Magnetita - traços

Quartzo – 6%

-Descrição dos minerais:

A hornblenda é o mineral que se faz mais presente na rocha, perfazendo 65% da composição mineralógica. Os cristais exibem tamanhos que variam entre 1 mm e 5 mm e apresentam coloração que varia entre tons de verde e tons de marrom claro. Cristais euhedrais e subhedrais, podendo até serem anedrais, com hábito predominantemente tabular. Alguns cristais podem estar se alterando para biotita (retrometamorfismo).

Os cristais de plagioclásio, que apresentam dimensões inferiores a 2 mm, são predominantemente anedrais e subhedrais, alguns apresentam extinção zonada e também geminação paralela. Em maior frequência, cristais de plagioclásio alteram-se para epidoto, enquanto que em menor frequência se alteram para muscovita.

Epidoto pode ser observado tanto na forma de arranjos microgranulares quanto na forma de cristais prismáticos, subhedrais e até anedrais e euhedrais. Apresentam relevo e birrefringência alta, e são muitas vezes oriundos da alteração de cristais de plagioclásios. São incolores, e geralmente submilimétricos.

Quartzo ocorre em poucas quantidades na rocha, sendo os cristais todos submilimétricos, subhedrais e anedrais. O contato entre os grãos é ora ondulado ora reto.

A calcopirita é o sulfeto mais frequente na rocha, e apresenta como principais características a coloração amarelo escuro e a fraca anisotropia dos cristais, que são ora hipidiomórficos ora xenomórficos. Os cristais apresentam tamanho máximo de 2,8 mm, e podem ter associados cristais de pirita.

Muscovita ocorre em porções restritas da lâmina, onde é encontrada principalmente como produto de retrometamorfismo sobre cristais de plagioclásio. Apresenta hábito acicular, birrefringência alta, relevo baixo e são geralmente submilimétricas.

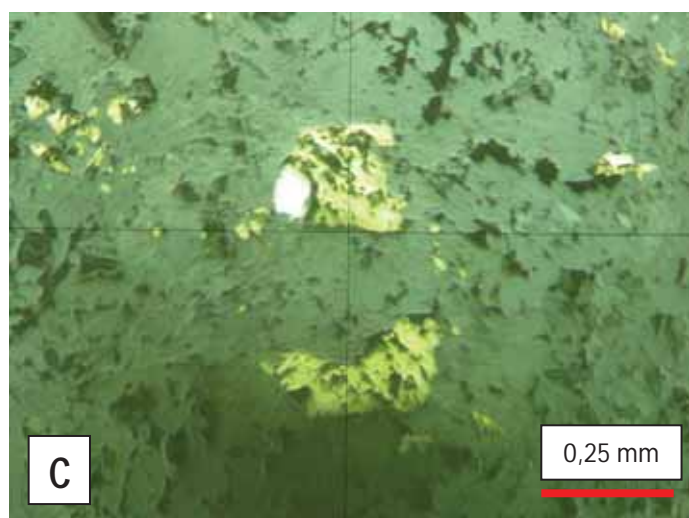
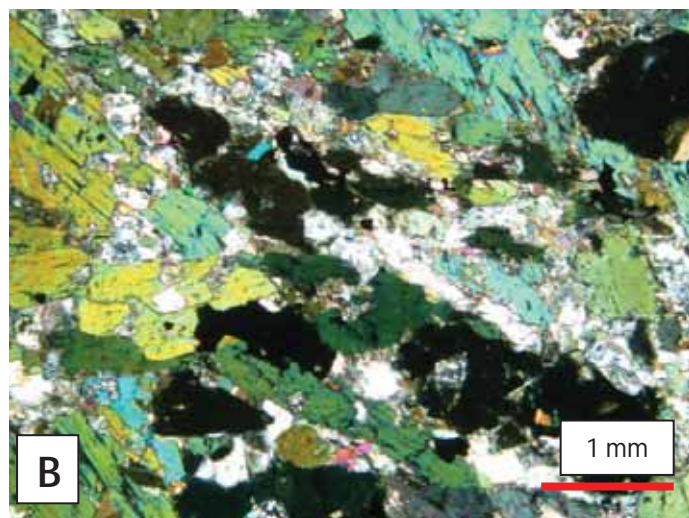
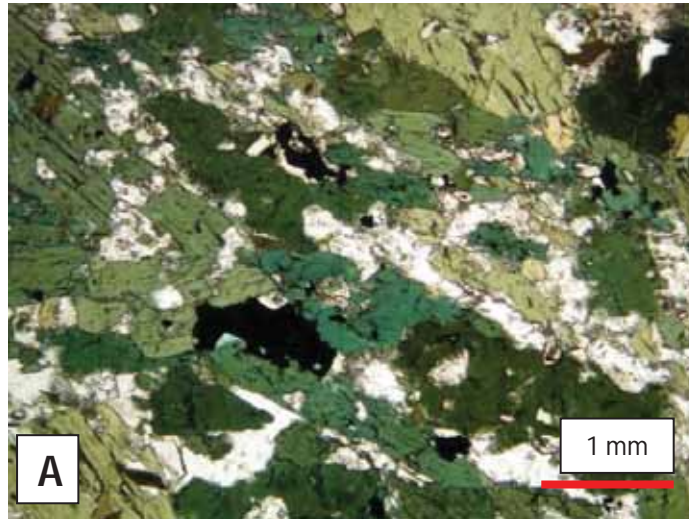
Por fim, pirita e magnetita ocorrem como minerais traços, estando presentes em quantidades e porções muito restritas da rocha. Ambas podem ser observadas associadas a cristais de calcopirita.

-Fácies: anfibolito, com presença de posterior metamorfismo retrógrado em fácies xisto verde.

Classificação da Rocha: Quartzo-epidoto-biotita anfibolito

Figura 2 – Fotomicrografias de quartzo-epidoto-biotita anfibolito, com detalhe para a textura lepidoblástica e estrutura anisotrópica da rocha (A) e (B). Detalhe também de cristal de pirita em associação com cristais de calcopirita (C).

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados. (C) – Luz refletida



AMOSTRA: NM-48-1

LÂMINA: NM-48-1

Descrição Macroscópica:

Rocha de coloração predominantemente cinza escuro, foliada, de granulação fina a média e textura granoblástica. Presença de porfiroblastos de plagioclásio dispersos na amostra. Presença também de veios de quartzo, onde pode-se encontrar calcopirita associada. Rocha composta por feldspato, quartzo, biotita, sericita e sulfetos (pirita, calcopirita e bornita).

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo NM-48 em 61,89m de profundidade. Nota-se a presença de porfiroblastos de plagioclásio compondo a rocha.



Descrição Microscópica

-**Estrutura:** anisotrópica, marcada por uma leve foliação na rocha

-**Textura:** granonematoblástica

-Composição mineralógica estimada:

Biotita – 40%

Clorita – 1%

Quartzo- 25%

Calcopirita – 1%

Plagioclásio – 23%

Pirita – 1%

Epidoto – 5%

Esfalerita - traços

Muscovita – 4%

-Descrição dos minerais:

Biotita ocorre na forma de cristais hora aciculares hora tabulares, com dimensões que chegam até 5,6mm. Apresentam coloração que varia entre tons de marrom e tons de verde, com os nicóis descruzados. Apresenta birrefringência alta e relevo moderado.

Quartzo ocorre tanto compondo a matriz da rocha quanto em vênulas, na forma de cristais subhedrais a anedrais, incolores à nicóis descruzados, que apresentam um comprimento máximo de aproximadamente 2,7mm. O contato entre os grãos de quartzo varia, apresentando-se algumas vezes do tipo reto e em algumas vezes do tipo irregular (ondulado).

Os cristais de plagioclásio que apresentam dimensões inferiores a 1 mm, são predominantemente anedrais e subhedrais, e alguns cristais apresentam geminação paralela. Apresentam relevo moderado e são incolores com os nicóis descruzados.

Epidoto pode ser observado na forma de cristais prismáticos, subhedrais e anedrais. Apresentam relevo e birrefringência alta, e geralmente apresentam tamanhos superiores a 1 mm.

Muscovita ocorre em porções restritas da lâmina, ocorrendo em pouca quantidade. Apresenta hábito acicular, birrefringência alta, relevo baixo e são geralmente submilimétricas.

Clorita também tem sua ocorrência restrita, sendo apenas observada em porções específicas da lâmina. Apresenta birrefringência baixa, relevo moderado, e cristais submilimétricos.

A calcopirita, assim como a pirita, perfaz apenas 1% da composição modal da rocha. Apresenta coloração amarelo escuro, hábito granular, fraca anisotropia, e pode ser vista englobando alguns cristais de pirita. Encontra-se disseminada e também associada à biotita e quartzo. Os cristais geralmente são inferiores a 2 mm.

A pirita também ocorre disseminada, apresenta coloração amarelo claro, é isotrópica, e muitas vezes está envolta por cristais de calcopirita.

A esfalerita ocorre como mineral traço, podendo ser observada muito raramente na lâmina.

-Fácies: metamorfismo em fácies xisto verde, evidenciado pela presença de minerais como clorita e biotita.

Classificação da Rocha: Epidoto-biotita gnaiss

Figura 2 – Fotomicrografias de epidoto-biotita gnaiss, com detalhe para a foliação principal da rocha delimitada pelos cristais de biotita.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

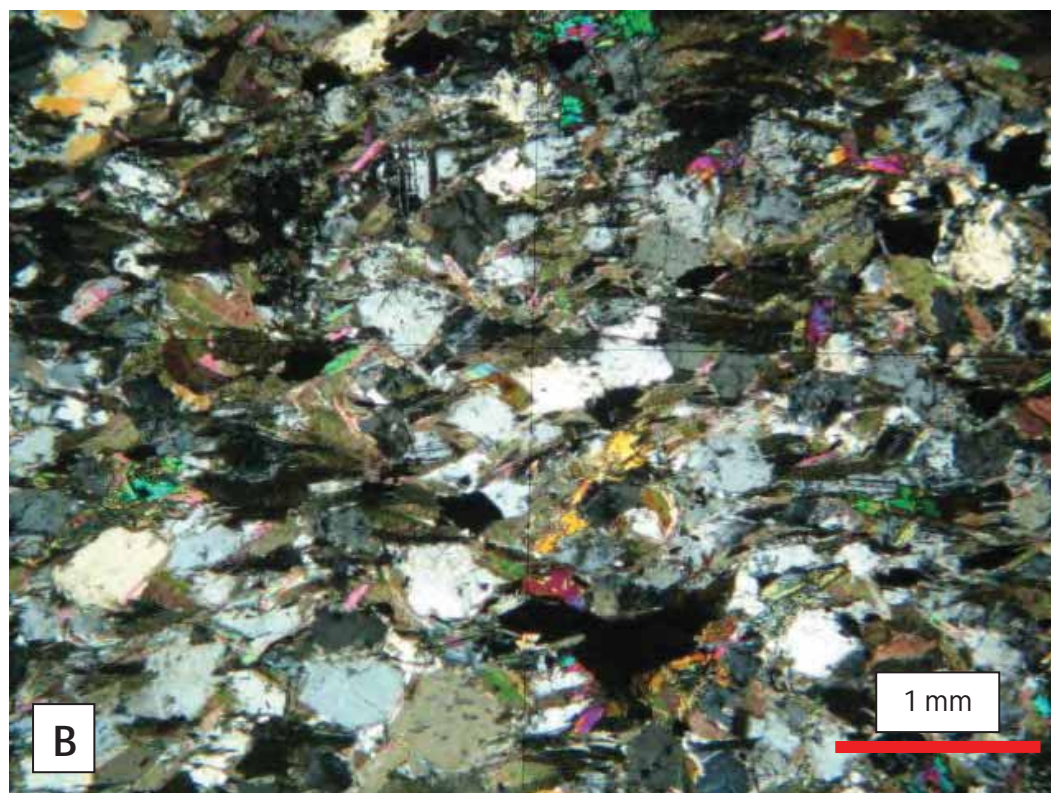
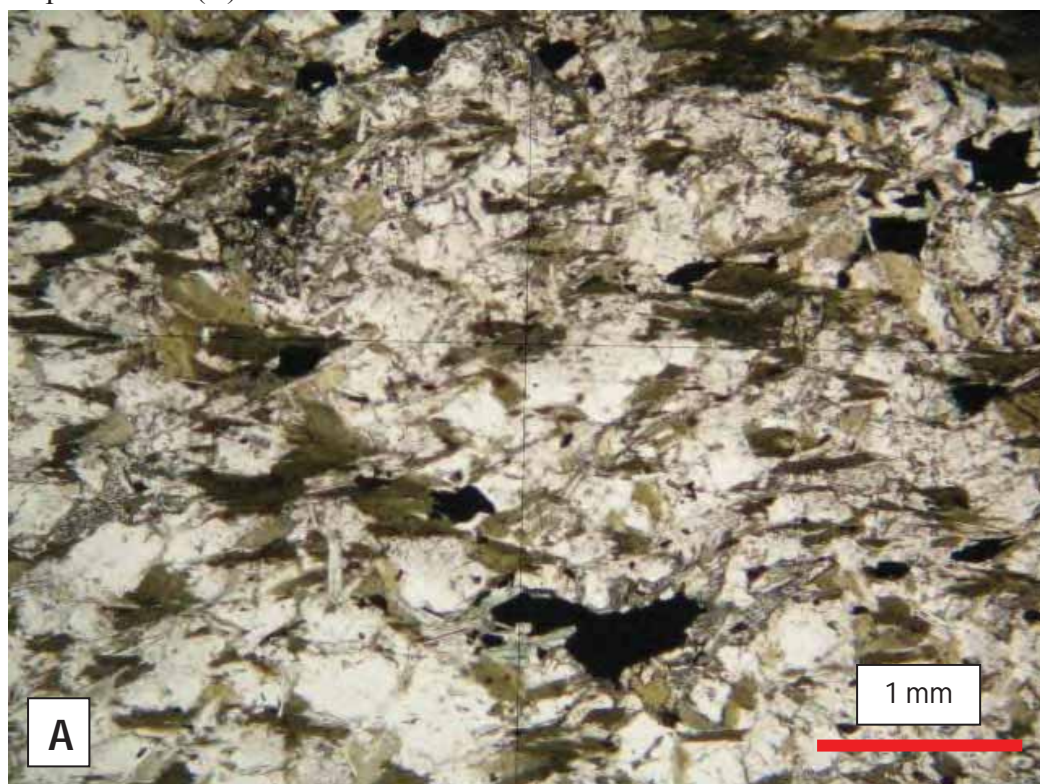
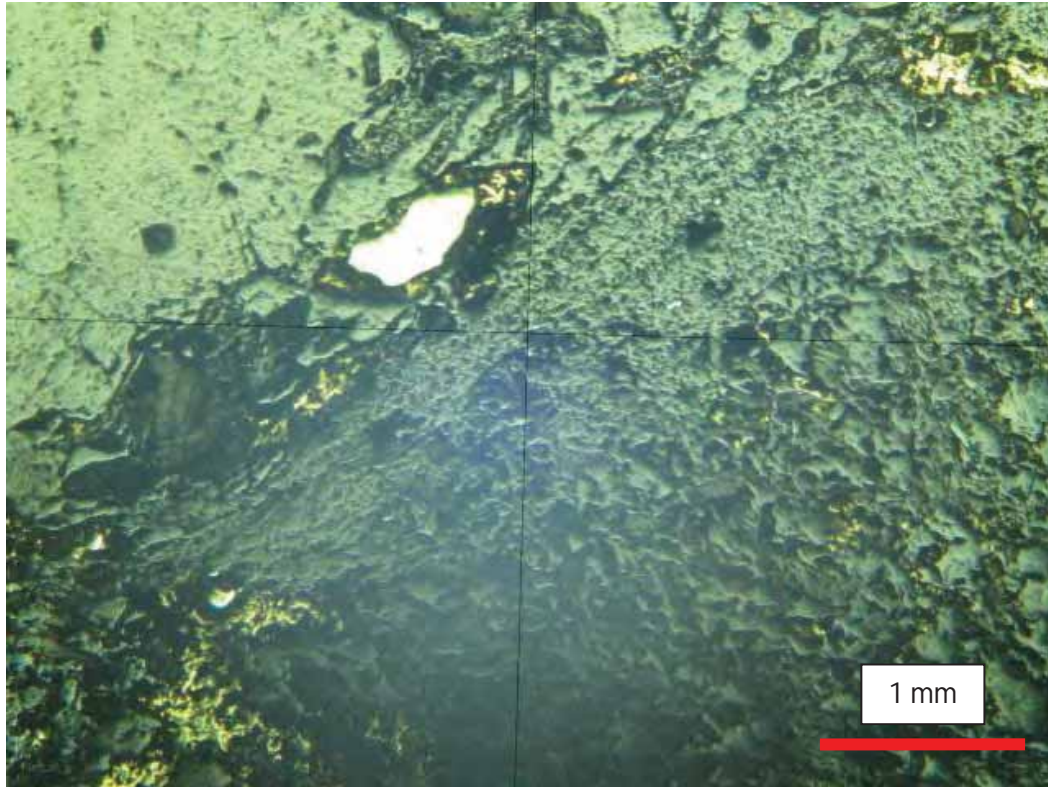


Figura 3 – Fotomicrografia de epidoto-biotita gnaiss, com detalhe para cristal xenomórfico de pirita englobado por cristal de calcopirita. (Luz refletida)



AMOSTRA: NM-48-2

LÂMINA: NM-48-2

Descrição Macroscópica:

Rocha foliada, de coloração cinza escuro, granulação fina e textura granoblástica. Presença de sulfetos (pirita e calcopirita) disseminados. Composta por quartzo, plagioclásio biotita, sericita e sulfetos (pirita e calcopirita).

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo NM-48 em 68,82m de profundidade. Rocha composta por quartzo, plagioclásio, biotita, sericita, pirita e calcopirita.



Descrição Microscópica

-Estrutura: levemente anisotrópica, marcada por uma xistosidade

-Textura: granolepidoblástica/granonematoblástica

-Composição mineralógica estimada:

Quartzo – 45%

Carbonato – 1%

Plagioclásio – 21%

Pirita – 1%

Muscovita – 15%

Apatita - traços

Biotita – 8%

Calcopirita - traços

Epidoto – 8%

Clorita – 1%

-Descrição dos minerais:

Quartzo é o mineral mais abundante na rocha, perfazendo aproximadamente 45 % da composição modal desta. É encontrado disperso por toda a lâmina, e apresenta granulação fina, com cristais anedrais e subhedrais, geralmente submilimétricos. O contato entre os grãos é na maioria das vezes irregular. São incolores e apresentam relevo baixo.

Os cristais de plagioclásio apresentam dimensões inferiores a 1 mm, são predominantemente anedrais e subhedrais, e não apresentam-se geminados, o que torna difícil a identificação do tipo de plagioclásio. Apresentam relevo moderado, birrefringência alta, e são incolores com os nicóis descruzados. Em algumas porções, podem ser observados cristais alterando-se para epidoto microgranular e também muscovita.

Muscovita ocorre praticamente dispersa por toda a lâmina, sob a forma de cristais hora aciculares hora tabulares. Apresenta birrefringência alta, relevo baixo a moderado, é geralmente submilimétrica, e os cristais não apresentam uma orientação preferencial.

Biotita ocorre na forma de cristais tabulares, com dimensões que podem ultrapassar 1 mm. Apresentam coloração que varia entre tons de marrom e tons de verde, com os nicóis descruzados. A birrefringência é alta, o relevo moderado, e os cristais geralmente podem estar associados à muscovita e também epidoto. Em algumas porções, observam-se cristais de biotita alterando-se para clorita, num processo de retrometamorfismo.

Epidoto pode ser observado disperso por toda a lâmina porém, em pequena quantidade. Os cristais são prismáticos, predominantemente subhedrais. Apresentam relevo alto, birrefringência alta, e geralmente apresentam tamanhos superiores a 1 mm. Podem ser observados associados a cristais de biotita.

Clorita é encontrada como sendo produto de retrometamorfismo sobre cristais de biotita, sendo apenas observada em porções específicas da lâmina. Apresenta birrefringência baixa, relevo baixo a moderado, e os cristais são submilimétricos.

Carbonato também pode ser encontrado apenas em porções específicas da lâmina. Os cristais são submilimétricos e encontram-se nos interstícios dos minerais.

A pirita apresenta-se na forma de cristais hipidiomórficos, prismáticos, e também na forma de cristais xenomórficos, sem hábito definido. A coloração é amarelo claro, os cristais são isotrópicos e não ultrapassam 0,3mm. É encontrada principalmente disseminada.

A calcopirita ocorre como mineral traço. Apresenta cor amarelo escuro, fraca anisotropia, e encontra-se disseminada, sob a forma de cristais xenomórficos. Em algumas porções, pode estar associada a cristais de pirita.

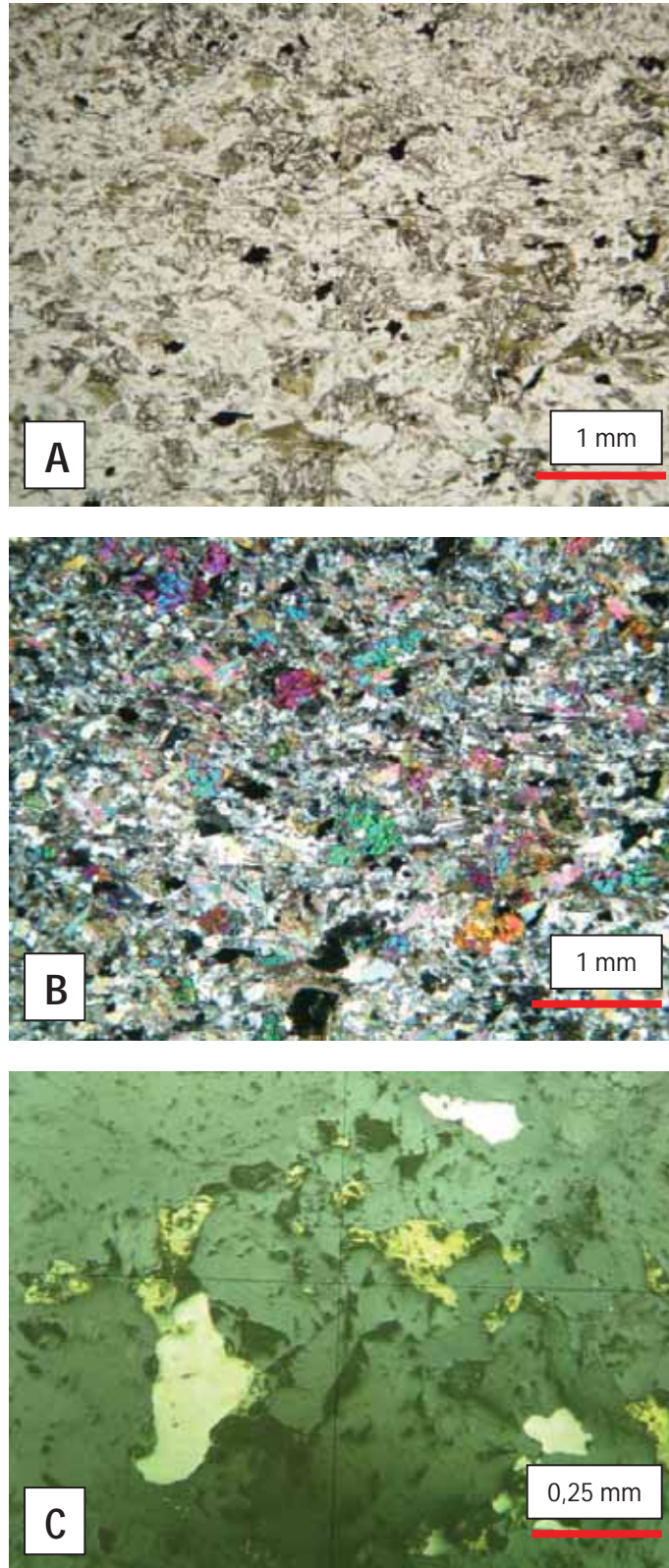
Apatita também ocorre como mineral traço, sendo raramente observada na lâmina. Cristais subhedrais, sempre submilimétricos.

-Fácies: metamorfismo em fácies xisto verde, evidenciado pela presença de biotita e clorita.

Classificação da Rocha: Epidoto-biotita gnaisse muscovitizado

Figura 2 – Fotomicrografias de epidoto-biotita gnaisse muscovitizado, com detalhe para os cristais de epidoto que encontram-se dispersos pela lâmina (A) e (B). Detalhe da associação entre cristais de pirita e calcopirita (C).

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados. (C) Luz refletida.



MOSTRA: NM-48-3

LÂMINA: NM-48-3

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza escuro, com porções apresentando coloração avermelhada devido à presença de vênulas de carbonato e também devido a presença de oxidação. Possui granulação fina, textura granolepidoblástica e estrutura anisotrópica, marcada pela presença de foliação. Composta por quartzo, plagioclásio, biotita, epidoto e muscovita.

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo NM-48 em 112,80m de profundidade. Rocha de granulação fina, coloração cinza escuro e com presença de porções oxidadas.



Descrição Microscópica

-Estrutura: anisotrópica, marcada pela xistosidade da rocha

-Textura: lepidogranoblástica

-Composição mineralógica estimada:

Quartzo – 44%

Plagioclásio – 21%

Biotita – 10%

Muscovita – 10%

Epidoto – 7%

Piroxênio – 4%

Pirita – 2%

Clorita – 2%

Calcopirita - traços

Apatita - traços

-Descrição dos minerais:

Quartzo é o mineral mais abundante na rocha, perfazendo aproximadamente 44 % da composição modal desta. É encontrado disperso por toda a lâmina, e encontrado tanto na matriz da rocha quanto em vênulas, preenchendo fraturas. Na matriz, a granulação é fina, com cristais anedrais e subhedrais, geralmente submilimétricos. Nas vênulas, os cristais apresentam granulação fina a média, grãos subhedrais a anedrais, com contato entre os grãos na maioria das vezes irregular. São incolores e apresentam relevo baixo.

Os cristais de plagioclásio, que compõem a matriz da rocha juntamente com os cristais de quartzo, apresentam dimensões inferiores a 1 mm, são predominantemente anedrais e subhedrais, e não apresentam-se geminados, o que torna difícil a identificação do tipo de plagioclásio. Apresentam relevo baixo e são incolores com os nicóis descruzados.

Biotita ocorre na forma de cristais tabulares, com dimensões que não ultrapassam 1 mm. Apresentam coloração que varia entre tons de verde e tons de marrom, com os nicóis descruzados. A birrefringência é alta, o relevo moderado, e os cristais geralmente podem apresentar uma leve orientação paralela à foliação principal da rocha. Em algumas porções, observam-se cristais de biotita alterando-se para clorita, num processo de retrometamorfismo.

Muscovita ocorre praticamente dispersa por toda a lâmina, sob a forma de cristais tabulares e até aciculares, que não apresentam uma orientação preferencial. A birrefringência é alta, o relevo baixo a moderado, e os cristais apresentam dimensões de até 1,5mm. Alguns cristais apresentam textura poiquilítica, com presença de inclusões de cristais de quartzo.

Os cristais de epidoto apresentam, no geral, hábito prismático alongado, sendo os cristais predominantemente euhedrais e subhedrais. Apresentam relevo alto e birrefringência alta.

Piroxênio ocorre em porção restrita da lâmina, em pouca quantidade. Apresenta relevo alto, birrefringência alta e está geralmente associado a cristais de biotita e também clorita.

Clorita é encontrada como sendo produto de alteração retrometamórfica sobre cristais de biotita. Apresenta hábito tabular, birrefringência baixa, relevo baixo a moderado, e os cristais são submilimétricos, São geralmente incolores ou de coloração verde claro.

Os cristais de pirita exibem coloração amarelo claro, são isotrópicos e apresentam-se predominantemente xenomórficos. Encontram-se disseminados segundo a foliação principal da rocha. Os cristais podem apresentar dimensões de até 1,2 mm, e podem estar associados à calcopirita.

A calcopirita ocorre como mineral traço, podendo ser encontrada nas bordas dos cristais de pirita. Apresenta coloração amarelo escuro, fraca anisotropia, e os grãos são geralmente xenomórficos, sempre submilimétricos.

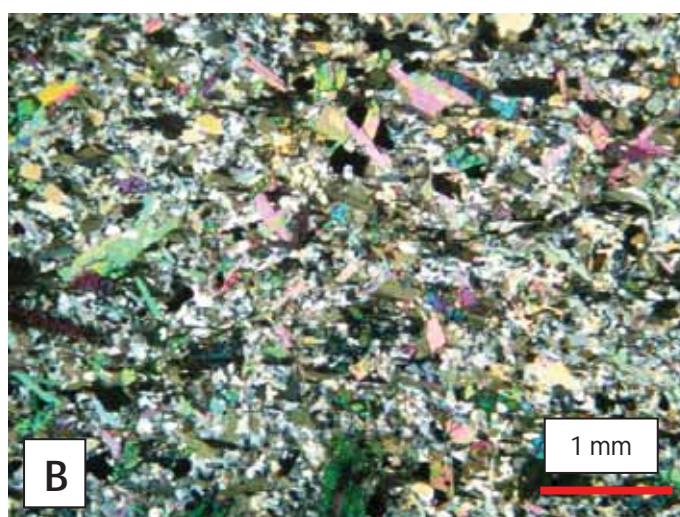
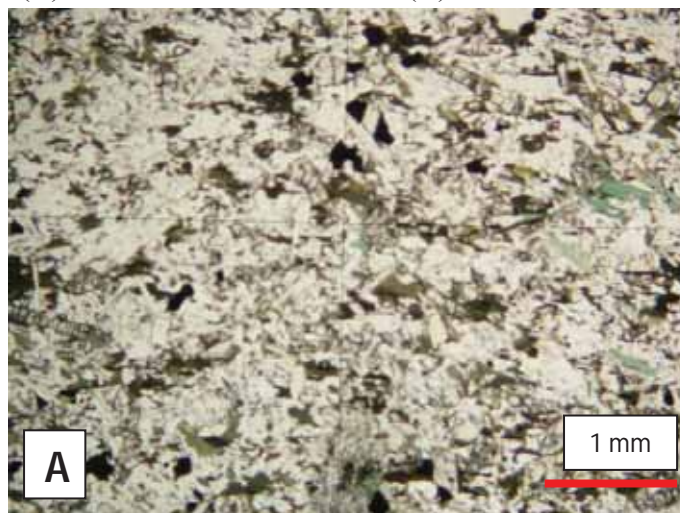
Apatita também ocorre como mineral traço, sendo observada raramente em algumas porções específicas da lâmina.

-Fácies: metamorfismo em fácies xisto verde, que pode ser evidenciado pela ocorrência de minerais como biotita e clorita.

Classificação da Rocha: Epidoto-biotita gnaisse muscovitizado

Figura 2 – Fotomicrografias de epidoto-biotita gnaiss muscovitizado, com detalhe para cristais de muscovita que não apresentam-se orientados (A) e (B). Detalhe para a associação de cristas xenomórficos de pirita e calcopirita (C).

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados. (C) Luz refletida.



AMOSTRA: NM-48-4

LÂMINA: NM-48-4

Descrição Macroscópica

Rocha apresenta coloração que varia entre tons escuros de cinza e preto. Textura granoblástica, com granulação fina. Presença de vênulas discordantes de quartzo e carbonatos, com sulfetos associados. Sulfetação também encontra-se disseminada seguindo a foliação principal da rocha. Rocha composta por biotita, quartzo, plagioclásio, calcopirita e carbonato.

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo NM-48 em 129,63m de profundidade. Rocha de granulação fina, com presença de vênulas discordantes de quartzo e carbonatos.



Descrição Microscópica

-Estrutura: anisotrópica, com presença de leve foliação

-Textura: granolepidoblástica

-Composição mineralógica estimada:

Biotita – 35%

Quartzo – 27%

Plagioclásio – 25%

Epidoto – 5%

Calcopirita – 4%

Clorita – 2%

Carbonato – 1%

Muscovita – 1%

Magnetita - traços

Pirita - traços

-Descrição dos minerais:

Biotita ocorre na forma de cristais ora aciculares ora tabulares, com dimensões que chegam até 5,2mm. Apresentam coloração que varia entre tons de marrom, com os nicóis descruzados. Apresenta birrefringência alta e relevo moderado, e ocorre disposta segundo a foliação principal da rocha

Quartzo ocorre tanto compondo a matriz da rocha quanto em vênulas, na forma de cristais subhedrais a anedrais, incolores à nicóis descruzados, que apresentam um comprimento máximo de aproximadamente 0,7mm. O contato entre os grãos de quartzo varia, apresentando-se algumas vezes do tipo reto e em algumas vezes do tipo irregular (ondulado).

Os cristais de plagioclásio, que apresentam dimensões inferiores a 1 mm, são predominantemente anedrais e subhedrais, e alguns apresentam geminação paralela. Apresentam relevo moderado e são incolores com os nicóis descruzados.

Epidoto pode ser observado na forma de cristais prismáticos, euhedrais a subhedrais. Apresentam relevo e birrefringência alta, e geralmente apresentam tamanhos superiores a 1 mm. Alguns cristais formaram-se a partir de retrometamorfismo sobre cristais de plagioclásio.

A calcopirita ocorre disseminada e também associada à vênulas de quartzo com biotita. Apresenta coloração amarelo escuro, fraca anisotropia, e os grãos são geralmente xenomórficos, com dimensões de até 5,0mm.

Clorita é encontrada restritamente na rocha, em poucas quantidades. Apresenta hábito tabular, birrefringência baixa, relevo baixo a moderado, e os cristais são submilimétricos, São geralmente de coloração verde claro.

Carbonato é também encontrado apenas em porções específicas da lâmina. Os cristais são submilimétricos e encontram-se nos interstícios dos minerais.

Muscovita ocorre em poucas quantidades, sob a forma de cristais aciculares, que não apresentam uma orientação preferencial. A birrefringência é alta, o relevo baixo a moderado, e os cristais apresentam dimensões de até 1,0mm.

Os cristais de pirita, que ocorre como mineral traço, exibem coloração amarelo claro, são isotrópicos e apresentam-se predominantemente xenomórficos. São encontrados principalmente associados a cristais de calcopirita da rocha.

Magnetita também ocorre como mineral traço, sendo observada apenas em algumas porções restritas da rocha.

-Fácies: metamorfismo em fácies xisto verde, devido à ocorrência de minerais como biotita e clorita

Classificação da Rocha: Epidoto-biotita gnaisse

Figura 2 – Fotomicrografias de epidoto-biotita gnaiss, com detalhe para a foliação principal da rocha delimitada pelos cristais de biotita.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

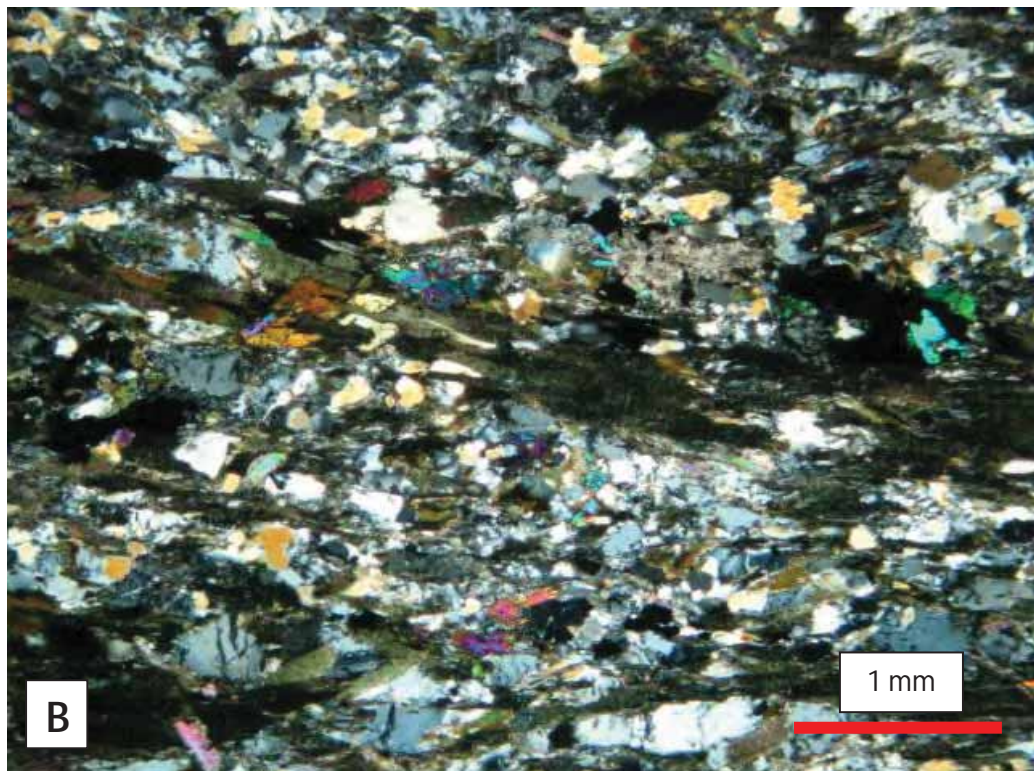
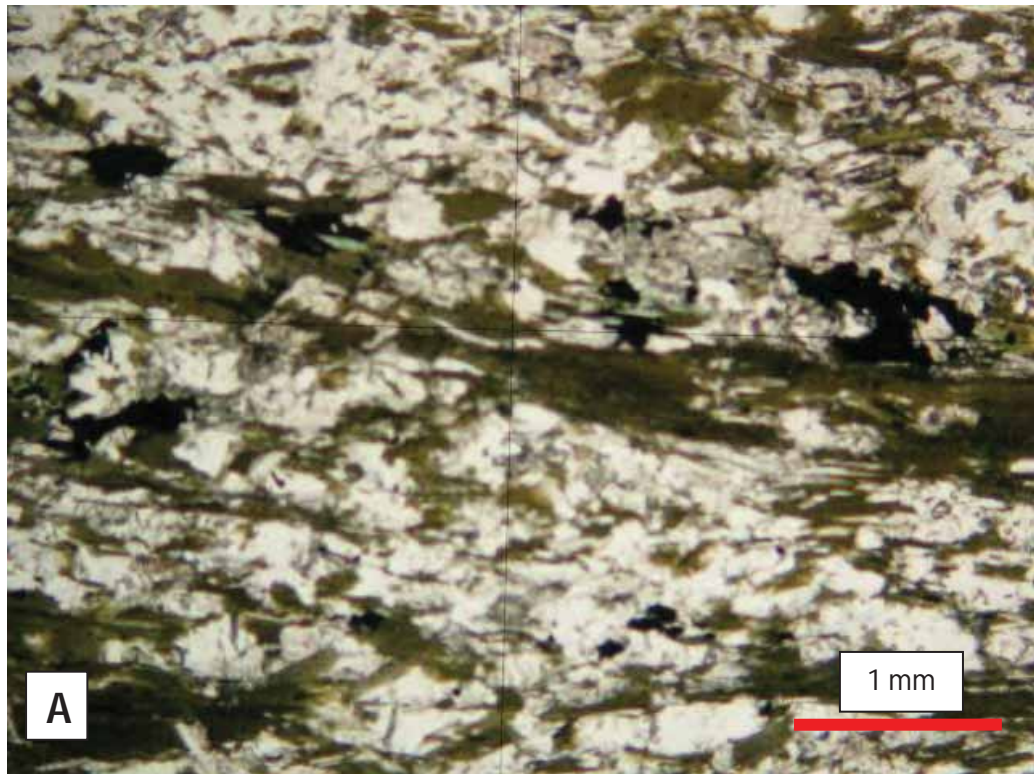
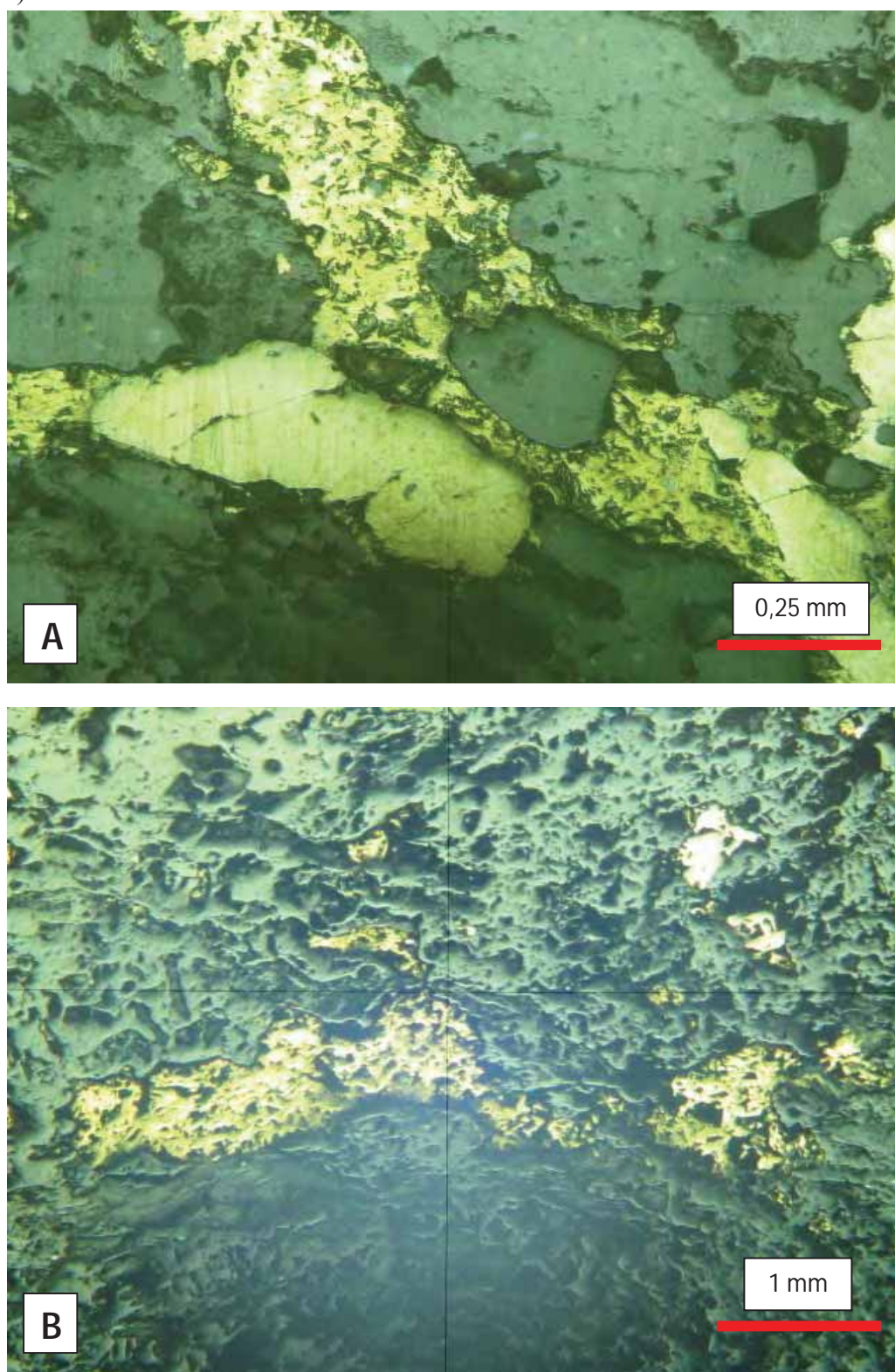


Figura 3 – Fotomicrografias de epidoto-biotita gnaisse, com detalhe para cristais de pirita associados a cristais de calcopirita (A), e cristal de calcopirita xenomórfico (B). (A) e (B) – Luz refletida.



**ANEXO III – FICHAS COM DESCRIÇÕES
PETROGRÁFICAS DE LÂMINAS POLIDAS
DOS ALVOS HIDROTERMALITOS NORTE
E SUL**

AMOSTRA: HS-04-1

LÂMINA: HS-04-1

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza claro, com presença de algumas porções mais esbranquiçadas. Apresenta textura granolepidoblástica, granulação fina e estrutura anisotrópica, marca por xistosidade. Composta por muscovita/ sericita, quartzo, plagioclásio e pirita, esta ocorrendo disseminada e acompanhando a foliação principal da rocha.

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo HS-04 em 35,30m de profundidade. Rocha composta por muscovita, quartzo, plagioclásio, sericita e pirita.



Descrição Microscópica

-Estrutura: anisotrópica, marcada pela presença de xistosidade

-Textura: granolepidoblástica

-Composição mineralógica estimada:

Muscovita – 45%

Pirita – 5%

Quartzo – 35%

Sericita – 5%

Plagioclásio - 15%

Esfalerita - traços

-Descrição dos minerais:

Muscovita é o principal mineral presente na rocha. Ocorre sob a forma de cristais tabulares e também aciculares, que marcam a foliação principal da rocha. Os cristais exibem birrefringência alta, relevo baixo a moderado, e dimensões de até 2,6mm

Quartzo ocorre compondo a matriz da rocha juntamente com os cristais de muscovita, na forma de cristais subhedrais a anedrais, incolores à nicóis descruzados, que apresentam um comprimento máximo de aproximadamente 1 mm. O contato entre os grãos é predominantemente irregular (ondulado).

Os cristais de plagioclásio, que apresentam dimensões inferiores a 1 mm, são predominantemente anedrais e subhedrais, e não apresentam-se geminados. Apresentam relevo moderado e são incolores com os nicóis descruzados.

A pirita, que é o sulfeto mais abundante na rocha, exibe coloração amarelo claro, é isotrópica e apresenta-se predominantemente xenomórfica. È encontrada principalmente em meio a cristais de quartzo e muscovita.

A sericita ocorre em pouca quantidade e encontra-se associada a cristais de muscovita, Os cristais são aciculares, submilimétricos e apresentam relevo fraco e birrefringência alta.

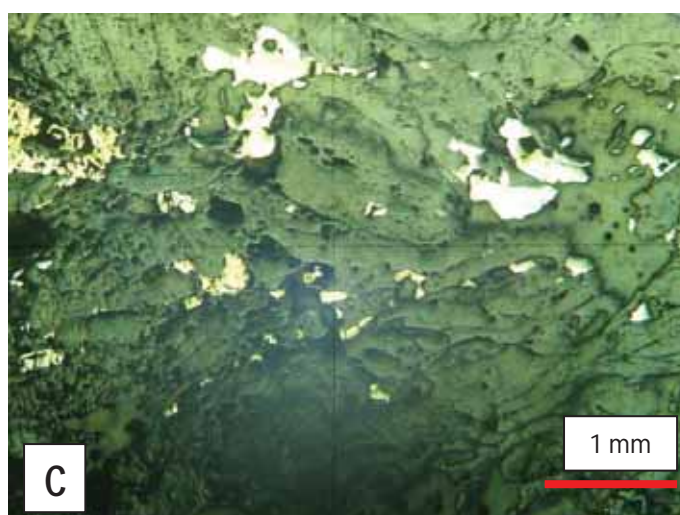
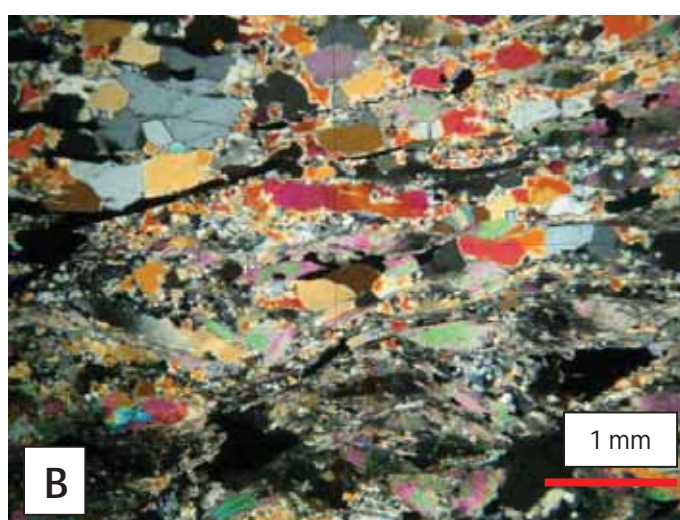
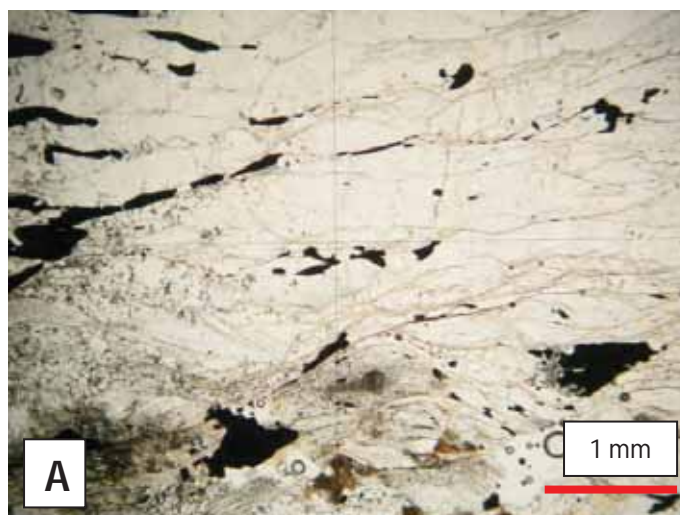
A esfalerita ocorre como mineral traço, sendo observada em porções restritas da rocha. Sob luz refletida, apresenta coloração cinza claro, com cristais submilimétricos xenomórficos.

-Fácies: xisto verde ou anfíbolito, já que a paragênese mineral quartzo-muscovita pode ser indicativa de ambas as fácies.

Classificação da Rocha: Pirita-sericita-quartzo-muscovita xisto

Figura 2 – Fotomicrografias de pirita-sericita-quartzo-muscovita xisto, com detalhe para a textura granolepidoblástica, marcada pelos cristais de quartzo e muscovita (A) e (B). Detalhe para a sulfetação, representada principalmente por cristais de xenomórficos de pirita e também calcopirita (C).

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados. (C) – Luz refletida.



AMOSTRA: HS-04-2

LÂMINA: HS-04-2

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza claro, com presença de algumas porções mais esbranquiçadas. Apresenta textura granolepidoblástica, granulação fina e estrutura anisotrópica, marca por xistosidade. Composta por muscovita/ sericita, quartzo, plagioclásio e pirita, esta ocorrendo disseminada e acompanhando a foliação principal da rocha.

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo HS-04 em 35,87m de profundidade. Rocha de estrutura anisotrópica, marcada pela xistosidade da rocha.



Descrição Microscópica

-**Estrutura:** anisotrópica, marcada pela xistosidade da rocha

-**Textura:** lepidogranoblástica

-**Composição mineralógica estimada:**

Muscovita – 40%

Pirita – 8%

Quartzo – 40%

Cianita – 2%

Plagioclásio – 10%

-**Descrição dos minerais:**

Muscovita é o principal mineral presente na rocha, juntamente com o quartzo. Ocorre sob a forma de cristais aciculares e também tabulares, que estão orientados e marcam a foliação

principal da rocha. Os cristais exibem birrefringência alta, relevo baixo a moderado, e dimensões de até 1,5mm

Quartzo ocorre compondo a matriz da rocha juntamente com os cristais de muscovita, na forma de cristais anedrais e subhedrais, incolores à nicóis descruzados, que apresentam um comprimento máximo de aproximadamente 1 mm. O contato entre os grãos é hora regular (reto) hora irregular (ondulado).

Os cristais de plagioclásio, geralmente submilimétricos, exibem-se anedrais e subhedrais, e não apresentam-se geminados porém, apresentam extinção zonada. Apresentam relevo moderado e são incolores com os nicóis descruzados.

A pirita, que é o único sulfeto presente na rocha, e exhibe coloração amarelo claro, é isotrópica e apresenta-se predominantemente xenomórfica, com dimensões que variam entre 0,1mm e 1,5mm.

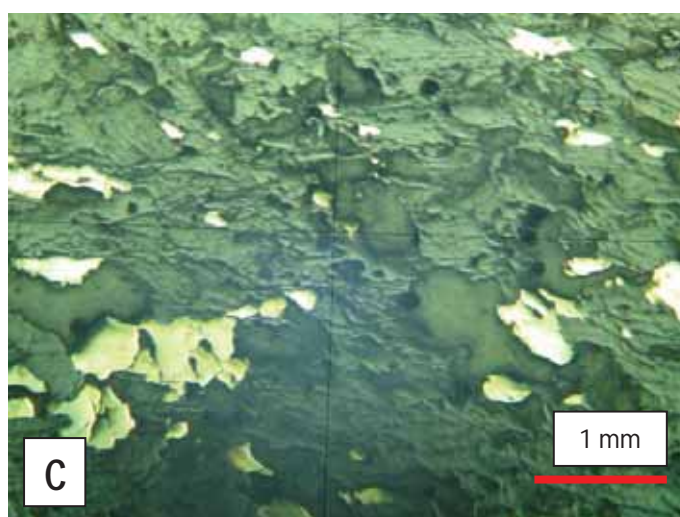
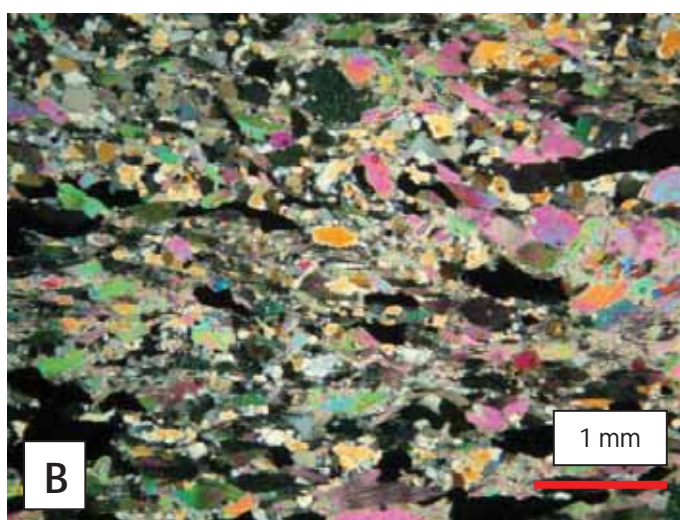
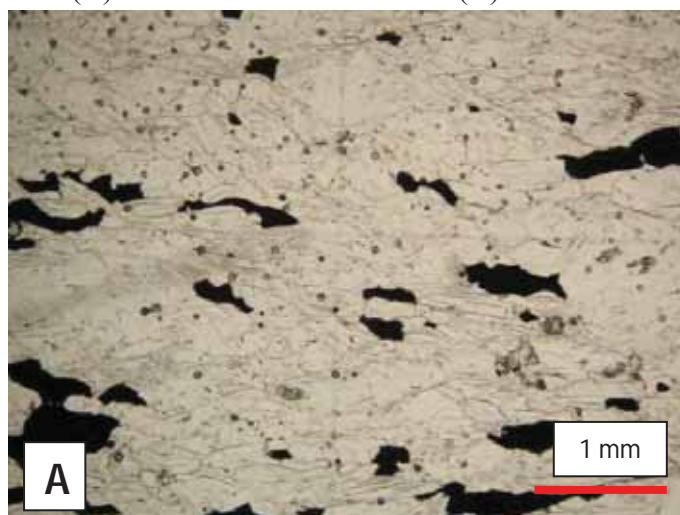
A cianita ocorre de maneira muito dispersa pela lâmina, ocorrendo em baixa quantidade. A birrefringência é baixa, o relevo é alto, e os grãos exibem hábito prismático. São, de modo geral, submilimétricas.

-Fácies: anfibolito, evidenciada pela ocorrência de cianita, e presença de retrometamorfismo em fácies xisto verde, evidenciado por cristais de muscovita nas bordas dos cristais de cianita.

Classificação da Rocha: Quartzo-muscovita xisto com cianita

Figura 2 – Fotomicrografias de quartzo-muscovita xisto com cianita, com detalhe para os cristais de muscovita que encontram-se orientados, demarcando a foliação principal da rocha (A) e (B). Detalhe para sulfetação disseminada, representada por cristas xenomórficas de pirita (C).

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados. (C) – Luz refletida.



AMOSTRA: HS-04-3

LÂMINA: HS-04-3

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza claro, com algumas porções apresentando coloração esbranquiçada. Apresenta granulação fina, textura granoblástica e estrutura anisotrópica. Sulfetação disseminada, acompanhando a foliação principal da rocha. Composta por quartzo, muscovita e pirita.

Descrição Microscópica

-Estrutura: anisotrópica, marcada pela orientação de bandas compostas por quartzo

-Textura: granoblástica

-Composição mineralógica estimada:

Quartzo – 60%

Cianita – 3%

Muscovita – 15%

Calcopirita – 1%

Pirita – 14%

Esfalerita - traços

Sericita – 7%

Covelita - traços

-Descrição dos minerais:

Quartzo é o principal mineral que ocorre na rocha, com cristais predominantemente anedrais e subhedrais, incolores à nicóis descruzados, que apresentam um comprimento máximo de aproximadamente 1 mm. O contato entre os grãos é regular (reto) e, em algumas porções da rocha, podem ser observados grãos de quartzo recristalizados.

Muscovita ocorre sob a forma de cristais tabulares, estando alguns destes rotacionados. Alguns cristais encontram-se orientados e marcam a foliação principal da rocha. Os cristais exibem birrefringência alta, relevo baixo a moderado, e dimensões de até 2,0mm.

A pirita, que é o sulfeto mais abundante na rocha, exibe coloração amarelo claro, é isotrópica e apresenta-se predominantemente xenomórfica, com dimensões de até 3,5mm. É encontrada associada a cristais de quartzo e sericita.

A sericita ocorre em maiores quantidades em algumas porções específicas da rocha, onde encontra-se associada a cristais de cianita e muscovita, além de sulfetos. Os cristais são aciculares, e apresentam relevo fraco e birrefringência alta.

A cianita também ocorre apenas em porção restrita da rocha, onde está associada a cristais de sericita e muscovita.. A birrefringência é baixa, o relevo é alto, os grãos exibem hábito prismático e apresentam dimensões de até 1,2mm.

A calcopirita é encontrada principalmente associada a cristais de pirita e covelita. Apresenta cor amarelo escuro, fraca anisotropia, e hábito granular, com cristais xenomórficos.

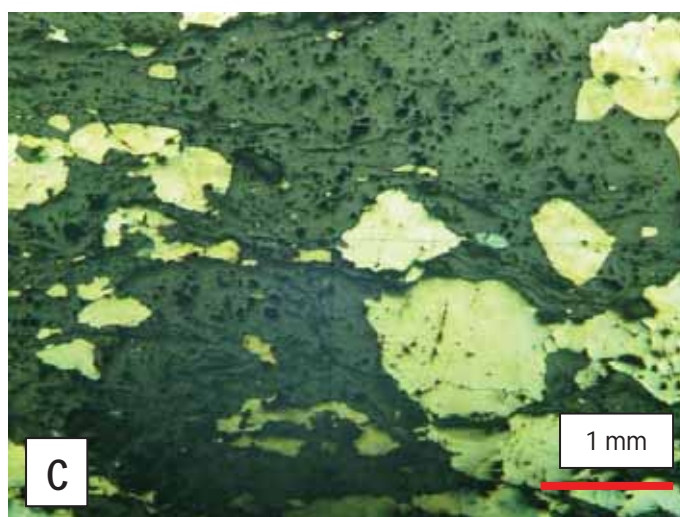
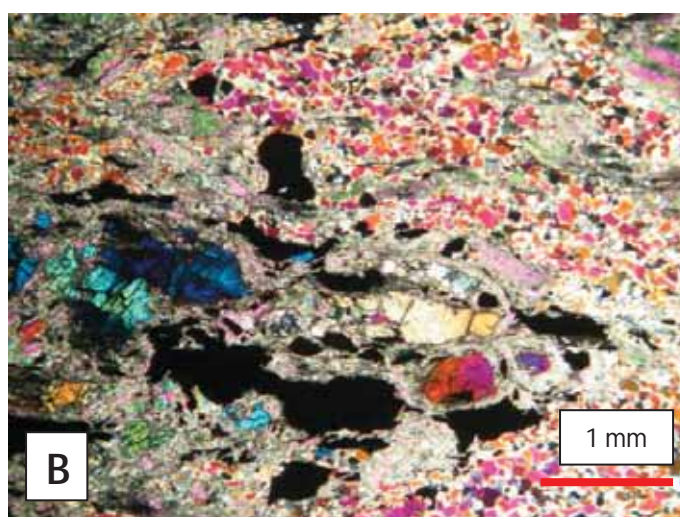
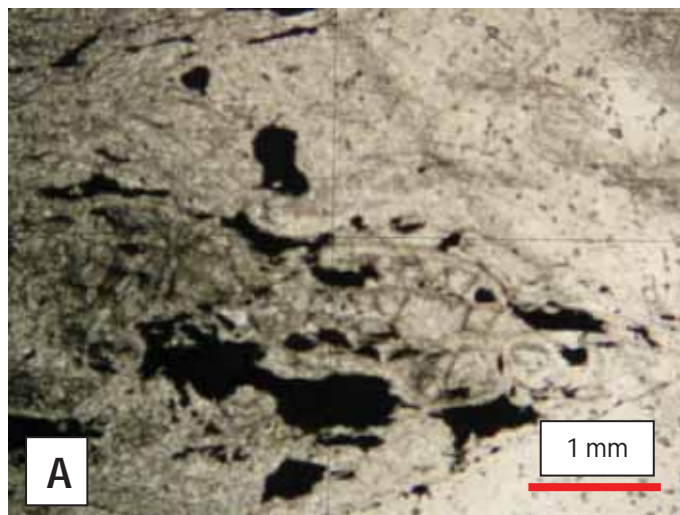
A esfalerita ocorre como mineral traço, podendo ser observada muito raramente na lâmina.

Covelita também ocorre em quantidades muito pequenas, e é considerada mineral traço. Está associada a cristais de calcopirita e pirita, ocorrendo nas bordas destes. Os cristais são xenomórficos e exibem coloração cinza azulado.

-Fácies: anfibolito, dada a presença de cianita, com retrometamorfismo em fácies xisto verde dado pela presença de muscovita nas bordas dos cristais de cianita

Classificação da Rocha: Sericita-pirita-muscovita quartzito com cianita

Figura 1 – Fotomicrografias de sericita-muscovita-pirita quartzito com cianita, com detalhe para os cristais de cianita associados a sulfetos, em meio aos cristais de quartzo (A) e (B). Detalhe para cristais xenomórficos de pirita, com dimensões que podem ultrapassar 1 mm (C).
(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados. (C) – Luz refletida.



AMOSTRA: HS-04-4

LÂMINA: HS-04-4

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração predominantemente cinza claro. Apresenta granulação fina, textura granoblástica e estrutura anisotrópica. Sulfetação disseminada, acompanhando a foliação principal da rocha. Mineralogicamente, é composta por quartzo, muscovita e pirita.

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo HS-04 em 81,50m de profundidade. Rocha de granulação fina e textura predominantemente granoblástica.



Descrição Microscópica

-Estrutura: levemente anisotrópica

-Textura: granoblástica

-Composição mineralógica estimada:

Quartzo – 65%

Muscovita – 2%

Pirita – 20%

Esfalerita - traços

Cianita – 8%

Covelita - traços

Sericita – 5%

Calcopirita - traços

-Descrição dos minerais:

Quartzo é o principal mineral que ocorre na rocha, com cristais que apresentam dimensões entre 0,1mm e 0,6mm. O contato entre os grãos é irregular, uma vez que os cristais são

predominantemente anedrais, podendo em algumas ocasiões serem observados cristas subhedrais.

A pirita é o sulfeto mais abundante nesta rocha, e exibe coloração amarelo claro, é isotrópica e apresenta-se predominantemente xenomórfica, com dimensões de até 2,2mm.

A cianita também ocorre dispersa pela lâmina e apresenta-se na forma de cristais alongados, com dimensões de até 2,6mm. A birrefringência é moderada, o relevo é alto, e apresentam-se incolores ou ligeiramente acinzentadas.

A sericita ocorre em pouca quantidade e encontra-se associada a cristais de muscovita. Os cristais são aciculares, submilimétricos e apresentam relevo fraco e birrefringência alta.

Os cristais de muscovita ocorrem sob a forma de grãos tabulares/placóide. Os cristais exibem birrefringência alta, relevo baixo a moderado, e dimensões que podem ultrapassar 1 mm.

A esfalerita, que ocorre como mineral traço, pode ser observada muito raramente na lâmina. Os cristais são, de modo geral, submilimétricos, de hábito granular e de coloração cinza.

Covelita também é considerada mineral traço. Está associada a cristais de pirita, e como principal característica, exibe coloração cinza azulado sob luz refletida.

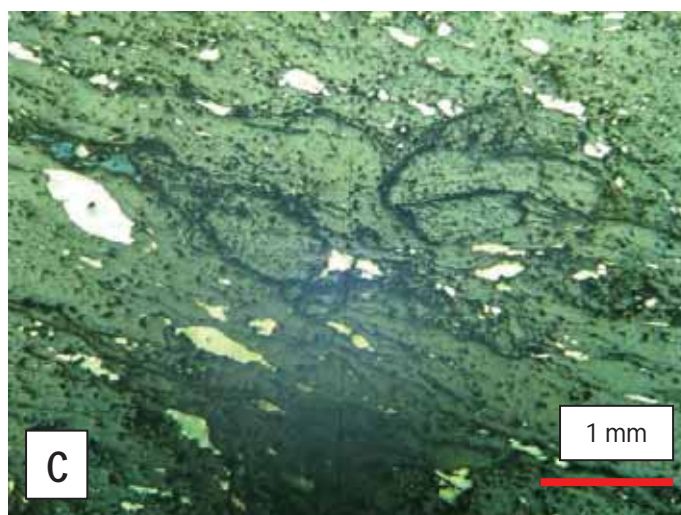
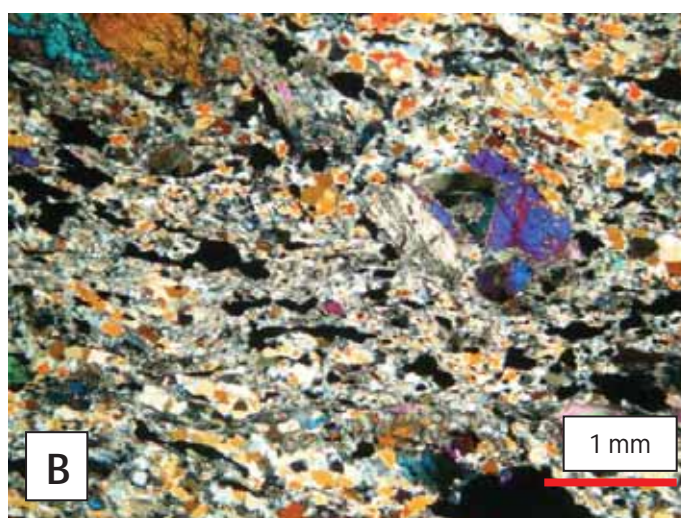
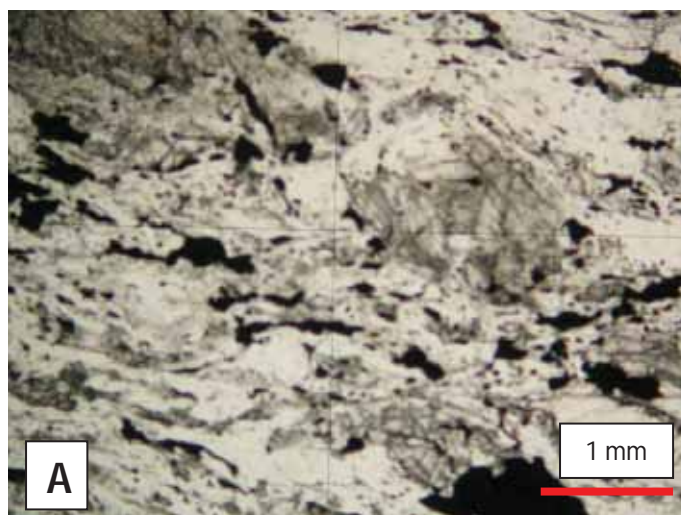
A calcopirita, como mineral traço, exibe coloração amarelo escuro, e seus cristais são principalmente de hábito granular.

-Fácies: anfíbolito, dada a presença de cianita, com retrometamorfismo em fácies xisto verde dado pela presença de muscovita nas bordas dos cristais de cianita

Classificação da Rocha: Sericita-cianita-pirita quartzito

Figura 2 – Fotomicrografias de sericita-cianita-pirita quartzito, com detalhe para os porfiroblastos de cianita em meio aos cristais de quartzo (A) e (B). Detalhe para cristais xenomórficos de pirita e covelita, que encontram-se disseminados segundo a foliação principal da rocha (C).

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados. (C) – Luz refletida.



AMOSTRA: HS-04-5

LÂMINA: HS-04-5

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração predominantemente dourada, uma vez que é composta predominantemente por pirita, e possui, em pequenas quantidades, uma matriz quartzosa. Possui granulação fina e textura granoblástica. Pode-se observar a leve presença de foliação na rocha, mascarada pela grande quantidade de sulfetos na rocha.

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo HS-04 em 83,83m de profundidade. Rocha extremamente sulfetada, com presença de grandes quantidades de pirita.



Descrição Microscópica

-Estrutura: isotrópica

-Textura: granoblástica

-Composição mineralógica estimada:

Pirita – 75%

Esfalerita - traços

Quartzo – 20%

Covelita - traços

Cianita – 5%

Calcopirita - traços

-Descrição dos minerais:

A pirita não é só o sulfeto mais abundante na rocha, mas também é o principal mineral na composição modal. Exibe coloração amarelo claro, é isotrópica e apresenta-se predominantemente xenomórfica, com cristais de dimensões que podem atingir 5,2mm

Quartzo é o principal mineral silicático presente na rocha, com cristais que apresentam dimensões inferiores a 1,1mm. O contato entre os grãos é ora regular ora irregular, uma vez que os cristais são predominantemente subhedrais.

A cianita ocorre dispersa pela lâmina e apresenta-se na forma de cristais subhedrais, com dimensões que podem variar entre 0,3mm e 0,6mm. A birrefringência é moderada, o relevo é alto, e os cristais apresentam-se incolores.

A esfalerita, que assim como a covelita e a calcopirita ocorre como mineral traço, é observada muito raramente na lâmina. Os cristais são, de modo geral, submilimétricos, de hábito granular e de coloração cinza, e associam-se a cristais de pirita.

Covelita também é considerada mineral traço, e exibe como principal característica, coloração cinza azulado sob luz refletida.

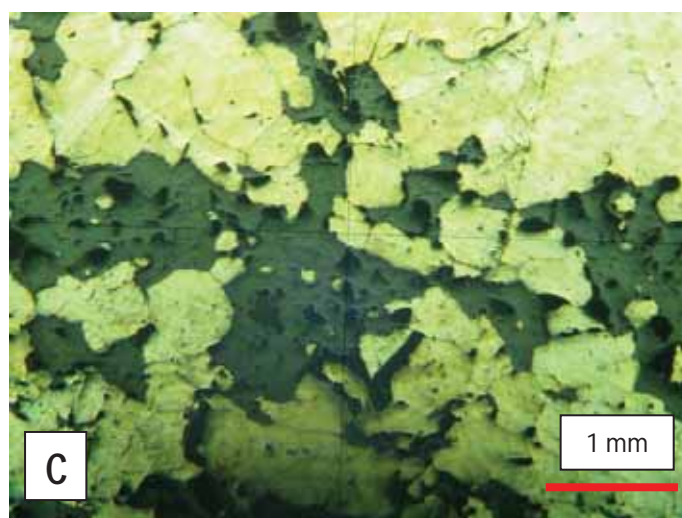
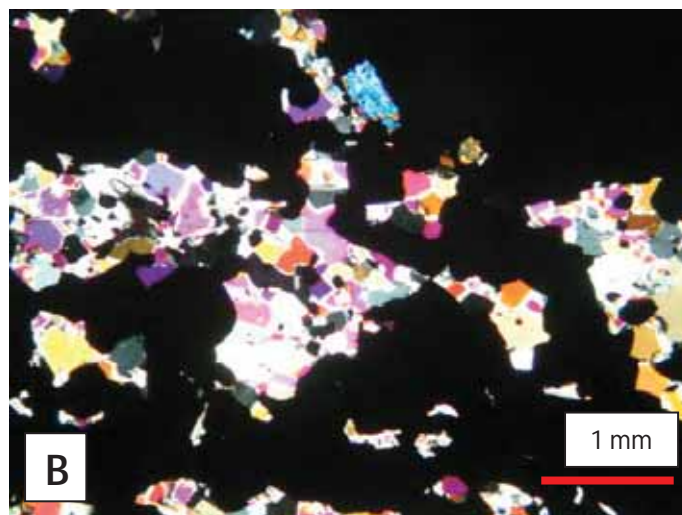
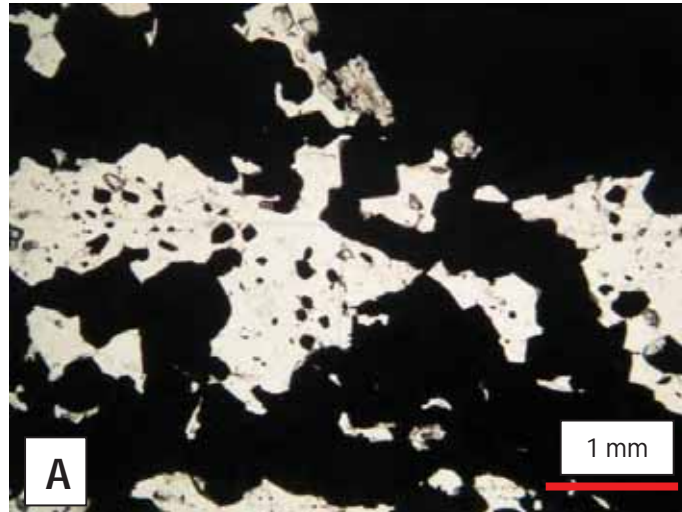
A calcopirita, como mineral traço, exibe coloração amarelo escuro, e seus cristais são principalmente de hábito granular.

-Fácies: metamorfismo em fácies anfibolito de média pressão, marcado pela presença de cristais de cianita.

Classificação da Rocha: Cianita-pirita quartzito

Figura 2 – Fotomicrografias de cianita-pirita quartzito, com detalhe para a estrutura isotrópica, e também a presença de grande quantidade de sulfetos, representados principalmente por pirita(A),(B) e (C).

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados. (C) – Luz refletida.



AMOSTRA: HS-09-1

LÂMINA: HS-09-1

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza claro, de granulação fina e textura granoblástica. Apresenta-se altamente sulfetada, com presença de pirita e calcopirita e covelita, tanto disseminadas quanto maciças em algumas porções. A estrutura é isotrópica, não sendo possível a observação de uma foliação principal. Composta por pirita, quartzo, muscovita, calcopirita e colvelita.

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo HS-09 em 62,13m de profundidade. Rocha de granulação fina, com presença de estrutura isotrópica, não sendo possível a identificação de uma foliação principal presente na rocha.



Descrição Microscópica

-Estrutura: isotrópica

-Textura: granoblástica

-Composição mineralógica estimada:

Pirita – 44%

Covelita – 1%

Quartzo – 40%

Esfalerita - traços

Muscovita – 10%

Sericita – 5%

-Descrição dos minerais:

A pirita é o principal mineral presente na rocha, perfazendo 44% da composição modal. Exibe coloração amarelo claro, é isotrópica e apresenta-se predominantemente xenomórfica, com cristais de dimensões que podem atingir 5,2mm

Quartzo é o principal mineral silicático presente na rocha, com cristais de formas anedrais e subhedrais. O contato entre os grãos é hora regular hora irregular. Podem ainda ser observados na rocha, a presença de grãos de quartzo recristalizados.

Os cristais de muscovita ocorrem sob a forma de grãos tabulares/placóide. Exibem birrefringência alta, relevo baixo a moderado, e dimensões que podem chegar a 2,2mm.

A sericita ocorre em pouca quantidade e é encontrada associada a cristais de muscovita. Os cristais são aciculares, submilimétricos e apresentam relevo fraco e birrefringência alta.

Covelita ocorre em pouca quantidade e tem sua ocorrência restrita. Exibe como principais características, a coloração cinza azulado (sob luz refletida), anisotropia, e forma xenomórfica dos grãos. Ocorre com dimensões aproximadas de 1 mm, e estão associadas a cristais de pirita.

A esfalerita ocorre como mineral traço, sendo observada muito raramente e em porções muito restritas da lâmina.

-Fácies: o metamorfismo pode ser classificado tanto como de fácies anfibolito ou fácies xisto verde, uma vez que a paragênese quartzo-muscovita pode indicar ambos os graus metamórficos.

Classificação da Rocha: Sericita-muscovita-pirita quartzito

Figura 2 – Fotomicrografias de sericita-muscovita-pirita quartzito, com detalhe para a estrutura isotrópica, não sendo possível identificar a presença de foliação na rocha, e detalhe também para cristal tabular de muscovita, não orientado.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

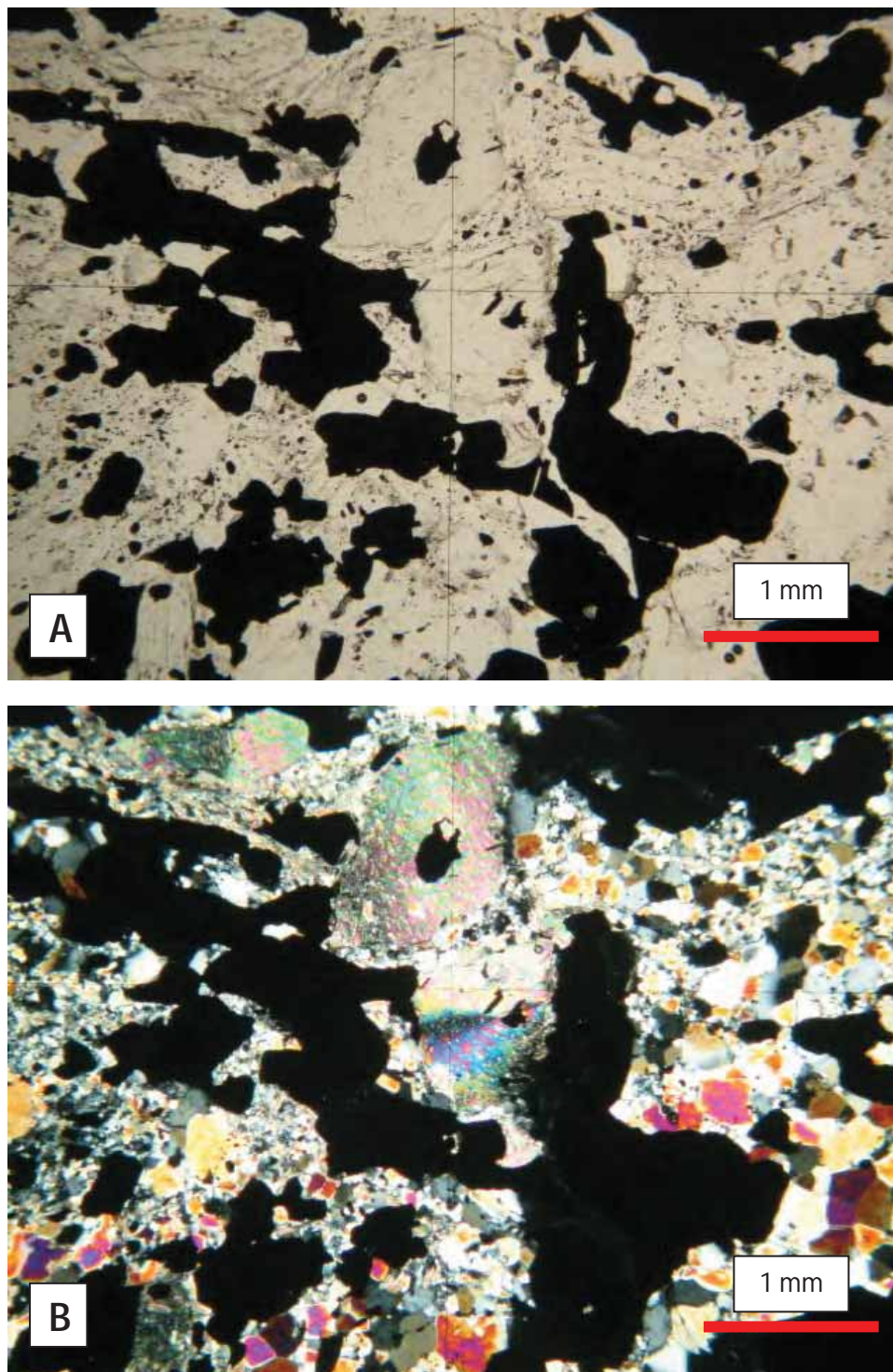
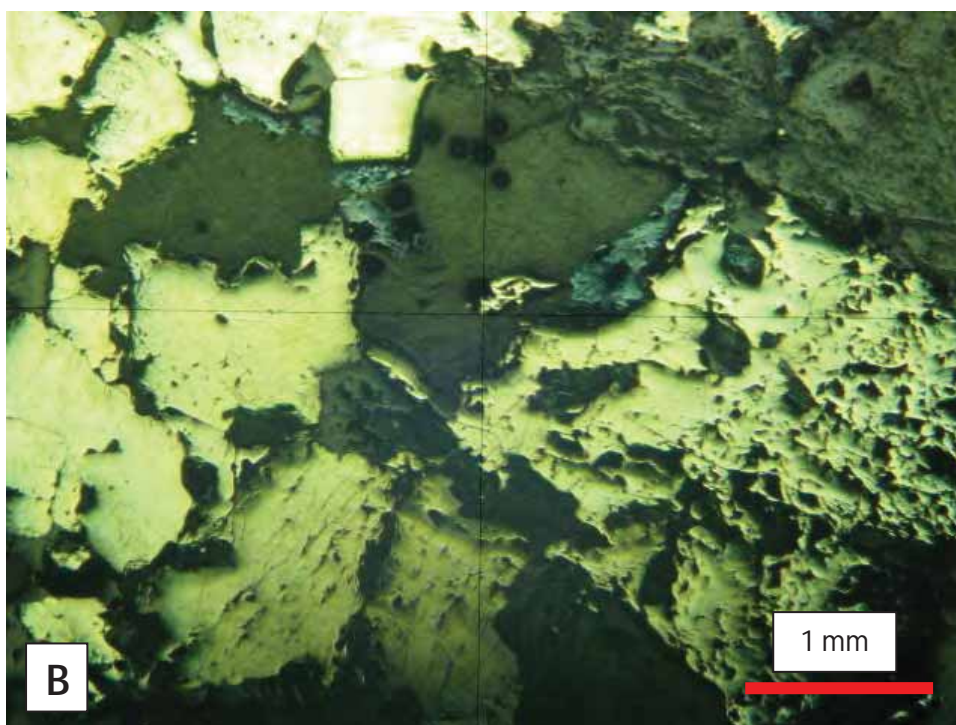
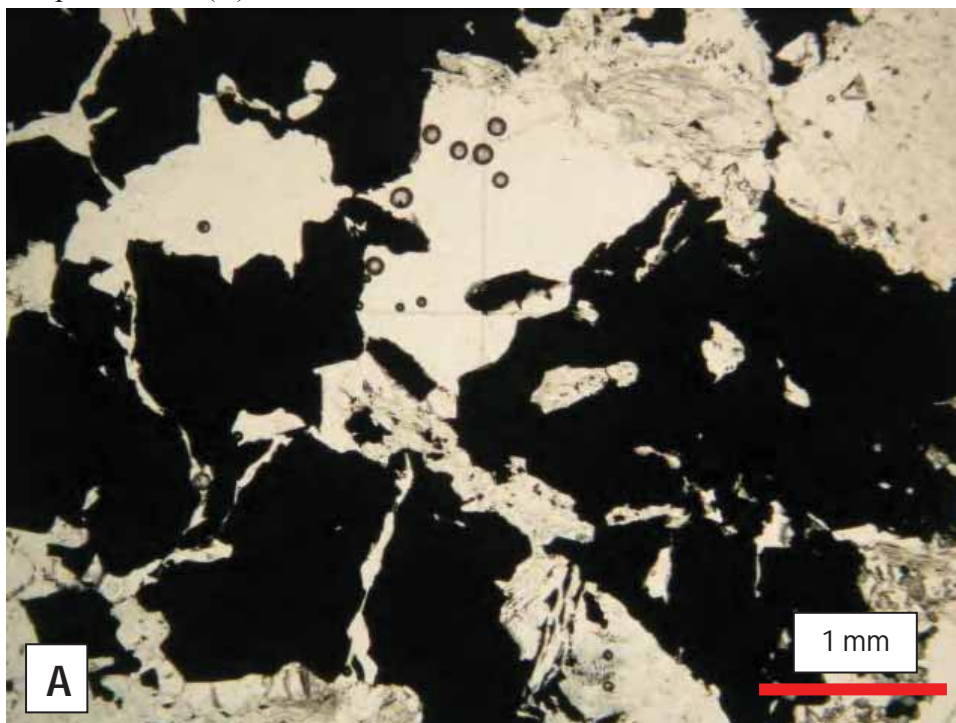


Figura 3 – Fotomicrografias de sericita-muscovita-pirita, com detalhe para a alta sulfetação da rocha, representada principalmente por cristais xenomórficos de pirita e também por finos cristais de covelita, que exibem coloração cinza azulado.

(A)– Luz polarizada. (B) – Luz refletida



AMOSTRA: HS-09-2

LÂMINA: HS-09-2

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza claro, de granulação fina e textura granoblástica. Apresenta-se sulfetada, com presença de pirita e calcopirita disseminadas. A estrutura é anisotrópica, marcada pela presença de uma leve orientação dos minerais segundo uma foliação principal na rocha. Composta por pirita, quartzo, muscovita e pirita

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo HS-09 em 62,79m de profundidade. Rocha de granulação fina e coloração cinza claro, composta principalmente por quartzo, sericita, muscovita e pirita.



Descrição Microscópica

-Estrutura: anisotrópica, com presença de leve orientação mineral

-Textura: granoblástica

-Composição mineralógica estimada:

Quartzo – 42%

Sericita – 30%

Muscovita – 15%

Pirita – 9%

Cianita – 3%

Covelita – 1%

Titanita - traços

-Descrição dos minerais:

Quartzo é o principal mineral na composição modal da rocha. Seus cristais, de formas predominantemente anedrais e subhedrais, são submilimétricos. O contato entre os grãos é, na maioria das vezes regular, sendo apenas em algumas ocasiões do tipo irregular.

A sericita ocorre em grande quantidade, e encontra-se dispersa por toda a lâmina, associada a cristais de quartzo, muscovita e sulfetos. Os cristais são aciculares, submilimétricos e apresentam relevo fraco e birrefringência alta.

Os cristais de muscovita ocorrem sob a forma de grão hora tabulares hora aciculares. Exibem birrefringência alta, relevo baixo a moderado, e dimensões que podem chegar a 1,5mm

A pirita é o principal sulfeto presente na rocha, perfazendo 9% da composição modal. Exibe coloração amarelo claro, é isotrópica e apresenta-se predominantemente xenomórfica, com cristais de dimensões que podem atingir 2,4mm. Ocorre disseminada e também associada à vênulas de quartzo.

A cianita ocorre dispersa pela lâmina, em pouca quantidade, e apresenta-se na forma de cristais subhedrais, com dimensões que podem ser superiores a 1mm. A birrefringência é moderada, o relevo é alto, e os cristais apresentam-se incolores.

Covelita ocorre em pouca quantidade e tem sua ocorrência restrita. Exibe como principais características, a coloração cinza azulado (sob luz refletida), anisotropia, e forma xenomórfica dos grãos. Ocorre com dimensões de até 2,3mm, e estão associadas a cristais de pirita. Algumas apresentam-se com inclusões de quartzo.

-Fácies: metamorfismo em fácies anfíbolito de média pressão, marcado pela presença de cristais de cianita.

Classificação da Rocha: Pirita-muscovita-sericita quartzito

Figura 2 – Fotomicrografias de pirita-muscovita-sericita quartzito, com detalhe para a leve orientação dos minerais tabulares de muscovita.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

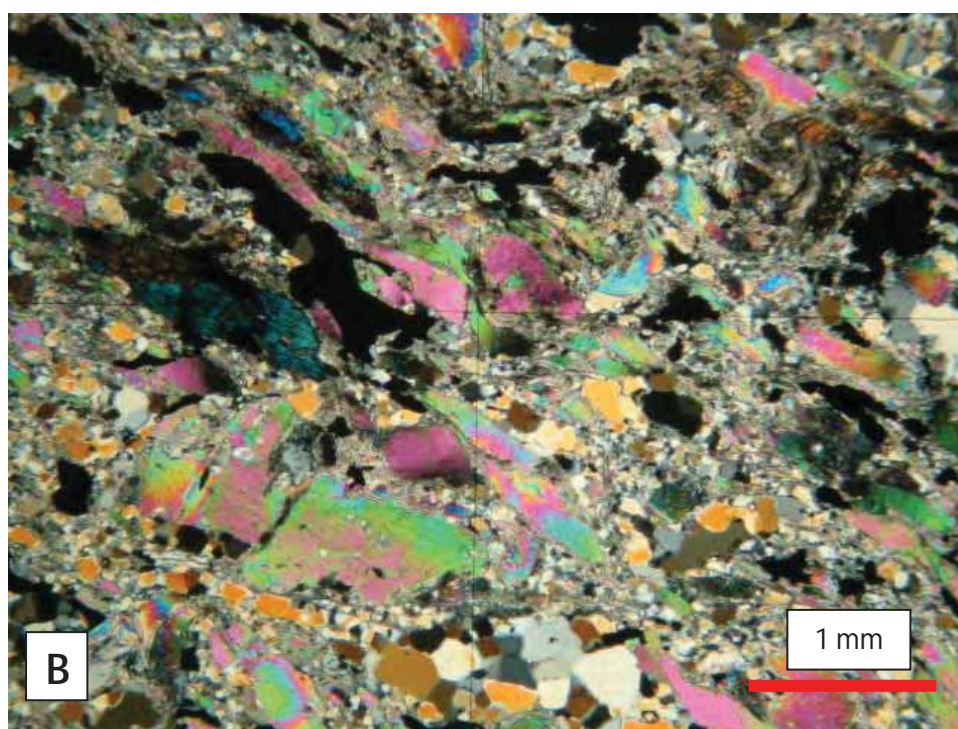
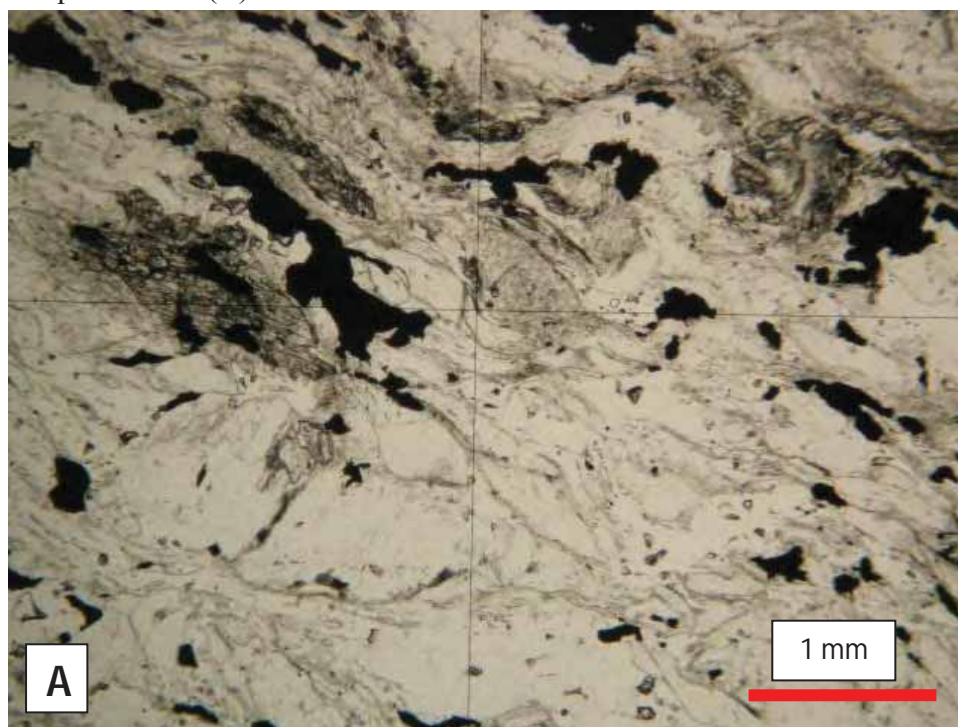
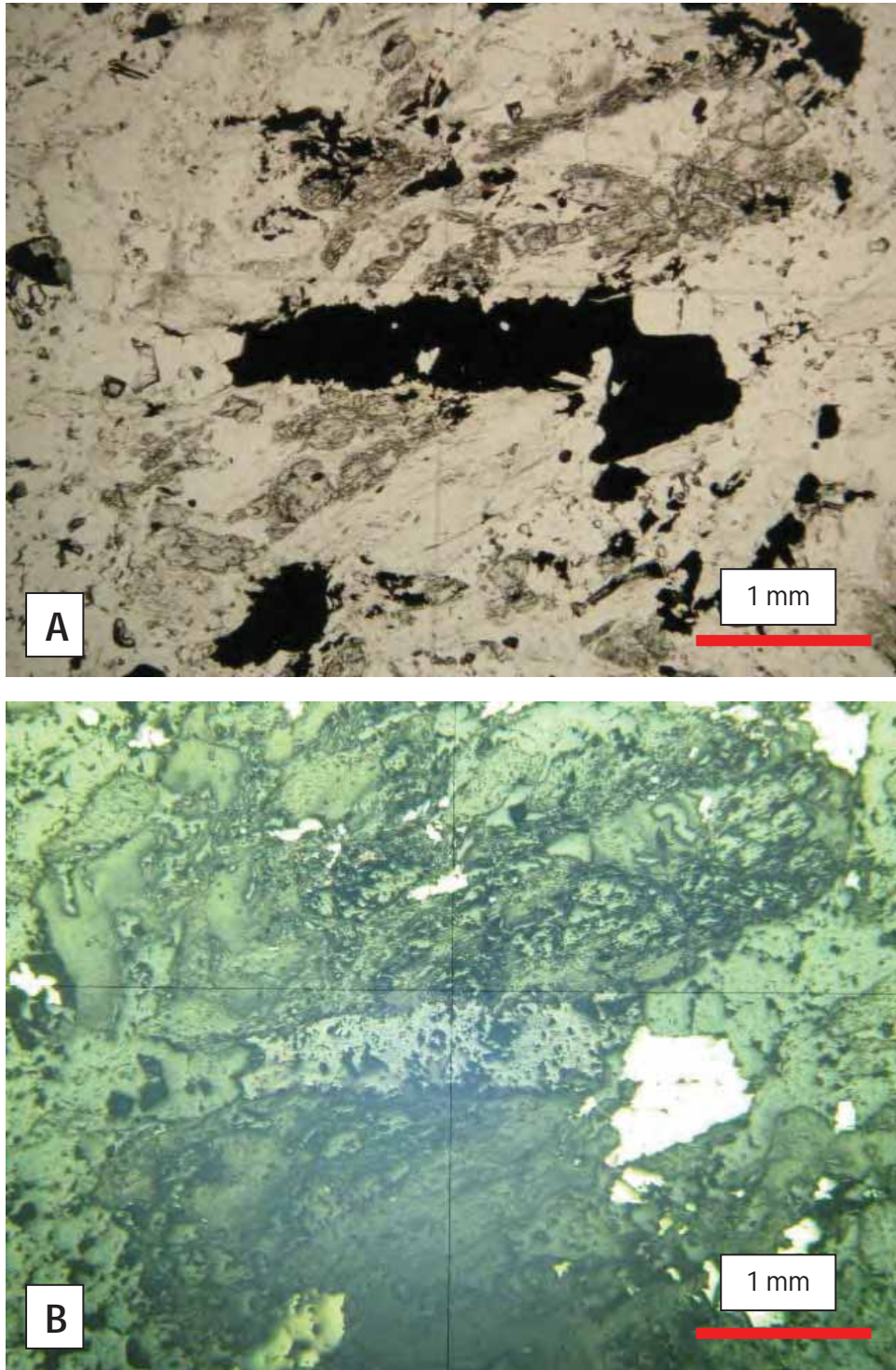


Figura 3 – Fotomicrografias de pirita-muscovita-sericita quartzito, com detalhe para cristal xenomórfico de pirita, com dimensão de aproximadamente 3 mm.

(A)– Luz polarizada. (B) – Luz refletida.



AMOSTRA: HN-01-1

LÂMINA: HN-01-1

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza escuro, de granulação fina, equigranular e textura granoblástica. A estrutura é anisotrópica, marcada pela foliação principal da rocha. Presença de vênula de biotita com sulfetos associados. Rocha composta por anfibólio, quartzo, biotita e epidoto.

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo HN-01 em 207,68m de profundidade. Rocha de granulação fina, com presença de vênula de biotita com sulfetos associados.



Descrição Microscópica

-**Estrutura:** anisotrópica, marcada pela xistosidade presente na rocha

-**Textura:** nematoblástica/lepidoblástica

-**Composição mineralógica estimada:**

Anfibólio – 44%

Quartzo – 20%

Biotita – 10%

Plagioclásio – 10%

Epidoto – 3%

Pirita – 3%

Calcopirita - traços

Apatita - traços

-Descrição dos minerais:

Os cristais de anfibólio ocorrem dispersos por toda a lâmina e são encontrados em grande quantidade. São cristais submilimétricos, prismáticos, com as bordas arredondadas, e apresentam birrefringência moderada. Alguns cristais podem apresentar-se rotacionados.

Quartzo ocorre juntamente com os cristais de anfibólio compondo a matriz da rocha. Os cristais são submilimétricos, anedrais, de relevo baixo e incolores.

Biotita ocorre principalmente em vênulas, paralelas a foliação principal da rocha, onde pode ser encontrada associada a sulfetos. Seu hábito é tabular, sua coloração varia entre tons de marrom, e apresenta birrefringência alta e relevo moderado.

Os cristais de plagioclásio, que apresentam dimensões inferiores a 1 mm, são predominantemente anedrais e não apresentam geminação paralela. Apresentam relevo moderado e são incolores com os nicóis descruzados. Em algumas porções, estão alterando-se para epidoto (retrometamorfismo).

Epidoto pode ser observado na forma de cristais prismáticos, subhedrais. Apresentam relevo e birrefringência alta, e geralmente apresentam tamanho inferior a 1 mm. Alguns cristais formaram-se a partir de retrometamorfismo sobre cristais de plagioclásio.

A pirita é o sulfeto mais abundante nesta rocha, e exibe coloração amarelo claro, é isotrópica e apresenta-se predominantemente xenomórfica. Ocorre disseminada, acompanhando a foliação principal da rocha.

A calcopirita, como mineral traço, exibe coloração amarelo escuro, e seus cristais são principalmente de hábito granular.

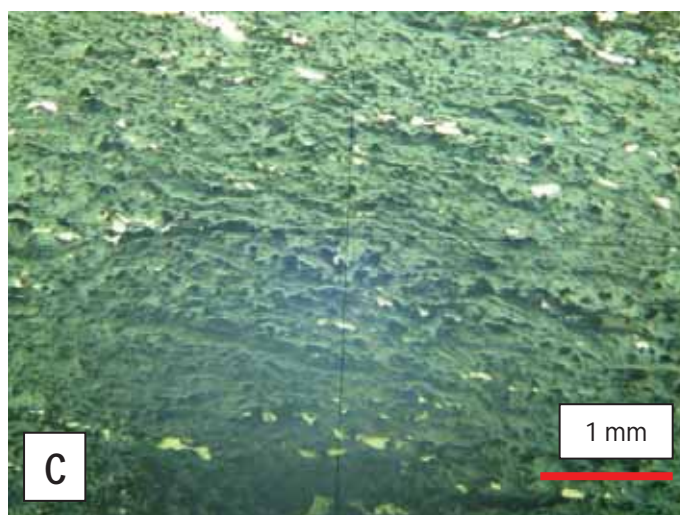
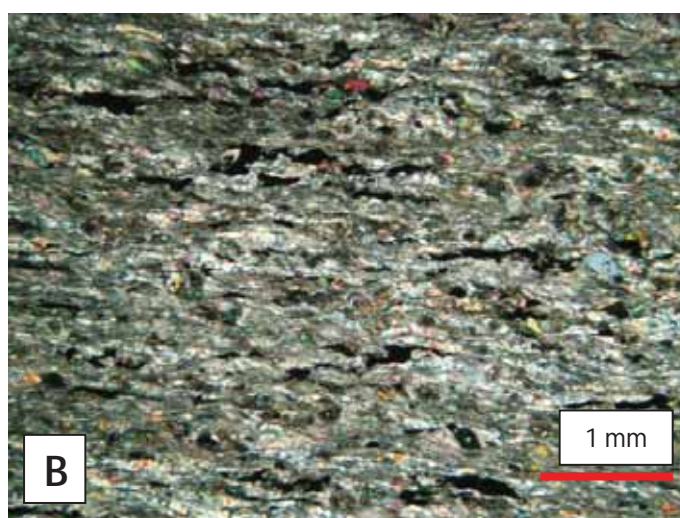
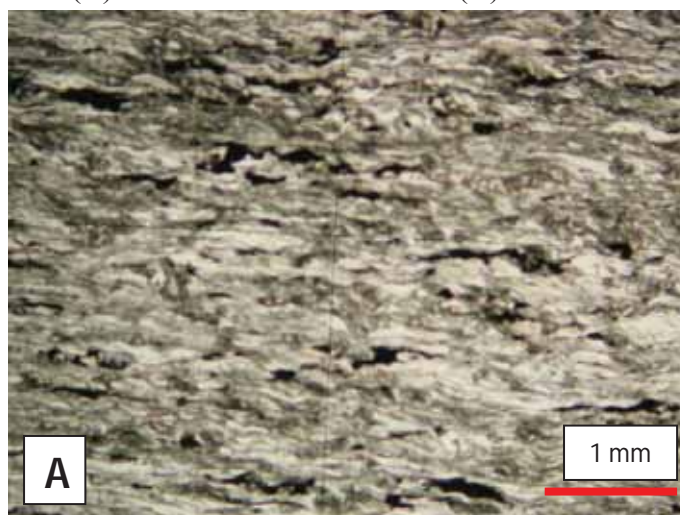
Apatita também ocorre como mineral traço, sendo raramente observada na lâmina.

-Fácies: metamorfismo em fácies anfíbolito, com ocorrência de metamorfismo retrógrado em fácies xisto verde.

Classificação da Rocha: Biotita-quartzo-anfibólio xisto com pirita

Figura 2 – Fotomicrografias de biotita-quartzo-anfibólio xisto com pirita, com detalhe para a foliação principal da rocha delimitada pelos cristais de biotita e anfibólio (A) e (B). Pode-se observar ainda a sulfetação, representada por pirita, finamente disseminada segundo a foliação principal da rocha.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados. (C) – Luz refletida.



AMOSTRA: HN-01-3

LÂMINA: HN-01-3

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza escuro, granulação fina, textura lepidogranoblástica e estrutura anisotrópica. Composta por muscovita, quartzo, biotita e pirita.

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo HN-01 em 221,00m de profundidade. Rocha de coloração cinza escuro, finamente foliada



Descrição Microscópica

-**Estrutura:** anisotrópica, marcada pela xistosidade da rocha

-**Textura:** lepidoblástica

-Composição mineralógica estimada:

Muscovita – 50%

Quartzo – 32%

Biotita – 8%

Plagioclásio – 5%

Epidoto – 2%

Pirita – 2%

Granada – 1%

Esfalerita - traços

-Descrição dos minerais:

Muscovita é o principal mineral presente na rocha, juntamente com o quartzo. Ocorre sob a forma de cristais principalmente tabulares, que estão orientados e marcam a foliação principal da rocha. Os cristais exibem birrefringência alta e relevo que varia entre baixo e moderado.

Quartzo ocorre compondo a matriz da rocha juntamente com os cristais de muscovita, na forma de cristais anedrais, incolores à nicóis descruzados, que apresentam dimensão máxima de aproximadamente 1 mm. O contato entre os grãos é predominantemente irregular.

Biotita ocorre dispersa por praticamente toda a lâmina, e como principais características, exhibe hábito tabular, coloração marrom, e apresenta birrefringência alta e relevo moderado. Os cristais apresentam dimensões superiores a 1 mm.

Os cristais de plagioclásio, geralmente submilimétricos, exibem-se anedrais e subhedrais, e não apresentam-se geminados. Apresentam relevo moderado e são incolores com os nicóis descruzados.

Epidoto pode ser observado em pouca quantidade na lâmina. Apresentam relevo e birrefringência alta, e geralmente apresentam tamanho inferior a 1 mm.

A pirita, que é o único sulfeto presente na rocha, exhibe coloração amarelo claro, é isotrópica e apresenta-se predominantemente xenomórfica, com dimensões de até 1 mm.

Os cristais de granada, que ocorrem dispersos e em pequena quantidade, exibem textura poiquilitica, com a presença de inclusões de cristais de quartzo. O relevo é alto, e o tamanho dos cristais é de aproximadamente 2 mm.

A esfalerita, que ocorre como mineral traço, pode ser observada muito raramente na lâmina. Os cristais são, de modo geral, submilimétricos, de hábito granular e de coloração cinza.

-Fácies: o metamorfismo pode ser considerado tanto como de fácies anfibolito quanto de fácies xisto verde, uma vez que a paragênese quartzo-muscovita pode representar ambos os tipos de metamorfismo.

Classificação da Rocha: Biotita-quartzo-sericita xisto

Figura 2 – Fotomicrografias de biotita-quartzo-sericita xisto, com detalhe para a presença de cristal poiquilítico de granada, associado a cristais de biotita.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

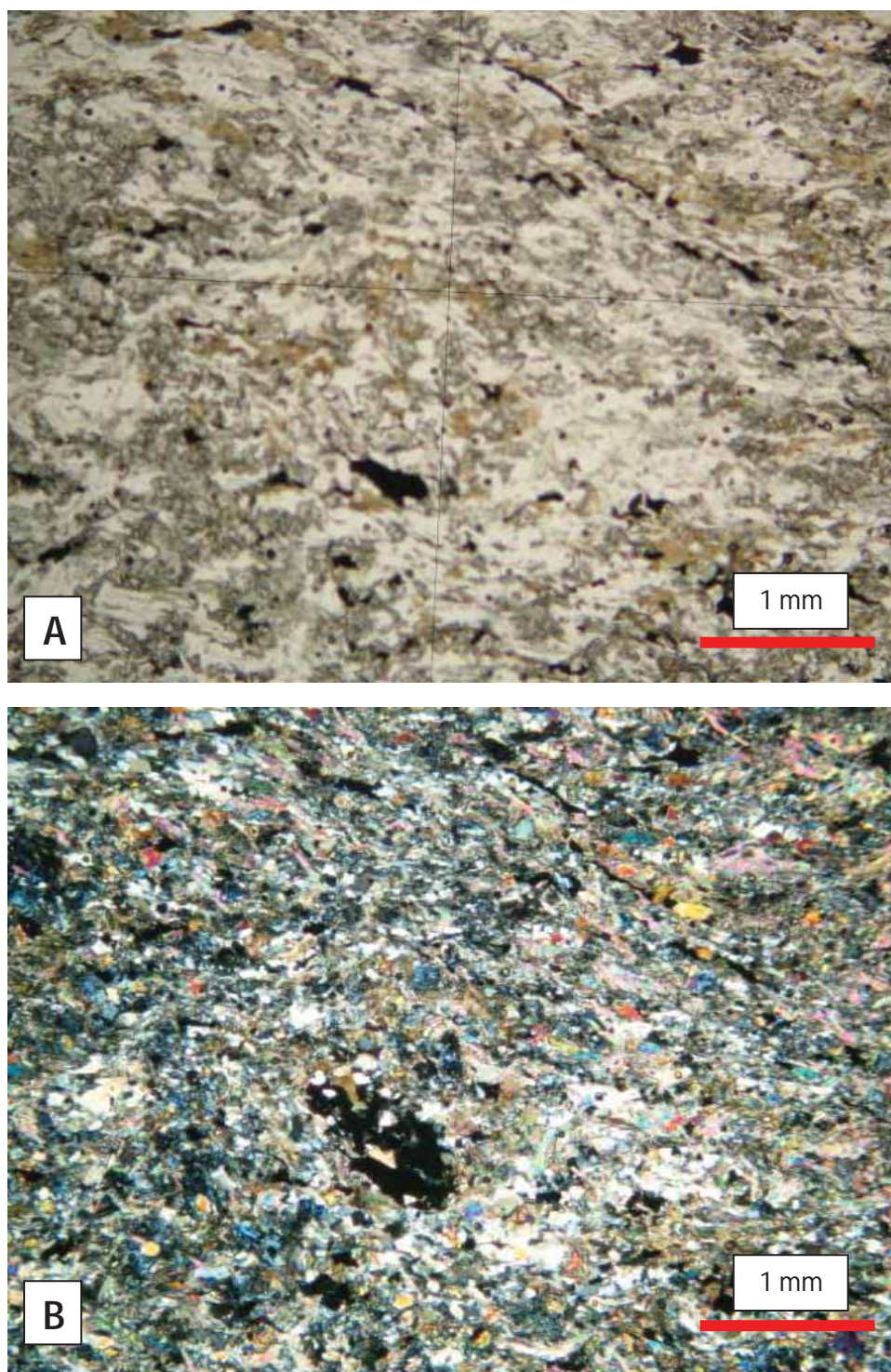
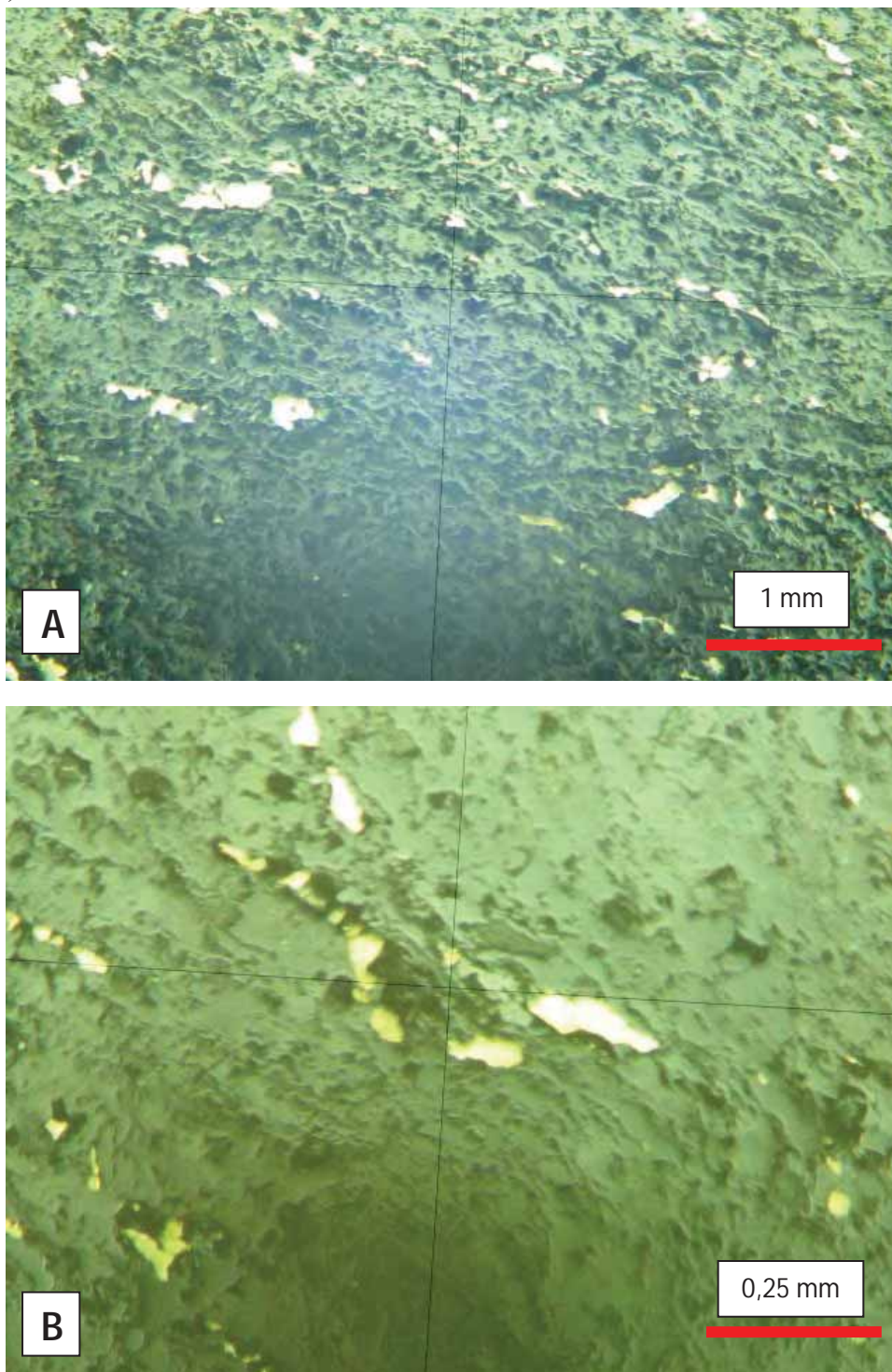


Figura 3 – Fotomicrografias de biotita-quartzo-sericita xisto, com detalhe para sulfetação disseminada, que ocorre segundo a foliação principal da rocha. A sulfetação está representada por cristais xenomórficos de pirita e calcopirita, sempre submilimétricos.

(A) e (B) – Luz refletida.



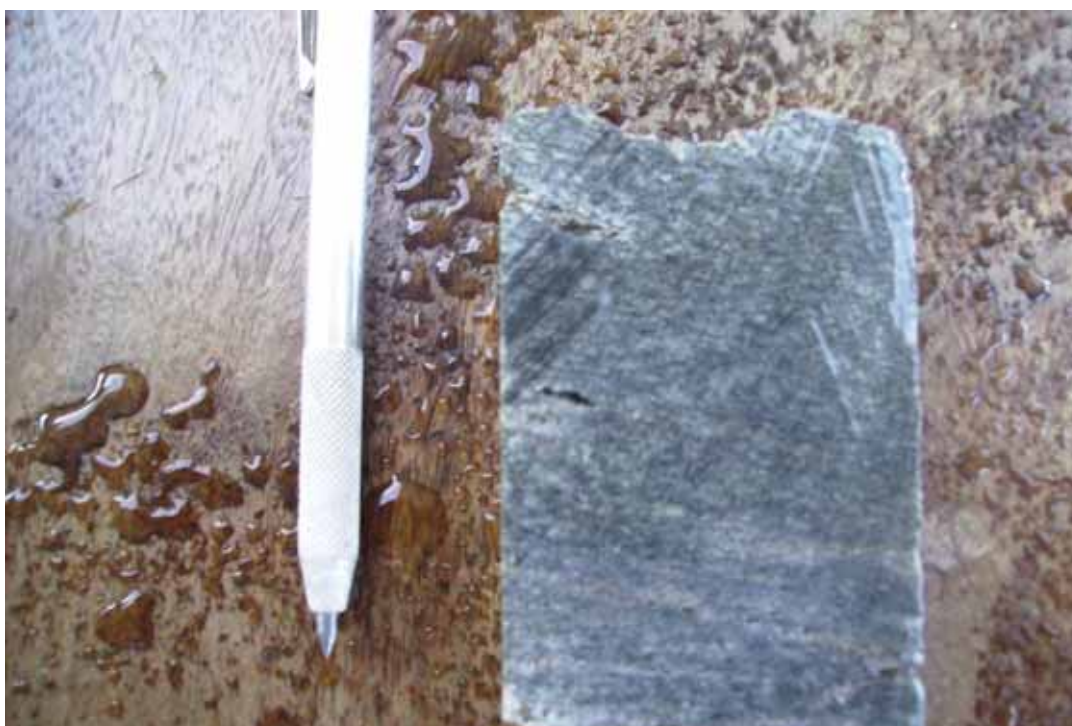
AMOSTRA: HN-01-4

LÂMINA: HN-01-4

Descrição Macroscópica

Rocha apresenta coloração com tons que variam entre cinza escuro e preto. A granulação é fina, textura nematoblástica/granoblástica e estrutura anisotrópica. Composta por plagioclásio, biotita, quartzo, muscovita e anfibólio.

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo HN-01 em 321,41m de profundidade. Nota-se a presença de pórfiros de plagioclásio compondo a rocha.



Descrição Microscópica

-**Estrutura:** anisotrópica, marcada principalmente pela orientação dos cristais de biotita

-**Textura:** nematogranoblástica

-Composição mineralógica estimada:

Plagioclásio – 32%

Quartzo – 22%

Biotita – 18%

Muscovita – 15%

Anfibólio – 7%

Epidoto – 4%

Calcopirita – 1%

Magnetita - traços

Pirita - traços

-Descrição dos minerais:

Plagioclásio ocorre disperso por toda a rocha, sendo o mineral de maior ocorrência. Os cristais, no geral, são submilimétricos, subhedrais a anedrais, e não apresentam-se geminados. São encontrados, em muitas porções, alterando-se para epidoto (retrometamorfismo).

Quartzo ocorre tanto em vênulas, onde está associado com sulfetos, como também compoendo a matriz principal da rocha. Nas vênulas, que ocorrem paralelas à foliação principal da rocha, o quartzo ocorre sob a forma de cristais subhedrais. Cristais recristalizados podem ser observados nas vênulas. Já na matriz, o quartzo apresenta uma granulação mais fina, com cristais principalmente subhedrais a anedrais.

Os cristais de biotita podem ser vistos em toda a lâmina, e como principais características apresentam birrefringência alta, relevo moderado e hábito tabular. Sua coloração varia entre tons escuros de verde e tons claros de marrom, e o tamanho dos cristais não ultrapassa 1 mm. Os cristais estão orientados segundo a foliação principal da rocha, e podem ser observados associados a cristais de anfibólio, como sendo produtos de retrometamorfismo destes.

Muscovita dispersa por toda lâmina, e também ocorre associada a cristas de plagioclásio, uma vez que são originadas a partir destes, através de retrometamorfismo. Apresenta hábito acicular, birrefringência alta, relevo baixo e são geralmente submilimétricas. De modo geral, os cristais de muscovita não aprestam uma orientação preferencial.

Cristais de anfibólio são encontrados em pouca quantidade, porém dispersos pela lâmina. Apresentam relevo alto, birrefringência moderada, e são subhedrais, com dimensões inferiores a 1 mm. Podem ser vistos em processo de alteração para biotita, por meio de metamorfismo retrógrado.

Os cristais de epidoto ocorrem principalmente na forma de grãos subhedrais, com hábito prismático alongado, geralmente com dimensões inferiores a 1 mm. Apresentam relevo e birrefringência alta, e são muitas vezes oriundos da alteração de cristais de plagioclásios.

A calcopirita exibe coloração amarelo escuro, e seus cristais são principalmente de hábito granular, ocorrendo disseminados segundo a foliação principal da rocha. Os cristais, xenomórficos, geralmente são inferiores a 1 mm.

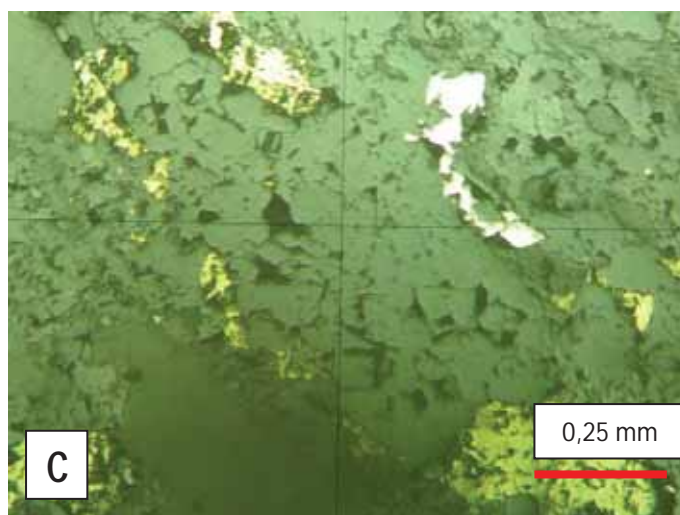
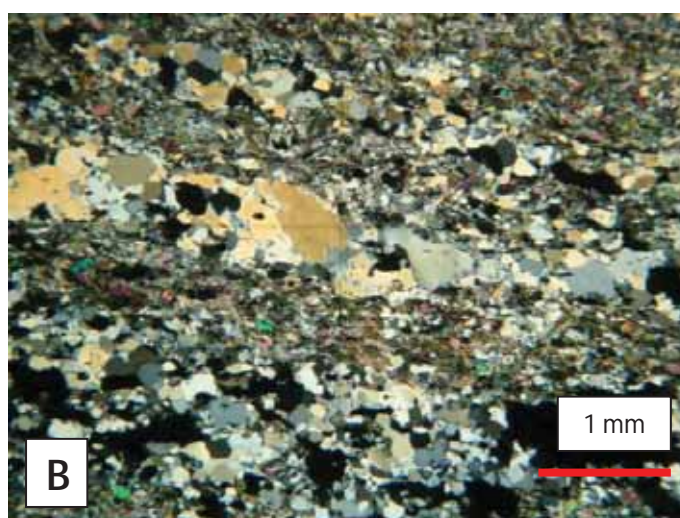
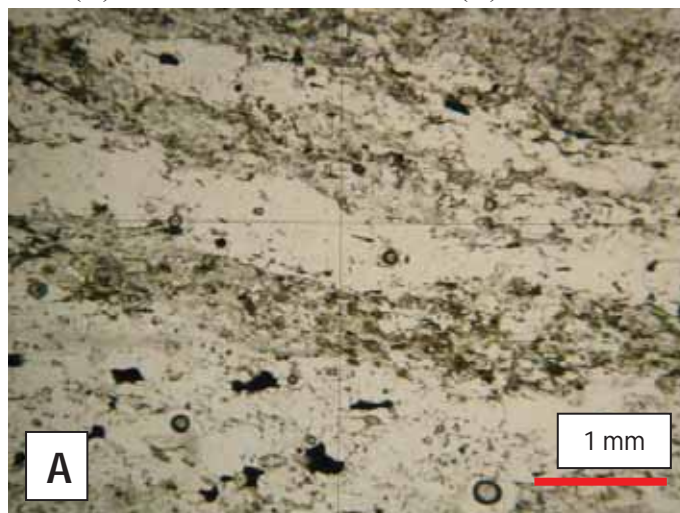
Magnetita ocorre como mineral traço, sendo observada apenas em porções muito restritas da lâmina.

-Fácies: metamorfismo em fácies anfibolito, com posterior ação de retrometamorfismo em fácies xisto verde.

Classificação da Rocha: Epidoto-anfibólio-biotita gnaiss muscovitizado

Figura 2 – Fotomicrografias de epidoto-anfibólio-biotita gnaiss muscovitizado, com detalhe para a presença de vênulas de quartzo, com sulfetos associados (A) e (B). Detalhe para cristais submilimétricos e xenomórficos de pirita e calcopirita. Nota-se que a calcopirita envolve alguns cristais de pirita.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados. (C) – Luz refletida



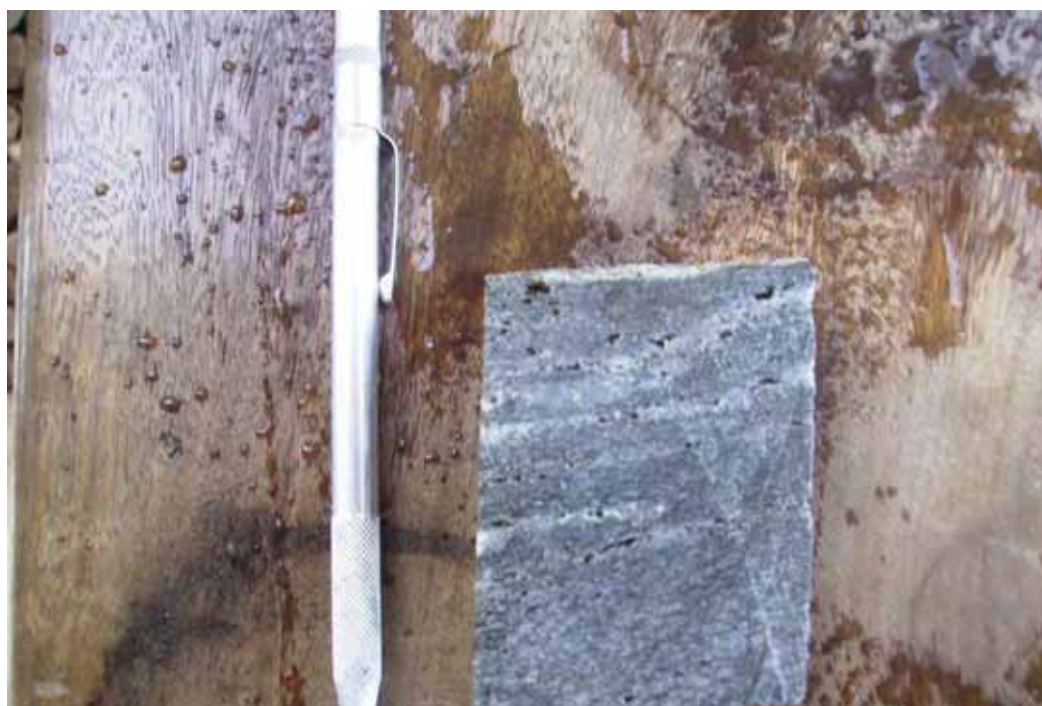
AMOSTRA: HN-01-5

LÂMINA: HN-01-5

Descrição Macroscópica

Rocha apresenta coloração com tons que variam entre cinza escuro e preto. A granulação é fina, textura nematoblástica/granoblástica e estrutura anisotrópica. Composta por plagioclásio, biotita, quartzo, muscovita e anfibólio.

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo HN-01 em 321,57m de profundidade. Rocha composta por plagioclásio, quartzo, muscovita, biotita e anfibólio.



Descrição Microscópica

-Estrutura: anisotrópica, marcada pela presença de estrutura gnaissica

-Textura: lepidogranoblástica

-Composição mineralógica estimada:

Plagioclásio – 33%

Epidoto – 3%

Quartzo – 25%

Calcopirita – 1%

Muscovita – 18%

Pirita - traços

Biotita – 15%

Apatita - traços

Anfibólio – 5%

-Descrição dos minerais:

Plagioclásio ocorre disperso por toda a rocha, sendo o mineral de maior ocorrência. No geral, os cristais são submilimétricos, subhedrais a anedrais, e não apresentam-se geminados. São encontrados, em muitas porções, alterando-se para epidoto (retrometamorfismo).

Quartzo ocorre tanto em vênulas, onde está associado com sulfetos, como também compo a matriz principal da rocha. Nas vênulas, que ocorrem paralelas à foliação principal da rocha, o quartzo ocorre sob a forma de cristais e subhedrais. Cristais recristalizados podem ser observados nas vênulas. Já na matriz, o quartzo apresenta uma granulação mais fina, com cristais principalmente subhedrais a anedrais.

Muscovita dispersa por toda lâmina, e também ocorre associada a cristas de plagioclásio, uma vez que são originadas a partir destes, através de retrometamorfismo. Apresenta hábito acicular, birrefringência alta, relevo baixo e são geralmente submilimétricas. Alguns cristais apresentam-se orientados segundo a foliação principal da rocha.

Os cristais de biotita podem ser vistos em toda a lâmina, e como principais características apresentam birrefringência alta, relevo moderado e hábito tabular. Sua coloração varia entre tons escuros de verde e tons claros de marrom, e o tamanho dos cristais não ultrapassa 1 mm. Os cristais estão orientados segundo a foliação principal da rocha, e podem ser observados associados a cristais de anfibólio, como sendo produtos de retrometamorfismo destes.

Cristais de anfibólio são encontrados em pouca quantidade, dispersos pela lâmina. Apresentam relevo alto, birrefringência moderada, e são subhedrais, com dimensões inferiores a 1 mm. Podem ser vistos em processo de alteração para biotita, por meio de retrometamorfismo

Os cristais de epidoto ocorrem principalmente na forma de grãos subhedrais, com hábito prismático alongado, geralmente com dimensões inferiores a 1 mm. Apresentam relevo e birrefringência alta, e são muitas vezes oriundos da alteração de cristais de plagioclásios.

A calcopirita exibe coloração amarelo escuro, e seus cristais são principalmente de hábito granular, ocorrendo disseminados segundo a foliação principal da rocha, e também associados a vênulas de quartzo. Os cristais, xenomórficos, geralmente são inferiores a 1 mm.

A pirita, que ocorre como mineral traço, e exibe coloração amarelo claro, é isotrópica e apresenta-se predominantemente xenomórfica.

Apatita também ocorre como mineral traço, e é identificada apenas em algumas poucas porções da lâmina.

-Fácies: metamorfismo em fácies anfibolito, com posterior ação de retrometamorfismo em fácies xisto verde.

Classificação da Rocha: Epidoto-anfibólio-biotita gnaisse muscovitizado

Figura 2 – Fotomicrografias de epidoto-anfibólio-biotita gnaise muscovitizado, com detalhe para a presença de acículas de muscovitas, originadas a partir do retrometarfismo sobre os cristais de plagioclásio.

(A)– Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados

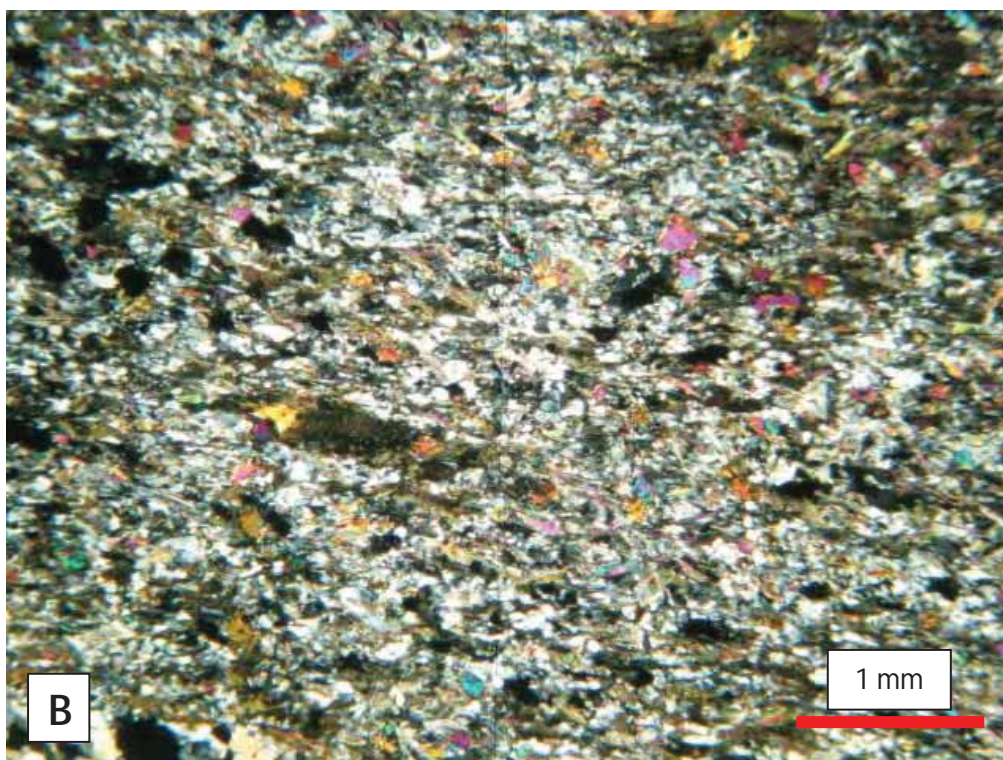
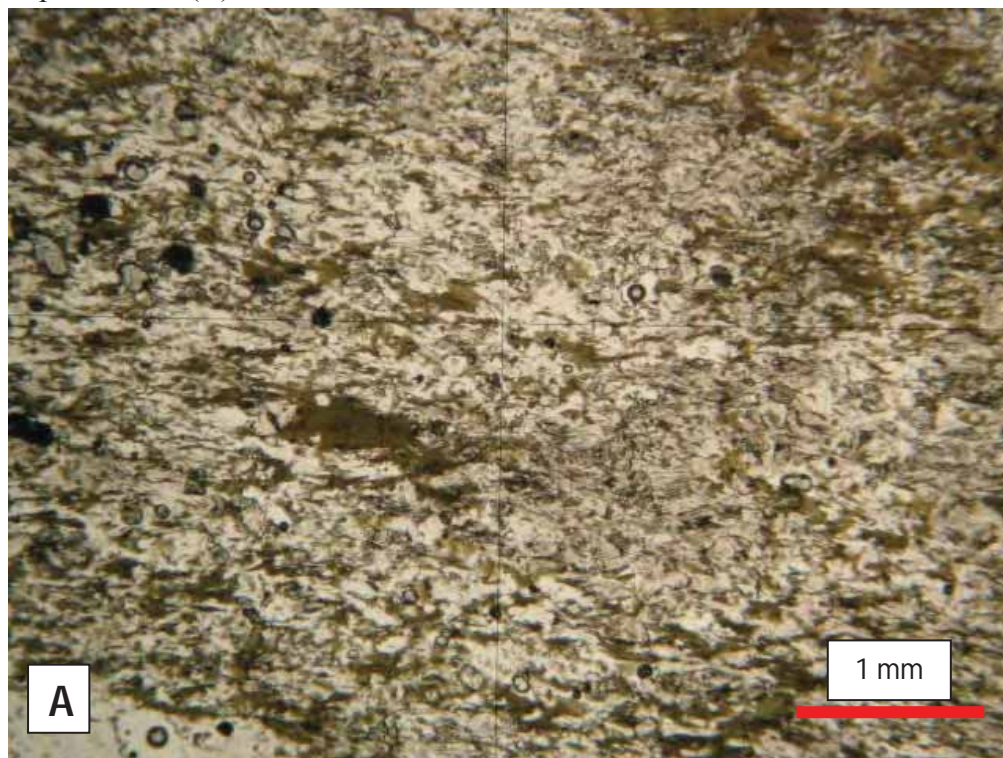
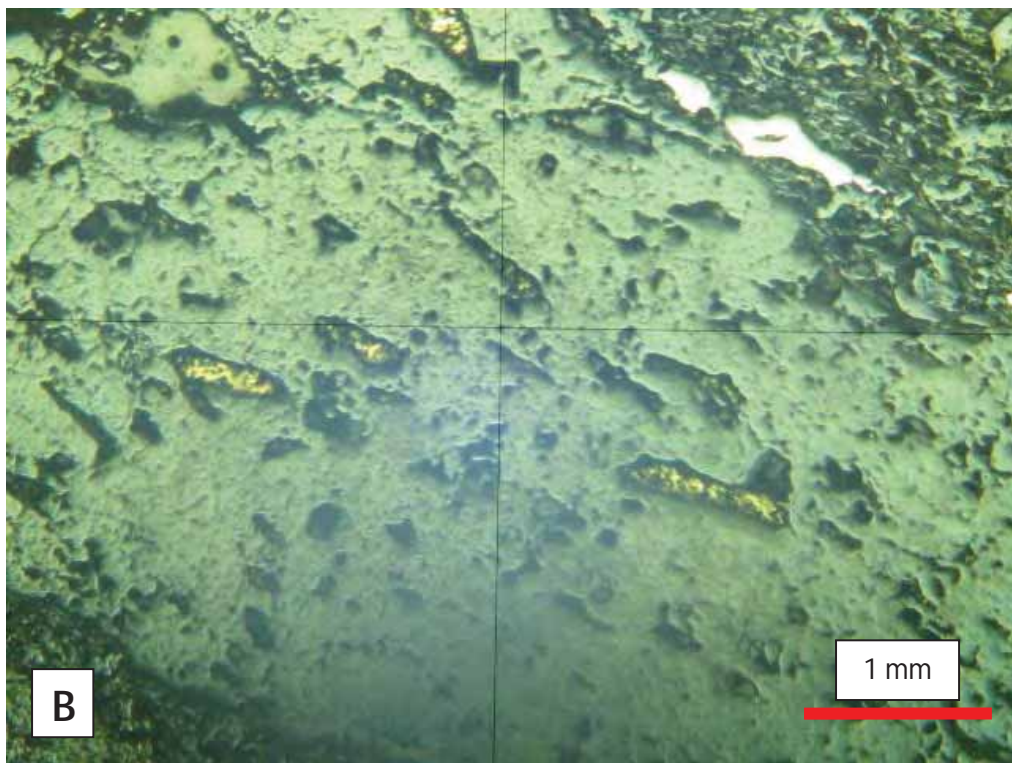
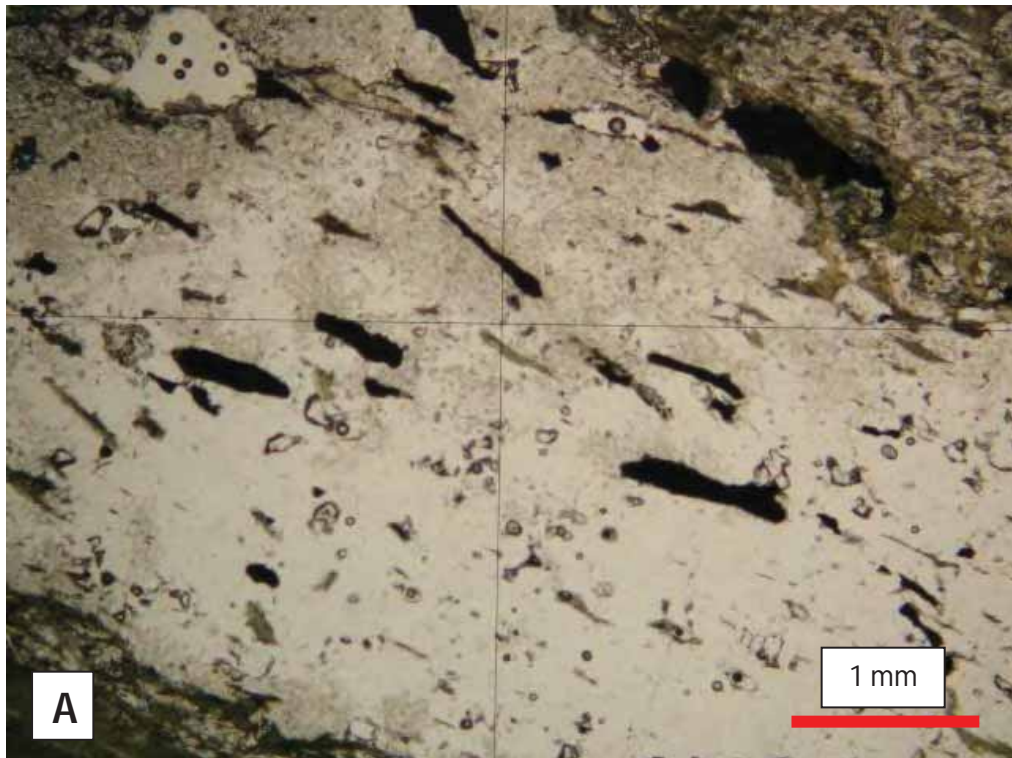


Figura 3 – Fotomicrografias de epidoto-anfibólio-biotita gnaise muscovitizado, com detalhe para a fina sulfetação disseminada, representada por pirita e calcopirita.

(A)– Luz polarizada. (B) – Luz refletida.



AMOSTRA: HN-01-6

LÂMINA: HN-01-6

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração predominantemente cinza escuro, de granulação fina, textura lepidogranoblástica e estrutura anisotrópica, marcada por uma foliação principal. Composta por quartzo, plagioclásio, biotita, muscovita e calcopirita.

Figura 1 - Amostra de testemunho de sondagem referente ao furo HN-01 em 330,32m de profundidade. Rocha de granulação fina, foliada e com textura lepidogranoblástica.



Descrição Microscópica

-Estrutura: anisotrópica, levemente marcada pela orientação das micas

-Textura: granonematoblástica

-Composição mineralógica estimada:

Quartzo – 44%

Plagioclásio – 25%

Biotita – 20%

Muscovita – 10%

Calcopirita – 1%

Pirita - traços

Galena - traços

-Descrição dos minerais:

Quartzo é o mineral mais abundante na rocha, compondo a matriz juntamente com cristais de plagioclásio. Apresenta granulação fina, com cristais predominantemente anedrais. O contato entre os grãos é irregular, e estes apresentam dimensões de até 1,5mm. Tem-se também a presença de vênulas de quartzo, que exibem grãos recristalizados, de granulação que varia entre fina e média.

Plagioclásio ocorre disperso por toda a rocha, compondo a matriz desta juntamente com o quartzo. No geral, os cristais são submilimétricos, subhedrais a anedrais, e não apresentam-se geminados.

Os cristais de biotita podem ser vistos em toda a lâmina, e como principais características apresentam birrefringência alta, relevo moderado e hábito tabular. Sua coloração é marrom, e o tamanho dos cristais não ultrapassa 1 mm. Em certas porções da lâmina, os cristais estão orientados segundo a foliação principal da rocha, e podem ser observados associados a cristais de muscovita.

Muscovita é encontrada dispersa por toda lâmina, apresentando hábito acicular, birrefringência alta, relevo baixo e dimensões submilimétricas. Alguns cristais podem estar deformados porém, a maioria dos cristais não apresenta-se orientada.

A calcopirita exibe coloração amarelo escuro, e seus cristais são principalmente de hábito granular, ocorrendo disseminados segundo a foliação principal da rocha. Os cristais, xenomórficos, geralmente são inferiores a 1 mm, e muitas vezes são encontrados associados a cristais de pirita.

A pirita, que ocorre como mineral traço, e exibe coloração amarelo claro, é isotrópica e apresenta-se predominantemente xenomórfica.

Os cristais de galera apresentam coloração cinza claro, são xenomórficos, e estão associados a cristais de pirita, calcopirita e também biotita.

-Fácies: metamorfismo em fácies xisto verde

Classificação da Rocha: Muscotiva-biotita gnaiss (Metagranito)

Figura 2 – Fotomicrografias de muscovita-biotita gnaiss (metagranito), composta por plagioclásio, quartzo, biotita, muscovita e calcopirita, além de pirita e galena (A) e (B). Detalhe para cristais de pirita envolvidos por calcopirita (C).

(A) – Luz polarizada. (B) – Polarizadores cruzados. (C) – Luz refletida.

